МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр гигиены»

Общественное объединение «Белорусское научное общество гигиенистов»

ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Сборник научных трудов

(электронное издание)

выпуск 21

Минск

2012

ISSN 2076-3778

Главный редактор - доктор медицинских наук Л.В. Половинкин
Ответственный редактор - кандидат медицинских наук, доцент В.Ю. Зиновкина
Технический редактор: Т.И. Вершило

Редакционная коллегия: Л.М. Шевчук к.м.н.; Г.Е. Косяченко, д.м.н., доцент; Е.О. Гузик, к.м.н., доцент; Т.Н. Пронина, к.м.н.; А.П. Ермишин, д.б.н.; С.В. Федорович, д.м.н., профессор; А.Г.Мойсеенок, д.б.н., профессор; Я.Э. Кенигсберг, д.б.н., профессор; В.В.Шевляков, д.м.н., профессор; В.Г. Цыганков, к.м.н., доцент; Е.В. Федоренко, к.м.н., доцент; И.И. Кедрова, к.м.н.; Т.М. Рыбина, к.м.н., доцент; И.В. Суворова, к.м.н.; Л.М. Кремко, к.хим.н.; О.В. Шуляковская, к. хим.н.; В.А. Зайцев, к.м.н., доцент; С.С. Худницкий, к.м.н., доцент; Ю.А. Соболь, к.м.н.; И.И. Ильюкова, к.м.н.; М.В. Долбенко-Малишевская.

Рецензенты:
доктор медицинских наук, профессор Х.Х. Лавинский,
доктор медицинских наук, профессор И.С. Асаенок

Здоровье и окружающая среда [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр гигиены, Бел. науч. о-во гигиенистов ; редкол.: Л.В. Половинкин (гл. ред.) [и др.]. — Вып. 21.— Электрон. дан.— Минск : ООО «Смэлток», 2012. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).— Загл. с этикетки диска.— 100 экз.

Сборник включает материалы исследований сотрудников Республиканского научно-практического центра гигиены, специалистов учреждений образования медицинского и экологического профиля, учреждений последипломного образования, практической санитарной службы Республики Беларусь, России, Украины, Республики Казахстан в области гигиены и токсикологии.

В сборнике освещены актуальные проблемы современной гигиенической науки, профилактической токсикологии и смежных с ними дисциплин по гигиенической оценке среды обитания человека по воздействию на здоровье, использованию технологии оценки риска, вопросам радиационного контроля территорий населенных пунктов Республики Беларусь и международной практике к оценке доз облучения населения для контролируемых выбросов АЭС, гигиеническим аспектам здоровьесбережения учащихся, гигиене профессионального здоровья работников, по токсикологической оценке химических веществ и их смесей, нанотоксикологии, методам контроля объектов окружающей среды, мерам профилактики и коррекции нарушений здоровья, мероприятиям по снижению риска для здоровья.

Сборник предназначен для врачей-гигиенистов, токсикологов, профпатологов, профессорско-преподавательского состава профильных вузов и кафедр, осуществляющих повышение квалификации кадров, других специалистов медицинского и экологического профиля, научных сотрудников, аспирантов, студентов ВУЗов медицинского и экологического профиля.

© Составление ГУ РНПЦГ, 2012
© Оформление ООО "Смэлток", 2012

ПРОБЛЕМА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ СТУДЕНТАМИ МЕДИЦИНСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

*Борщенская Т.И., Бацукова Н.Л., * Шпаков А.А., ** Кулак А., ** Кулак П., Гута А.К.*

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

** Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно*

*** Медицинский университет, г. Белосток, Польша*

Реферат. Представлены результаты исследования потребления психоактивных веществ (далее – ПАВ) студентами Белорусского государственного медицинского университета. Проведен сравнительный анализ с данными по распространенности курения, употребления алкоголя, наркотиков среди студентов Гродненского государственного университета и Медицинского университета г. Белостока (Польша). Выявлено значительное увеличение распространенности потребления ПАВ среди польских респондентов по сравнению с белорусскими. Отмечена решающая роль семьи в формировании отношения молодежи к наркотическим веществам. Установлено, что большинство респондентов понимают и признают негативные последствия потребления ПАВ. Однако, тот факт, что среди студентов медицинских вузов, призванных пропагандировать здоровый образ жизни, процент курящих и употребляющих алкоголь довольно высок, свидетельствует о необходимости внесения изменений в профилактические и учебные программы подготовки будущих врачей.

Ключевые слова: студенты-медики**,** психоактивные вещества, курение, употребление алкоголя, наркотиков.

Введение. В соответствии с «Государственной программой комплексных мер противодействия наркомании, незаконному обороту наркотиков и связанных с ними правонарушениями в Республике Беларусь на 2009–2013 г.» и «Государственной программой национальных действий по предупреждению и преодолению пьянства и алкоголизма на 2011–2015г.» много внимания уделяется предупреждению распространения и потребления психоактивных веществ (ПАВ) населением, особенно молодежью, от здоровья которой непосредственно зависит здоровье нации.

Авторы, занимающиеся изучением распространенности потребления ПАВ в студенческой среде, отмечают рост негативных тенденций [1–2]. Представляет интерес исследование распространенности курения, потребления алкоголя, наркотиков среди студентов медицинских вузов, будущих промоутеров здорового образа жизни – лидеров здоровья.

Цель данной работы: провести аналитическое исследование распространенности потребления ПАВ среди студентов УО «Белорусский государственный медицинский университет» (далее – БГМУ), сравнить с данным УО «Гродненский государственный университет» (специализация «Физическая реабилитация» (далее – ГрГУ) и Медицинского университета (далее – МУ) г. Белостока (Польша).

Материал и методы исследований. Анкетирование, интервьюирование.

В рамках трансграничного исследования распространенности потребления психоактивных веществ среди студенческой молодежи проведено анкетирование группы студентов (75,4 % девушек, 24,6 % юношей) БГМУ с использованием унифицированной программы [3]. Анонимная анкета включала 49 вопросов, касающихся распространения ПАВ, индивидуального отношения и некоторых психологических особенностей личности анкетируемых. Анамнестическая часть анкеты включала данные о возрасте, поле студентов, образовании и социальном положении родителей, взаимоотношениях студента с родителями и друзьями.

Для сравнительной оценки использованы данные анкетирования, проведенного среди студентов Гродненского государственного университета и Медицинского университета г. Белостока [3].

Цифровые данные подвергнуты статистической обработке с использованием математических приемов адекватных поставленным задачам.

Результаты и их обсуждение. Одним из важных моментов негативного стиля жизни молодежи является распространение потребления алкоголя. Исследования показали, что распространенность потребления алкоголя среди польских респондентов значительно выше, чем у белорусских (таблицы 1–2). Так, негативное отношение к алкоголю выразили 26,3% опрошенных студентов БГМУ; 4,4% - ГрГУ; и только 1,9% МУ г.Белостока (установлена достоверность различий между группами БГМУ – ГрГУ и БГМУ – МУ при $p<0,05$).

Таблица 1 – Отношение респондентов к алкоголю (%)

Варианты ответов	БГМУ	ГрГУ	МУ (г. Белосток)
Негативное отношение к алкоголю (нельзя употреблять ни при каких обстоятельствах)	26,3±5,8	4,4±0,88	1,9±0,67
Можно, но лишь в определенных случаях, и в небольших количествах	47,4±6,6	83,9±1,6	54,2±2,4
Не учитывали негативных последствий употребления алкоголя (не вижу причин, по которым не следует принимать спиртные напитки)	10,5±3,0	5,9±1,0	36,2±2,4
Затруднились ответить на данный вопрос	15,8±4,9	5,8±1,0	7,7±1,3

Таблица 2 – Распространенность потребления алкогольных напитков (всего) в обследуемых группах в течение последнего месяца перед анкетированием (%)

Период употребления	БГМУ	ГрГУ	МУ
В течение последнего месяца	17,8±5,0	65,8±2,5	88,0±1,7
В течение последней недели	8,9±3,8	26,3±1,9	56,1±2,4
За 3 дня до анкетирования	6,7±3,3	13,0±1,4	31,9±2,3

Большинство студентов (83,9 % – ГрГУ, 47,4 % – БГМУ и 54,2 % – МУ г. Белостока) считают, что алкоголь употреблять можно, но лишь в определенных случаях и в небольших количествах (достоверных различий при выборе ответа между анкетируемыми студентами БГМУ и МУ г. Белостока по данному вопросу не выявлено $p>0,05$).

Следует отметить, что большинство респондентов учитывают негативные последствия употребления алкоголя. Однако настораживает тот факт, что довольно высокий удельный вес опрошенных студентов-медиков БГМУ И ГрГУ (10,5 % и 5,9 % соответственно) и более, чем одна треть опрошенных польских студентов не видят причин, по которым не следует принимать спиртные напитки.

Свое отношение к сверстникам, употребляющим спиртные напитки, выразили 73,7 % респондентов БГМУ и 92,2 % ГрГУ и МУ г. Белостока (таблица 3).

Таблица 3 – Отношение студентов к потреблению алкоголя сверстниками (%)

Варианты ответов	БГМУ		ГрГУ		МУ	
Осуждаю	45,6±6,6	73,7±5,9	10,2±1,3	40,5±2,1	8,0±1,3	16,5±1,8
Скорее осуждаю	28,1±5,9		30,3±6,1		8,5±1,4	
Скорее не осуждаю	17,5±5,1	26,3±5,9	0,2±0,19	59,5±2,1	0,4±0,3	83,4±1,8
Не осуждаю	8,8±3,7		59,3±2,1		83,1±1,8	

Видно, что среди студентов БГМУ, ответивших на данный вопрос, количество осуждающих почти в 3 раза больше, чем тех, кто относится лояльно. В ГрГУ мнения разделились примерно поровну (40,5 % и 59,5 %), а среди польских студентов число осуждающих своих сверстников потребляющих алкоголь в 5 раз меньше, чем не осуждающих (установлена достоверность различий по данному вопросу при $p<0,05$).

Рассмотрение ответов на вопрос «Какие напитки чаще употребляет молодежь?» показало, что наиболее популярным алкогольным напитком в обследуемых группах студентов ГрГУ и МУ г. Белостока является пиво (рисунок 1). Соответственно 96,2 % и 95,7 % респондентов выбрали пиво как самый «молодежный» алкогольный напиток. Предпочтение вину и шампанскому отдали соответственно 1,0 % и 0,2 % обследованных, а крепким алкогольным напиткам – 2,8 % и 4,1 % анкетируемых (достоверных различий при выбора ответа по данному вопросу не установлено $p>0,05$).

Среди студентов БГМУ вину и шампанскому отдали предпочтение значительно большее число опрошенных (14 %), а предпочитают крепкие напитки и пиво примерно одинаковое число обследованных (43,8 % и 42,2 % соответственно).

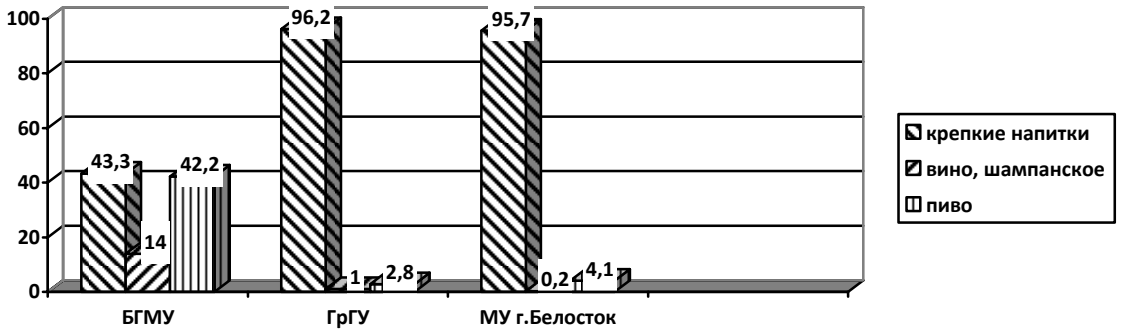


Рисунок 1 – Отношение студентов к различным видам спиртных напитков (%)

Особенно актуальной проблемой является отношение студенческой молодежи к курению. В источниках литературы отмечается, что позитивное студенческое окружение и доказательные знания, получаемые в процессе обучения, значительно уменьшают распространенность курения среди студентов-медиков [4]. Однако в наших исследованиях для почти пятой части респондентов обучение в медицинском вузе не повлияло на отношение к курению. Признались, что курят 10,5±4,1 % студентов БГМУ; 16,2±1,6 % ГрГУ и 20,2±2,0 % МУ г. Белостока. Возраст инициации курения не отличается во всех группах обследуемых и составляет около 16 лет. Среднее количество ежедневно выкуриваемых сигарет во всех группах также не отличается и равно пяти (рисунок 2).

Свое отношение к курящим сверстникам выразили 94,1 % опрошенных, выбрав ответы «осуждаю» и «не осуждаю». Негативное отношение к курящим сверстникам выразили 40,4±6,5 % ответивших студентов БГМУ, 52,3±2,1 % – ГрГУ и 45,5±2,4 % – МУ г. Белостока.

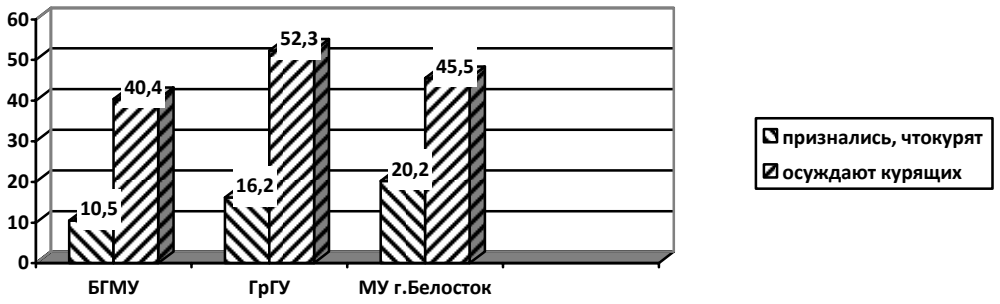


Рисунок 2 – Отношение студентов к курению и курящим сверстникам (%)

Вызывает беспокойство тот факт, что примерно 15 % студентов таких специфических вузов как медицинский, несмотря на то, что респонденты знают о вреде курения, продолжают курить и практически 50 % терпимо относятся к курению.

Не менее важной проблемой в настоящее время является оценка потребления и отношение к потреблению студентами наркотических веществ. На вопрос «Употребляете ли вы наркотики?» все респонденты БГМУ ответили отрицательно. На контакт с наркотиками указали 15,2 % опрошенных ГрГУ и 33,3 % МУ г. Белостока ($p<0,05$).

Свое отношение к сверстникам, употребляющим наркотики, выразили 94,2 % респондентов. Большинство ответивших на этот вопрос (91,7 %), осуждают применение наркотических средств сверстниками, остальные затруднились с ответом.

Представляют интерес данные о том, из каких источников впервые получена информация о наркотиках, кто, по мнению студентов, оказывает влияние на формирование отношения к ним. Из ответов респондентов БГМУ следует, что третья часть из них впервые узнала о наркотиках от друзей (33,3 %), примерно одинаковый удельный вес телевидения, газет и книг (22,8 % и 26,3 % соответственно) и 17,6 % из других источников.

Распределение респондентов при ответе на вопрос «Кто или какие обстоятельства формируют ваше отношение к наркотикам?» представлены на рисунке 3.

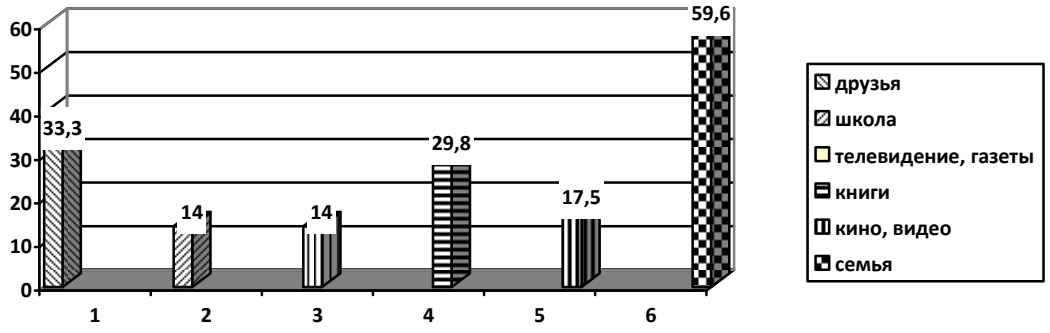


Рисунок 3 – Распределение ответов студентов БГМУ на вопрос «Кто или какие обстоятельства формируют ваше отношение к наркотикам?» (на данный и последующий вопросы допускались несколько вариантов ответов) (%)

Больше чем у половины студентов отношение к наркотикам формируется под влиянием семьи (59,6 %), примерно одинаковое влияние оказывают друзья (33,3 %) и книги (29,8 %), меньше влияют школа (14 %), телевидение, газеты (14 %), кино, видео (17,5 %).

По мнению студентов, причинами начала употребления наркотиков являются: желание выделиться среди сверстников, уйти от жизненных проблем, удовлетворение любопытства, влияние друзей и знакомых, желание повысить настроение или самооценку, получить приятные ощущения и уйти от скуки.

Из причин, способствующих наркотизации общества, по мнению респондентов, на первом месте находятся низкие доходы населения (33,3 %) и преступность (29,8 %), на втором месте – экономические проблемы (22,8 %) и расслоение общества по уровню доходов (19,3 %), затем, упадок морали и нравственности (15,8 %), насилие, агрессия в обществе (15,8 %), психологическая разобщенность людей в обществе (14,0 %), распространение пьянства и алкоголизма (12,2 %), проблемы взаимоотношений в вузе (10,5 %) и широкое распространение наркотиков (7 %) (рисунок 4).

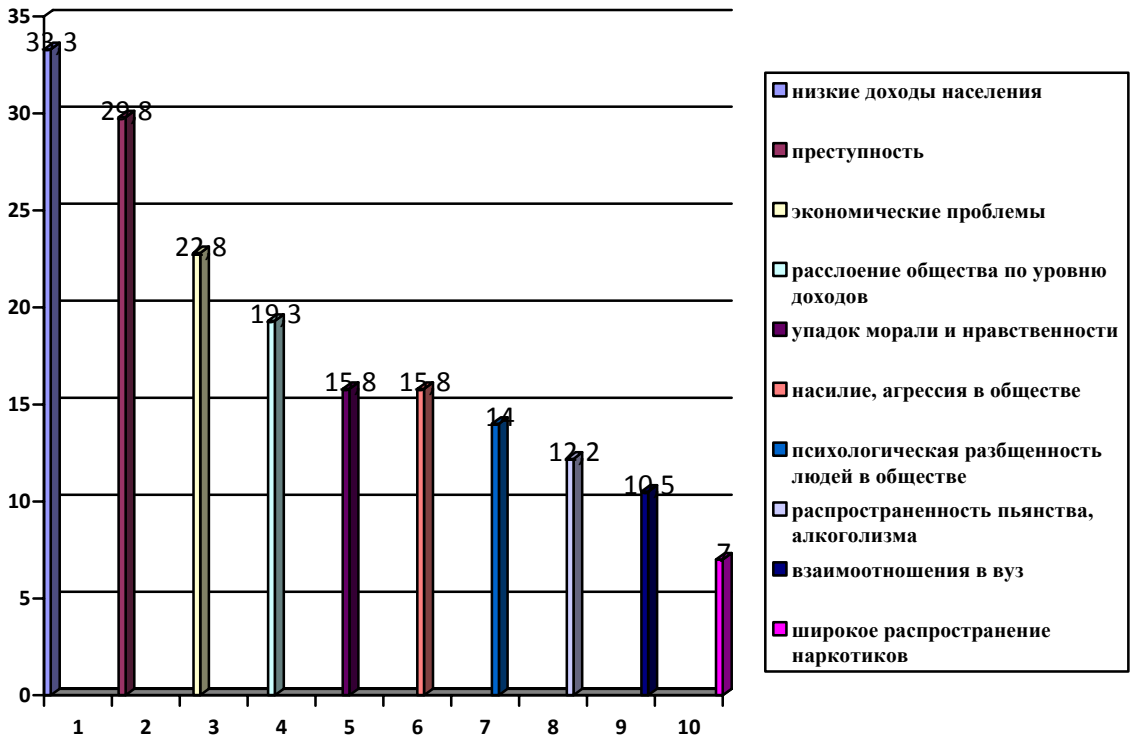


Рисунок 4 – Распределение мнений студентов БГМУ по вопросу «Причины, способствующие наркотизации общества» (%)

Среди причин, удерживающих от употребления наркотиков, почти половина респондентов назвала осуждение членов семьи (47,4 %), что подтверждает решающую роль семьи в формировании отношения молодежи к наркотическим веществам, отмеченную выше. Примерно одна треть студентов боится заразиться СПИД или другой опасной инфекцией (29,8 %). 19,3 % опасается получения привыкания, на 12,2 % оказывает влияние антинаркотическая пропаганда в средствах массовой информации, на 10,5 % – боязнь отравиться наркотиками, получить негативные ощущения и опасения подвергнуться наказанию со стороны милиции. Отрицательные примеры из жизни друзей и знакомых составляют только 3,5 %, и никто из опрошенных не считает, что сложность в приобретении наркотиков может удержать от их употребления (рисунок 5).

Рисунок 5 – Распределение мнений студентов БГМУ по вопросу «Что удерживает от употребления наркотиков?»

Выводы.

1. Выявлено значительное увеличение распространенности потребления ПАВ среди польских респондентов по сравнению с белорусскими.

2. Отмечена решающая роль семьи в формировании отношения молодежи к наркотическим веществам.

3. Установлено, что большинство респондентов понимают и признают негативные последствия потребления психоактивных веществ. Однако, тот факт, что среди студентов медицинских вузов, призванных пропагандировать здоровый образ жизни, процент курящих и употребляющих алкоголь довольно высок, свидетельствует о необходимости внесения изменений в профилактические и учебные программы подготовки будущих врачей.

Литература

1. Ерхова, Н. В. Профилактика употребления ПАВ / Н. В. Ерхова, В. Ю. Климович: наглядно-метод. пособие. – М. : Центр "Плантериум", 2005.– 65с.

2. Сирота, Н. А. Профилактика наркомании и алкоголизма / Н. А. Сирота, В. М. Ялтонский : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М. : Издат. центр "Академия", 2003 – 125 с.

3. Шпаков, А. А. Распространенность и потребление психоактивных веществ среди студентов – медиков. Результаты сравнительного трансграничного исследования / А. А. Шпаков [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. Л. В. Половинкин. – Минск: ГУ РНМБ, 2011. – Вып. 17. - С. 64 – 69.

4. Богуш, Т. А. Оценка распространения табакокурения среди студентов высших учебных учреждений / Т. А. Богуш, А. В. Козловский // Вестник ГрГУ. – 2009. – № 3. – С. 153 – 156.

Поступила 15.06.2012

THE PROBLEM OF CONSUMPTION OF PHYCHOACTIVE SUBSTANCES BY MEDICAL UNIVERSITYS STUDENTS

Borschenskaya T.I., Batsukova N.L., Shpakov A.A., Kułak A., Kuak P., Guta A.K.

The Belarusian State Medical University, Minsk

** Yanka Kupala Grodno State University, Grodno*

*** Medical University of Białystok, Białystok, Poland*

The results of the study of consumption of psychoactive substances (SAS), students of Belarusian State Medical University. A comparative analysis of the data on the prevalence of smoking, alcohol consumption, drug use among students of Grodno State University and the University of Bialystok (Poland). An increase in the prevalence of SAS among Polish respondents in comparison with Belarus. Noting the crucial role of families in shaping the attitudes of young people to narcotics. Found that most respondents understand the negative consequences of substance use. The fact that among medical students, the percentage of smokers and drinkers is high, suggests the need for changes in prevention and education programs for future physicians.

Keywords: medical students, psychoactive substances, smoking, alcohol, drugs.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАТОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Будкина Е.А., Козлова Т.О.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Проведены исследования стоматологических имплантатов отечественного производства по показателю стерильность. В 4 из 15 исследованных образцов выявлены бактерии родов *Staphylococcus, Kocuria*.

Ключевые слова: имплантаты стоматологические, стерильность, бактерии родов *Staphylococcus, Kocuria.*

Введение. По установившейся практике технического регулирования, принятой в России, Европе, Америке, Азиатско-тихоокеанском регионе и в Республике Беларусь, в таких областях высокого риска, как медицинские изделия и фармацевтическая продукция, проводится обязательная предрыночная оценка соответствия, которая имеет особое значение для обеспечения необходимой уверенности в том, что продукция, попадающая в аптечную сеть, клинические учреждения и специализированные магазины, не представляет опасности для здоровья пациентов, обслуживающего персонала и общества в целом.

Процедура государственной регистрации предусматривает контроль разработки и постановки на серийное производство отечественных медицинских изделий, организацию экспертизы, технических, медицинских, других необходимых испытаний и исследований отечественных и зарубежных медицинских изделий.

Изделия медицинского назначения проходят исследования по показателю стерильность. Под стерильностью понимают отсутствие жизнеспособных микроорганизмов. Стерильность продукции обеспечивается производственным процессом. При проектировании производственного процесса следует учитывать принципы надлежащей производственной практики (GMP), в том числе привлечение подготовленного квалифицированного персонала, использование соответствующего производственного оборудования и соответствующих помещений, мониторинг производственной среды и процесса производства. Малейшее нарушение валидированного процесса стерилизации влечет за собой риск получения нестерильного продукта.

Стерилизация может быть проведена одним из описанных ниже методов: термическая (паровая и воздушная (сухожаровая), химическая (газовая или стерилизация химическими растворами), радиационная стерилизация (применяется в промышленном варианте).

Стерилизация радиационным методом достигается при помощи воздействия на продукт ионизирующего воздействия в форме гамма-излучения от соответствующего радиоизотопного источника (такого, как кобальт-60) или пучка электронов, подаваемого соответствующим ускорителем электронов. Для этого метода конечной стерилизации стандартная поглощенная доза составляет 25 кГр.

Радиационный метод (лучевую стерилизацию γ-лучами) применяют в специальных установках при промышленной стерилизации изделий однократного применения - полимерных шприцев, систем переливания крови, чашек Петри, пипеток и др. хрупких и термолабильных изделий.

Целью исследования явилось изучение стоматологических имплантатов отечественного производства по показателю стерильность.

Материал и методы исследований. Нами были проведены исследования по показателю стерильность 15 образцов стоматологических имплантатов отечественного производства, стерилизованных радиационным способом, согласно Методических указаний [1].

В работе использовалось стандартное оборудование микробиологических лабораторий: термостат ТС-80М, термостат ТС-1/80, хладотермостат ХТ-3/40-2, бактериологический анализатор Vitek 2 Compact (Biomerieux S.a., Франция).

Питательные среды**.** В ходе выполнения исследования использовали готовые коммерческие среды производства ООО НПЦ «Химмедсинтез» (Республика Беларусь): тиогликолевая среда, сахарный бульон, бульон Сабуро, среды и реактивы Biomerieux S.a., Франция.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали отсутствие роста микроорганизмов на средах Сабуро и бульоне Хоттингера с 1 % глюкозой. На тиогликолевой среде из 15 исследуемых имплантатов в 4 пробирках визуализировали помутнение среды. Из пробирок, в которых наблюдался видимый рост микроорганизмов, делали мазки и окрашивали по Граму. При микроскопировании мазков обнаружены грамположительные неспорообразующие клетки бактерий. Дальнейшую идентификацию микроорганизмов проводили на бактериологическом анализаторе Vitek 2 Compact (Biomerieux S.a., Франция). Определили принадлежность выделенных микроорганизмов к родам *Staphylococcus (Staphylococcus lentus, Staphylococcus hom. hominis, Staphylococcus epidermidis)* и *Kocuria (Kocuria kristinae).*

Staphylococcus lentus может быть изолирован с кожных покровов животных, а также из воды и других источников; редко – от человека. *Staphylococcus hom. hominis* обитает на коже человека и ассоциируется с различными патологиями (септицемия, конъюктивит, болезни урогенитального тракта, раневые инфекции).

Staphylococcus epidermidis колонизирует кожу и слизистые оболочки, нередко ассоциируется с различными послеоперационными состояниями, проявляет свое патогенное действие при иммунодепрессивных состояниях. *S. epidermidis* часто обнаруживается в катетерах (внутривенный и др.) и других хирургических имплантатах, так как известно, что эта бактерия способна образовывать биопленку, которая растет в имплантатах [3].

Коагулазонегативные стафилококки – главные возбудители инфекций, связанных с имплантацией медицинских устройств. Они обладают меньшим набором факторов вирулентности, чем *Staphylococcus aureus*, но зато таким, который позволяет прикрепляться к инородным телам и длительное время на них сохраняться. Среди факторов вирулентности идентифицирован ряд поверхностных антигенов, из которых лучше всего изучен полисахаридный адгезин эпидермального стафилококка, обеспечивающий первую стадию прикрепления к инородному телу [4].

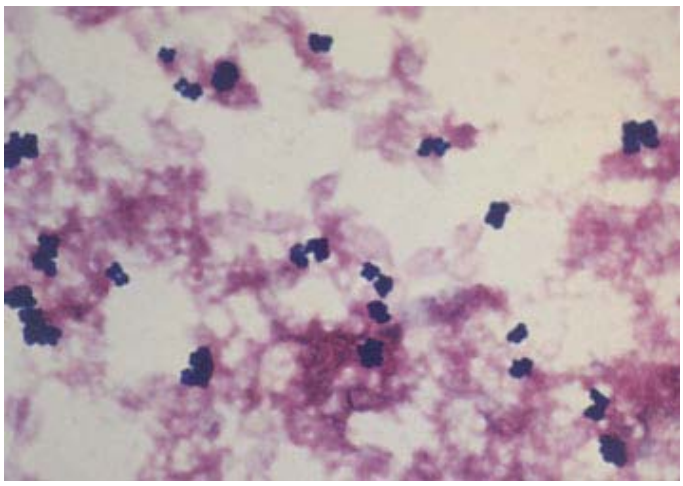


Рисунок 1 – Микроскопический препарат *Staphylococcus spp.*, окрашенный по Граму

Род *Kocuria* входит в семейство *Micrococcaceae* и состоит из девяти видов. Ранее был классифицирован как род *Micrococcus*, но выделен из него на основании филогенетического и хемотаксономического анализа. Организм широко распространен в природе и часто является представителем нормальной микрофлоры кожи человека [5].

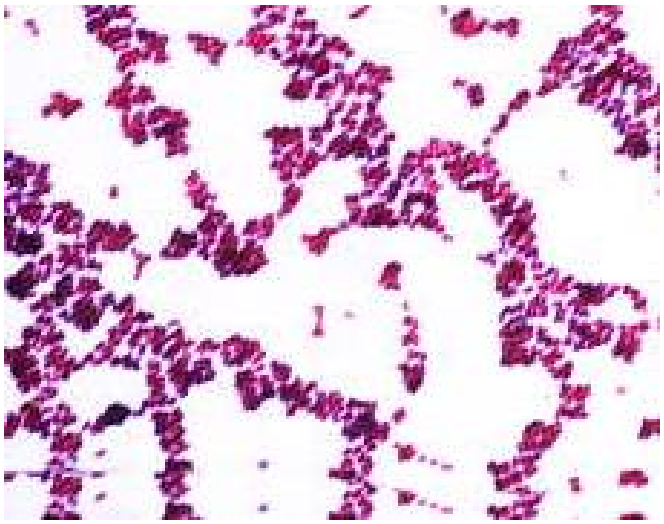


Рисунок 2 – Микроскопический препарат *Micrococcus spp.*, окрашенный по Граму

Заключение. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что 4 из 15 исследованных нами стоматологических имплантатов отечественного производства, стерилизованных радиационным способом, не удовлетворяли нормативным документам [2]. При идентификации выделенных микроорганизмов установили их принадлежность к родам *Staphylococcus* и *Kocuria.* Одной из возможных причин несоответствия образцов может быть как развитие радиоустойчивых форм неспецифической микрофлоры, в частности родов *Staphylococcus* и *Kocuria,* так и нарушение технологических параметров валидированного процесса стерилизации радиационным методом.

Литература

1. Методические указания по контролю стерильности медицинских изделий, шприцев инъекционных, стерилизованных радиационным способом: приложение к приказу. МЗ СССР от 17.09.79 г. № 964 /410).

2. СанПиН 1.1.12-30-2006 РБ/ Гигиенические требования к изделиям медицинского назначения, медицинской техники и материалам, применяемым для их изготовления. – Минск, 2006.

3. Режим доступа: http://pulmonolog.com/content/staphylococcus-epidermidis. – Дата доступа: 20.04.2012.

4. Режим доступа: http://www.center-hc.ru/diseases/infection4.htm. – Дата доступа: 20.04.2012.

Поступила 16.07.2012

STUDIES OF DENTAL IMPLANTS PRODUCED IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Budkina E.A., Kozlova T.O.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The studies of dental implants in terms of sterility which were produced in the Republic of Belarus have been carried out. In four of the 15 test samples *Staphylococcus* and *Kocuria* have been revealed.

Keywords: dental implants, sterility, *Staphylococcus, Kocuria.*

ТЕХНОЛОГИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО НАДЗОРА ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Грачева В.М., Дубинин С.Е.

Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья г. Гомель

Реферат. Наряду с общепринятыми в практике государственного санитарного надзора технологиями (проверка, осмотр, мониторинг, государственная санитарно-гигиенические экспертиза и государственная регистрация) Гомельским областным центром гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья освоена и внедрена в работу с 2004 года методология оценки риска здоровью населения. Процедура оценки риска применяется специалистами государственного санитарного надзора в порядке текущего и предупредительного санитарного надзора.

Ключевые слова: оценка риска, промышленное предприятие, санитарно-защитная зона.

Введение. Наиболее часто применяется в надзоре технология рисков с целью принятия решения по изменению размеров санитарно-защитных зон (далее – СЗЗ) предприятий [3–4]. Теоретическими предпосылками и условиями для внедрения в практику процедуры оценки риска являются:

1. Четко сформулированная нормативная база – Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы, постановления Совета Министров РБ и Министерства здравоохранения Республики Беларусь, регулирующие проведение административных процедур;

2. Заинтересованность субъектов хозяйствования в приведении деятельности предприятий в соответствие с требованиями законодательства.

3. Значимость оценки рисков при проведении государственной санитарно-гигиенической экспертизы, с целью признания объекта экспертизы соответствующим санитарно-эпидемиологическому законодательству.

Организационному развитию данной технологии предшествовала длительная и кропотливая работа, проводившаяся с 2003 году и продолжающаяся в настоящее время.

Проблемы освоения технологии применения в практике государственного санитарного надзора процедуры оценки риска семь раз заслушивались на санитарно-эпидемиологических советах при Главном государственном санитарном враче Гомельской области.

Решением санитарно-эпидемиологического совета (от 21.09.2004г. № 7) главных государственных санитарных врачей административных территорий обязали применять методологию оценки риска при проведении предупредительного санитарного надзора. Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья был определен методическим центром.

В 2005 году был проведен областной обучающий семинар специалистов, и, начиная с 2006 года, на всех административных территориях был введен, по требованию государственного санитарного надзора, режим разработки проектов организации СЗЗ предприятий с учетом оценки риска здоровью населения.

Материал и методы исследований. Объектами в данном случае являются:

– проекты организации СЗЗ предприятий (оценка риска при воздействии физических (шум) и химических факторов) и зон санитарной охраны источников водоснабжения;

– проекты зон ограничения застройки и СЗЗ существующих и проектируемых передающих радиотехнических объектов (далее – ПРТО);

– питьевая вода, используемая для водоснабжения населения (оценка риска при воздействии водного фактора – химический состав);

– в стадии освоения технологии оценки рисков при воздействии веществ, загрязняющих пищевые продукты, и неблагоприятных факторов производственной среды.

Процедура оценки риска от воздействия на население шума использована и при работе по составлению карты шума города Гомеля.

Результаты и их обсуждение. Использование технологии оценки рисков включают следующие основные этапы:

– I этап – разработка технического задания на проведение оценки риска (разовое);

– II этап – отработка и формирование учетно–отчетных форм документов (договор, расценки – утвердили и внесли в прейскурант). За основной оценочный показатель (критерий) принимается класс опасности предприятия (I-V).

– III этап – составление программы исследования – от графических схем до электронных карт с точками контроля, определением ингредиентов и объемов исследований – лабораторный контроль (при необходимости на существующих объектах);

– IV этап – проведение натурных исследований, оценка представленных материалов в т.ч. проекта и непосредственно оценка риска;

– V этап – подготовка отчета и заключения.

Наряду с общепринятой методологией оценки риска при проведении работ в рамках предупредительного санитарного надзора используются методики, разработанные и рекомендованные Республиканским научно-практическим центром гигиены [1–2].

Следует отметить, что на момент разработки и внедрения технологии оценки риска в структуре отдела гигиены было отделение социально-гигиенического мониторинга (далее – СГМ).

На стыке теоретических и практических действий государственного санитарного надзора родилась идея освоения данной технологии. Приказом главного врача областного ЦГЭиОЗ была создана рабочая группа, руководителем которой является заведующий отделом гигиены, выполняющий функции врача-гигиениста, методологическую и методическую часть работ выполняют сотрудники отделения СГМ.

Впервые расчет и оценка рисков были проведены с целью внесения изменений в генеральный план г. Мозыря (размещений квартала жилой застройки вдоль трассы – Мозырь-Лельчицы).

В рамках данной работы были отработаны механизмы составления технического задания, рассчитаны нормы времени трудозатрат, отработана технология выполнения процедур и т.п.

Вторая работа – оценка возможности размещения в условиях сложившейся жилой застройки центральной части г. Гомеля многоуровневого паркинга. Без применения технологии оценки риска, объективно оценить возможность размещения было бы трудно. При этом ни одной жалобы с момента ввода объекта в эксплуатацию не было, проблемы в период строительства решались в комплексе, была дана приемлемая оценка риска по физическим и химическим факторам.

С 2005 года по заявкам субъектов хозяйствования рабочей группой проведено работ по оценке риска по 94 объектам для предприятий 14 административных территорий.

8,6 % объектов были оценены как опасные для здоровья, в т.ч.:

– ПРУП «Гомельский вагоноремонтный завод им. М.И. Калинина Бел ЖД»;

– ОАО «Гомельский жировой комбинат»;

– Рогачевская ПМК;

– ОАО «Гомельстройматериалы»;

– ЗАО «Завод химических изделий»;

– Цех по переработке битумсодержащих отходов в н.п. Рассветное СОО «Самсонов и Кнутсен».

В результате по итогам оценки рисков:

– не выдано заключение на изменение размеров (сокращение) СЗЗ 6 предприятий;

– не выдано согласование на размещение предприятия по переработке битума, в СЗЗ которого находилась бы МТФ и объекты для выращивания сельскохозяйственных культур, используемых для питания населения.

Данные работы подтвердили неблагоприятную гигиеническую ситуацию на прилегающей к вышеперечисленным объектам территории жилой застройки. Руководству перечисленных предприятий выдвинуты требования государственного санитарного надзора о приведении деятельности в соответствие с требованиями санитарно-эпидемиологического законодательства.

По результатам рассмотрения проектных материалов по организации СЗЗ оформлено 45 предписаний – требований в адрес проектных организаций и заявителей работ (50 % случаев) по приведению проектных решений в соответствие с требованиям санитарно-эпидемиологического законодательства (ферма по откорму свиней в н.п.Шарпиловка, гипермаркет «Линия-Грин», ЗАО «Завод химических изделий» и т.д.).

Таким образом, технология оценки риска позволяет реализовать ст.12 и 21 Закона Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» от 23.11.1993г., в редакции от 16.05.2006 №109-З в части контроля за исполнением законодательства при проектировании.

Результаты работ по оценке риска с рекомендациями направляются в территориальные учреждения государственного санитарного надзора, которые используют их в дальнейшем в порядке текущего надзора.

Используемая технология оценки риска позволяет соблюдать принцип преемственности в надзоре. Практикуются совместные с территориальными учреждениями государственного санитарного надзора натурные исследования объектов, заявившихся на оценку рисков.

Проблемы, которые возникают при осуществлении технологии оценки рисков:

– отсутствие ПДК, ОБУВ и класса опасности для ряда химических веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух (ПРУП «Гомельский вагоноремонтный завод им. М.И. Калинина Бел ЖД» – диметилэтаноламин и ОАО «Гомельский жировой комбинат» – органические жирные кислоты, МТФ и иные сельскохозяйственные предприятия – дурно пахнущие газы и т.п.);

– в проектах не выполняются расчеты (не дается оценка) по гигиенически значимым показателям т.к. для них отсутствуют методики расчетов выбросов от ряда производств (производство битумсодержащих материалов – ароматические углеводы, сернистый ангидрид, автомобильный транспорт – акролеин, формальдегид и т.п.);

– оценка одорометрических показателей (дурно пахнущие газы) важная проблема, учитывая действующую Республиканскую программу развития молочной отрасли в 2010–2015 годах с реконструкцией старых МТФ. Реконструируемые объекты располагаются в непосредственной близости от жилых домов. На сегодняшний день также отсутствует метод оценки рисков от воздействия биологических загрязнителей атмосферного воздуха в т.ч. микробного аэрозоля;

– постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30 декабря 2010 года № 186 утверждены «Нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих (ПДК) веществ в атмосферном воздухе». ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе нормируется по максимально разовым, среднесуточным и среднегодовым нормативам, однако до настоящего времени методик расчетов рассеивания на соответствие среднесуточным и среднегодовым ПДК не разработано, что выражается в наличии неопределенностей при оценке рисков и результатах государственной санитарно-гигиенической экспертизы.

Следующее направление использования технологии оценки риска – оценка риска здоровью населения от употребления питьевой воды.

Проведенный расчет уровня канцерогенного риска от употребления питьевой воды оценивается как приемлемый на всех административных территориях Гомельской области.

Уровень риска немедленного действия наиболее высок в Лельчицком, Ельском и Мозырском районах, где он отнесён к чрезвычайно опасному (высока вероятность изменения структуры заболеваемости, а также отказа населения от пользования питьевой водой). В этом регионе (Полесье) исторически сложилось, что качество воды по органолептическим показателям не отвечает гигиеническим требованиям и средние показатели по области превышены в 3 раза и более.

Как опасная оценивается ситуация по уровню риска хронического неспецифического действия на этих же территориях (Лельчицкий, Ельский и Мозырский районы). При данной ситуации, как правило, возникает достоверный рост неспецифической патологии.

По уровню хронического неспецифического риска здоровью населения от употребления воды из источников децентрализованного водоснабжения (химический состав) к территориям риска отнесены Лельчицкий район, города Светлогорск, Мозырь и Жлобин. Основной вклад в формирование данного показателя внесли нитраты, марганец и железо.

Нельзя исключить влияния химического состава питьевой воды на рост заболеваний кожи и подкожной клетчатки, мочеполовой системы, органов пищеварения, системы кровообращения и др.

Результаты проведенных исследований качества питьевой воды применялись при подготовке предложений в государственные, региональные и целевые программы.

В настоящее время проведено 4 работы с применением технологии оценки риска от ПРТО, при размещении оборудования базовых станций сотовой связи на социально-значимых объектах.

Заключение. Применение методологии оценки риска изменило подходы к проведению контрольно-надзорной и профилактической деятельности учреждений государственного санитарного надзора по предупреждению распространения заболеваний, сохранению и укреплению здоровья населения, являясь ее важной составляющей.

Литература

1. Дифференцированная шкала оценки класса опасности предприятия : инструкция по применению № 208-1208 / сост. Т. Е. Науменко [и др.] : утв. Гл. гос. сан. врачом Республики Беларусь от 30.12.2008 г. – Минск, 2008. – 8 с.

2. Филонов, В. П., Соколов С. М., Науменко Т. Е. // Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы. – Минск, 2001.

3. Пинигин, М. А. Определение опасности предприятия и ширины его санитарно-защитной зоны с помощью номограммы / П. А. Пинигин // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 19 – 20.

4. Пинигин, М. А. Организация санитарно-защитных зон / М. А. Пинигин // Экология производства. – 2005. – № 7. – С. 25 – 33.

Поступила 23.05.2012

TECHNOLOGY STATE SANITARY SURVEILLANCE ASSESSMENT OF HEALTH RISK POPULATION ENVIRONMENTAL FACTORS

Gracheva V, Dubinin S

Gomel Regional Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Gomel

Along with the standard practice in the state sanitary surveillance technologies (testing, inspection, monitoring, public hygiene and state registration examination) Gomel Regional Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health mastered and put into operation in 2004 with a methodology to assess the risk to public health. The procedure of risk assessment used by specialists in public health surveillance procedures, and current preventive health surveillance.

Key words: the assessment of risk, industrial plant, the sanitary-protective zone.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВОЧНО БЕЗОПАСНЫХ УРОВНЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ N,N-ДИМЕТИЛПРОПИЛАМИНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Гриценко Т.Д., Науменко Т.Е., Пшегрода А.Е., Шевчук Л.М.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Обоснован ориентировочно безопасный уровень воздействия (далее – ОБУВ) и класс опасности N,N-диметилпропиламина расчетным методом на основании физико-химических констант, параметров токсикометрии, предельно допустимых концентраций (далее – ПДК) в других объектах окружающей среды, ПДК веществ аналогичного ряда.

Ключевые слова: ориентировочно безопасный уровень воздействия, загрязняющие вещества, атмосферный воздух, параметры токсикометрии, физико-химические константы.

Введение. Современные темпы развития производств, предполагают внедрение в технологические циклы новых химических веществ, что диктует необходимость получения оперативной информации о химической безопасности внедряемого вещества. В силу этого возникает необходимость нормирования новых веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения.

На разработку регламентов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов расчетными и ускоренными методами гигиенического нормирования ориентированы исследования в лаборатории комплексной оценки риска воздействия факторов среды ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены.

Материал и методы исследований. Проведен анализ нормативных документов, действующих в Республике Беларусь и за рубежом на предмет наличия гигиенических нормативов исследуемых веществ. Выполнен сравнительный анализ открытой электронной базы данных о воздействии на здоровье химических веществ в окружающей среде: «Объединенная Информационная Система о Риске» (The Integrated Risk Information System – IRIS), а

также открытая база данных Агентства по Охране Окружающей среды США (EPA US), научные публикации и другие источники, содержащие научные положения о воздействии на здоровье химических веществ в окружающей среде.

В соответствии с Методическими указаниями по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест № 11-7-2-97 от 14.03.1997 [1] проведен информационный поиск токсиколого-гигиенических характеристик в отношении нормируемых веществ.

Расчет ОБУВ в отношении N,N-диметилпропиламина проведен по физико-химическим свойствам и константам (молекулярная масса и температура кипения), а также выполнен сопоставительный анализ методом аналогии с другими изученными веществами, близкими по физико-химическим и биологическим свойствам. В основу расчета гигиенических нормативов положены достаточно тесные корреляционные связи между токсикологическими показателями и физико-химическими константами веществ и экспериментально обоснованными их ПДК в других средах.

Расчет ОБУВ проводили по следующим формулам:

Расчет ОБУВ по молекулярной массе (в интервале М.м. от 32 до 600):

lgОБУВс.с.ат.в. = - 8,0 lg М.м. + 14,75 + К) (1)

Расчет ОБУВ по температуре кипения при 760 мм рт.ст. в ОС (в интервале Т кип. от 20 до 315°С):

lgОБУВс.с.ат.в. = 10 (-5,6 lgТкип. + 11,2 + К) (2)

Расчет ОБУВ по молекулярной массе (углеводороды предельные, алканы) (в интервале М.м. от 32 до 600):

lgОБУВс.с.ат.в. = -0,986 lg М.м. + 3,1) (3)

Расчет ОБУВ диизононилфталата по показателями острой токсичности CL50 и DL50:

lgОБУВс.с.ат.в. = -6,0 + 1,5 lgLD50 (мг/кг) (4)

При отнесении вещества к классу опасности руководствовались приложением 2 к Постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.06.2009 № 76 и ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Проведение настоящих исследований согласуются с основными техническими нормативными правовыми актами, действующими в Республике Беларусь [2–6].

Результаты и их обсуждение. Расчет норматива качества атмосферного воздуха (ориентировочно безопасного уровня воздействия) N, N-диэтилпропиламина проводился в соответствии с Инструкцией по применению «Разработка ориентировочно безопасных уровней воздействия и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе» (№ 119-1210 от 24.12.2010).

На основе корреляционного и регрессионного методов анализа была разработана серия формул, позволяющих определить ориентировочно безопасный уровень воздействия атмосферных загрязнений по соответствующим значениям ПДК в воздухе рабочей зоны, в воде водоемов, по химической структуре и физико-химическим свойствам веществ, методом аналогии с другими изученными веществами, близкими по физико-химическим и биологическим свойствам, по зарубежным стандартам качества окружающей среды. Возможность разработки расчетных и ускоренных методов нормирования появилась благодаря накоплению значительного фактического материала по экспериментальному обоснованию ПДК атмосферных загрязнений. Теоретической предпосылкой для создания методов расчета ОБУВ явились установленные достаточно тесные корреляционные связи между токсикологическими показателями и физико-химическими константами веществ и экспериментально обоснованными их ПДК.

В основу расчетов были положены сформированной базы данных по изучаемому веществу из открытой электронной базы данных о воздействии на здоровье химических веществ диметилпропиламина в окружающей среде: «Объединенная Информационная Система о Риске» (The Integrated Risk Information System – IRIS), а также открытая база данных Агентства по Охране Окружающей среды США (EPA US) и другие источники, содержащие научные положения о воздействии на здоровье диметилпропиламина в окружающей среде [39–44].

Токсиколого-гигиенические параметры:

CL50 для N-, N-диэтилпропиламина составляет 1630,1мг/м^3. По CL50 N-, N-диэтилпропиламина относится к высокоопасным химическим веществам (2-класс опасности, ГОСТ 12.1.007-76, «Классы опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установление порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 декабря 2010 года № 174).

ЛД50 для N-, N-диэтилпропиламина составляет при внутрижелудочном введении 684,26±28,64 мг/кг для крыс и 901,89±69,15 мг/кг для мышей.

ЛД50 для N-, N-диэтилпропиламина составляет при внутрибрюшинном введении 200,0±17,38 мг/кг для крыс и 303,01±37,52 мг/кг для мышей.

По параметрам острой внутрижелудочной токсичности N-, N-диэтилпропиламина относится к умеренно опасным химическим веществам (3-класс опасности, ГОСТ 12.1.007-76, «Классы опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установление порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 декабря 2010 года № 174).

Установленная сотрудниками лаборатории величина для N-, N-диэтилпропиламина ОБУВ в воздухе рабочей зоны составляет 1,0 мг/м^3, чему согласно ГОСТ 12.1.007-76 и «Классы опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установление порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 декабря 2010 года № 174, соответствует 2-й класс опасности загрязняющего вещества.

Отнесение загрязняющего вещества к определенному классу опасности производят по более высокому показателю и, таким образом, для N-,N-диэтилпропиламина устанавливается 2-й класс опасности.

В основном для расчета ОБУВ используется логарифмическая форма зависимости между результатным и факторным показателем, т.е. уравнение представляет собой численную меру парной корреляции между переменными значениями функций (ОБУВ) и известными значениями аргументов (физико-химическими константами, показателями острой токсичности CL50 и DL50, величинами ПДК в других объектах окружающей среды). Лучшее приближение ОБУВ к экспериментально обоснованным величинам ПДК дают расчеты по формулам, в основу которых заложены параметры токсикометрии и установленные в эксперименте ПДК в других объектах окружающей среды, поэтому в первую очередь рекомендуются уравнения, включающие эти показатели.

Расчет ОБУВ по формулам отдельных групп химических соединений дает более надежные и достоверные величины.

Наиболее надежные и достоверные уровни прогнозируемых величин ОБУВ дают формулы, учитывающие класс опасности вещества.

Расчет ОБУВ химических веществ, обладающих преимущественно рефлекторным действием.

Рефлекторные реакции, появляющиеся у человека при раздражении рецепторных зон респираторных органов под воздействием атмосферных загрязнений, обладающих запахом, устанавливаются при измерении световой чувствительности глаз, изменении электроэнцефалограмм, различии пороговых концентраций по запаху волонтерами, когда определяется порог обоняния для наиболее чувствительных лиц и т.д.

lgОБУВм.р.ат.в. = -5,73 + 1,39 lg DL50(мг/кг) (1)

Внутрижелудочно, крысы

lgОБУВм.р.ат.в. = -5,73 + 1,5 lg 684,26

lgОБУВм.р.ат.в. = -1,477

ОБУВм.р.ат.в. – 0,0333 мг/м^3;

ОБУВм.р.ат.в. – 33,3 мкг/м^3.

Внутрижелудочно, мыши

lgОБУВм.р.ат.в. = -5,73 + 1,5 lg 901,89

lgОБУВм.р.ат.в. = -1,297

ОБУВм.р.ат.в. – 0,0505 мг/м^3;

ОБУВм.р.ат.в. – 50,5 мкг/м^3.

Внутрибрюшинно, крысы

lgОБУВм.р.ат.в. = -5,73 + 1,5 lg 200,0

lgОБУВм.р.ат.в. = -2,278455

ОБУВм.р.ат.в. – 0,00527 мг/м^3;

ОБУВм.р.ат.в. – 5,27 мкг/м^3.

Внутрибрюшинно, мыши

lgОБУВм.р.ат.в. = -5,73 + 1,5 lg 303,01

lgОБУВм.р.ат.в. = -2,481457

ОБУВм.р.ат.в. – 0,0033 мг/м^3;

ОБУВм.р.ат.в. – 3,3 мкг/м^3.

Среднее значение ОБУВм.р.ат.в., рассчитанное по формуле 1 составляет 23,1 мкг/м^3.

lgОБУВм.р.ат.в. = -1,78 + lg ПДКр.з.(мг/м^3) (2)

lgОБУВм.р.ат.в. = -1,78 + lg 1,0

lgОБУВм.р.ат.в. = -1,78

ОБУВм.р.ат.в. – 0,0166 мг/м^3;

ОБУВм.р.ат.в. – 16,6 мкг/м^3.

Расчет ОБУВ химических веществ, обладающих преимущественно резорбтивным действием:

Амины жирного ряда

lgОБУВс.с.ат.в. = 9,27 – 3,94 lg DL50(мг/кг) (3)

Внутрижелудочно, крысы

lgОБУВс.с.ат.в. = 9,27 – 3,94 lg 684,26

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,90077

ОБУВс.с.ат.в. – 0,0126 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 12,6 мкг/м^3.

Внутрижелудочно, мыши

lgОБУВс.с.ат.в. = 9,27 – 3,94 lg 901,89

lgОБУВс.с.ат.в. = -2,373305

ОБУВс.с.ат.в. – 0,0042 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 4,2 мкг/м^3.

Внутрибрюшинно, крысы

lgОБУВс.с.ат.в. = 9,27 – 3,94 lg 200,0

lgОБУВс.с.ат.в. = 0,20394

ОБУВс.с.ат.в. – 1,5993 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 1599,3 мкг/м^3.

Внутрибрюшинно, мыши

lgОБУВс.с.ат.в. = 9,27 – 3,94 lg 303,01

lgОБУВс.с.ат.в. = -0,50694

ОБУВс.с.ат.в. – 0,3112 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 311,2 мкг/м^3.

Среднее значение ОБУВс.с.ат.в., рассчитанное по формуле 3 составляет 481,8 мкг/м^3.

ОБУВс.с.ат.в. = (0,0502 + 0,0471 √ПДКр.з.(мг/м^3))2 (4)

ОБУВс.с.ат.в. = (0,0502 + 0,0471 х 1)2

ОБУВс.с.ат.в. – 0,0095 мг/м^3

ОБУВс.с.ат.в. – 9,5 мкг/м^3

Наиболее надежные и достоверные уровни прогнозируемых величин ОБУВ дают формулы, учитывающие класс опасности вещества.

По классу опасности загрязняющего вещества (II класс опасности)

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,99 + 0,1 ПДКр.з. (мг/м^3) (5)

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,99 + 0,1 х 1,0;

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,89;

ОБУВс.с.ат.в. – 0,01288 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 12,88 мкг/м^3.

Уравнения 6–9, в основе которых лежит корреляционная связь между ПДК для атмосферного воздуха и ПДКр.з., DL50, CL50 (общие зависимости без учета особенностей токсичности и опасности отдельных групп веществ) дают менее надежные величины ОБУВ, так как завышают уровни ОБУВ для веществ I класса опасности и занижают для IV класса:

lgОБУВс.с.ат.в. = 0,58 lg CL50(мг/л) – 1,6 (6)

lgОБУВс.с.ат.в. = 0,58 lg 1630,1 – 1,6
lgОБУВс.с.ат.в. = 0,263084
ОБУВс.с.ат.в. – 1,8327 мг/м^3;
ОБУВс.с.ат.в. – 1832,7 мкг/м^3.

lgОБУВс.с.ат.в. = -6,0 + 1,5 lg DL50(мг/кг) (7)

Внутрижелудочно, крысы
lgОБУВс.с.ат.в. = -6,0 + 1,5 lg 684,26
lgОБУВс.с.ат.в. = -1,741168
ОБУВс.с.ат.в. – 0,0181 мг/м^3;
ОБУВс.с.ат.в. – 18,1 мкг/м^3.

Внутрижелудочно, мыши
lgОБУВс.с.ат.в. = -6,0 + 1,5 lg 901,89
lgОБУВс.с.ат.в. = -1,56727
ОБУВс.с.ат.в. – 0,027 мг/м^3;
ОБУВс.с.ат.в. – 27,0 мкг/м^3.

Внутрибрюшинно, крысы
lgОБУВс.с.ат.в. = -6,0 + 1,5 lg 200,0
lgОБУВс.с.ат.в. = -2,548455
ОБУВс.с.ат.в. – 0,0028 мг/м^3;
ОБУВс.с.ат.в. – 2,8 мкг/м^3.

Внутрибрюшинно, мыши
lgОБУВс.с.ат.в. = -6,0 + 1,5 lg 303,01
lgОБУВс.с.ат.в. = -2,2778

ОБУВс.с.ат.в. – 0,0053 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 5,3 мкг/м^3.

Среднее значение ОБУВс.с.ат.в., рассчитанное по формуле 7 составляет 13,3 мкг/м^3.

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,77 + 0,62 lgПДКр.з.(мг/м^3) (8)

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,77 + 0,62 lg 1,0;

lgОБУВс.с.ат.в. = -1,77

ОБУВс.с.ат.в. – 0,01698 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 16,98 мкг/м^3.

ОБУВс.с.ат.в. = (0,110 + 0,0654 √ПДКр.з. (мг/м^3))2 (9)

ОБУВс.с.ат.в. = (0,110 + 0,0654 √1,0)2;

ОБУВс.с.ат.в. – 0,0308 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 30,8 мкг/м^3.

Расчет ОБУВ по физико-химическим свойствам загрязняющих веществ.

Расчет ОБУВ N-, N-диэтилпропиламина по его молекулярной массе:

М.м. (N-, N-диэтилпропиламина) = 87.

lgОБУВс.с.ат.в. = - 8,0 lgМ.м. + 14,75 + К (10)

К = 0 (М.м. с 146,9 до 69,9)

lgОБУВс.с.ат.в. = - 8,0 lg 87 + 14,75;

lgОБУВс.с.ат.в. = -0,766154

ОБУВс.с.ат.в. – 0,1713 мг/м^3;

ОБУВс.с.ат.в. – 171,3 мкг/м^3.

Расчет ОБУВ N-, N-диэтилпропиламина по его температуре кипения при 760 мм рт.ст. в °С: Ткип. (N-, N-диэтилпропиламина) = 65,8 °С.

lgОБУВс.с.ат.в. = - 5,6 lg Ткип. + 11,2 + К (11)

К = 1,0 (Ткип. > 270 °С);

К = 0 (Ткип. 70,0 – 270 °С);

К = -1,0 (Ткип. 70 °С и ниже);

К = -2,0 (Ткип. 60 °С и ниже);

К = -3,0 (Ткип. 46 °С и ниже);

К = -4,0 (Ткип. 36 °С и ниже).

lgОБУВс.с.ат.в. = - 5,6 lg 65,8 + 11,2 – 1,0;

lgОБУВс.с.ат.в. = -0,017935

ОБУВс.с.ат.в. – 0,9595 мг/м3;

ОБУВс.с.ат.в. – 959,5 мкг/м3.

Таблица 1 – предварительные результаты расчета величины ориентировочно безопасного уровня воздействия для N-,N-диэтилпропиламина

Формулы расчета – №	Значение ОБУВ, мкг/м3.
1	23,1
2	16,6
3	481,8
4	9,5
5	12,88
6	1832,7
7	13,3
8	16,98
9	30,8
10	171,3
11	959,5
Среднее значение	107,7

При расчете среднего значения учитывались только средние показатели: два наибольших показателя и два наименьших показателя из расчета исключены.

На основании проведенных расчетов рекомендуется взять за основу при обосновании норматива предварительную величину ориентировочно безопасного уровня воздействия N-, N-диэтилпропиламина в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения.

Заключение. Новый фактический материал по экспериментальному обоснованию величин ПДК атмосферных загрязнений позволяет применять расчетные и ускоренных методы прогнозирования ориентировочно безопасных уровней воздействия и классы загрязняющих веществ. Накопленный опыт и наши методические разработки [7] позволили в кратчайшие сроки и с минимальными затратами разработать востребованный гигиенический норматив:

Таблица 2 – Величина ориентировочно безопасного уровня воздействия и класс опасности для N-,N-диэтилпропиламина

Код	Наименование вещества	№ по CAS	Формула	Величина ОБУВ / класс
	N-, N-диэтилпропиламин	926-63-6	C5H13N	100,0 мкг/м3 / 2-й класс

Литература

1. Методические указания по установлению ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и класса опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест №11-7-2-97 от 14.03.1997.

2. Эколого-гигиенические критерии для первоочередного нормирования приоритетных атмосферных загрязнителей с учетом канцерогенного и токсического эффектов: инструкция № 9-0102 от 11.07.2002.

3. Гигиенические критерии для обоснования необходимости разработки ПДК и ОБУВ (ОДУ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест, воде водных объектов: ГН 1.1.9-23-2002.

4. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных пунктов и мест отдыха населения: Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30 июня 2009 г., № 77.

5. Нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения : Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30 июня 2009г., № 75.

6. Классы опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и установление порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ: Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30 июня 2009г., № 76.

7. Науменко, Т. Д. Алгоритм регламентирования химических загрязнителей атмосферного воздуха / Т. Е. Науменко, Т. Д. Гриценко, А. Е. Пшегрода // Сахаровские чтения 2008 года: экологические проблемы XXI века: материалы 8-й междунар. науч. конф. 22–23 мая 2008 года г. – Минск, 2008. – С. 251.

Поступила 18.06.2012

SCIENTIFIC BACKGROUND FOR TENTATIVE SAFE EXPOSURE LEVELS OF N, N-DIMETILPROPILAMINA IN AMBIENT AIR OF SETTLEMENTS

Gritsenko T.D., Naumenko T.E., Pshegroda A.E., Shevchuk L.M.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The tentative safe exposure level and the hazard class of N, N-dimetilpropilamina by calculation method based on physical and chemical constants, parameters of toximeter, maximum permissible concentration (MPC) in other objects of the environment, substances of a similar number of MACs have been substantiated.

Keywords: tentative safe exposure level, pollutants, air, toximeter parameters, physical and chemical constants.

ОСОБЕННОСТИ VDR-ГЕНОТИПА У БЕЛОРУССКИХ ПАЦИЕНТОВ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ И ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА D НА ТЕЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

*Дударева Н.И., *Аксенова Е.А., *Даниленко Н.Г.*

10-я городская клиническая больница, г. Минск

**Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, г. Минск*

Реферат. Анализ полиморфизма гена VDR у пациентов с бронхиальной астмой и влияния витамина D на течение заболевания.

Проведено генотипирование 100 пациентов с бронхиальной астмой по гену VDR; 24 пациентам назначался витамин D в суточной дозе 3000 МЕ в течение 30 дней; сравнивались показатели теста «САН» и индекс Тиффно в 1-е и 31-е сутки с группой сравнения.

Установлены достоверные отличия по частоте определенных полиморфных вариантов VDR-гена в группе пациентов с бронхиальной астмой по сравнению с контрольной популяционной группой. У пациентов, получавших витамин D, на 31-е сутки выявлены достоверные отличия от группы сравнения по шкале «Самочувствие», «Настроение» и «Итоговая оценка» по тесту «САН». Кроме того, показатели индекса Тиффно на 31-е сутки у пациентов, получавших витамин D, оказались достоверно выше, чем таковые в группе сравнения.

Распределение частот генотипов и аллелей по VDR гену в группе пациентов с бронхиальной астмой достоверно отличается от контрольной популяционной группы. Включение в схему лечения пациентов с неконтролируемым течением бронхиальной астмы витамина D

благоприятно влияло на течение заболевания, что было подтверждено достоверным улучшением показателей функции внешнего дыхания и психосоматического теста «САН».

Ключевые слова: рецептор витамина D, бронхиальная астма, ген VDR.

Введение. Бронхиальная астма (далее – БА) – это мультифакторное заболевание, на развитие которого влияют как внутренние, так и внешние факторы. Внутренние факторы включают, прежде всего, генетическую предрасположенность к развитию аллергических заболеваний. Внешние факторы, такие как аллергены, профессиональные сенсибилизаторы, респираторные инфекции, диета, курение, социально-экономический статус инициируют начало заболевания, обострение либо затяжное течение у предрасположенных к этому заболеванию людей.

В последнее время все больше внимания уделяется изучению генетической предрасположенности к ряду заболеваний, в т.ч. к бронхиальной астме.

В 1990 году Всемирная Организация Здравоохранения впервые опубликовала следующие материалы: «Здоровье современного человека зависит от ряда факторов, среди которых 50 % занимают условия и образ жизни, 20–22 % – состояние окружающей среды, 20 % – генетические факторы (наследственный аппарат) и 8–10 % – уровень развития здравоохранения» [1].

Попытки изучения полиморфизма определенных генов и их рецепторов при различных заболеваниях, в т. ч. бронхиальной астме, предпринимаются давно. Полиморфными называются гены, которые представлены в популяции несколькими разновидностями – аллелями, что обуславливает разнообразие признаков внутри вида [1]. Сравнительное определение частот полиморфных аллелей того или иного гена в группе пациентов и здоровых людей той же этнической принадлежности (контрольная популяционная группа) позволяет выявлять генетический риск для отдельных заболеваний.

Раскрытие деталей этиологии и патогенеза БА привело исследователей к пониманию важной роли в этих процессах группы родственных молекул интерлейкинов. Особое место в патогенезе БА занимают ИЛ-4,-5,-9 и -13, так как именно они являются инициаторами молекулярных и клеточных событий, приводящих к выбросу медиаторов и миграции эффекторных клеток в шоковый орган (бронхи, носоглотка, участки кожи и т.д.), где разворачивается воспалительная реакция. Установлено, что гены этих интерлейкинов расположены в одном кластере на хромосоме 5q31-34 и являются привлекательным объектом исследований по поиску наследственных основ предрасположенности к астме.

Анализ опубликованных работ однозначно показывает, что подверженность к бронхиальной астме является полигенной. В настоящее время круг генов-кандидатов БА хорошо очерчен и включает по крайней мере 100–150 генов различных систем [2]. Среди них особый интерес представляет ген рецептора витамина D (VDR), внутриклеточного рецептора, кото-

рый участвует в связывании активной формы витамина D. Полиморфизм гена VDR изучается у пациентов с различными заболеваниями, в т.ч. бронхо-легочной системы: пневмонии, ХОБЛ, туберкулез легких. Известно, что главным источником витамина D в организме является витамин D3(холекальциферол), образующийся в коже под действием солнечного облучения (УФ-излучения) из 7-дегидроксихолестерола. Витамин D3 не является активным соединением, в результате двух последовательных реакций гидроксилирования из него образуются активные метаболиты. Так, в эндоплазматическом ретикулуме печени под действием изоферментов цитохрома из витамина D3 синтезируется 25(OH)D3. Циркулирующий в крови 25(OH)D3 является предшественником двух наиболее активных метаболитов 1,25(OH)2D3 и 24,25(OH)2D3, которые образуются в митохондриях эпителиоцитов проксимальных канальцев и ответственны за абсорбцию кальция в кишечнике, минерализацию костей, угнетение реабсорбции кальция в почках. Витамин D2 (эргокальциферол) поступает в организм человека путем абсорбции в двенадцатиперстной и тонкой кишке из пищевых продуктов.

В процессе этногенеза в силу различных причин формируются особенности распределения частот аллелей тех или иных у разных народов и это, возможно, лежит в основе дифференциальной подверженности к мультифакторным заболеваниям в различных этнических популяциях. В этой связи является важным изучение изменчивости генов-кандидатов заболеваний у представителей разных этнических групп. Исследование генетического полиморфизма популяции белорусских пациентов с бронхиальной астмой проведено впервые.

Ген VDR расположен на коротком плече 12 хромосомы (12p12-q14), имеет размер 75Кб и содержит 11 экзонов. В гене выделяют некодирующую и кодирующую области. Некодирующая область находится на 5-конце гена и включает экзоны 1A, 1B и 1C. Последующие 8 экзонов (2–9) кодируют структурную часть белкового продукта гена VDR. В гене VDR описано значительное количество аллельных вариантов, однако наиболее функционально значимыми являются четыре полиморфных сайта в позициях, соответствующих точкам узнавания эндонуклеаз: *BsmI, ApaI, TaqI, FokI* [3].

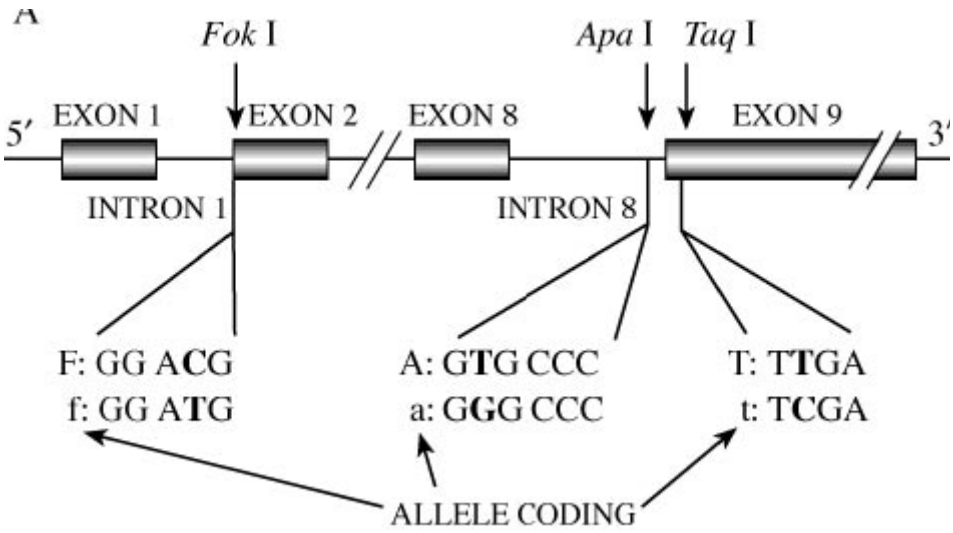


Рисунок 1 – Схематическое представление полиморфных локусов Fok1, Apa1 и Taq1 гена VDR

Материал и методы исследований. Полиморфизм гена рецептора витамина D изучен на выборке больных бронхиальной астмой (100 человек), находившихся на стационарном лечении в отделении аллергологии и профпатологии УЗ «10 ГКБ» г. Минска по поводу неконтролируемого течения заболевания. Результаты сопоставлялись с данными, полученными ранее на популяционных выборках ДНК этнических белорусов, проживающих в шести этногеографических регионах Беларуси, собранными сотрудниками лаборатории нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии НАН Беларуси в 2004–2006 гг., включающих до 700 фенотипически здоровых белорусов, не состоящих в родстве (ДНК-банк лаборатории).

ДНК выделяли по общепринятой методике из высушенных пятен крови, собранных на целлюлозный носитель (для депротеинизации использовали протеиназу К, фенол, хлороформ).

Для определения полиморфных аллелей гена VDR использовали метод ПЦР-ПДРФ (анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов).

Исследование влияния витамина D на течение бронхиальной астмы проведено на 24 пациентах, госпитализированных в отделение аллергологии и профпатологии УЗ «10ГКБ» по поводу обострения бронхиальной астмы и получавших лечение согласно клиническим протоколам диагностики и лечения бронхиальной астмы.

Дополнительно данной группе пациентов назначался аквадетрим (водный раствор витамина D3) в дозе 3000МЕ в сутки, продолжительность курса 30 дней. Группу сравнения составили 14 пациентов с обострением бронхиальной астмы, не получавшие витамин D3 (аквадетрим). Критериями включения в исследования считали: наличие бронхиальной астмы, приверженность проводимому лечению, четкое выполнение рекомендаций врача.

На 1-е и 31-е сутки пациентам проводилось исследование функции внешнего дыхания методом спирометрии и оценка психологического состояния по тесту «САН».

Наиболее точно оценить обструктивные изменения позволяет индекс Тиффно, который рассчитывается в процентах отношения жизненной емкости легких (далее – ЖЕЛ) к объему форсированного выдоха за одну секунду (далее – ОФВ1).

Нами применялся психометрический метод – тест «САН», который назван по первым буквам слов «Самочувствие», «Активность», «Настроение» в адаптации С.Ф. Гончарова. Тест «САН» представляет собой бланк, на который нанесены 30 пар слов противоположного значения, отражающих различные стороны самочувствия, активности и настроения. Метод измерения заключается в том, что пациенту предлагается поставить оценку своему состоянию (оценить степень выраженности каждого признака). Шкала оценок представлена семью градациями. Между парами слов расположены цифры 3–2–1–0–1–2–3, а задача состоит в том, чтобы выбрать и отметить цифру, наиболее точно отражающую состояние в момент обследования.

Каждую категорию характеризуют 10 пар слов. Десятикратное предъявление полярных слов – характеристик одной и той же категории позволяет получить более надежные данные.

Итогом анализа результатов исследования является сумма значения баллов по отдельным шкалам – «самочувствие», «активность», «настроение» [4].

Опрос проводился в день поступления в стационар и через 30 дней. По отмеченным баллам рассчитывалась сумма значения баллов по отдельным шкалам индивидуально и средняя арифметическая по каждой из шкал активности, самочувствия и настроения по группам (основной и группе сравнения). При анализе функционального состояния учитывались не только значения отдельных показателей каждого пациента, но и соотношение определяемых показателей внутри группы.

Для статистической обработки использовались количественные оценки психических явлений, полученных в ходе тестирования САН. Среднестатистические данные рассчитывались с учётом расчётных параметров, полученных методом однофакторного дисперсионного анализа. Выводы строились по данным сравнительного анализа средних величин.

Данные, полученные при проведении инструментальных и лабораторных исследований, обрабатывались с использованием стандартного пакета статистических программ Statistica 6.0. Вид распределения каждой переменной оценивался по величине показателей асимметрии и эксцесса, а также с помощью критерия Шапиро−Уилка W. Полученные значения p для всех исследуемых признаков были менее 0,05, что позволило принять альтернативную гипотезу и распределение признака считать отличающимся от нормального. На ос-

новании этого описание центральных тенденций и дисперсий признаков выполнено с указанием медианы и интерквартильного размаха (25-й и 75-й процентили), а для математической обработки применены непараметрические методы статистики. Различия параметров считали статистически значимыми при α-ошибке меньше 5 % ($p<0,05$).

Результаты и их обсуждение.

Таблица 1 − Распределение частот генотипов по VDR гену в группе пациентов с бронхиальной астмой и в контрольной популяции

Генотип по четырем локусам *Taq/Bsm/Apa/Fok*	Группа пациентов с бронхиальной астмой, %	Популяция, %
TtAaBbFf	14,1	8,9
TTaabbFf	10,9	7,5
TtAaBbFF	14,1	6,8
TtAABbFf	1,1	6,6
TTAabbFf	7,6	5,8
ttAABBFf	7,6	5,8
TtAaBbff	4,3	5,3
TtAABbFF	2,2	4,5
TTaabbFF	9.8	3,4
TtAABbff	2,2	3,0
TTAabbFF	3,3	2,5
TTAAbbFf	1,1	1,9
ttAABBff	3,3	1,6
TtAABBFf	1,1	1,5
TTAAbbFF	2,2	1,4
TTAaBbFF	2,2	1,2

В проанализированной контрольной популяции белорусов (697 человек) обнаружено 54 генотипа, различающихся аллельными вариантами четырех полиморфных сайтов гена VDR. Наиболее частый генотип в популяции: гетерозиготный по четырем полиморфным сайтам TtAaBbFf обнаружен у 8,9 % белорусов (таблица 1) [5].

Распределение частот генотипов у больных бронхиальной астмой достоверно ($P<0,01$, $\chi^2=42,53$) отличалось от популяционных. Самыми распространенными у пациентов с бронхиальной астмой оказались генотипы TtAaBbFF (14,1 %) и TtAaBbFf (14,1 %). Показано, что у больных с данным заболеванием частота гомозигот FF (38,3%) выше популяционной (29,1 %) – различия достоверны ($\chi^2=7,10$;$p=0,008$).

Таблица 2 − Распределение частот аллелей по VDR гену в группе пациентов с бронхиальной астмой и в контрольной популяции

Аллели	Частота аллелей (%)							
	T	t	A	a	B	b	F	f
Популяция	66,9	33,1	55,5	44,5	43,3	56,7	54,2	45,8
Группа пациентов с бронхиальной астмой	65,1	34,9	50,5	49,5	37,8	62,2	61,7	38,3

Частота аллеля F (61,7 %) по Fok1 у пациентов с бронхиальной астмой выше, чем в популяции (54,2 %) (χ^2=7,54;p=0.006), таким образом, установлено, что он является аллелем риска для белорусских пациентов с бронхиальной астмой.

Полученные достоверные отличия частот распределения генотипов и аллелей по *VDR* гену у больных бронхиальной астмой и в популяции вызвали интерес к изучению влияния витамина D на течение заболевания. Была выделена группа пациентов с неконтролируемым течением БА, в количестве 24 человек, которым был назначен витамин D3 (аквадетрим) в суточной дозе 3000МЕ в течение 30 дней. Группу сравнения составили 14 пациентов с неконтролируемым течением БА, не получавшие витамин D3 (аквадетрим).

При сравнении двух групп (основной и группы сравнения) выявлены достоверные различия по шкалам «Самочувствие» (p<0,05), «Настроение»(p<0,05) и «Итоговая оценка»(p<0,05) на 31-й день лечения, что представлено на рисунках 2–4.

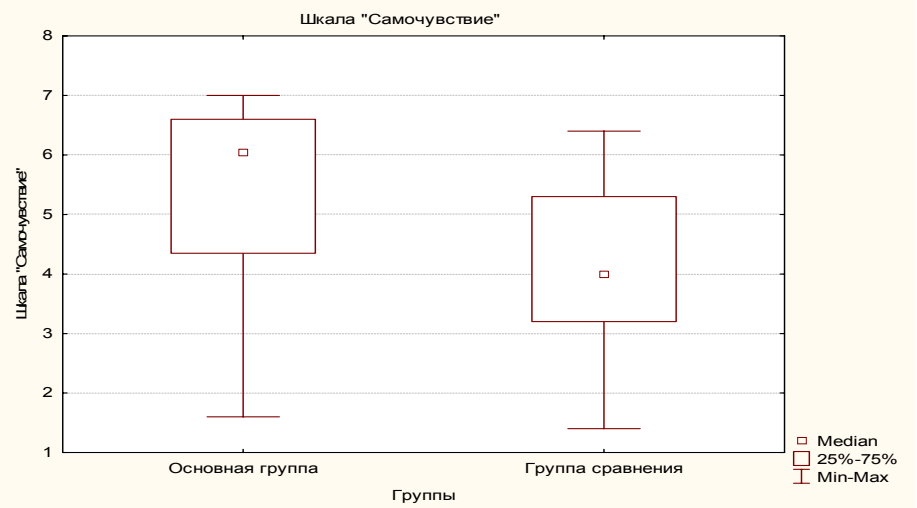


Рисунок 2 − Уровень показателей по шкале «Самочувствие» в основной и группе сравнения на 31-й день лечения

Рисунок 3 − Уровень показателей по шкале «Настроение» в основной и группе сравнения на 31-й день лечения

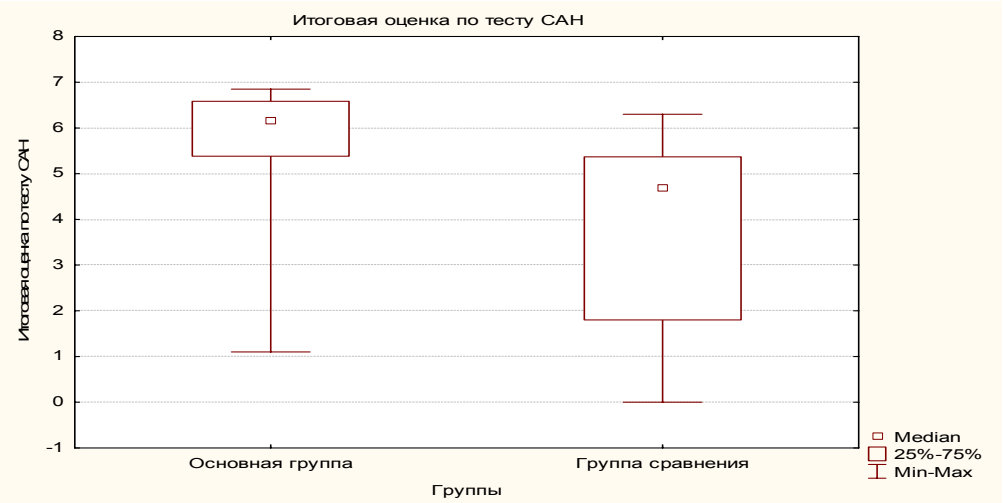


Рисунок 4 – Уровень показателей по шкале «Итоговая оценка» в основной и группе сравнения на 31-й день лечения

Отсутствие достоверных отличий по шкалам «Самочувствие», «Настроение» и «Итоговая оценка» в группах до лечения и достоверные улучшения данных показателей на 31-й день лечения можно расценить как благоприятное влияние приема витамина D3 на психологическое состояние пациентов с бронхиальной астмой. Полученные результаты теста «САН» в основной группе и группе сравнения в динамике лечения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты теста «САН» в основной группе и группе сравнения

Шкала	Основная группа (в баллах)		Группа сравнения (в баллах)	
	Исходно	Через месяц	Исходно	Через месяц
Самочувствие	3,9(2,5;5,1)	6,05(4,35;6,6)*	2,3(2,2;3,6)	4(3,2;5,3)
Активность	4,7(3,6;5,2)	5,5(4,6;6,35)	4,3(2,6;5,3)	4,5(4,1;5,7)

Продолжение таблицы 3

Настроение	5,45(4,1;6,1)	6,25(5,5;6,75)*	3,1(3,0;6,4)	4,8(4,6;5,7)
Итоговый балл	4,59(3,07;5,8)	6,17(5,39;6,59)*	3,47(2,63;5,57)	4,7(1,8;5,37)
Примечание -– * -– p<0,05 при сравнении соответствующего показателя в основной группе и группе сравнения.				

При проведении анализа показателей функции внешнего дыхания было установлено, что на начало лечения группы не имели достоверных отличий (p=0,848). В основной группе индекс Тиффно исходно составил 74,0(59,5;85,0), а в группе сравнения 72,5(70,0; 84,0). Кроме того, показатели индекса Тиффно в группе сравнения исходно и через месяц достоверно не отличались. Исходно индекс Тиффно составил 72,5(70,0; 84,0), а через месяц 75,0(69,0;7 8,0) (p=0,674).

Однако отмечалась достоверная положительная динамика индекса Тиффно в основной группе после проведенного лечения (до лечения 74,0(59,5; 85,0)) после лечения (87,0(80,0; 95,0)) p=0,006 (рисунок 5).

Рисунок 5 – Динамика индекса Тиффно в основной группе

Кроме того, показатели индекса Тиффно (%) в основной группе достоверно отличались от группы сравнения в динамике лечения, индекс Тиффно в основной группе через месяц составил 87,0(80,0;95,0), а в группе сравнения через месяц 72,5(70,0;84,0) p=0,022 (рисунок 6).

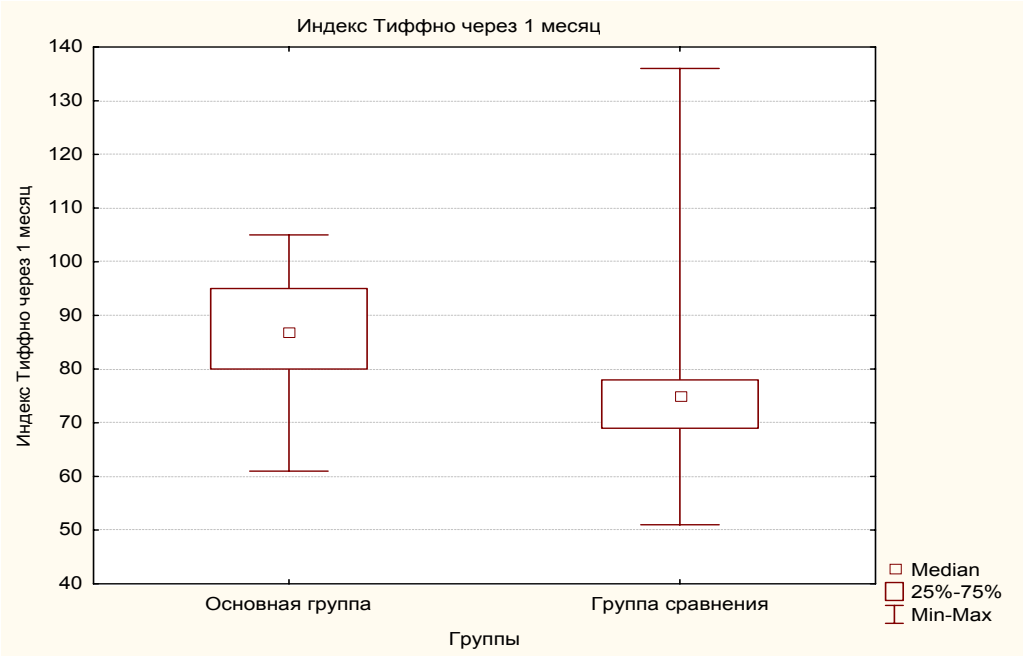


Рисунок 6 – Показатель индекса Тиффно в основной и группе сравнения через месяц

Таким образом:

1. Выявлены достоверные различия распределения частот генотипов и аллелей по *VDR* гену у больных бронхиальной астмой и в популяции. Самым распространенным у пациентов с бронхиальной астмой оказались генотипы TtAaBbFF (14,1%) и TtAaBbFf (14,1%), а частота аллеля F(61,7%) у больных бронхиальной астмой достоверно выше популяционной (p=0,006).

2. Применение витамина D3 (аквадетрим) в суточной дозе 3000МЕ в течение 30 дней привело к достоверному улучшению показателей функции внешнего дыхания (p=0,006) и психологического состояния пациентов (p<0,05).

Литература

1. Мутовин, Г. Р. Проблемы здоровья человека с позиций современной классической генетики. Лекции по актуальным проблемам медицины / Г. Р. Мутавин, О.Г. Иванова. – М., 2002.− С. 119 – 123.

2. Фрейдин, М. Б. Генетические основы подверженности к бронхиальной астме // Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике / М. Б. Фрейдин; под. ред. А. Б. Масленникова. – Новосибирск : Манускрипт, 2001. – С. 130 – 141.

3. Исследование полиморфизма гена рецептора витамина D при глюкокортикоид-индуцированном остеопорозе у больных тяжелой бронхиальной астмой / А. М. Путилин [и др.] // Пульмонология.− 2006.− № 1. – С. 68 – 73.

4. Мантрова, И. Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике / И. Н. Мантрова. – Иваново, 2007.− С. 116 – 118.

5. Сравнительный анализ частот гаплотипов гена рецептора витамина D в белорусской популяции и в группах больных / Е. А. Аксенова [и др.] // Журнал академіі медичних наук Украіни: тезисы науч.-практ. конф. с междунар. участием «Генетическая и регенеративная медицина: проблемы и перспективы» 14-15 октября 2010 года г. Киев, Украина. – 2010. – Том 16, доп. – С.14 – 15.

Поступила 30.07.2012

VDR GENOTYPE IN BELARUSIAN BRONCHIAL ASTHMA PATIENTS AND VITAMIN D INFLUENCE UPON THE COURSE OF THE DISEASES

*Dudareva N.I., *Aksenova E.A.,* Danilenko N.G.*

10 City Clinical Hospital, Minsk

**The Institute of Genetics and Cytology of NAS of Belarus, Minsk*

To analyze VDR polymorphism in bronchial asthma patients and vitamin D influence upon the course of the disease.

We genotyped 100 bronchial asthma patients on VDR gene. 24 patients were prescribed to take 3000 IU of vitamin D per day. We assessed the results of the SAN test and Tiffno index on the 1st and 31st days of treatment and compared them with the control group.

Bronchial asthma patients revealed statistically different results regarding VDR gene polymorphism vs the population data. Patients who were taking vitamin D showed statistically different results on feeling, mood and final grade points of the SAN test; Tiffno index was higher vs the control group.

VDR genotype and allele frequency distribution in bronchial asthma patients was statistically different vs the population data. Vitamin D addition to the standard therapy in uncontrolled bronchial asthma positively modified the course of the disease. This was verified by the improved SAN test and spirometry data.

Keywords: vitamin D receptor, bronchial asthma, VDR gene.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Дудчик Н.В., Трешкова Т.С., Ушкова Л.Л., Грищенкова Т.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В работе представлены основные результаты сравнительных испытаний методов молекулярно-генетического и бактериологического анализа *Listeria monocytogenes, Salmonella,* энтерогеморрагической *Escherichia coli (EHEC)*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter sakazakii, Staphylococcus aureus* в различных образцах продовольственного сырья и пищевых продуктов; проанализированы операционные характеристики используемых методических подходов.

Ключевые слова: пищевые продукты, патогенные микроорганизмы, полимеразная цепная реакция, культуральные методы.

Введение. Микробиологические риски и болезни пищевого происхождения представляют собой важную проблему в области здравоохранения, которая становится все более и более актуальной в связи с тем, что изменение свойств микроорганизмов в условиях развитого индустриального производства и антропогенного воздействия на окружающую среду привело к усилению патогенного потенциала некоторых видов бактерий, появлению новых или эволюционно измененных возбудителей заболеваний с пищевым путем передачи (эмерджентных пищевых патогенов). В свете современных концепций микроорганизмы *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *EHEC*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter sakazakii, Staphylococcus aureus* характеризуются экологическим своеобразием, детерминированностью источников выделения и по частоте обнаружения являются доминирующими среди обширной группы возбудителей пищевых зоонозов и антропонозов [1].

Аналитический обзор существующих методов исследования патогенных микроорганизмов включает не только их детальные характеристики, но и может служить отправной точкой при выборе наиболее эффективных и адекватных схем микробиологического анализа. Методы диагностики пищевых патогенных микроорганизмов, основанные на изучении фенотипических свойств, не могут обеспечить их адекватное выявление и идентификацию из таких сложных аналитических матриц, как продовольственное сырье и пищевые продукты. Современные подходы к организации системы обеспечения безопасности пищевых продуктов требуют детального исследования не только фенотипических, но и генотипических особенностей патогенных микроорганизмов [2–5]. Это обосновывает необходимость разработки новых подходов в системе санитарно-эпидемиологического контроля продовольственного сырья и пище-

вых продуктов, в том числе на основе создания и внедрения высокочувствительных и эффективных методов микробиологического и молекулярно-генетического анализа.

Цель исследований: провести апробацию традиционных культуральных методов анализа патогенных микроорганизмов и ПЦР-анализа на различных образцах продовольственного сырья и пищевых продуктов и проанализировать операционные характеристики используемых методических подходов.

Материалы и методы исследований. Для оценки эффективности предложенной схемы проводили искусственную контаминацию продовольственного сырья и пищевых продуктов (мясо кур и субпродуктов, говядина, свинина, полуфабрикаты мясные рубленные, молоко и молочные продукты, смеси сухие молочные для детского питания, яйца) следующими штаммами микроорганизмов*: Salmonella paratyphi* ATCC 9150 (10^2 КОЕ/мл), *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 (10^2 КОЕ/мл), *Shigella flexnery* ATCC 12022 (10^2КОЕ/мл), *Shigella sonne* (10^2 КОЕ/мл), *E.coli* К-12 RS 5064 ВКПМ В-4310 (10^2 КОЕ/мл), *Listeria monocytogenes* NCTC 7973 (10^2 КОЕ/мл), *Escherichia coli (O157:H7)* NCTC 12900 (10^2 КОЕ/мл), *Campylobacter jejuni* ATCC 29428 (10^2 КОЕ/мл), *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 (10^2 КОЕ/мл), *Citrobacter freundii* ATCC 8090 (10^2 КОЕ/мл), *Shigella flexnery* ATCC 12022 (10^2 КОЕ/мл). *Enterobacter sakazakii* ATCC 51329 (10^2КОЕ/мл), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (10^2КОЕ/мл), *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 (10^2КОЕ/мл), *Micrococcus luteus* ATCC 10240 (10^2КОЕ/мл), *Rhodococcus equi* ATCC 6939 (10^2КОЕ/мл).

Для выявления бактерий в продуктах питания использовали традиционные культуральные методы и метод полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Выявление бактерий рода *Salmonella spp.* с применением культуральных методов проводили в соответствии с протоколами исследования по ISO 6579:2002 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения сальмонеллы», выявление бактерий рода *Listeria monocytogenes* - по ISO 11290-1:1996(E). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения и подсчета *Listeria monocytogenes*. Часть 1. Метод детектирования, ISO 11290-2:1998(E). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения и подсчета *Listeria monocytogenes*. Часть 2. Метод подсчета; выявление бактерий *Escherichia coli (O157:H7)* – по ИСО 16649-1. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета бетаглюкуронидазаположительных *Escherichia coli* (кишечная палочка). Часть 1. ИСО 16649-2:2001. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета бетаглюкуронидазаположительных *Escherichia coli* (кишечная палочка). Часть 2. Выявление бактерий *Campylobacter jejuni* в соответствии с протоколами исследования в

соответствии с МУК 4.2.2321-08 «Методы определения бактерий рода *Campylobacter* в пищевых продуктах»; выявление бактерий *Enterobacter sakazakii* – по ИСО/ТС 22964:2006. Молоко и молочные продукты. Выявление бактерий *Enterobacter sakazakii;* выявление бактерий *Staphylococcus aureus* – по ИСО 6888-1:1999. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета коагулазоположительных стафилококков (*Staphylococcus aureus* и другие виды). Часть 1. Метод с применением агаровой среды Байрд-Паркер., ИСО 6888-2:1999. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета коагулазо-положительных стафилококков (*Staphilococcus aureus* и другие виды). Часть 2. Метод с применением агаровой среды фибриногена плазмы кролика.

Выявление микроорганизмов в продуктах питания методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией проводили в несколько этапов. На первом этапе выделяли ДНК из исследуемых образцов после первичного обогащения, затем проводили ПЦР-амплификацию участка ДНК данного микроорганизма и гибридизационно-флуоресцентную детекцию непосредственно в ходе ПЦР.

Экстракцию ДНК из исследуемого материала проводили с использованием набора реагентов «SureFood®PREP Bacteria» (R-Biopharm, Германия) в присутствии внутреннего контрольного образца, который позволил контролировать выполнение процедуры исследования для каждого образца. Пробы ДНК использовали для амплификации участка ДНК перечисленных выше возбудителей при помощи специфичных праймеров и фермента Taq-полимеразы. В составе реакционной смеси присутствовали флуоресцентно-меченные олигонуклеотидные зонды, которые гибридизировались с комплементарным участком амплифицируемой ДНК-мишени, в результате чего происходило нарастание интенсивности флуоресценции. Это позволяло регистрировать накопление специфичного продукта амплификации путем измерения интенсивности флуоресцентного сигнала. Детекцию флуоресцентного сигнала осуществляли непосредственно в ходе ПЦР с помощью амплификатора с системой детекции результатов в режиме «реального времени» (Rotor Gene 6000, Corbett Research).

Исследования выполнялись в соответствии с Инструкциями по применению наборов реагентов для выявления микроорганизмов в продуктах питания методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией «АмплиСенс *Salmonella spp.* – FL», «АмплиСенс® EHEC-FL», «АмплиСенс *Campylobacter spp.* – FL», «АмплиСенс *Cronobacter sakazakii* – FL» (Российская Федерация), а также с Инструкциями по применению наборов реагентов «SureFood *Staphylococcus aureus»*, «SureFood *Listeria monocytogenes»* (R-Biopharm, Германия).

Результаты интерпретировали следующим образом:

положительные – выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они были действительно добавлены (П);

отрицательные – не выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они действительно не были внесены (О);

ложноположительные – выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они не были действительно добавлены (ЛП);

ложноотрицательные – не выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они действительно были внесены (ЛО).

Высчитывали точность, чувствительность и специфичность для каждого метода определения по приведенным ниже формулам:

$$\text{Точность} = \frac{П+О}{П+ЛП+О+ЛО} \quad (1)$$

В данном случае точность показывает возможность используемого метода детектировать пробы, действительно содержащие изучаемые микроорганизмы, как положительные, а пробы действительно не содержащие изучаемые микроорганизмы, как отрицательные.

$$\text{Чувствительность} = \frac{П}{П+ЛО} \quad (2)$$

В данном случае чувствительность показывает возможность используемого метода детектировать пробы, действительно содержащие изучаемые микроорганизмы, как положительные.

$$\text{Специфичность} = \frac{О}{О+ЛП} \quad (3)$$

В данном случае специфичность показывает возможность используемого метода детектировать пробы, не содержащие изучаемые микроорганизмы, как отрицательные.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований по оценке точности, чувствительности и специфичности определения патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа представлены в таблицах 1–6.

Таблица 1 – Сравнительная оценка эффективности определения *Salmonella spp* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,76	0,97	0,76	0,98	0,92	1,0
Говядина – сырье	15	0,74	0,96	0,74	0,98	0,90	1,0
Свинина – сырье	10	0,78	0,96	0,74	0,98	0,90	1,0

Продолжение таблицы 1

Полуфабрикаты мясные	20	0,72	0,97	0,72	0,98	0,80	1,0
Яйца	20	0,72	0,97	0,74	0,98	0,82	1,0
Молоко и молочные продукты	40	0,74	0,96	0,78	0,98	0,90	1,0

Таблица 2 – Сравнительная оценка эффективности определения *L. monocytogenes* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,78	0,97	0,76	0,98	0,92	1,0
Говядина – сырье	15	0,76	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0
Свинина – сырье	10	0,76	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,74	0,97	0,72	0,98	0,80	1,0
Молоко и молочные продукты	40	0,68	0,96	0,78	0,98	0,86	1,0

Таблица 3 – Сравнительная оценка эффективности определения энтерогеморрагических *E.coli (EHEC)* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,80	0,97	0,76	0,98	0,86	1,0
Говядина – сырье	15	0,78	0,98	0,76	0,98	0,84	1,0
Свинина – сырье	10	0,82	0,98	0,76	0,98	0,84	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,78	0,97	0,74	0,98	0,80	1,0
Молоко и молочные продукты	40	0,72	0,98	0,80	0,98	0,82	1,0

Таблица 4 – Сравнительная оценка эффективности определения *Campylobacter jejuni* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,74	0,97	0,74	0,98	0,67	1,0
Говядина – сырье	15	0,70	0,94	0,70	0,98	0,65	1,0
Свинина – сырье	10	0,70	0,94	0,70	0,98	0,64	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,68	0,95	0,72	0,98	0,67	0,98

Таблица 5 – Сравнительная оценка эффективности определения *E.sakazakii* в сухих молочных смесях с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Сухие молочные смеси	100	0,72	0,98	0,70	0,98	0,86	1,0

Таблица 6 – Сравнительная оценка эффективности определения *S. aureus* в молоке и молочных продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Молоко – сырье	20	0,75	0,98	0,72	0,98	0,94	1,0
Сухие молочные смеси	20	0,72	0,98	0,70	0,98	0,86	1,0
Сыры	20	0,76	0,96	0,76	0,98	0,88	1,0
Творог	20	0,75	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0
Творожные продукты	20	0,74	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0

Таким образом**,** результаты, представленные в таблицах 1–6, показали высокую специфичность (100 %), а также наибольшую чувствительность в отношении ПЦР-анализа. Сопоставление результатов ПЦР-анализа и культурально-биохимических методов показало, что применение ПЦР на этапе идентификации позволяет повысить диагностическую достоверность исследования за счет снижения числа ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

Результаты исследований подтвердили высокую эффективность метода ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в реальном времени для выявления эмерджентных патогенных микроорганизмов. Показано, что применение данного метода позволяет не только повысить эффективность проводимого контроля, но и обеспечивает получение достоверных и сопоставимых результатов при существенном сокращении времени проведения анализа. Кроме того, применение ПЦР при микробиологическом контроле пищевых продуктов позволяет снизить трудоемкость исследований и улучшить качество проводимых анализов, а также обеспечивает ускорение проведения анализов в 2 – 3 раза за счет сокращения длительности предварительных этапов обогащения исследуемых образцов без снижения уровня чувствительности, точности и специфичности метода.

Литература

1. Ефимочкина, Н. Р. Эмерджентные бактериальные патогены в пищевой микробиологии / Н. Р. Ефимочкина. – М. : Изд-во РАМН, 2008. – 256 с.

2. Stewart, G. C. Staphylococcus aureus. Foodborne Pathogens / G. C. Stewart // Microbiology and Molecular Biology. Horizon Scientific Press – 2008.

3. Nachamkin, I. Campylobacter Infections. Foodborne Pathogens / I. Nachamkin / Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. – 2005.

4. Paoli, C. Listeria monocytogenes. Foodborne Pathogens / C. Paoli // Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. – 2005.

5. Andrews, P. Salmonella spp. Foodborne Pathogens / P. Andrews // Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. – 2005.

Поступила 04.07.2012

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ У КУРЯЩИХ ДЕВУШЕК-СТУДЕНТОК

Дюбкова Т.П.

Белорусский государственный университет, г. Минск

Реферат. Проведен анонимный анкетный опрос 275 студенток классического университета, достигших в среднем 20-летнего возраста. Курящими были 107 девушек (основная группа), 168 сверстниц никогда не курили табак (группа сравнения). Представлен сравнительный анализ добрачного сексуального поведения и контрацептивного выбора респондентов обеих групп. Курящие девушки-студентки отличаются от некурящих сверстниц рискованным сексуальным поведением в сочетании с более низким уровнем контрацептивной культуры: ранним сексуальным дебютом, частыми половыми контактами, множественными сексуальными связями, нерегулярным использованием средств контрацепции либо отказом от нее, предпочтением низкоэффективных методов предохранения от беременности. Каждая пятая курящая студентка указывает на наличие в анамнезе инфекций, передаваемых половым путем. У студенток, курящих табак, отмечается психологическая готовность к искусственному прерыванию беременности.

Ключевые слова: курящие девушки-студентки, репродуктивное здоровье, рискованное сексуальное поведение, контрацепция, инфекции, передаваемые половым путем.

Введение. Нынешнее поколение девушек и юношей – первое поколение, выросшее в условиях значительных экономических, социальных и политических преобразований, произошедших в странах постсоветского пространства в течение последних двух десятилетий. С одной стороны, они способствовали прогрессу цивилизации, росту производственного по-

тенциала, творческой инициативы, а, с другой, - сопровождались резким изменением нравственных приоритетов, либерализацией сексуальной морали, трансформацией личностных и семейных ценностей. Свобода добрачных сексуальных отношений, склонность к поведенческим рискам, распространенность курения табака, употребление наркотиков и алкоголя обусловили значительное ухудшение здоровья лиц репродуктивного возраста, в том числе молодежи. В исследованиях отечественных ученых-венерологов сообщается, что до 70,0 % всех случаев инфекций, передаваемых половым путем (далее - ИППП), выявляется у девушек и юношей в возрасте 15–24 года [1]. Урогенитальный хламидиоз и уреаплазмоз играют существенную роль в развитии вторичного женского бесплодия. Частота бесплодных браков в Республике Беларусь составляет около 12,0 % и имеет тенденцию к дальнейшему росту [2]. Кроме того, ИППП значительно увеличивают риск заражения обоих партнеров ВИЧ при сексуальных контактах (в популяции в среднем в 4 раза). Активация гетеросексуального пути инфицирования ВИЧ обусловливает прогрессивное вовлечение в эпидемический процесс женщин активного репродуктивного возраста. На фоне сокращения общей численности населения страны обращает внимание высокий удельный вес искусственных абортов, особенно у женщин 20–24 и 25–29 лет. Согласно официальной статистике каждая шестая белоруска прерывает первую беременность, каждый 12-й аборт производится по желанию молодой женщины в возрасте до 19 лет [3]. Достойной альтернативой искусственному аборту является контрацепция – предупреждение незапланированной беременности. Однако результаты российского медико-социального исследования показали, что в структуре методов контрацепции, применяемых современной студенческой молодежью, превалируют низкоэффективные традиционные средства [4]. Одним из факторов, негативно влияющих на гормонально-метаболический статус женского организма и способность к реализации детородной функции, является курение табака. По данным Министерства здравоохранения Республики Беларусь, в 2005 году в стране курила каждая пятая белоруска [5]. Потребителем табака является почти половина молодежи в возрасте 15–19 лет, из них 27,0 % составляют девушки. Эти обстоятельства определили направление настоящего научного исследования, его методологическое обеспечение и изучаемый контингент (курящие девушки-студентки).

Цель работы – представить характеристику добрачного сексуального и контрацептивного поведения курящих студенток классического университета и выявить факторы риска нарушений репродуктивного здоровья.

Материал и методы исследований. Формирование выборочной совокупности, методологический подход к ее конструированию и определение размера осуществляли в соответствии с рекомендациями, изложенными в работе Р.А. Потемкиной и соавт. [6]. Планируемый объем выборки составил 350 девушек-студенток классического университета, обучающихся

по разным специальностям на 8 факультетах вуза (подвыборки были равновеликими). В связи с отсутствием в части случаев отклика (отказ от участия в исследовании, отсутствие на момент опроса) фактический объем выборки составил 302 человека (средний возраст – 20,06±0,59 лет). В исследование не включали студенток, состоящих в официально зарегистрированном браке. При формировании выборочной совокупности использовали случайный бесповторный отбор респондентов. Для выявления особенностей сексуального и контрацептивного поведения курящих студенток были сформированы две группы испытуемых. Основную группу составили 107 курящих девушек-студенток, группу сравнения – 168 сверстниц, никогда не куривших табак. Респонденты сравниваемых групп были сопоставимы по возрасту, избранной специальности и обучались на одних и тех же факультетах.

Инструментом исследования была стандартная предварительно апробированная анонимная анкета. Обязательным условием опроса было информированное добровольное согласие участников исследования. Каждая анкета содержала короткое письмо-сопровождение с гарантией конфиденциальности полученной персональной информации. Перед проведением исследования респондентов ознакомили с целью проведения опроса и правилами заполнения анкеты. Анкета включала 3 блока вопросов. Первый из них отражал отношение девушек-студенток к курению табака на момент исследования (курящая, некурящая, курившая ранее, но бросившая курить). Второй блок характеризовал добрачное половое поведение студенческой молодежи (наличие сексуального опыта, сексуальная активность, мотивации вступления в интимную связь, предполагаемый исход незапланированной беременности вне брака). Третий блок вопросов был направлен на выявление уровня контрацептивной культуры студенток университета. На каждый вопрос анкеты требовался только один ответ, который респонденты выбирали самостоятельно из числа предложенных вариантов ответа. Структура анкеты позволяла респондентам вносить собственные варианты ответа или давать пояснения к ним, что было учтено при статистической обработке результатов. Анкеты, не соответствующие правилам заполнения, и анкеты участников исследования, куривших ранее, но бросивших курить, были исключены из выборочной совокупности (выбраковка составила 8,9 %). Общее количество анкет, пригодных для статистической обработки и последующего анализа, составило 275 единиц. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием стандартного пакета прикладных компьютерных программ Statistica 6.0. Анализ качественных признаков осуществляли путем расчета выборочной доли и ее ошибки. Для сравнения долей после проверки соответствия переменных стандартному нормальному распределению использовали критерий z [7]. Различия между показателями сравниваемых групп считали статистически значимыми при уровне $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Абсолютное большинство (94,39±2,22 %) курящих студенток, достигших в среднем 20-летнего возраста, имеет опыт половой жизни (табл.). Пик сексуального дебюта приходится у них на возраст 16–18 лет, в то время как более половины сверстниц, никогда не куривших табак, впервые проявили сексуальную активность в возрасте старше 18 лет. Каждая третья курящая девушка-студентка вступила в интимные отношения до 16 лет жизни. Обращает внимание тот факт, что 2,97 % респондентов (только курящие) отметили первые сексуальные контакты в возрасте до 14 лет. К моменту достижения 15 лет их доля возросла в 5 раз и составила 15,84±3,63 % (против 1,72 % некурящих студенток, $p<0,001$). Следовательно, для курящих девушек-студенток характерен более ранний сексуальный дебют по сравнению со сверстницами, никогда не курившими табак, и приобретение опыта половой жизни в большинстве случаев к концу подросткового возраста.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика добрачного сексуального и контрацептивного поведения курящих девушек-студенток и их сверстниц, никогда не куривших табак

Признак	Число наблюдений			
	курящие (n = 107)		некурящие (n = 168)	
	абс.	$p \pm s_p$, %	абс.	$p \pm s_p$, %
Наличие сексуального опыта	101	94,39±2,22*	116	69,05±3,57
Возраст сексуального дебюта:				
а) до 16 лет	32	31,68±4,63*	5	4,31±1,89
б) 16–18 лет	56	55,45±4,95*	44	37,93±4,51
в) старше 18 лет	13	12,87±3,33*	67	57,76±4,59
Количество сексуальных партнеров с момента начала половой жизни:				
а) 1–2 партнера	21	20,79±4,04*	93	80,17±3,70
б) от 3 до 5 партнеров	60	59,41±4,89*	23	19,83±3,70
в) более 5 партнеров	20	19,80±3,96*	0	0,00 + 3,20
Средняя частота сексуальных контактов:				
а) один и более раз в неделю	61	60,40±4,87*	38	32,76±4,36
б) несколько раз в месяц	33	32,67±4,67*	53	45,69±4,63
в) несколько раз в год	7	6,93±2,53*	25	21,55±3,82
Наличие опыта добрачного сожительства с партнером	38	37,62±4,82*	24	20,69±3,76
Наличие в анамнезе ИППП (с момента начала половой жизни)	22	21,78±4,11*	8	6,90±2,35
Контрацепция и/или защита от ВИЧ при первом половом контакте:				
а) презерватив	73	72,28±4,45	96	82,73±3,51
б) прерванный половой акт	10	9,90±2,97	9	7,76±2,48
в) календарный метод	18	17,82±3,81	11	9,48±2,72
Контрацепция и/или защита от ВИЧ при последующих контактах:				
а) всегда	39	38,61±4,84*	76	65,52±4,41
б) не всегда	54	53,47±4,96*	38	32,76±4,36
в) никогда	8	7,92±2,69*	2	1,72±1,21

Продолжение таблицы 1

Наиболее часто используемый метод/средство контрацепции:				
а) барьерный метод (презерватив)	44	43,56±4,93*	89	76,72±3,92
б) прерванный половой акт	48	47,52±4,97*	15	12,93±3,12
в) комбинированные оральные контрацептивы	1	0,99±0,99*	10	8,62±2,61
г) календарный метод	8	7,92±2,69*	2	1,72±1,21
Применение регулярной гормональной контрацепции	5	4,95±2,15*	16	13,79±3,20
Нуждаемость в экстренной (посткоитальной) контрацепции	47	46,53±4,96*	23	19,83±3,70
Планируемый исход незапланированной беременности вне брака:				
а) роды	45	42,06±4,77*	109	64,88±3,68
б) искусственный аборт	41	38,32±4,70*	20	11,90±2,50
в) затрудняются ответить	21	19,63±3,84	39	23,21±3,26
Примечание – * - Различия между показателями сравниваемых групп статистически значимы (p<0,05).				

«Рано стартующие» курящие студентки отличаются высокой сексуальной активностью. Так, почти ⅔ девушек-потребителей табака практикуют секс еженедельно. Частота половых контактов варьирует от одного (11,88±3,22 %) до нескольких раз в неделю (48,51±4,97 %). Для некурящих сверстниц характерен более редкий ритм половой жизни. Основная масса (45,69±4,63 %) девушек, никогда не куривших табак, имеет сексуальные контакты несколько раз в месяц. Удельный вес студенток, занимающихся сексом несколько раз в неделю, вдвое меньше, чем курящих девушек. Следует заметить, что 37,62±4,82 % курящих студенток, достигших в среднем 20-летнего возраста, имеют опыт добрачного сожительства.

Половое поведение курящих девушек-студенток отличается множественностью сексуальных контактов, сменой половых партнеров, наличием параллельных связей. Только 8,91±2,83 % респондентов, курящих табак, указали в анкетах, что имеют одного партнера с момента начала половой жизни (против 43,97±4,61 % некурящих сверстниц, p<0,001). Доля курящих студенток, практикующих смену сексуальных партнеров, возрастает пропорционально количеству последних. Так, 11,88±3,22 % курящих девушек имеют опыт отношений с двумя партнерами. Более четверти (26,73±4,40 %) курящих студенток отмечают наличие в практике половых отношений трех партнеров, что почти в 2 раза больше доли их некурящих сверстниц (14,66±3,28 %, p<0,05). Одна треть девушек-потребителей табака сменила с момента начала половой жизни 4–5 сексуальных партнеров (против 5,17±2,06 % некурящих студенток, p<0,001). Только курящие студентки имели интимные отношения более чем с пятью партнерами, причем ¾ девушек начали половую жизнь в возрасте до 15 лет.

Моральная оценка добрачных связей во многом зависит от их предполагаемой мотивации. Налицо существенные различия в побудительных причинах вступления в сексуальные контакты между курящими студентками вуза и их некурящими сверстницами. Так, почти у половины (48,51±4,97 %) курящих респондентов превалируют гедонистические установки (стремление к получению удовольствия, необходимость самоутверждения и повышения самооценки, позволяющих достигнуть состояния гармонии и душевного равновесия). Ведущей мотивацией интимных отношений у некурящих студенток является любовь (56,90±4,60 %). В целом эмоционально-коммуникативные установки (любовь, потребность в эмоциональной близости, избавлении от одиночества и скуки) характерны для ⅔ некурящих студенток. Однако лишь единичные студентки ассоциируют добрачные сексуальные отношения с возможностью вступления в официальный брак. Это свидетельствует об изменении социального контекста добрачного секса, который стал на сегодняшний день для молодежи самостоятельной ценностью. У части респондентов обеих групп секс является средством выражения и удовлетворения несексуальных потребностей (любопытство, необходимость расширения границ собственной свободы и независимости). Примерная одинаковая доля студенток испытывает потребность в поддержке, понимании и признании другим человеком, в эмоциональной близости, которые являются более сильным мотивом сексуальных отношений, чем желание получить чувственное наслаждение и физическое удовлетворение.

Ранний сексуальный дебют курящих девушек-студенток, частые половые контакты с многими партнерами обусловили реализацию риска заражения ИППП. Наличие в анамнезе ИППП подтверждают в анкетах 21,78±4,11 % курящих студенток и 6,90±2,35 % их сверстниц, никогда не куривших табак ($p<0,002$). Структура урогенитальных инфекций представлена у курящих девушек уреаплазмозом, кандидозом половых органов, урогенитальным хламидиозом, трихомониазом и гарднереллезом, причем в 4 из 5 случаев наблюдается микст-инфекция. У некурящих студенток лидирует кандидоз половых органов, значительно реже встречаются гарднереллез и трихомониаз. Реализация риска заражения урогенитальными инфекциями у каждой пятой студентки, курящей табак, обусловлена, прежде всего, отсутствием ответственности партнеров за возможные последствия сексуальных отношений. Только 38,61±4,84 % курящих студенток университета всегда используют при половых контактах средства предохранения от беременности и защиты от ВИЧ-инфекции (против 65,52±4,41 % некурящих, $p<0,001$). Несмотря на высокую сексуальную активность, смену партнеров и наличие параллельных сексуальных связей, более половины (53,47±4,96 %) девушек, курящих табак, не считают необходимым применение контрацепции при каждом сношении. Доля курящих студенток, никогда не использующих средства контрацепции при сексуальных контактах, в 4,6 раза выше, чем доля их сверстниц, не курящих табак. Курящие девушки, склон-

ные к риску, отдают предпочтение календарному методу, хотя его контрацептивная эффективность варьирует в пределах от 14 до 50 беременностей на 100 женщин/лет. Почти ⅓ респондентов-потребителей табака игнорировала барьерные средства контрацепции даже при первом сексуальном контакте, полагаясь на надежность ритмического метода и прерванного сношения. Ни одна студентка, курящая табак, не использует «двойной» или «тройной голландский метод» контрацепции при случайных сексуальных контактах и смене половых партнеров. Наибольшей популярностью у курящих девушек пользуются прерванное сношение (47,52±4,97 %) и презерватив (43,56±4,93 %). Только 4,95±2,15 % девушек, курящих табак, утверждают, что принимали регулярно микро- или низкодозированные оральные контрацептивы (против 13,79±3,20 % некурящих, $p<0,05$). В то же время 46,53±4, 96 % респондентов-потребителей табака сообщают, что вынуждены были прибегать к экстренной гормональной контрацепции в связи с высоким риском незапланированной беременности. Почти каждая третья сексуально активная курящая студентка использовала гормональные средства экстренной контрацепции более одного раза в течение последнего года, что свидетельствует о нуждаемости в регулярном применении противозачаточных средств. Курящие девушки-студентки отличаются психологической готовностью к прерыванию первой незапланированной беременности при внебрачном зачатии. Так, удельный вес студенток, желающих родить ребенка вне брака и планирующих прерывание беременности, практически одинаков (42,06±4,77 % и 38,32±4,70 %, $p>0,05$). Доля студенток-потребителей табака, имеющих установку на искусственный аборт при отсутствии официальной регистрации брака, в 3 раза превышает долю некурящих сверстниц. Каждая пятая курящая студентка затрудняется с ответом на момент опроса или отмечает, что сделает выбор (сохранение или прерывание внебрачной беременности) в зависимости от обстоятельств, что увеличивает потенциальную долю лиц, желающих прибегнуть к искусственному аборту.

Заключение. Для курящих студенток университета характерно рискованное добрачное сексуальное поведение, проявляющееся множественными сексуальными связями, сменой партнеров, частыми половыми контактами, добрачным сожительством. Каждая третья курящая девушка начинает половую жизнь в возрасте до 16 лет, нижняя граница возраста вступления в интимные отношения – моложе 14 лет. «Рано стартующие» курящие студентки отличаются в последующем более высокой сексуальной активностью по сравнению со сверстницами, никогда не курившими табак. Ранний сексуальный дебют, частые половые контакты с многими партнерами обусловливают реализацию риска заражения ИППП, у каждой пятой курящей студентки. Социальная значимость перенесенных ИППП определяется, прежде всего, их негативными последствиями (хронические воспалительные заболевания органов мочеполовой системы, внематочная беременность, вторичное бесплодие, цервикальный

рак). Курящие студентки университета отличаются от некурящих сверстниц более низким уровнем контрацептивной культуры, обусловленным нерегулярным использованием средств контрацепции либо отказом от нее, предпочтением низкоэффективных методов предохранения от беременности, игнорированием барьерных средств контрацепции при смене половых партнеров. Рискованное добрачное сексуальное поведение курящих студенток на фоне недостаточной контрацептивной культуры повышает вероятность незапланированной беременности и инфицирования ВИЧ. Девушки, курящие табак, в 2 раза чаще, чем их некурящие сверстницы, применяют экстренную гормональную контрацепцию. Хотя мужчина и женщина пользуются равным правом при принятии решения о вступлении в интимную близость, именно женщина в силу биологических особенностей, связанных со спецификой пола, в первую очередь страдает от последствий незапланированной беременности. У курящих девушек-студенток отмечается психологическая готовность к прерыванию первой беременности при внебрачном зачатии. Но искусственный аборт наносит ущерб репродуктивному здоровью женщины и эти потери в большинстве случаев невосполнимы (вторичное бесплодие, невынашивание последующей беременности, внематочная беременность, дисгормональные опухоли молочных желез). Иначе говоря, за свободу добрачных сексуальных отношений женщина «платит дань» своим репродуктивным здоровьем в течение всей последующей жизни.

Выводы.

1. Для курящих студенток классического университета характерны рискованное добрачное сексуальное поведение, более низкий уровень контрацептивной культуры по сравнению со сверстницами, никогда не курившими табак, психологическая готовность к прерыванию первой незапланированной беременности при внебрачном зачатии.

2. Курящие студентки представляют собой группу высокого риска нарушений репродуктивного здоровья и репродуктивной функции на всех этапах ее реализации, прежде всего, вторичного бесплодия, обусловленного инфекциями, передаваемыми половым путем, хроническими воспалительными заболеваниями половой системы и искусственными абортами.

Литература

1. Панкратов, В. Г. Заболеваемость сифилисом, ВИЧ-инфекцией и другими ИППП в Республике Беларусь: исторические, эпидемиологические и прогностические аспекты / В. Г. Панкратов, А. Л. Навроцкий, О. В. Панкратов // Мед. журн. – 2002. – № 2. – С. 2 – 6.

2. Смирнова, Т. А. Хирургические методы лечения бесплодия воспалительной этиологии / Т. А. Смирнова, Н. Н. Романенко // Мед. журн. – 2007. – № 3. – С. 91 – 93.

3. Здравоохранение в Республике Беларусь : офиц. стат. сб. за 2010 год. – Минск : ГУ РНМБ, 2011. – 308 с.

4. Контрацептивное поведение студенток вуза: возможности и перспективы коррекции / М. Г. Лебедева [и др.] // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2010. – № 5. – С. 75 – 88.

5. Некоторые проблемы здравоохранения Беларуси и расширение его социальной базы / Л. А. Постоялко [и др.] // Вопр. организации и информатизации здравоохранения. – 2005. – № 3. – С. 3 – 9.

6. Мониторирование поведенческих факторов риска неинфекционных заболеваний среди населения. / Р. А. Потемкина [и др.] // Профилактика неинфекционных заболеваний и укрепление здоровья. – 2005. – Ч. 1, № 4. – С. 3 – 17.

7. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц : : пер. с англ. – М. : Практика, 1998. – 459 с.

Поступила 20.04.2012

BEHAVIOR RISK FACTORS OF REPRODUCTIVE DISORDERS IN SMOKING FEMALE STUDENTS

Dyubkova T.P.

The Belarusian State University, Minsk, Belarus

We have conducted an anonymous questionnaire of 275 girls-students of the classic university, who reached the age of 20. Main group included 107 smokers, 168 girls of the same age have never smoked tobacco (group of comparison). There is a comparative analysis of sexual behavior before marriage and contraception choice of the girls in both groups. Risky sexual behavior and lower level of contraception culture is typical for smokers: early sexual debut, large number of sexual partners, frequent sexual contacts, irregular using of contraception or giving it up, using of low-effective methods of contraception. Smokers use emergency hormonal contraception 2 times more often. Every 5th girl indicates the presence of sexually transmitted infections in her anamnesis. There is a psychological readiness to induced abortion in smokers.

Key words: smoking female students, reproductive health, risky sexual behavior, contraception, sexually transmitted infections.

ФОРМИРОВАНИЕ МОТИВАЦИЙ ОТКАЗА ОТ КУРЕНИЯ ТАБАКА У СТУДЕНТОВ КЛАССИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Дюбкова Т.П.

Белорусский государственный университет, г. Минск

Реферат. Изучены побудительные причины курения и степень мотивации к отказу от табака у 1485 студентов (в том числе 1171 (78,86 %), 314 (21,14 %) юношей) классического университета методом анонимного опроса. Средний возраст респондентов составил 20,04±0,78 года. Абсолютное большинство (85,20±2,38 %)студентов начало курить в подростковом возрасте. Продолжение курения в период обучения в вузе мотивировано отсутствием желания бросить курить, влиянием социального окружения, безуспешностью самостоятельных попыток отказа от курения. По результатам теста Фагерстрема 23,20±3,78 % ежедневно курящих девушек и юношей страдают табачной зависимостью средней и высокой степени. Слабую мотивацию к отказу от курения имеют74,4±3,90 % респондентов, для 19,2±3,52 % потребителей табака характерно отсутствие мотивации бросить курить. Представлены основные направления формирования у студентов мотиваций отказа от курения табака.

Ключевые слова: курение табака, табачная зависимость, студенты университета, мотивации отказа от курения.

Введение. Согласно официальным даннымВсемирной организации здравоохранения (ВОЗ) свыше одного миллиарда человек напланете являются потребителями табака [1].Это составляет примерно одну треть всей популяции в возрасте старше 15 лет. В связи с неуклонным ростом количества курящих во многих регионах мира международные эксперты прогнозируют увеличениецифры до 1,6 миллиардовпотребителей табака к 2025 году. Курение – одна из основных причин преждевременной предотвратимой смертности населенияот инфаркта миокарда, инсульта, рака легкого и злокачественных новообразований другой локализации.Подавляющее большинство неблагоприятных исходов заболеваний,связанных с курением табака, ожидается в ближайшую четверть века средилюдей, потребляющих табак и табачные изделия в настоящее время [2]. Курение сокращает продолжительность жизни человека в среднем на 10–15 лет, при этом качество жизни курящих лиц в пожилом возрасте значительно ниже по сравнению с людьми, никогда не курившими табак. Отказ от табака или прекращение курения взрослым населением любой страны имеет существенное значение для улучшения качества общественного здоровья в ближайшей и среднесрочной перспективе. На достижение этой цели направлены такие первоочередные меры оздоровления белорусской нации, как запрет курения в общественных местах и транспорте, в лечебно-профилактических и образовательных учреждениях, на рабо-

чих местах. В стране утверждена Комплексная (межведомственная) программа борьбы против табака, осуществляются мероприятия Плана реализации основных положений Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака, которую Республика Беларусь ратифицировала в 2005 году. Несмотря на активные меры противодействия табаку на государственном и региональном уровнях, распространенность курения среди различных социальных слоев населения остается по-прежнему высокой. По результатам республиканских социологических исследований, в 2008 году курила треть (32,3 %) взрослого населения страны. Потребителями табака являются 51,3 % белорусских мужчин и 16,3 % женщин [3]. Самый высокий удельный вес среди курящих белорусов составляют лица в возрасте от 16 до 29 лет. Обоснованную тревогу вызывает выявленная в течение 2007–2010 гг. тенденция увеличения доли белорусских детей и подростков, которые пробовали курить табак [4]. Проблема курения табака и табачной зависимости среди учащейся и студенческой молодежи сохраняет актуальность до настоящего времени.

Цель работы – выявить побудительные причины курения табака студентами классического университета, оценить степень готовности бросить курить и обосновать приоритетные направления формирования мотиваций отказа от курения. В статье отражены результаты научных исследований, выполненных автором в БГУ в период 2005–2010 гг.

Материал и методы исследований. Для достижения поставленной цели был запланирован анонимный анкетный опрос 1800 студентов различных специальностей, обучающихся на 12 факультетах классического университета (подвыборки были равновеликими). На момент проведения исследования197человек отсутствовали, 1577 респондентов согласились принять участие в анкетировании. Они были ознакомлены с целью проведения опроса и правилами заполнения анкеты. Исследование проводили в два этапа. На первом этапе получены сведения о численности курящих девушек и юношей, их возрастно-половом составе. На втором этапе468 курящим респондентам была предложена специально разработанная анкета для изучения анамнеза курения, побудительных причин начала курения и продолжения потребления табака в период обучения в вузе, оценки степени табачной зависимости и готовности бросить курить. Степень табачной зависимости оценивали с помощью теста Фагерстремапо итоговой сумме баллов: 0–2 балла – очень слабая зависимость;3–4 балла – слабая зависимость; 5 баллов –зависимость средней силы; 6–7 баллов – высокая зависимость; 8–10 баллов – очень высокая зависимость [5].Тест был включен в перечень вопросов анкеты. Для оценки степени мотивации отказа от курения использовали также балльную шкалу ответов (минимальная сумма баллов – 0, максимальная – 8). Чем больше итоговая сумма баллов по отдельным вопросам, тем сильнее мотивация респондента бросить курить. Согласно общепринятой градации степени мотивации, сумма более 6 баллов соответствует высокой моти-

вации к отказу от курения, сумма от 4 до 6 баллов означает слабую мотивацию сумма ниже 3 баллов характеризует отсутствие мотивации бросить курить.

На каждый сформулированный вопрос анкеты требовался только один ответ, который респонденты выбирали самостоятельно из числа предложенных вариантов ответа. Анкеты, не соответствующие правилам заполнения (n = 92), были исключены из выборочной совокупности в процессе обработки данных. Общее количество анкет, пригодных для анализа и интерпретации результатов, составило 1485 единиц. Среди опрошенных студентов девушек было 1171 (78,86 %), юношей –314 (21,14 %),что соответствовало гендерному распределению на соответствующих факультетах. Средний возраст респондентов составил 20,04±0,78 года. Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием пакета компьютерных программ Statistica (версия 6.0).Различия между показателями сравниваемых групп считали статистически значимыми при уровне $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Согласно ответам респондентов, курящими на момент опроса являются четверть девушек-студенток (25,28±1,27 %) и почти треть юношей (28,98±2,56 %). В целом частота курения табака среди студентов классического университета, достигших в среднем 20-летнего возраста, составила 26,06±1,14 %.Детальный опрос респондентов на втором этапе исследования показал, что 85,20±2,38 % девушек и юношей, обучающихся в университете, начали курить в подростковом возрасте. Одна треть студентов вуза приобрела опыт курения табака до 15 лет жизни, половина респондентов приобщилась к курению в старшем подростковом возрасте. Только 12,56±2,22 % студентов начали курить табак в возрасте старше18 лет. Количество выкуриваемых в день сигарет студентами университета значительно варьирует. Основная масса (77,27±4,00 %) девушек и юношей выкуривает в день менее 10 сигарет (в среднем5,29±2,30 штук). Более одной пятой части респондентов испытывает потребность в выкуривании более 10 сигарет в день, причем она реализуется, как правило, независимо от социального окружения. Среди побудительных причин начала курения табака лидирующими по частоте являются любопытство и желание девушек и юношей соответствовать стандартам поведения курящих сверстников (таблица 1). Дебют курения в подростковом возрасте часто состоялся в ходе «экспериментирования», в процессе реализации желания испытать новые, непривычные ощущения при выкуривании сигареты. Поиск самоутверждения и признания в кругу курящих сверстников, подражание их привычкам и манерам поведения послужили стимулом для начала курения у четверти респондентов (различий по полу не выявлено). Приобщение к курению отражает стремление каждого пятого юноши и каждой девятой девушки уйти от решения сложных жизненных проблем, изменить свое внутреннее эмоциональное состояние, погрузившись в мир субъективных ощущений, обусловленных токсическим воздействием табачного дыма. Эта побудительная причина

начала курения нередко маскирует неспособность сопротивляться трудностям жизни, неумение конструктивно решать возникающие вопросы, скрывает заниженную самооценку, незрелость эмоционально-волевой сферы и неуверенность в себе.

Таблица 1 – Основные мотивации начала курения табакастудентами классического университета (в том числе в подростковом возрасте)

Побудительная причина	Девушки (n=240)		Юноши (n=49)		Всего (n=289)	
	абс.	$P \pm s_p$, %	абс.	$P \pm s_p$, %	абс.	$P \pm s_p$, %
Любопытство	141	58,75±3,18	15	30,61±6,58*	156	53,98±2,93
Курение друзей	56	23,33±2,73	13	26,53±6,31	69	23,88±2,51
Стремление уйти от реальных проблем	228	11,67±2,07	111	22,45±5,96	339	13,49±2,03
Курение родителей и других членов семьи	110	4,17±1,29	66	12,24±4,68	116	5,54±1,35
Желание быть таким (такой) «как все»	55	2,08±0,92	44	8,16±3,91	99	3,11±1,02
Примечание — * — Разница между группами статистически значимая ($p<0,05$).						

Абсолютное большинство (97,22±1,94 %) курящих студентов университета осознает, что курение причиняет вред здоровью. Несмотря на это, каждый четвертый из респондентов продолжает курить. Анализ мотиваций продолжения курения табака в период обучения в вузе свидетельствует о том, что у одной трети девушек и юношей отсутствует желание бросить курить (таблица 2). Они находят в курении табака больше позитивных аспектов, чем негативных, не задумываясь о состоянии здоровья в будущем, а также о болезнях, причинно связанных с курением. Каждый десятый респондент отмечает отсутствие стимула для отказа от курения. Ранжирование побудительных причин продолжения курения по частоте показало, что второе место стабильно занимает курение сверстников (24,37±3,94 %). Желание избавиться от одиночества в курящем окружении, добиться признания друзей, приспосабливаясь и подражая им, развивая в себе привычки и качества, которые нравятся курящим сверстникам, может отражать определенные личностные качества индивида и его глубинные внутренние переживания. Девушки и юноши могут испытывать одиночество из-за трудностей установления контактов с некурящими сверстниками в силу низкой самооценки и неуверенности в себе. По мнению некоторых респондентов, курение активизирует межличностное общение, позволяет снять напряжение, расслабиться в компании курящих друзей, получить их поддержку. Данные эффекты наглядно отражают созависимый характер личности курящего индивида, полагающегося на помощь социального окружения в решении вопросов, которые могут быть решены им самостоятельно при наличии уверенности в себе, целеустремленности и адекватной самооценке. Одной из причин продолжения курения в период обуче-

ния в вузе 10,92±2,86 % респондентов называют безуспешность самостоятельных попыток бросить курить. Почти каждый пятый респондент считает необходимым прибегать к курению при возникновении проблемных ситуаций, для устранения последствий стресса и психоэмоционального напряжения. За подобным стандартом поведения скрывается, как правило, неудачная модель формирования жизненных навыков: отсутствие опыта преодоления жизненных трудностей, заниженная самооценка, требующая внешних проявлений своей значимости, неумение организовать активный отдых и планировать время.

Таблица 2 – Основные мотивации продолжения курения табакастудентами классического университета в период обучения в вузе

Побудительная причина	Юноши и девушки(n = 119)		
	абс.	$P \pm s_p$, %	95 % ДИ*
Отсутствие желания бросить курить	39	32,77±4,30	24,25–41,29
Курение друзей	29	24,37±3,94	16,58–32,16
Стрессовые ситуации, жизненные трудности, проблемы с учебой	21	17,65±3,49	10,73–24,57
Безуспешность самостоятельных попыток бросить курить	13	10,92±2,86	5,23–16,58
Отсутствие стимула к отказу от курения	11	9,24±2,65	3,98–14,50
Другие причины	6	5,04±2,01	1,06–9,02
Примечание — * — 95 % ДИ означает доверительный интервал при 95 % уровне значимости.			

Часть курящих студентов неоднократно предпринимала попытки отказа от курения, но из-за потребности в поступлении в организм никотина возобновляла его. Ведущим мотивом (39,45±4,68 %) отказа от курения была просьба любимого или близкого человека прекратить курение в связи с обеспокоенностью состоянием здоровья курящего. Данное обстоятельство характеризует, с одной стороны, уклонениекурящего индивида от личной ответственности за негативные последствия потребления табака для здоровья, а, с другой, – подтверждает созависимость личности, целиком полагающейся на внешнюю помощь и поддержку. Четверть респондентов (26,61±4,23 %) намеревалась проверить отказом от курения собственную силу воли. Каждый седьмой студент пытался бросить курить, начав заниматься спортом, у 11,01±3,00 % респондентов отказ от курения был связан с ухудшением состояния здоровья. Желание прекратить курение в связи с осознанием вреда отмечают лишь 9,17±2,76 % студентов. Наличие курящих друзей и совместное времяпрепровождение являются провоцирующим фактором возобновления курения табака. Так, 38,53±4,66 % студентов назвали курение друзей основной причиной своего возврата к курению. Стрессовые жизненные ситуации и проблемы с учебой обусловили возобновление курения у 11,01±3,00 % девушек и юношей. Чуть больше четверти (27,52±4,28 %) респондентов испытывали непреодо-

лимое желание закурить, а 22,94±4,03 % отмечали плохое настроение и самочувствие, которые быстро улучшались при поступлении в организм никотина. Следовательно, 50,46±4,49 % студентов, прекративших курение табака, испытывали проявления абстинентного синдрома. Безуспешность самостоятельных попыток бросить курить и наличие синдрома отмены являются классическими критериями табачной зависимости. Наиболее ранний признак зависимости – синдром патологического влечения к табаку, проявляющийся потребностью в систематическом ежедневном курении. Переход от эпизодического к систематическому курению табака свидетельствует о формировании табачной зависимости.

Согласно результатам теста Фагерстрема, среди ежедневно курящих студентов вуза 6,40±2,19 % страдают табачной зависимостью высокой степени. Они закуривают первую сигарету в течение 30 мин после пробуждения, некоторые – сразу после сна, в течение первых 5 мин. Респонденты отмечают, что им очень трудно воздержаться от курения в местах, где оно запрещено. При сильном желании закурить они используют любую возможность для выкуривания очередной сигареты и целенаправленно ведут поиск места для курения. Количество ежедневно выкуриваемых сигарет у респондентов с высокой степенью табачной зависимости обычно превышает 10–15 штук в день (у некоторых курящих – свыше 20). Каждый шестой (16,80±3,34 %) студент из числа ежедневно курящих сверстников имеет табачную зависимость средней степени. Следовательно, почти четверть (23,20±3,78 %)ежедневно курящих девушек и юношей страдают табачной зависимостью средней и высокой степени. Они не могут бросить курить самостоятельно в связи с неизбежным развитием синдрома отмены и при отказе от табака нуждаются в помощи врача-нарколога. Более чем у каждого третьего (37,60±4,33 %) из числа регулярно курящих студентов вуза выявлена табачная зависимость слабой степени, у39,20±4,37 % девушек и юношей–очень слабой степени. Более половины (60,00±4,38 %) студентов с табачной зависимостью предпринимали попытки прекращения курения, но они оказались безуспешными. Длительность периода воздержания от курения у подавляющего большинства респондентов колебалась от одной недели до одного месяца. Однако проявления синдрома отмены и патологическое влечение к табаку обусловили рецидив. Лишь небольшая часть (4,00±1,75 %) курящих девушек и юношей, страдающих табачной зависимостью, смогла выдержать отказ от курения в течение одного года. Результаты исследования подтверждают, что табачная зависимость – хроническое заболевание, требующее квалифицированной медицинской помощи и продолжительного лечения. Сила табачной зависимости формируется постепенно, она прямо пропорциональна продолжительности курения и количеству выкуриваемых в день сигарет. Для выбора лечебной тактики принципиальное значение имеет факт наличия у курящего человека табачной зависимости и степень его мотивации к отказу от курения. Опрос студентов вуза показал, что 74,4±3,90 % курящих

девушек и юношей имеют слабую мотивацию к отказу от курения, а у 19,2±3,52 % потребителей табака она отсутствует вообще. Лишь незначительная часть (6,40±2,19 %) курящих студентов вуза отличается сильной мотивацией бросить курить. В то же время 83,49±3,56 % курящих девушек и юношей утверждают, что при желании могут в любой момент прекратить курение табака. Переоценка собственных возможностей прекращения курения свидетельствует о том, что в большинстве случаев курящая студенческая молодежь не осознает наличие табачной зависимости и не ассоциирует с ней безуспешность самостоятельных попыток отказа от табака.

Основные направления формирования у студентов мотиваций отказа от курения – выработка установок и форм поведения, направленных на здоровый образ жизни и изменение ценностного отношения к здоровью, активизация личностных ресурсов и поиск альтернативных способов удовлетворения психологических потребностей, поддержка некурящего социального окружения, объективное информирование о последствиях курения и профессиональная помощь врача-нарколога (лечебные программы).

Выработка установок и форм поведения, направленных на здоровый образ жизни. В настоящее время работа с курящей студенческой молодежью должна быть сконцентрирована на выработке установок и форм поведения, направленных на здоровый образ жизни (замещающая технология).Суть этой технологии состоит в том, чтобы предложить эффективную альтернативу курению табака в зависимости от индивидуальных особенностей и потребностей студента (совершенствование физической формы, приобщение к интересующим видам спорта, овладение каким-либо полезным ремеслом и др.).Данные опроса студентов вуза свидетельствуют о том, что регулярные физические упражнения и спорт являются одной из побудительных причин отказа от курения с успешным результатом. Часть респондентов (13,76±3,30 %) предприняла попытку бросить курить, начав заниматься в спортивных секциях (баскетбол, восточные единоборства, плавание) и тренажерных залах. Достижение поставленной цели (наилучший спортивный результат, победа в состязаниях, поддержание оптимальной физической формы) требовало серьезной психологической и физической подготовки, строгого соблюдения режима и методики тренировок. Абсолютное большинство девушек и юношей сочли несовместимыми спорт и курение уже на начальном этапе занятий физической культурой и спортом. В процессе регулярных тренировок улучшалось их самочувствие и настроение, формировалась уверенность в себе, повышалась самооценка. По мере занятий спортом происходила переоценка существующей ранее системы приоритетов, формировалась устойчивость к стрессам. Среди курящих студентов, начавших активно заниматься спортом, только двое в последующем возобновили курение, причем один из юношей прекратил регулярные физические тренировки. Следовательно, занятие спортом изменяет

образ жизни и ценностное отношение студентов к своему здоровью в позитивную сторону, являясь эффективной альтернативой курению табака. Информационные ресурсы высших учебных заведений следует активнее использовать для пропаганды спорта и приобщения к нему студенческой молодежи с целью отказа от курения.

Активизация личностных ресурсов и поиск альтернативных способов удовлетворения психологических потребностей. Потребление табака является действием мотивированным. Результаты опроса студентов подтверждают, что курение выступает одним из способов удовлетворения психологических потребностей(повышение самооценки и собственной значимости, расширение границ независимости, желание быть частью компании сверстников и др.). В связи с этим психолого-педагогическая работа с курящими студентами должна включать поиск индивидуальных альтернативных способов удовлетворения этих потребностей, направленных на всестороннее развитие личности (физическая подготовка, овладение иностранными языками, творчество, значимое общение, любовь), сохранение и укрепление здоровья, развитие умений контролировать собственные эмоции. Сохраняет актуальность проблема совершенствования психологической помощи студенческой молодежи, включая индивидуальные и групповые тренинги по формированию жизненных навыков (самостоятельного принятия решений, уверенности в себе, способности принимать на себя ответственность, устойчивости к стрессам и др.), обучение техникам мышечной релаксации и дыхательной гимнастики, позволяющим устранить эмоциональное напряжение.

Поддержка некурящего социального окружения. Курящему человеку легче отказаться от табака, если этому способствует его ближайшее окружение. Примером такого окружения является, прежде всего, семья, а также коллеги по работе и друзья. Необходимо поддерживать решение бросить курить, помочь создать обстановку с наименьшим количеством провоцирующих факторов, обсудить ситуации, в которых возрастает риск возобновления курения, и помочь их избегать, поощрять человека за каждый день победы над табаком.

Объективное информирование о последствиях курения. Курение – действие с осознанным вредом, что подтверждают 97,22±1,94 % курящих студентов университета. Однако профилактические меры, основанные на увеличении объема информации о негативных последствиях курения для здоровья и запугивании ими молодежи, продемонстрировали свою неэффективность. По данным литературы, промежуток времени между началом курения и развитием болезней, причинно связанных с потреблением табака (инфаркт миокарда, рак легкого), составляет в среднем 20–25 лет. Курящий человек старается психологически защитить себя от этой информации, принимая во внимание отсутствие проблем со здоровьем в молодом возрасте. Курящие студенты должны знать, что многие компоненты табачного дыма необратимо меняют молекулярно-генетическую карту организма человека, выключая или

переактивируя целые кластеры различных генов. Это приводит к дисбалансу жизненно важных функций, накоплению генных мутаций и развитию рака. Изменения могут накапливаться в поколениях, приводя к ослаблению потомства и формированию предрасположенности к болезням. Следовательно, информация о влиянии табака на здоровье в ближайшем будущем и в отдаленной перспективе должна быть объективной и дифференцированной. Необходимо принять во внимание тот факт, что 87,50±3,90 % курящих студентов не знакомы с признаками и современными методами лечения табачной зависимости, а 91,67±3,26 % респондентов не знают к специалисту какого профиля следует обращаться за помощью в отказе от курения. Образовательные ресурсы для студенческой молодежи должны быть представлены не только на бумажном носителе или в вербальной форме (лекции, специальные программы, выступления). Они должны включать современные аудио-, видеоматериалы, кинофильмы и предоставляться с использованием современных компьютерных технологий, что значительно повышает эффективность медико-просветительских программ.

Помощь врача-нарколога (лечебные программы).Формирование мотивации отказа от курения у систематически курящих студентов и лиц, страдающих табачной зависимостью, лежит в сфере медицинских, психологических и социальных технологий. Медикаментозное лечение табачной зависимости является профессиональной компетенцией только врача. Первой ступенью помощи является оценка статуса курения. Она включает расчет индивидуального риска развития болезней, причинно связанных с курением (индекс курящего человека),оценку степени никотиновой зависимости и степени мотивации бросить курить. Это позволяет выделить4 группы курящих: а) регулярно курящие студенты, твердо желающие бросить курить; б) регулярно курящие студенты, не желающие бросить курить, но не отвергающие такую возможность в будущем; в) регулярно курящие студенты, не желающие бросить курить; г) не регулярно курящие студенты. Второй ступенью помощи является разработка индивидуальных лечебных программ разной продолжительности: длительная программа с целью полного отказа от курения (группа «а»), короткая лечебная программа с целью уменьшения интенсивности курения и усиления мотивации к отказу от табака (группа «б»), программа снижения интенсивности курения (группа «в»). С курящими студентами группы «г» врач проводит беседы, направленные на формирование мотивации к отказу от курения. Лечебные программы включают изменение стратегии поведения курящего студента (обязательны психологическая помощь и социальная поддержка), никотин замещающую терапию (для предупреждения синдрома отмены), а также беседы врача для усиления мотивации отказа от курения. Даже среди курящих лиц с высокой мотивацией отказ от табака успешный, как правило, после 2–3 курсов лечения (длительность каждого курса – от 6 до 12 месяцев).

Выводы.

1. Основными побудительными причинами дебюта курения табака у студентов классического университета являются любопытство, желание соответствовать стандартам поведения курящих сверстников, неумение разрешать жизненные проблемы конструктивным способом. Продолжение курения в период обучения в вузе мотивировано отсутствием желания бросить курить, влиянием социального окружения, отсутствием навыка преодоления жизненных трудностей, безуспешностью самостоятельных попыток отказа от курения.

2. Большинство (74,4±3,90 %) курящих девушек и юношей университета имеет слабую мотивацию к отказу от курения, для 19,2±3,52 % потребителей табака характерно отсутствие мотивации бросить курить. Лишь незначительная часть (6,40±2,19 %) курящих студентов вуза отличается сильной мотивацией к отказу от табака.

3. Современные технологии отказа от курения табака предусматривают формирование у студентов установок и форм поведения, направленных на здоровый образ жизни и отношение к здоровью как наивысшей ценности, активизацию личностных ресурсов и поиск альтернативных способов удовлетворения психологических потребностей, поддержку некурящего социального окружения, объективное информирование о последствиях курения. Студенты, страдающие табачной зависимостью, нуждаются в лечении врача-специалиста (нарколог), профессиональном консультировании (психолог) и социальной поддержке.

Литература

1. Сдерживание эпидемии : Правительства и экономическая подоплека борьбы против табака : Публикация Европейского регионального бюро ВОЗ для Всемирного банка. – Копенгаген, 2000.

2. Европейская стратегия ВОЗ в области политики по прекращению курения табака: Европейское региональное бюро ВОЗ. – Копенгаген, 2003. – 40 с.

3. Александров, А. А. Лечение табачной зависимости / А. А. Александров // Мед. новости. – 2009. – № 2. – С. 31 – 36.

4. Республиканская акция «Беларусь против табака» стартовала: М-во здравоохранения Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : http://www.belarus-portal.ru/news/health/175-belarusprotiv-tabaka.html. – Дата доступа : 22.03.2012 г.

5. Чучалин, А. Г. Практическое руководство по лечению табачной зависимости / А. Г. Чучалин, Г. М. Сахарова, К. Ю. Новиков // Рус. мед. журн. – 2001. – Т. 9, № 21. – С. 904 – 910.

Поступила 20.04.2012

FORMATION OF THE MOTIVATIONS OF SMOKING CESSATION INTHECLASSICUNIVERSITYSTUDENTS

Dyubkova T.P.

The Belarusian State University, Minsk

There were studied the incentives of smoking and the degree of motivation to give up smoking in 1485 students of the classic university with the help of the anonymous survey method. The average age of respondents was 20,04±0,78. There were 1171 girls (78,86 %) and 314 young men (21,14 %). The majority of students (85,20±2,38 %) started smoking in adolescence. The continuation of smoking in the university is motivated by the lack of desire to quit smoking, the influence of social environment, the failure of attempts to give up smoking. According to the results of the Fagerström test, 23,20±3,78 % of smoking girls and young men suffer from tobacco addiction of medium and high degree. 74,4±3,90 % of respondents have a weak motivation to give up smoking; 19,2±3,52 % of smokers are characterized by the absence of motivation. In the work there are the main directions of formation of motivations to quit smoking.

Keywords: tobacco smoking, tobacco addiction, university students, motivations of smoking cessation.

ДОНОЗООЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У КРОВНЫХ РОДСТВЕННИКОВ ПАЦИЕНТОВ С ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИМИОПАТИЕЙ

*Жуйко Е.Н., * Анищенко И.В., * Кардаш О.Ф., Кругликова М.А.,*

** Белашова И.А., * Булгак А.Г., ** Ильюкова И.И.*

Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск

** 4 городская клиническая больница им. Н.Е. Савченко, г. Минск*

***Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. В работе анализируются результаты обследования сердечно-сосудистой системы у кровных родственников пациентов с дилатационнойкардиомиопатией (далее – ДКМП). Отмечается, что наличие генетической предрасположенности может привести к развитию донозологических изменений со стороны сердечно-сосудистой системы. Показано, что увеличение левых размеров сердца и снижение сократительной функции левого желудочка могут служить маркерами донозологических изменений сердечно-сосудистой системы у кровных родственников пациентов с ДКМП.

Также у родственников отмечена напряженность адаптационных систем организма, что проявлялось повышением общего тонуса вегетативной нервной системы за счет активации её симпатического отдела.

Ключевые слова: сердечно-сосудистые заболевания, профилактика, факторы риска, дилатационнаякардиомиопатия.

ДКМП относится к заболеваниям сердечнососудистой системы (ССС) с крайне тяжелым клиническим течением и неблагоприятным прогнозом для жизни [1]. Наследуемые (семейные) формы ДКМП выявлены у 25–48 % пациентов, страдающих этим заболеванием [2]. В настоящее время в современной медицине созданы предпосылки для донозологической диагностики ранних доклинических форм заболеваний и дезадаптационных состояний функционального характера, а также начальных форм развивающихся хронических заболеваний [3]. С другой стороны, нами не найдено данных исследования состояния ССС у родственников больных ДКМП. Актуальным является изучение факторов риска или предрасположенности к развитию патологии, обусловленных состоянием ССС.

Цель исследования – выявить наличие донозоологических критериев развития сердечно-сосудистых заболеваний у кровных родственников пациентов с ДКМП.

Материал и методы исследований. Обследованы 25 кровных (родные братья, сыновья) родственников мужчин пациентов с ДКМП в возрасте 36 лет (группа от 16 до 62 лет) и группа здоровых лиц (без сердечно-сосудистой патологии) мужского пола (n=24) в возрасте 41 года (группа от 18 до 60 лет).

Критериями включения родственников в исследование явилось отсутствие генетически обусловленных структурных изменений кардиомиоцитов при аутопсии или биопсии миокарда у пациентов с ДКМП.

Состояние ССС оценивалось по данным суточного мониторирования параметров электрокардиограммы (далее – СМ ЭКГ) и эхокардиографии (далее – ЭхоКГ). СМ ЭКГ осуществлялось с использованием трехканальной записи на аппаратах «Philipszymedholter» (США). При проведении СМ ЭКГ изучались частота возникновения аритмий, характер и тяжесть нарушений ритма, количество и длительность эпизодов депрессии сегмента ST. При оценке вариабельности сердечного ритма (ВСР) определялись показатели временного анализа (SDNN, SDNNi, SDANN, rMSSD) с использованием статистического метода (ритмокардиограммы).

ТрансторакальнаяЭхоКГ выполнялась на ультразвуковом аппарате Vivid 7 (США) с использованием секторного кардиологического датчика с частотой 2,5–3,5 МГц. Структурные и функциональные характеристики сердца оценивали в соответствии с рекомендациями Американского и Европейского обществ по эхокардиографии [4].

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ EXCELL 7.0, AtteStat 12.5. Сравнение между группами выполняли с помощью критерия Манна-Уитни (для непараметрических данных) и t-критерия Student. Параметрические данные в тексте и таблицах представлены в виде среднего значения±стандартное отклонение, непараметрические описаны как медиана (1 квартиль; 3 квартиль). Для оценки диагностической значимости параметров донозологических изменений со стороны ССС выполнялся ROC-анализ. За пороговое значение принималась точка, наиболее удаленная от диагонали графика. Достоверность полученных данных определялась площадью под кривой. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. При анализе эхокардиографических показателей (таблица 1), характеризующих структуру и функцию миокарда у родственников пациентов с ДКМП в сравнении со здоровыми лицами мужского пола отмечалось увеличение как продольного (на 7,3 %, p=0,018), так и поперечного размеров (на 8,3 %, p=0,036) левого предсердия (далее – ЛП). Также у родственников отмечено увеличение размеров объёма левого желудочка (далее – ЛЖ). Конечно-диастолический размер (далее – КДР) ЛЖ на 6,9 % (p=0,016), КСР ЛЖ – на 12,4 % (p=0,011), КСО ЛЖ – на 28,5 % (p=0,032). Увеличение размеров и объёма ЛЖ у родственников пациентов с ДКМП в сравнении со здоровыми лицами сопровождалось снижением его сократительной функции. Фракция выброса (далее – ФВ) ЛЖ находилась в пределах нормальных значений (57,36±1,33 %), однако была достоверно (p=0,0003) ниже, чем в группе здоровых лиц (64,89±1,42 %).

Таблица 1 – Характеристика эхокардиографических показателей у кровных родственников пациентов с дилатационнойкардимиопатией

Параметры	Родственники (n= 25)	Здоровые (n= 24)
Продольный размер ЛП (мм)	38,63±0,59	36,00±1,03 *
Поперечный размер ЛП (мм)	48,38±1,28	44,67±1,59*
КДР ЛЖ (мм)	55,15±1,24	51,56±1,1*
КСР ЛЖ (мм)	37,22±0,59	33,11±1,03*
КДО ЛЖ (мл)	57,96±6,10	45,10±3,27*
ФВ ЛЖ (%)	57,36±1,33	64,89±1,42*
Примечание— * —p<0,05.		

ПроведенныйROC-анализ (в сравнении с группой здоровых лиц) показал, что диагностически значимыми (P<0,05) маркерами донозологических изменений ССС у родственников пациентов с ДКМП является изменение размеров и структуры сердца, оцененных с помощью эхокардиографии:

– увеличение ЛП в продольном размере (рисунок 1);

– конечно-диастолического и конечно-систолического размеров (рисунок 2,3);

– фракции выброса ЛЖ (рисунок 4).

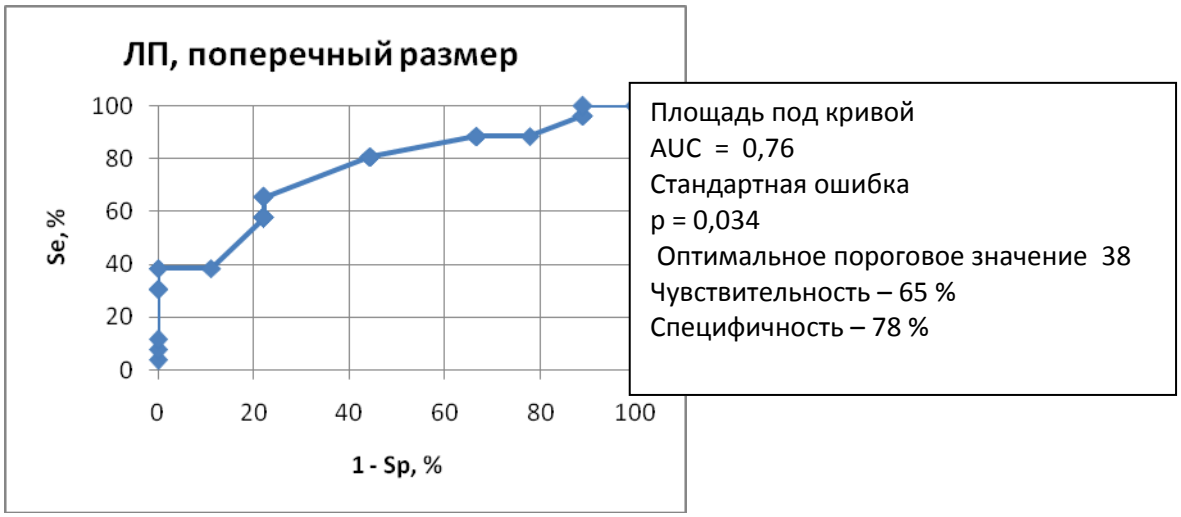


Рисунок 1 –ROC-анализ поперечного размера ЛП

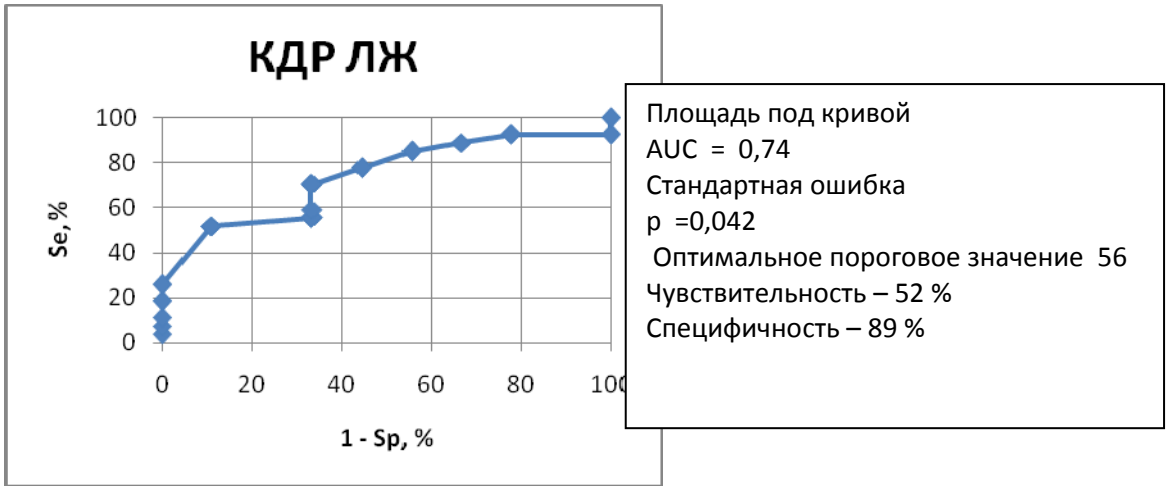


Рисунок 2 – ROC-анализ КДР ЛЖ

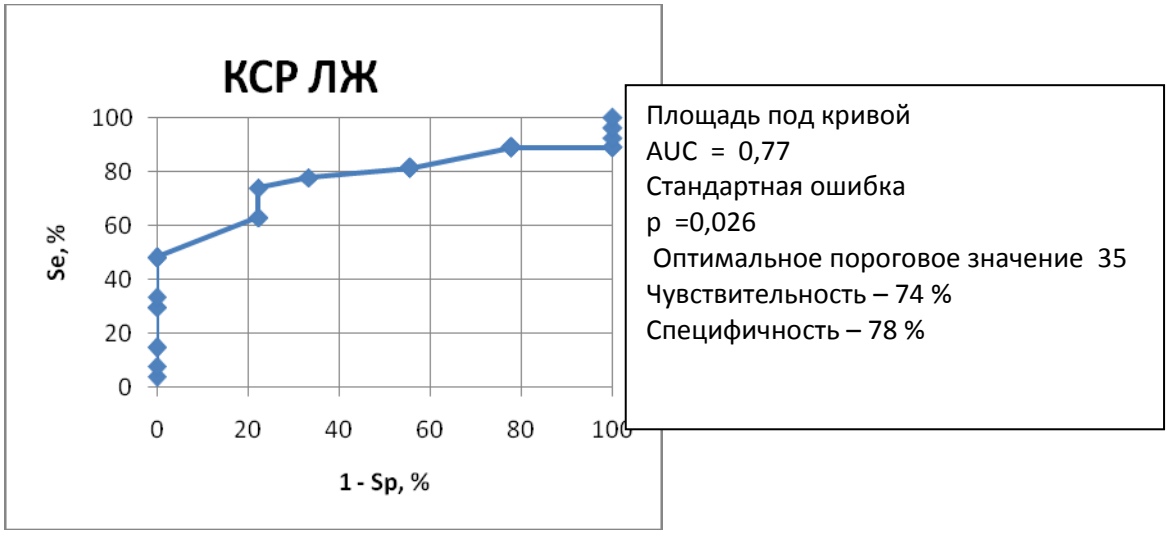


Рисунок 3 –ROC-анализ КСР ЛЖ

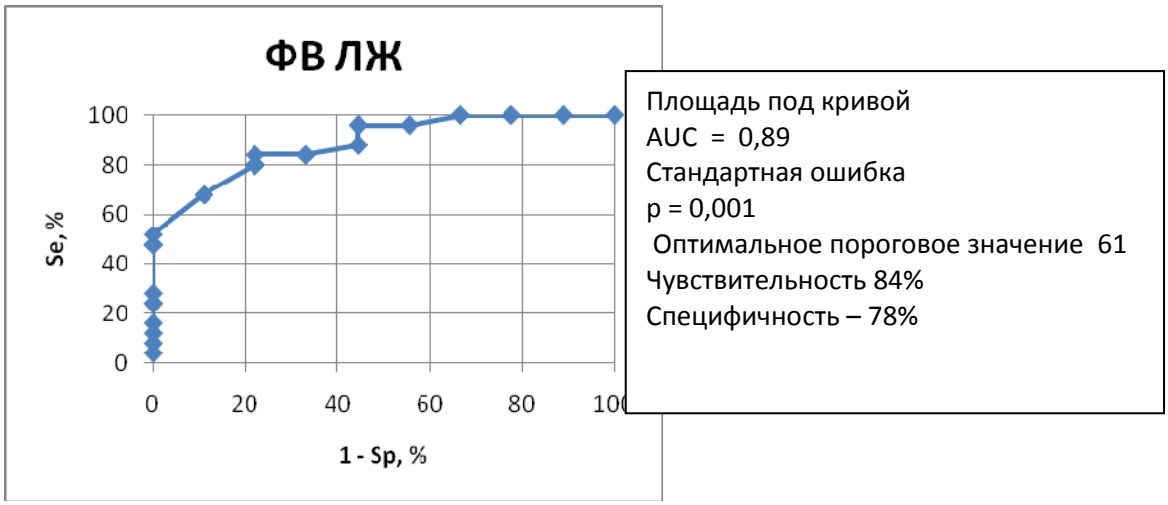
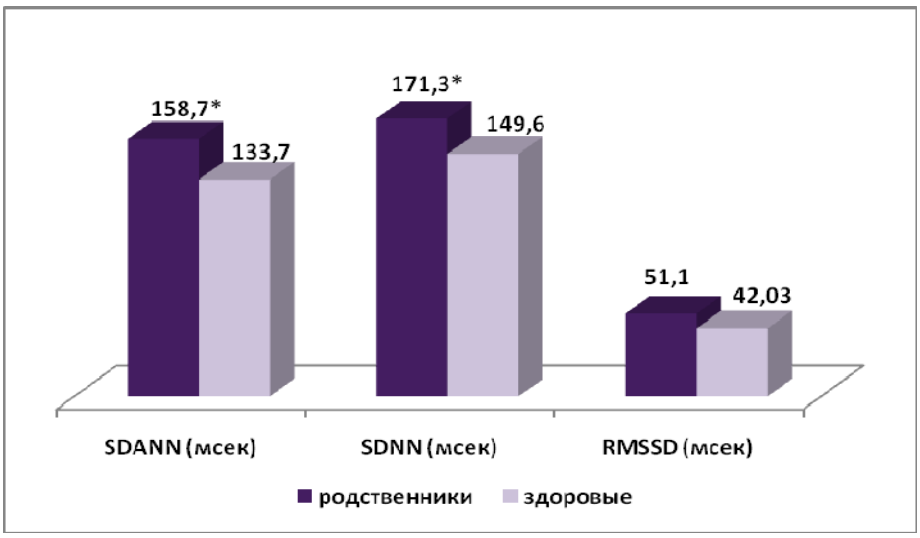


Рисунок 4 – ROC-анализ ФВ ЛЖ

При анализе вариабельности суточного ритма выявлено, что у родственников пациентов с ДКМП показатель SDANN, характеризующий тонус симпатического отдела нервной системы, достоверно выше, чем у здоровых лиц (158,7±9,97 мс и 133,7±4,28 мс, соответственно у родственников и здоровых лиц, p=0,029). Общий тонус вегетативной нервной системы – SDNN у родственников пациентов с ДКМП также был повышен (171,3±8,74 мс и 149,6±9,08 мс, соответственно у родственников и здоровых лиц, p=0,043). В то же время показатель RMSSD, характеризующий тонус парасимпатического отдела нервной системы, среди здоровых лиц и родственников пациентов с ДКМП достоверно не отличался (51,1±5,76 мс и 42,03±6,67 мс, соответственно у родственников и здоровых лиц) (рисунок 5).



Примечание — * —p<0,05

Рисунок 5 – Вариабельность суточного ритма

СМЭКГ не выявила эпизодов депрессии сегмента ST в обеих обследуемых группах, однако у родственников пациентов с ДКМП при анализе нарушений ритма выявлены достоверное увеличение частоты синоатриальной блокады II степени (отмечалась у 25 % родственников (n=6) и не было у здоровых лиц, p=0,034).

По литературным данным донозологические состояния встречаются у немалого числа, так называемых практически здоровых лиц [5], они отражают комплекс неспецифических реакций организма на различные стрессовые воздействия [6]. Особенно это характерно для состояния напряжения адаптационных механизмов. В состоянии неудовлетворительной адаптации уже явно проявляются специфическое компоненты, реакции отдельных систем, конкретных органов и тканей. Эти специфические реакции явно усиливаются при переходе от напряжения к перенапряжению адаптационных механизмов и их истощению.

Сердечно-сосудистая система одна из первых страдает от напряжения, стрессов, информационных перегрузок и экстремальных ситуаций, что приводит к развитию вегетативной дистонии, нарушению артериального давления и другим негативным проявлениям, особенно у лиц, имеющих генетическую предрасположенность к развитию ССС заболеваний [7].

Заключение. У кровных родственников пациентов с дилатационнойкардиомиопатией отмечается увеличение левых размеров сердца и снижение сократительной функции левого желудочка в сравнении со здоровыми лицами, что свидетельствует о наличии генетически обусловленных изменений в состоянии ССС в отсутствие известных генетических маркеров структурных изменения кардиомиоцитов.

Повышение общего тонуса вегетативной нервной системы за счет активации её симпатического отдела свидетельствует о напряженности адаптационных систем организма.

Выявленные донозоологические изменения сердечнососудистой системы у кровных родственников пациентов с ДКМП требуют более тщательного медицинского наблюдения данной категории лиц.

Литература

1. Report of the WHO/ISFC task force on the definition and classification of cardiomyopathies. // Circulation. – 1996. – V. 93. – P. 841 – 842.

2. Taylor, M. R. Cardiomyopathy, familial dilated / M. R. Taylor, E. Carniel, L. Carniel // Orphanet J Rare Dis. – 2006. – Vol. 1. – P. 27.

3. Методологические подходы к обоснованию базового врачебного алгоритма, включающего скрининг предполагаемых факторов риска и оценку функциональных резервов кардио-респираторной системы, для ранней диагностики донозологических форм заболеваний сердечно-сосудистой системы.: отчет ГНИИИ ВМ МО РФ с шифром "Функциональные резервы и стресс-резистентность" / Р. А. Вартбаронов[и др.] – М., 2003.

4. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms / NB Schiller [et al.] // J Am SocEchocardiogr. – 1989. – V. 2. – P. 358–367.

5. Захарченко, М. П. Проблема диагностики и коррекции донозологического статуса человека / М. П. Захарченко // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 27 – 30.

6. Казначеев, В. П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / В. П. Казначеев, / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – Л. : Медицина, 1980. – 208 с.

7. Ольбинская, Л. И. Артериальная гипертензия у больных с сердечно-сосудистым риском / Л. И. Ольбинская, Т. Е. Морозова // Лечащий врач. – 2007. – № 3. – С .12 – 18.

Поступила 12.07.2012

DONOSOLOGICAL CHANGES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN RELATIVES OF PATIENTS WITH DILATED CARDIOMYOPATHY

*Zhuiko A.N., * Anischenko I.V., Kardash V.F., * Kruglikova M.A., Belashova I.A., Bulgak A.G., ** Ilukova I.I.*

The Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk

** Municipal City Hospital, N.E. Savchenko, Minsk*

*** The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*

Results of a survey of the cardiovascular system in blood relatives of patients with dilated cardiomyopathy (DCM).It is marked that an increase in left heart size and decreased left ventricular

contractility may serve as markers donosological changes of cardiovascular system formation in relatives of patients with DCM.

It is marked the tension of adaptive systems of the body with relatives: raised the general tone of the autonomic nervous system through the activation of the sympathetic nervous system.

Keywords: cardiovascular system, prevention, risk factors, dilated cardiomyopathy.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СЛЮНЫ И КОЖИ

Замбржицкий О.Н., Езепчик Ю.И., Герасимук М.О.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Обоснование и проведение профилактических оздоровительных мероприятий базируется как на данных об уровне загрязнения окружающей среды, так и на информации об изменениях состояния здоровья населения. В этом случае необходимо выявление неблагоприятного действия факторов окружающей среды на организм на ранних стадиях развития патологического процесса. При этом именно изменение иммунологической реактивности организма может быть одним из ранних проявлений этого воздействия. Ряд показателей неспецифической резистентности кожи и слизистых оболочек носоглотки интегрально характеризуют антимикробный иммунитет человека и, в целом, иммунологическую реактивность организма, могут информативно отражать настоящее состояние и прогноз здоровья. С учетом неинвазивности и технической простоты выполнения методы их определения могут использоваться для массового иммуноскрининга и иммуномониторинга населения, в том числе и студенческих коллективов.

Ключевые слова: неспецифическая резистентность, антимикробный иммунитет, неинвазивность, иммунологическая реактивность, иммуноскрининг, иммуномониторинг.

Введение. Современная урбанизированная окружающая среда, являющаяся постоянным местом жизнедеятельности более 70 % населения развитых стран, оказывает неблагоприятное влияние на здоровье людей в виде хронических химических нагрузок малой интенсивности. Биологической основой неблагоприятного воздействия является системное нарушение гомеостаза организма вследствие постепенного рассогласования и повреждения совокупности метаболических, нейрогуморальных, иммунных, генетических и других механизмов, обеспечивающих предупреждение или минимизацию нарушений гомеостатического равновесия.

Большое значение в диагностике донозологических нарушений гомеостаза имеет угнетение системы неспецифической резистентности, которая в первую очередь обеспечивает устойчивость организма к микробным воздействиям. При этом наблюдается снижение активности лизоцима крови, системы комплемента, β – лизина, пропердина, интерферонов, а также макро- и микрофагов. Параллельно происходит нарушение функционального состояния биологических барьеров – кожных покровов и слизистых оболочек, что обусловлено угнетением активности тканевых бактерицидных субстанций, лактопероксидазы, лактоферрина и гидролитических ферментов [1].

Одним из факторов, определяющих устойчивость организма к микробным воздействиям, является лизоцим, содержащийся в слюне, слезах, желудочном соке, сыворотке крови и в других жидкостях и тканях. Лизоцим продуцируют макрофаги и специальные эпителиальные клетки. Исследование состояния местного иммунитета по таким показателям, как «концентрация лизоцима в ротовой жидкости», «активность лизоцима», «бактерицидная активность слюны» имеет большое значение, так как известно, что первый этап взаимодействия организма с чужеродными биологическими агентами нередко происходит на поверхности слизистой оболочки ротовой полости.

Несмотря на доступность кожи для поступления микроорганизмов из окружающей среды, микробиоценоз резидентной микрофлоры кожных покровов является достаточно постоянным. Воздействие различных негативных факторов окружающей среды (химические нагрузки малой интенсивности, нерациональное питание), способствующих снижению иммунологической реактивности кожи, обусловливают увеличение числа микроорганизмов и появлению транзиторных форм.

Цель работы – исследовать состояние неспецифической резистентности у студентов - медиков по иммунологическим показателям слюны и кожи.

Материал и методы исследований. Оценка состояния аутомикрофлоры кожи и исследования показателей слюны проведены соответственно у 117 и 95 студентов 3-го курса медико-профилактического факультета БГМУ в декабре-январе месяце 2011–2012 года в соответствии с методическими рекомендациями [2–5].

Приготовление питательной среды и оценка состояния аутомикрофлоры.

Среду Коростелева (для выявления наличия и количества маннитутилизирующих штаммов стафилококка, а также общего числа микроорганизмов) готовили на стерильном мясопептонном агаре (далее – МПА). После расплавления агара в питательную среду добавляли 1,5 % спиртовой раствор индикатора бромтимолблау и маннит из расчета на 100 мл МПА: 0,5 мл бромтимолблау и 1 г маннита. При помощи стерильной пипетки наливают горячую (около 55 °С) среду Коростелева в рабочую часть бакпечатки (примерно 2,5 мл) и

подсушивают в термостате при температуре 37–40 °С в течение 20 минут. После остывания питательной среды образуется выпуклая плотная поверхность, что обеспечивает равномерный контакт среды с кожей. Площадь питательной среды на рабочей поверхности бакпечатки – 4см^2. Бакпечатки закрывают крышками и хранят в холодильнике при температуре от 4 до 10 °С не более 3-х суток. В процессе исследования аутомикрофлоры, бакпечатку прикладывают на 2-3 секунды агаровой поверхностью к коже внутренней стороны верхней трети предплечья испытуемого, закрывают крышкой и помещают на сутки в термостат при температуре 37 °С. После инкубации на питательной среде подсчитывают общее количество выросших колоний и число колоний маннитутилизирующего штамма стафилококка (оранжевого цвета). Клетки стафилококка при росте изменяют pH питательной среды за счет образования кислых продуктов метаболизма маннита (цвет питательной среды становится светло-желтым; первоначальный цвет – темно-зеленый).

В норме у здоровых людей неспецифические факторы защиты обеспечивают бактерицидные свойства кожи и на закрытых поверхностях кожных покровов обнаруживается маннитутилизирующий стафилококк в количестве не более 2-х клеток на 1 см^2 кожи (не более 8 колоний на поверхности одной бакпечатки) и до 10 клеток на 1 см^2 общей поверхностной микрофлоры (до 40 колоний на поверхности бакпечатки).

Подготовка и проведение иммунологических исследований слюны.

Сбор смешанной слюны (ротоглоточный секрет) производили утром натощак (после чистки зубов) в течение 10 минут без стимуляции слюноотделения в пластмассовые центрифужные пробирки с пробками. Затем слюну центрифугировали (3000 об/мин в течение 10 мин). Надосадочную жидкость хранили в холодильнике при температуре – 10 °С до момента постановки реакции. Несмотря на то, что количество лизоцима в надосадочной жидкости ниже, чем в нативной слюне (это связано с присутствием в комочках слизи клеточных элементов, более богатых лизоцимом), мы исследовали только надосадочную жидкость, так как только в этом случае данные параллельных исследований проб оказались близкими по значению.

Концентрацию лизоцима в ротовой жидкости (мкг/мл), активность лизоцима (%) в отношении грамположительных бактерий Micrococcus lysodeicticus, бактерицидную активность слюны (%) в отношении грамотрицательных бактерий E. coli определяли фотонефелометрическим методом. Содержание клеток E. coli на слизистой определяли высевом 0,2 мл нативной ротовой жидкости на чашки Петри, содержащие плотную элективную среду Левина.

Для людей 18–25 лет факторы неспецифического иммунитета слюны в норме обеспечиваются следующими показателями: концентрация лизоцима – 40–50 мкг/мл, активность лизоцима – 32–40 %, бактерицидная активностью слюны – свыше 60 %, отсутствие клеток E. coli в слюне.

Результаты и их обсуждение. Результаты показателей неспецифической резистентности кожи у 117 студентов следующие:

– отсутствие колоний маннитутилизирующего стафилококка было у 79 % испытуемых;

– от 1 до 2-х колоний стафилококка на 1 $см^2$ питательной среды бакпечатки у 5 % испытуемых;

– от 3 до 8 колоний стафилококка (сверхнормативное количество) на 1 $см^2$ питательной среды бакпечатки у 16 % испытуемых (M±m = 5,02±0,5; $p<0,05$)

– у 18 % студентов выявлено превышение суммарного количества клеток аутомикрофлоры кожи сверхустановленных норм - более 40 колоний на поверхности бакпечатки (M±m = 12,5 ± 0,8; $p<0,05$).

Распределение показателей неспецифической резистентности слюны у 95 испытуемых следующие:

– показатели концентрации лизоцима в ротовой жидкости находились в диапазоне от 2,5 до 100 мкг/мл (M±m = 39,4 ± 2,8; $p<0,05$); у 16,8 % концентрация лизоцима ниже нормы (40–50 мкг/мл);

– активность лизоцима составила 1,4–76,7 % (M±m = 31,8±2,3; $p<0,05$); у 45,2 % активность лизоцима ниже нормы (32–40 %);

– бактерицидная активность слюны 13,3–90,4 % (M±m = 71,3±3,1%; $p<0,05$); у 12,6 % студентов бактерицидная активность слюны ниже нормы (ниже 60 %);

– содержание бактерий E. coli в ротовой жидкости – у 7,3 % студентов были обнаружены от 1 до 20 клеток кишечной палочки при высеве 0,2 мл слюны на плотную среду Левина.

Заключение. В результате наших исследований установлено следующее.

– 16 % обследованного контингента (117 студентов) имеют неудовлетворительные показатели (сверхнормативные количества клеток маннитутилизирующего стафилококка) и 18 % (превышение общего количества микроорганизмов на поверхности кожи) неспецифического иммунитета кожи;

– от 12,6 до 45,2 % (из числа 95 студентов) - показатели неспецифического иммунитета слюны, не соответствующие норме. У 7,3 % испытуемых обнаружены от 1 до 20 клеток кишечной палочки при посеве 0,2 мл слюны.

Таким образом, показатели неспецифического иммунитета свидетельствует о напряжении гомеостатических и адаптационных резервов, угнетении тканевых бактерицидных субстанций у значительного числа обследованных и являются отражением состояния здоровья студентов-медиков БГМУ в зимний период 2011–2012 гг.

Литература

1. Рахманин, Ю. А. Научные основы диагностики донозологических нарушений гомеостаза при хронических химических нагрузках / Ю. А. Рахманин, Н. Н. Литвинов // Гигиена и санитария.– 2004.– № 1 – С. 9 – 11.

2. Комплекс методов оценки состояния неспецифической резистентности организма по иммунологическим показателям слюны / Н. В. Стомахина [и др.] // Гигиена и санитария. – 1992. – № 10. – С. 67 – 69.

3. Клемпарская, Н. Н. Оценка иммунологической реактивности людей на основании состояния аутофлоры кожи и полости рта: метод. рекомендации / Н. Н. Клемпарская, Г. А. Шальнова; Ин-т биофизики МЗ СССР. – М., 1978. – 12 с.

4. Шевляков, В. В. Критерии и методы определения иммунологической резистентности кожи и слизистых оболочек носоглотки в оценке состояния здоровья работающих при воздействии техногенных химических загрязнителей: метод. рекомендации / В. В. Шевляков, И. П. Семенов. – Минск, 1997. – 13 с.

5. Дорофейчук, В. Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом / В. Г. Дорофейчук // Лабораторное дело. – 1968. – № 1. – С. 28 – 30.

Поступила 15.06.2012

ASSESSMENT OF NONSPECIFIC RESISTANCE IMMUNOLOGICAL INDICES OF SALIVA AND SKIN

Zambrzhitsky O.N., Ezepchik J.I., Gerasimuk M.O.

The Belarusian State Medical University, Minsk

The substantiation and the carrying out of health activities are based on the data and demon striation of environmental factors, as well as on the statistics of the population's health changing's. In that case the detection of the unfourable effects of the hostility on the organism on the initial stages of the teratoid processes' development is essential. As we have identified – the changes in the immune reactivity of students' organisms may be one of the early manifestations of this. The indices of saliva and skin nonspecific immunity characterize the abilities of human organism to resist to the deleterious effects of the environment, also they are the basis for production of the immune system response of full value and reflect the health conditions of the organism.

Keywords: nonspecific resistance, antibacterial immunity, noninvasiveness, immunity creativeness, immunity screaming monitoring.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ГРИППОЗНОЙ ВАКЦИНЫ ИНФЛЮВАК У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Исмагулов А.Т., Бекшин Ж.М., Сагитова С.С., Сарсенбаева Ж.К.

Научный центр гигиены и эпидемиологии им. Х. Жуматова,

г. Алматы, Республика Казахстан

Реферат. В статье показана эффективность иммунизации против гриппа вакциной Инфлювак детей в возрасте 7-14 лет. Установлен рост сероконверсии с защитным уровнем титра антител (> 1:40) ко всем 3-м штаммам вируса гриппа А и В от 40,9 до 75,0 %, а также снижение заболеваемости среди привитых в 2,2 раза в период эпидемии гриппа.

Ключевые слова: вакцина, сероконверсия, эпидемиологическая эффективность.

Введение. Высокая восприимчивость детей к вирусам гриппа всех типов, тяжесть клинического течения и частота осложнений у заболевших, а также эпидемиологическая значимость детских контингентов, играющих «пусковую» роль в развитии гриппозных эпидемий – все это ставит проблему профилактики гриппа у детей в ряд важнейших вопросов медицинской науки и практики здравоохранения в условиях осложнения эпидемической ситуации по гриппу [1].

Основным направлением профилактики гриппа в Республике Казахстан продолжает оставаться активная иммунизация с помощью инактивированных гриппозных вакцин (далее – ИГВ) [2].

Задачей настоящего исследования являлась оценка реактогенных свойств, антигенной и эпидемиологической эффективности ИГВ Инфлювак для детей школьного возраста 7–14 лет.

Материал и методы исследований. Для иммунизации детей нами была использована гриппозная субъединичная вакцина Инфлювак, приготовленная из штаммов вируса гриппа A(H1N1), A(H3N2) и серотипа В.

Осенью 2008 г. в г. Кентау была проведена иммунизация 200 школьников 7–14 лет с помощью коммерческой гриппозной инактивированной трехкомпонентной тривакцины типа A(H1N1), A(H3N2) и В с содержанием в объеме 0,5 мл по 15 мкг гемагглютинина каждого компонента.

Реактогенные свойства вакцины изучены на контингенте 100 человек. При этом осуществляли ежедневный, в течение 5 дней клинический осмотр детей с обязательной термометрией, учетом общих и местных поствакцинальных реакций.

Для характеристики антигенной активности препарата исследованы в РТГА по общепринятой методике 100 парных сывороток крови.

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения антигенной активности препарата показали, что однократная иммунизация стимулировала 4-х кратный прирост среднегеометрических титров антител у 68,4 % детей к антигену A(H3N2), у 54,0 % – к антигену A(H1N1) и к B – 40,9 %. У непривитых этот показатель не превышал 1,4–1,6.

Кратность нарастания титров антител во вторых сыворотках составили: 21,0 – к A(H3N2), 24,2 – к A(H1N1), к вирусу B – 14,2. 88,5 % детей после иммунизации имели высокий защитный уровень антител (P ≥ 1:40). ИГВ Инфлювак характеризовалась слабой реактогенностью и выраженной антигенной активностью. Продолжительность заболеваемости в обеих группах было 6 дней (таблица 1).

Как видно из таблицы 1 в конце 2008 г и в первом квартале 2009 г. в период эпидемии гриппа B+A(H1N1) заболеваемость у детей привитых составила 3,5 на 100 человек, а среди непривитых – 7,8, индекс эффективности вакцины составил 2,2, при коэффициенте защиты – 56, %.

Таблица – Иммуногенность инактивированной гриппозной вакцины Инфлювак

Контингент	Число лиц	Иммуногенность									ИЭ	КЗ (%)
		Среднее геометр. титры антител (%)			Сероконверсия к штаммам (%)			Кратность прироста антител к штамму				
		A(H3N2)	A(H1N1)	B	A(H3N2)	A(H1N1)	B	A(H3N2)	A(H1N1)	B		
Привитые	100	68,0	54,0	40,1	75,0	66,4	40,9	21,0	24,2	14,2		
Непривитые	100	2	8	0	7,4	8,8	8,1	1,6	1,4	0,8	2,2	56,3

Примечания:
1. ИЭ — Индекс эффективности.
2. КЗ — Коэффициент защиты в %.
3. Средний геометрический титр антител в обратных величинах.

При изучении динамики заболеваемости в наблюдаемых группах обращает внимание отставание сроков подъема заболеваемости в группе привитых. У непривитых кривая заболеваемости гриппом имела взрывной характер с пиком в четвертой неделе, а у привитых заболеваемость регистрировалась в более поздние сроки и протекала без осложнений.. Показатели статистически достоверны (P<0,01).

Выводы:

1. Результаты исследования инактивированной трехкомпонентной вакцины Инфлювак показали ее ареактогенность, иммуногенную активность.

2. В контрольных наблюдениях у детей школьного возраста установлена высокая эпидемиологическая эффективность ИГВ-Инфлювак ИЭ=2,2 (КЗ=56,3 %).

Таким образом, результаты исследований, полученных в ограниченных наблюдениях, свидетельствовали об ареактивности, достаточно высокой иммуногенной активности и эпидемиологической эффективности противогриппозной вакцины Инфлювак у привитых детей 7–14 лет.

Литература

1. ВОЗ. Профилактика и контроль пандемии гриппа и ежегодных эпидемий гриппа // Record. – 2010. – 75. – P. 12 – 16.

2. Современные инактивированные противогриппозные вакцины: метод. рекомендации / под ред. Б. В. Каральник, А. Т. Исмагулов. – Алматы, 2007.

Поступила 31.05.2012

EPIDEMIOLOGICAL EFFICIENCY OF INACTIVATED INFLUENZA VACCINE INFLYUVAK SCHOOL-AGE CHILDREN

Ismagulov A.T., Omarova M.N., Sagitova S.S., Sarsenbaeva Zh.K.

Scientific Centre of Hygiene and Epidemiology Named after Kh. Zhumatov,

Almaty, Republic of Kazakhstan

The paper shows the effectiveness of immunization against influenza vaccine INFLYUVAK children aged 7-14 years. Set to increase in seroconversion with protective levels of antibody titer (> 1:40) to all 3 strains of influenza virus A and B from 40,9 to 75,0 %, and reduced morbidity among vaccinated 2.2 times during the flu epidemic.

Keywords: vaccine, seroconversion, epidemiologic effectiveness.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ, СВЯЗАННЫХ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ, В ГОСУДАРСТВАХ - ЧЛЕНАХ ЕВРАЗЭС

** ** Киселев А.В., ** * Ломтев А.Ю., * ** Еремин Г.Б., * Панькин А.В.*

** Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова*

г. Санкт-Петербург, Россия

*** Институт прикладной экологии и гигиены, г. Санкт-Петербург, Россия*

Реферат. Проведен анализ национального законодательства в области оценки риска и оценки управления риском в странах ЕврАзЭС. Установлено его значимость для обеспечения гигиенической и экологической безопасности, сохранения и модернизации городской среды, повышения качества жизни населения.

Ключевые слова: риск здоровью, гигиена и охрана окружающей среды, здравоохранение, санитария и эпидемиология, оценка управления риском.

Введение. В 20 столетии, периоде беспрецедентного роста городов, выявилась потребность человечества в разработке и внедрении принципов устойчивого развития в области градостроительства и территориального планирования. Эта потребность стала основой концепции «устойчивого развития территорий», подразумевающей под собой обеспечение безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека при осуществлении градостроительной деятельности, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду. «Устойчивое развитие территории» означает улучшение градостроительной среды жизнедеятельности населения на основе оптимальной концентрации разных видов деятельности в каждой местности в увязке с размещением населения и рабочих мест.

Принципы устойчивого развития, разработанные и согласованные мировым сообществом (Документы Конференции ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 1992), сочетают цели стабильного и динамичного социально-экономического роста, с одной стороны, и надежную природно-ресурсную и экологическую безопасность развития, с другой. В настоящее время они рассматриваются как главное стратегическое направление жизнедеятельности и эволюции регионов и городов. Устойчивое развитие предполагает жесткую и обоснованную регламентацию хозяйственного использования природной среды и ее ресурсного потенциала, взвешенную и целенаправленную социально-демографическую политику, стабильный и динамичный экономический рост, нацеленный на приоритетное решение социальных проблем и достижение все более высокого качества жизни населения.

Устойчивое развитие городов направлено на сохранение и модернизацию городской среды для улучшения условий жизнедеятельности населения и повышения качества жизни.

Устойчивое развитие человечества, при котором удовлетворение потребностей настоящих поколений осуществляется без ущерба для будущих поколений. Управляемое сбалансированное развитие общества, не разрушающего своей природной основы, может быть достигнуто путем изучения и совершенствования права, обеспечивающего экологическую и гигиеническую безопасность граждан. Это возможно потому, что особое значение среди принципов экологического права занимает приоритет охраны жизни и здоровья человека. В связи с этим важнейшей особенностью современного экологического права является станов-

ление и развитие института экологических прав и обязанностей граждан в качестве одного из определяющих в его системе.

В связи с активным развитием интеграционных процессов в экономике, возникла необходимость гармонизации законодательства о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения стран содружества ЕврАзЭС (Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Российской Федерации, Таджикистана), в целях обеспечения реализации прав граждан на охрану здоровья и санитарно-эпидемиологическое благополучие.

Материал и методы исследований. Объектом исследования в настоящей работе являлись международные договоры, законодательство государств-членов ЕврАзЭС: Конституционные законы, законы о санитарно-эпидемиологическом благополучии, об охране окружающей среды, об экологической экспертизе, о техническом регулировании, законы о градостроительстве и архитектуре, земельные кодексы.

Цель работы – сравнительно-правовой анализ национальных законодательных актов в сфере оценки риска здоровью населения, связанного с воздействием окружающей среды, определение единых для государств-членов ЕврАзЭС принципов и норм законодательства в данной области, разработка рекомендаций по гармонизации законодательства государств-членов ЕврАзЭС в сфере оценки риска здоровью населения при осуществлении хозяйственной деятельности.

Результаты и их обсуждение. Исследование было начато с анализа положений Конституций стран, в которых в той или иной мере определены права граждан в области охраны здоровья. Анализ показал, что оценка риска здоровью населения используется в целях правового регулирования деятельности заинтересованных сторон в сфере оценок «окружающая среда – здоровье» в законодательстве государств-членов ЕврАзЭС. Однако уровень и широта использования данного оценочного критерия весьма разнородны.

Так, в законодательном аспекте в наибольшей степени методология оценки риска здоровью гармонизирована в области обеспечения радиационной безопасности населения. Законы государств – членов ЕврАзЭс используют практически идентичные формулировки, а принципы регулирования допустимых уровней радиационного воздействия основаны на принципах оценки риска здоровью.

Что касается других факторов среды обитания человека, то здесь очевидны существенные различия как по применению самого понятия «оценка риска здоровью», так и по его месту в системе законодательного регулирования.

В чистом виде термин «оценка риска здоровью» применяется в законодательных актах Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Казахстан. Законодательство Кыргызской Республики и Республики Таджикистан использует терминологические пары

«опасность-безопасность» и «вред-безвредность», которые хотя и подразумевают, в том числе, оценку риска для здоровья человека, однако в явном виде это не постулируют.

Наиболее значимо оценка риска как правовая и организационная категория используется в законодательстве Республики Казахстан, где, например, в соответствии с Кодексом Республики Казахстан о здоровье народа и системе здравоохранения оценка риска, является научно обоснованной методологией оценки вероятности проникновения и распространения возбудителей или переносчиков инфекционных и паразитарных заболеваний, а также негативного воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения и связанных с этим потенциальных медико-биологических и экономических последствий. Кроме того, оценка риска является одним из инструментов профессиональной деятельности санитарно-эпидемиологической службы, в то время как целевой задачей правового регулирования в области охраны окружающей среды является минимизация рисков для здоровья населения.

В законодательстве Республики Беларусь оценка риска здоровью включена в закон «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» в части обоснования санитарных правил, а также проведения социально-гигиенического мониторинга.

В Российской Федерации оценка риска здоровью включена в понятие экологического риска в Законе о техническом регулировании и является аналитическим инструментом социально-гигиенического мониторинга, проводимого в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».

Законодательство Кыргызской Республики и Республики Таджикистан, как уже указывалось выше, не используют понятие «оценка риска для здоровья человека», заменяя ее терминологическими парами «опасность-безопасность» и «вред-безвредность».

Заключение. Выполненный сравнительно-правовой анализ позволил установить следующее.

1. Анализ риска, включающий, кроме оценки управление риском и распространение информации о риске, эффективный инструмент обеспечения гигиенической и экологической безопасности в сфере «среда обитания – здоровье человека». Анализ риска здоровью населения позволят обеспечить сохранение и модернизацию городской среды для улучшения условий жизнедеятельности населения и повышения качества жизни. Столь эффективный инструмент обеспечения охраны здоровья граждан требует развития и унификации подходов к оценке и управления риском в законодательстве государств – членов ЕврАзЭС.

2. Необходимо разработать типовой законодательный акт для государств – членов ЕврАзЭС, унифицирующий процедуру оценки риска здоровью населения в связи с воздействием факторов среды обитания человека.

3. Следует утвердить процедуру оценки риска здоровью как одного из элементов обоснования санитарных норм и правил, а также законодательно утвердить обязательность проведения процедуры оценки остаточного риска здоровью при разработке проектной документации на строительство или реконструкцию промышленных предприятий или иных объектов, являющихся источником неблагоприятного воздействия на среду обитания человека.

4. Требуется разработать порядок применения процедуры оценки риска здоровью для решения правовых споров в области причинения (или вероятности причинения) вреда здоровью при загрязнении или ином неблагоприятном воздействии на среду обитания человека.

Поступила 25.05.2012

FEATURES OF ORGANIZATIONAL AND LEGAL HEALTH RISK ASSESSMENT RELATED TO ENVIRONMENT EFFECTS IN EurAsEC MEMBER-STATES

** ** Kiselev A.V., ** * Lomtev A.Yu., * ** Eremin G.B., * Pankin A.V.,*

** North-Western State Medical University named after I.I. Mechnicov, St. Petersburg, Russia*

*** Institute of Practical Ecology and Hygiene, St. Petersburg, Russia*

A comparative and legal analysis of national legislation of risk assessment to human health associated with exposure to the environment, the definition of common principles for the EurAsEC member-states and rules of law in this area in order to develop recommendations for the harmonization of legislation of the EurAsEC member- states in the field of risk assessment to human health in economic activities has been done.

Keywords: hygiene and environmental safety, health, health risk assessment, risk to health, sanitary and epidemiological well-being, and environment.

МЕЖДУНАРОДНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМЫХ РУТИННЫХ ВЫБРОСОВ АЭС

Кляус В.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Исследование проводилось в рамках работы Группы I «Рекомендуемые методологии для контроля рутинных выбросов» международного проекта МАГАТЭ – EMRAS II. С

применением различных радиоэкологических моделей проведена оценка доз облучения населения при нормальной эксплуатации АЭС при заранее определенном сценарии и фиксированном стандартизированном выбросе радионуклидов Kr-85, I-131, Cs-137 и Co-60 равным 1 ТБк/год. Результаты оценки, проведенной с помощью модели PC-CREAM 08, показали, что дозы облучения при нормальной эксплуатации АЭС крайне низки (общая эффективная доза составит $6{,}06\times10^{-4}$ Зв/год). Полученные значения полностью согласуются с результатами, полученными с применением других методик для заданного сценария облучения.

Ключевые слова: АЭС, нормальная эксплуатация, контролируемые выбросы, доза облучения населения, методология оценки доз.

Введение. Главной целью деятельности Международного агентства по атомной энергии (далее – МАГАТЭ) в области экологического моделирования является повышение возможностей стран-членов МАГАТЭ в оценке уровня воздействия на людей и окружающую среду ионизирующего излучения, связанного с выбросами радионуклидов и от радионуклидов, которые уже присутствуют в окружающей среде. Данная оценка уровня воздействия производится путем моделирования переноса радионуклидов в окружающей среде.

В 2009 г. МАГАТЭ инициировало проект «Экологическое моделирование в целях обеспечения радиационной безопасности – EMRAS II», направленный на усовершенствование возможностей в области оценки доз облучения за счет получения более точных данных для тестирования моделей, сравнения, достижения консенсуса в философии моделирования, подходов и параметров, разработки более совершенных методов и обмена информацией [1].

Проект EMRAS II, который завершился в 2011 г., являлся продолжением предыдущих международных проектов в области радиоэкологического моделирования, таких как BIOMOVS (BIOspheric Model Validation Study, 1985 г.) и BIOMOVS II, VAMP (Validation of Model Predictions, 1988-1996 гг.), BIOMASS (BIOsphere Modelling and ASSessment, 1996–2001 гг.), и EMRAS (2003–2007 гг.), и был направлен на те области исследования, в которых все еще оставалась неопределенность в возможности прогнозирования с помощью экологических моделей.

В реализации проекта EMRAS II участвовали эксперты из многих стран-членов МАГАТЭ, включая Республику Беларусь, которые были разделены на 9 рабочих групп.

Основным направлением работы Группы I «Рекомендуемые методологии для контроля рутинных выбросов», в составе которой работали эксперты Республиканского научно-практического центра гигиены, являлось определение эталонных моделей для оценки радиологических последствий от запланированных выбросов, а также в ситуации существующего облучения [1]. Цель работы заключалась в определении стандартизированной и согласованной методологии оценки радиологических последствий запланированных выбросов для населения и окружающей среды в широком диапазоне ситуаций.

Материал и методы исследований. Объектом исследования являлась атомная электростанция (АЭС) Sizewell B, Великобритания, в режиме нормальной эксплуатации с гипотетическим стандартизированным контролируемым выбросом радионуклидов Kr-85, I-131, Cs-137 и Co-60 в атмосферу равным 1 ТБк/год для каждого радионуклида. Эффективная высота выброса при постоянной скорости ветра равной 5 м/с и нейтральном классе стабильности атмосферы D (без осадков) принята равной 19 м. Продолжительность выпадений принята равной сроку эксплуатации АЭС – 50 лет. Ширина сектора, над которым распространяется облако, принята равной 0,52 радиан, а время, проводимое человеком в месте облучения, – 7150 час/год.

На сегодняшний день разработано большое количество моделей, которые могут быть использованы для моделирования переноса радионуклидов в окружающей среде и последующей оценки доз облучения.

В данном проекте экспертами использовались модели: PC-CREAM 98[1] и PC-CREAM 08, IMPACT, CROM, SYMBIOSE, «Poseidon – R», RDEMO [2]. Все вышеперечисленные модели являются моделями переноса радионуклидов в окружающей среде и учитывают ряд путей облучения. Целью каждого из этих программных пакетов является оценка доз облучаемого лица, которое, в зависимости от принятого в той или иной стране подхода, может быть членом критической группы, для которой подразумеваются наибольшие дозы облучения, или репрезентативным человеком.

Белорусскими экспертами значения концентрации радионуклидов и доз облучения оценивались с помощью лицензионного программного пакета PC-CREAM 08 (Consequences of Releases to the Environment: Assessment Methodology), разработанного Агентством по охране здоровья Великобритании (HPA). PC-CREAM 08 разработан с использованием рекомендаций Публикации 103 МКРЗ [3], дозовые коэффициенты и взвешивающие тканевые множители – как приведено в Публикации 60 МКРЗ [4], и представляет собой комплексную модель, разделенную для удобства использования на компоненты «Models» и «ASSESSOR». «Models» включает ряд математических моделей («PLUME», «GRANIS», «RESUS» и «FARMLAND») для прогнозирования переноса радионуклидов между компонентами окружающей среды и расчета концентрации радионуклидов в различных средах в результате постоянного выброса. Значения концентрации радионуклидов в дальнейшем используются в «ASSESSOR» для оценки доз облучения.

При оценке доз облучения учитывались следующие пути поступления радионуклидов в организм:

---

[1] PC-CREAM 98 является предыдущей версией программы PC-CREAM 08.

– Потребление загрязненных радионуклидами продуктов питания;

– Ингаляция (от облака и ресуспензированных радионуклидов);

– Внешнее облучение от радионуклидов в воздухе (от облака);

– Внешнее облучение от осажденных на поверхность земли радионуклидов.

Дозы облучения оценивались для взрослого человека, живущего в 300 м от площадки АЭС и потребляющего продукты питания с фермы, расположенной в 1000 м от площадки. Подразумевалось, что 100 % потребляемых продуктов загрязнены радионуклидами и поправочный коэффициент на переработку продуктов равен 1.

Доза облучения от потребления продуктов питания оценивалась по формуле [5]:

$$E = d_i \times D_i \times FC_i \times I_{ing} \times DC_{ing} \quad (1)$$

где E – среднегодовая доза облучения от потребления загрязненных продуктов питания, Зв/год;

d_i – скорость осаждения радионуклидов, Бк/м^2/день;

D_i – выброс радионуклида i, Бк/с;

FC_i – концентрация радионуклида i в продукте питания, Бк/кг;

I_{ing} – потребление продукта питания, кг/год (таблица 1);

DC_{ing} – дозовый коэффициент, Зв/Бк [6].

Таблица 1 – Потребление продуктов питания населением, заданное сценарием оценки

Продукт питания	Потребление, кг (л)/год
Молоко	208,4
Говядина	28
Баранина	2,4
Листовые овощи	65,6
Корнеплоды	110,9
Фрукты	42,4

Концентрация радионуклидов в пищевых продуктах рассчитывалась с помощью модели «FARMLAND». Наиболее значимые процессы миграции радионуклидов, учитываемые в модели «FARMLAND», приведены на рисунке 1.

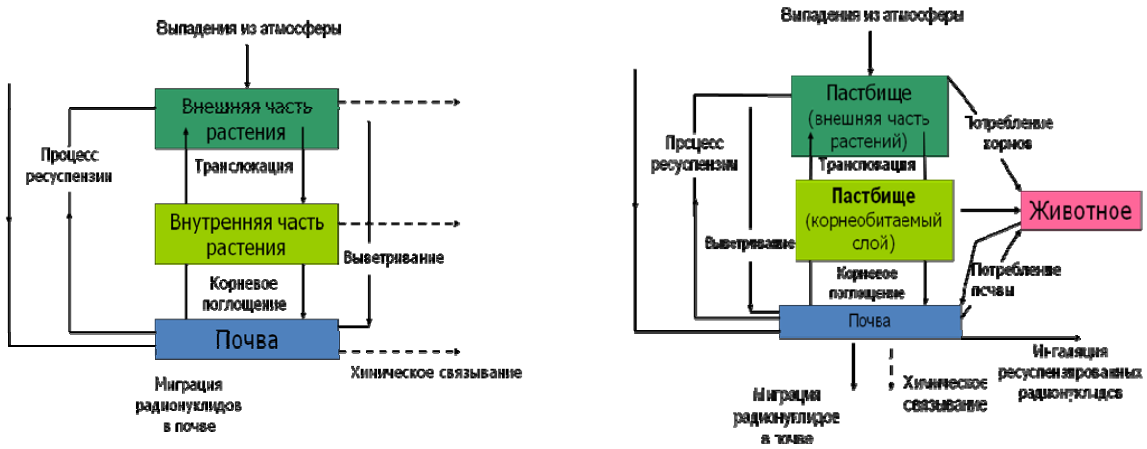


Рисунок 1 – Процессы миграции радионуклидов, учитываемые в модели «FARMLAND»

С целью уменьшения неопределенности при оценке концентрации радионуклидов в почве, растениях и организмах животных выбран ряд общих параметров сценария, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры, относящиеся к сельскохозяйственным растениям и животным, заданные сценарием по умолчанию

Параметр	Единицы измерения	Значение
Объемная плотность почвы	кг (сухой вес) $м^{-3}$	1300
Фактор задержки листвой для листовых овощей	–	0,5
Фактор задержки листвой для корнеплодов	–	0,8
Фактор задержки листвой для фруктов	–	0,3
Отношение сухой вес/сырой вес для листовых овощей	кг (сухой вес) растения /кг (сырой вес) растения	0,12
Отношение сухой вес/сырой вес для корнеплодов	кг (сухой вес) растения /кг (сырой вес) растения	0,21
Отношение сухой вес/сырой вес для фруктов	кг (сухой вес) растения /кг (сырой вес) растения	0,16
Скорость очищения растительности от выпавших радионуклидов (за счет всех процессов кроме радиоактивного распада) для листовых овощей, корнеплодов и фруктов	$с^{-1}$	$5,73\times10^{-7}$
Урожайность листовых овощей	кг (сырой вес) $м^{-2}$	4,9
Урожайность корнеплодов	кг (сырой вес) $м^{-2}$	2,1
Урожайность фруктов	кг (сырой вес) $м^{-2}$	2,2
Параметр	Единицы измерения	Значение
Доля кормов, загрязненных радионуклидами	–	1
Количество кормов, потребляемых коровой	кг (сухой вес) $дней^{-1}$	16
Количество кормов, потребляемых овцой	кг (сухой вес) $дней^{-1}$	1,6

Продолжение таблицы 2

Количество потребляемой с кормами почвы	кг (сухой вес) почвы/ кг (сырой вес) кормов	0,1
Доля активности, ежедневно получаемой коровой при потреблении кормов, которая переходит в единицу массы продукции (молоко)	дней $кг^{-1}$ (сырой вес)	0,01
Доля активности, ежедневно получаемой коровой при потреблении кормов, которая переходит в единицу массы продукции (мясо)	дней $кг^{-1}$ (сырой вес)	0,05
Доля активности, ежедневно получаемой овцой при потреблении кормов, которая переходит в единицу массы продукции	дней $кг^{-1}$ (сырой вес)	0,3
Интенсивность ингаляции коровы	$м^3$ $день^{-1}$	90
Интенсивность ингаляции овцы	$м^3$ $день^{-1}$	8,64
Доля активности, ежедневно получаемой коровой при ингаляции, которая переходит в единицу массы продукции (молоко)	дней $кг^{-1}$ (сырой вес)	$1,62\times10^{-3}$
Доля активности, ежедневно получаемой коровой при ингаляции, которая переходит в единицу массы продукции (мясо)	дней $кг^{-1}$ (сырой вес)	$4,60\times10^{-2}$
Доля активности, ежедневно получаемой овцой при ингаляции, которая переходит в единицу массы продукции	дней $кг^{-1}$ (сырой вес)	$1,29\times10^{-1}$

Скорость осаждения (м $с^{-1}$) и коэффициент вымывания радионуклидов ($с^{-1}$) выбраны как рекомендовано Публикацией МАГАТЭ Safety Report Series № 19 [7].

Необходимо отметить, что при выборе общих параметров сценария, как сельскохозяйственных, так и других, проведен ряд итераций с целью обеспечения максимальной согласованности данных, используемых всеми моделями и максимального сближения принципов и подходов, принятых в различных методологиях [2].

Индивидуальная доза облучения от ингаляции оценивалась по формуле [5]:

$$H(d_n,\theta_n,t) = \chi(d_n,\theta_n,t)H_{inh}I_{inh} \qquad (2)$$

где $\chi(d_n,\square_n,t)$ – концентрация радионуклидов в воздухе в кольцевом сегменте n и ограниченном углом □ в момент времени t, Бк/$м^3$;

H_{inh} – дозовый коэффициент для ингаляции, Зв/Бк [6];

I_{inh} – интенсивность ингаляции, $м^3$/год; согласно сценарию интенсивность ингаляции принята равной 8400 $м^3$/год.

Доля времени, в течение которого человек подвергается облучению от ингаляции, принята равной 1 (100 % времени).

При оценке доз внешнего облучения полагалось, что доля времени, которую человек проводит вне помещения (от общего времени облучения) составляет 0,2 (20 % времени). Ко-

эффициент экранирования зданиями для облучения от облака принят равным 0,2, а коэффициент экранирования для облучения от поверхности земли – 1.

Поглощенная доза в воздухе оценивалась и использованием модели «GRANIS» по формуле [5]:

$$D = \frac{PE}{2} \times \left(\frac{\mu_a}{\rho} \right)_{air} \times C_A \int_{L1}^{L_2} \int_{C(h+L_1)}^{\infty} B(\varphi, L, E) \times \frac{e^{-\varphi(L,E)}}{\varphi(L,E)} d\varphi dL \qquad (3)$$

где: D – мощность поглощенной дозы в воздухе на расстоянии 1 м над поверхностью почвы, Гр/час;

P – постоянная, равная $9{,}6 \times 10^{12}$ Дж/час МэВ$^{-1}$с;

E – энергия фотона, МэВ;

$(\mu_a/\rho)_{air}$ – коэффициент ослабления массы для фотона с энергией Е, м^2/кг;

C_A – число фотонов с начальной энергией Е (МэВ), испускаемых за 1 секунду с единицы площади 1 м^2 почвенного слоя толщиной 1 см;

B – фактор накопления для рассеянного излучения;

φ – длина свободного пробега гамма излучения от dr до точки расчета в объеме L.

Доза внутреннего облучения населения за счет ингаляции ресуспензированных радионуклидов рассчитана с помощью модели «RESUS», которая основана на эмпирической модели Garland. Эмпирическая модель Garland определяет фактор ресуспензии как отношение концентрации радионуклидов в воздухе (Бк/м^3) к концентрации радионуклида, осажденного на поверхности земли (Бк/м^2), и описывается следующим эмпирическим выражением [5]:

$$k(t) = \left(1{,}2 \cdot 10^{-6} t^{-1} + 10^{-9}\right) \cdot e^{-\lambda t} \qquad (4)$$

где k – фактор ресуспензии, м$^{-1}$;

t – период осаждения, дней;

λ – постоянная распада радионуклида, дней$^{-1}$;

$1{,}2 \times 10^{-6}$ м$^{-1}$ – постоянная, равная ресуспензии в первый день осаждения радионуклида. Постоянная получена эмпирическим путем, характерна для стран Северной Европы;

$1{,}0 \times 10^{-9}$ м$^{-1}$ – постоянная, равная ресуспензии в долгосрочный период (многолетний выброс радионуклида). Постоянная получена на основании чернобыльских исследований.

Таким образом, концентрация радионуклида в воздухе в процессе ресуспензии при длительных выпадениях может быть представлена в виде [5]:

$$I_R = 3{,}15 \times 10^7 \int_1^{t_2} k(t)dt \qquad (5)$$

где I_R – концентрация радионуклида в воздухе в процессе ресуспензии за период времени t_2;

t_2 – период интегрирования, дней;

k – фактор ресуспензии, $м^{-1}$.

Доза облучения населения за счет ингаляции ресуспензированных радионуклидов рассчитывалась по формуле (2) с использованием рассчитанного значения концентрации радионуклидов в воздухе вследствие ресуспензии I_R (d_n,□$_n$,t), т.е. для кольцевого сегмента n и ограниченном углом □ в момент времени t.

Результаты и их обсуждение. По данным расчетов концентрация каждого из радионуклидов в воздухе составит $5{,}8\times10^{-2}$ Бк/м^3. Результаты оценок доз внешнего и внутреннего облучения представлены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Индивидуальные дозы внешнего облучения от выброса в атмосферу

Доза облучения, Зв/год	Co-60	Cs-137	I-131	Kr-85
Облучение от облака	1,16×10-7	5,95×10-9	1,89×10-8	4,37×10-10
Облучение от поверхности земли	1,57×10-4	9,40×10-5	4,01×10-6	

Таблица 4 – Индивидуальные дозы внутреннего облучения от выброса в атмосферу

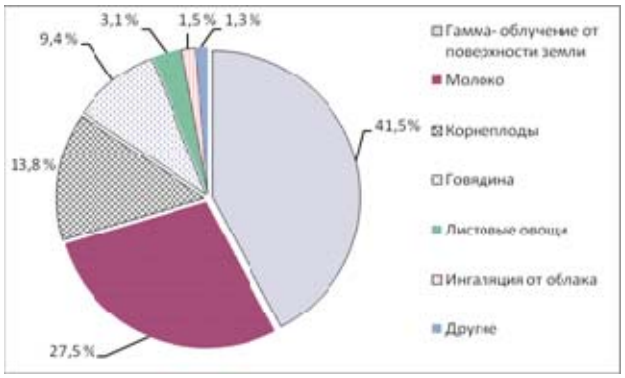
Доза облучения, Зв/год	Co-60	Cs-137	I-131	Kr-85
Листовые овощи	$8{,}35\times10^{-7}$	$4{,}83\times10^{-6}$	$1{,}29\times10^{-5}$	–
Корнеплоды	$2{,}02\times10^{-7}$	$4{,}54\times10^{-5}$	$3{,}80\times10^{-5}$	–
Фрукты	$1{,}65\times10^{-7}$	$5{,}83\times10^{-6}$	$6{,}12\times10^{-6}$	–
Молоко	$1{,}72\times10^{-7}$	$7{,}68\times10^{-5}$	$8{,}96\times10^{-5}$	–
Говядина	$1{,}90\times10^{-8}$	$5{,}28\times10^{-5}$	$3{,}95\times10^{-6}$	–
Баранина	$1{,}30\times10^{-9}$	$4{,}27\times10^{-6}$	2,26E-07	–
Ингаляция	$4{,}02\times10^{-6}$	$1{,}93\times10^{-6}$	$3{,}09\times10^{-6}$	$1{,}90\times10^{-10}$

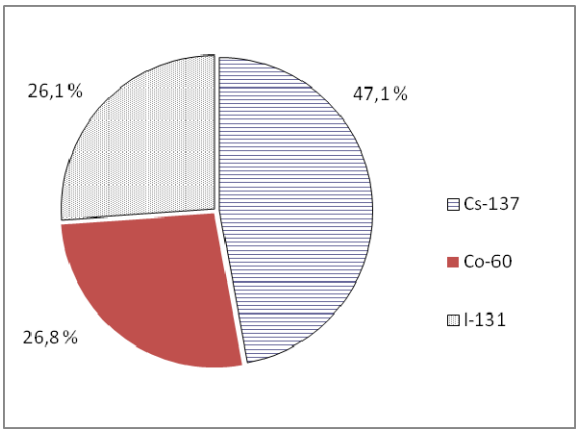
Таким образом, общая эффективная доза облучения от всех рассматриваемых радионуклидов в выбросе по всем путям поступления составит $6{,}06\times10^{-4}$ Зв/год. При этом, общая эффективная доза облучения от Cs-137 будет максимальной и составит $2{,}86\times10^{-4}$ Зв/год, от Co-60 – $1{,}62\times10^{-4}$ Зв/год, от I-131 – $1{,}58\times10^{-4}$ Зв/год, от Kr-85 – $2{,}47\times10^{-10}$ Зв/год.

Критическими путями поступления радионуклидов в организм будут: облучение от поверхности земли – 41,5 % и потребление продуктов питания – 55,7 %. Вклад остальных путей поступления составит 2,8 % (рисунок 2 (А)).

Максимальный вклад в дозу при стандартизированном выбросе 1 ТБк будет вносить Cs-137 – 47,1 %, вклад радионуклидов Co-60 и I-131 будет практически одинаковым и соста-

вит 26,8 % и 26,1 % соответственно. Вкладом в общую эффективную дозу Kr-85 можно пренебречь (рисунок 2 (Б)).





(А) (Б)

Рисунок 2 – Вклад различных путей поступления (А) и радионуклидов (Б) в общую эффективную дозу облучения

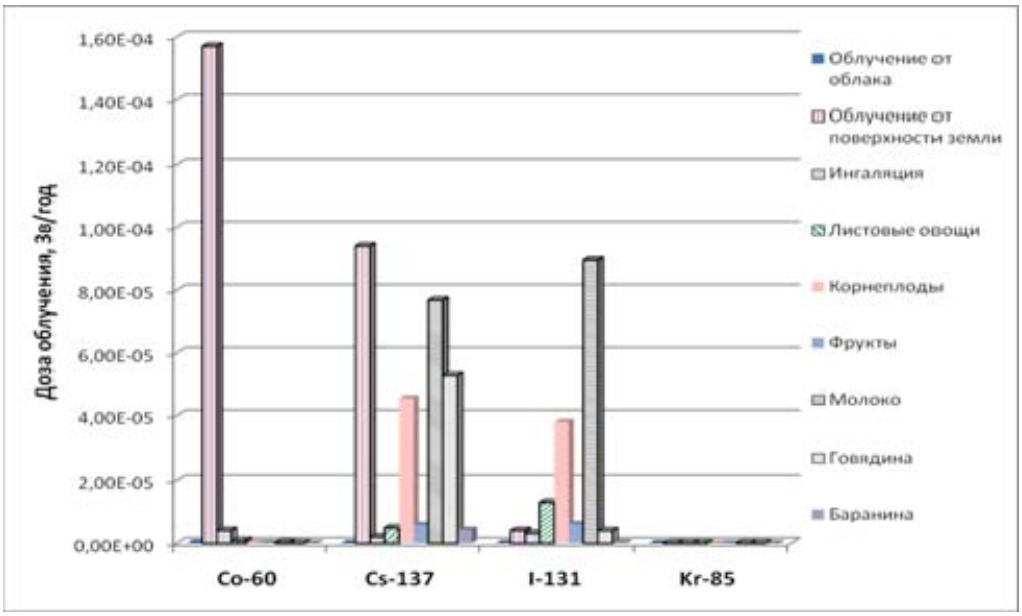


Рисунок 3 – Вклад различных путей поступления в дозу облучения от отдельных радионуклидов

На рисунке 3 показано, что максимальный вклад в формирование дозы облучения Co-60 вносит облучение от поверхности земли, в дозу облучения Cs-137 – потребление пищевых продуктов (молоко, мясо и корнеплоды), а также облучение от поверхности земли, в дозу облучения I-131 – потребление молока, в дозу облучения Kr-85 – ингаляция.

При сравнении результатов оценок доз облучения от отдельных радионуклидов, выполненных с помощью различных программных пакетов и по различным методикам, установлено, что с учетом неопределенности при средней дозе $6{,}06\times10^{-4}$ Зв/год максимальная до-

за может составлять около 24×10^{-4} Зв/год, а минимальная – $1,5\times10^{-4}$ Зв/год. Т.е. результаты оценки варьируют в 4 раза, что можно считать приемлемым, учитывая степень сложности физических и химических процессов, влияющих на миграцию радионуклидов в окружающей среде [2].

Заключение. В результате оценки доз облучения населения моделью PC-CREAM 08 при нормальной эксплуатации АЭС при заданном сценарии выброса и стандартизированном выбросе радионуклидов Kr-85, I-131, Cs-137 и Co-60 1 ТБк/год общая эффективная доза облучения от всех рассматриваемых радионуклидов по всем путям поступления составит $6,06\times10^{-4}$ Зв/год. Результаты оценок доз облучения различными моделями от различных радионуклидов варьируют в 4 раза. Для достижения сравнимых результатов ключевым моментом являлось использование одинаковых параметров оценки.

Более подробные результаты исследования, проведенного в рамках работы Группы I EMRAS II «Рекомендуемые методологии для контроля рутинных выбросов», выводы и разработанные рекомендации по проведению оценки, будут приведены в специально подготовленном отчете МАГАТЭ о деятельности рабочей группы.

Литература

1. EMRAS II. Environmental Modelling for Radiation Safety [Электронный ресурс] : International Atomic Energy Agency. – Режим доступа: http://www-ns.iaea.org/projects/emras/emras2/default.asp?s=8&l=63.–Дата доступа 26.04.2012г.

2. Reference Methodologies for Radioactive Controlled Discharges: An Activity within the IAEA's program «Environmental Modeling for Radiation Safety II» (EMRAS II) / T. J. Stocki [et al.] // Radioprotection. – 2011. – Vol. 46, Issue 6. – P. 687 – 693.

3. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection: Publication No 103, Ann. ICRP 37 (2-4) / The International Commission on Radiological Protection. – Oxford and New York : Pergamon Press, 2007. – 332 p.

4. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 60 / International Commission on Radiological Protection. – Oxford and New York : Pergamon Press, 1991. – 201 p.

5. Smith, J. G. The methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment used in PC-CREAM 08. HPA-RPD-058 / J. G. Smith, J. R. Simmonds. – Didcot, HPA, 2009. – 295 p.

6. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No 115 / Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labor Organisation, OECD

Nuclear Energy Agency, PAN American Health Organization, World Health Organization. – Vienna : IAEA, 1996. – 353 p.

7. Safety Report Series № 19. Generic Models for Use in Asessing the impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. – Vienna, IAEA, 2001 – 216 p.

Поступила 16.05.2012

INTERNATIONAL METHODOLOGIES OF DOSE ASSESSMENT TO PUBLIC FOR CONTROLLING DISCHARGES OF ROUTINE RELEASES

Kliaus V.V.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

This study was conducted within the activity of a Working Group I «Reference Methodologies for Controlling Discharges of Routine Releases» of the International IAEA Project – EMRAS II. Dose assessment for public was made with the help of different models for the defined scenario of exposure and fixed standardized release of 1 TBq/y of radionuclides Kr-85, I-131, Cs-137 and Co-60. The results of the assessment which was performed with the use of the PC-CREAM 08 code showed that in case of normal operation of the NPP doses to public are very low (total effective dose will be $6{,}06\times10^{-4}$ Sv/y). These results are fully consistent with the results achieved with the help of other methodologies for the predefined exposure scenario.

Keywords: NPP, normal operation, controlled discharges, dose to public, methodology for dose estimation.

О РЕЗУЛЬТАТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РЕПЕРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Липницкий Л.В., Гаевский И.В., * Агеева Т.Н., * Шапшеева Т.П.*

Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, г. Могилев

** Могилевский филиал Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия «Институт радиологии», г. Могилев*

Реферат. Представлены результаты комплексного радиационно-гигиенического обследования реперных населенных пунктов, расположенных на территории радиоактивного

загрязнения. Проанализированы индивидуальные дозы внешнего облучения населения. Высказано мнение о необходимости внесения корректировки в методики измерений доз внешнего облучения. Показана четырехлетняя динамика доз внутреннего облучения жителей реперных населенных пунктов и их связь с содержанием ^{137}Cs в пищевых продуктах, потребляемых населением. Установлено, что среди обследованного населения еще встречаются отдельные лица с повышенными дозами внутреннего облучения.

Ключевые слова: дозы внешнего облучения, индивидуальные дозиметры, СИЧ-измерения, дозы внутреннего облучения, плотность загрязнения, ^{137}Cs, продукты питания.

Введение. В настоящее время в Могилевской области на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 37 кБк/м^2 и более находится 742 населенных пунктов. На территории радиоактивного загрязнения проживает 11 % населения области, т.е. 115 419 человек, в том числе 22 798 детей. По прогнозу средние годовые дозы облучения населения в ряде населенных пунктов (126) могут превысить при отсутствии защитных мероприятий 1 мЗв.

Согласно санитарных правил обеспечения радиационной безопасности, если доза облучения населения за счет радиоактивного загрязнения территории превышает 1 мЗв, проводится оптимизированное снижение доз по всем основным видам облучения. Если доза превышает 0,1 мЗв, но не более 1 мЗв, то проводятся оптимизированные защитные мероприятия, не нарушающие нормальный уклад жизнедеятельности населения, хозяйственное и социальное функционирование территории. С целью обоснования мер радиационной защиты и осуществления реабилитационных мероприятий на территории радиоактивного загрязнения осуществляется контроль доз внешнего и внутреннего облучения населения и работников.

Цель работы заключалась в проведении комплексных радиационно-гигиенических обследований реперных населенных пунктов Могилевской области для разработки долгосрочной стратегии и единой методологии радиационно-гигиенического мониторинга и санитарного контроля на радиоактивно загрязненных территориях Беларуси, предусмотренной программой совместной деятельности по преодолению последствий Чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства.

Одним из направлений, выполняемых в рамках этой программы, было получение динамических результатов комплексных радиационно-гигиенических обследований реперных населенных пунктов.

Комплексные радиационно-гигиенические обследования позволяют получить данные для выполнения уточненных оценок текущих доз внешнего и внутреннего облучения населения, обеспечить прогнозирование долговременных тенденций изменения радиационной обстановки в результате естественных процессов, происходящих в окружающей среде, а также вследствие человеческой деятельности, уточнить параметры радиологических моделей.

Радиационно-гигиеническое обследование обстановки в населенном пункте включает измерения мощности дозы гамма-излучения в локациях населенных пунктов и его ареала, измерения и оценку накопленной дозы внешнего облучения за определенный промежуток времени (индивидуальный дозиметрический контроль – ИДК), измерение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах местного производства, измерение содержания ^{137}Cs в организме жителей на установках СИЧ (счетчиках излучения человека), проведение индивидуальных анкетных опросов жителей о режимах их поведения и структуре рационов питания.

Материал и методы исследований. Объектами исследований являлись расположенные на загрязненной радионуклидами территории реперные населенные пункты Могилевской области (Белая Дуброва Костюковичского района; Яновка Краснопольского района; Свенск Славгородского района), население, проживающее в них, а также продукты питания из личных подсобных хозяйств. Плотность загрязнения территорий ^{137}Cs на начало исследований составляла в н.п. Белая Дуброва 174 кБк/м^2, Яновка – 151,0 кБк/м^2, Свенск – 320,0 кБк/м^2.

Определение индивидуальных доз внешнего облучения проводили с помощью термолюминесцентных дозиметров ДТЛ-2 с детекторами ДТГ-4 на установке дозиметрической термолюминесцентной ДВГ-02ТМ. Дозиметры находились на теле (одежде) обследуемого человека в течение всего периода измерения. В реперных населенных пунктах было роздано разным профессиональным категориям населения 104 индивидуальных дозиметра. Для получения представительной информации о дозах индивидуальные дозиметры экспонировались в течение трех месяцев и включали все основные периоды деятельности человека (работу, пребывание дома, перемещения, досуг). В ходе проведения индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) изучались режимы поведения населения, что необходимо для оценки среднегодового значения дозы внешнего облучения. Режимы поведения являются социальными параметрами модели, их оценка проводилась на основе данных опроса жителей населенных пунктов. Производился выборочный контроль соблюдения правил эксплуатации индивидуальных дозиметров. В результате нарушений правил ношения или умышленного переобучения все или часть полученных результатов могут оказаться искаженными. Для их исключения использована процедура фильтрации измеренных значений. Потери индивидуальных дозиметров составили 10 %. Одновременно проводились измерения мощности дозы гамма-излучения на территории личных подворий, домов, на рабочих и общественных местах с использованием дозиметров ДКС-1123.

Для определения доз внутреннего облучения при проведении радиационно-гигиенических обследований реперных населенных пунктов используются два метода оценки доз внутреннего облучения: инструментальный с использованием счетчиков излучения человека и расчетный по результатам измерений содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах.

В течение 2007-2011 годов (в августе месяце) в реперных населенных пунктах проведено 2390 СИЧ-измерений, в том числе в н.п. Белая Дуброва – 1092, н.п. Яновка – 531 и н.п. Свенск – 767. Ежегодная выборка в каждом населенном пункте составляла примерно 30 % от разных возрастных групп проживающего населения.

Содержание ^{137}Cs в организме определялось с помощью спектрометра излучения человека (СИЧ) типа СКГ-АТ1316. Измерения проводились на основе «Методики выполнения измерений активности гамма-излучающих радионуклидов в теле человека с помощью спектрометра излучения человека СКГ-АТ1316». Результирующая погрешность отдельных СИЧ-измерений не выше 30% при доверительной вероятности $p=0,95$.

Одновременно с измерением содержания радионуклидов в организме проводился анкетный опрос населения об употребляемых продуктах. Результаты измерений и анкетного опроса вносились в созданную электронную базу данных в Microsoft Access 2002, позволяющую проводить их систематизацию.

С целью выяснения причин повышенного содержания радионуклидов в организме человека в работе использовалась база результатов радиационного контроля пищевых продуктов из личных подсобных хозяйств и пищевой продукции леса. Дополнительно были отобраны и исследованы пробы продуктов питания с измерением удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr. Проанализированы результаты радиационного контроля 1336 проб продуктов питания из реперных населенных пунктов. Наибольший удельный вес занимали пробы молока (39,9 %), пробы овощей и корнеплодов (29,6 %) и картофеля (13,8 %).

Результаты исследований статистически обработаны. В процессе выполнения работы использовались также нормативные материалы, результаты ранее проведенных научных исследований [1–4].

Результаты и их обсуждение. Средние индивидуальные дозы внешнего облучения населения, полученные инструментальным методом ИДК (природный радиационный фон техногенное загрязнение), составили в н.п. Белая Дуброва 0,82 мЗв, н.п. Яновка – 0,92 мЗв и н.п. Свенск – 0,69 мЗв в год. Эффективные дозы внешнего облучения от чернобыльской компоненты составили в н.п. Белая Дубрава 0,49 мЗв, н.п. Яновка – 0,56 мЗв, н.п. Свенск – 0,47 мЗв в год. Проведен анализ распределения дозовых нагрузок по категориям населения. Заметные различия средних индивидуальных доз облучения в различных профессиональных и социальных группах отсутствовали.

В тоже время дозовые нагрузки в группе механизаторов, полеводов, животноводов, работающих на землях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 555-1480 кБк/м^2, были несколько выше (на 10–20 %), чем в среднем по населенному пункту. Группы школьников, пенсионеров и служащих, находящихся большую часть времени в населенном пункте, где плотность загряз-

нения почв не превышала 370 кБк/м^2, характеризовались более низкими значениями доз внешнего облучения.

В период ношения индивидуальных дозиметров производилось также измерение мощности дозы гамма-излучения в жилой, производственной и общественной зонах населенного пункта. Уровни средней мощности дозы находились в пределах от 0,10 до 0,20 мкЗв/час и были несколько выше в н.п. Яновка. В отдельных точках в ареале данного населенного пункта максимальный уровень достигал 0,42 мкЗв/ч. Полученные данные мощности дозы излучения указывают на неравномерность распределения радионуклидов. Частое нахождение отдельных лиц на таких участках увеличивает дополнительное внешнее облучение.

Средние значения мощности дозы гамма-излучения в локациях обследованных населенных пунктов находились выше доаварийных значений в 2–2,5 раза. Ориентировочно 60 % мощности дозы гамма-излучения в ареалах н.п. Белая Дубрава, 63 % н.п. Яновка, 68 % н.п. Свенск определяется дополнительным загрязнением территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Достигнута хорошая сходимость результатов доз внешнего облучения, полученных инструментальным и расчетным методом, с использованием данных измерения мощности дозы гамма-излучения жилой, производственной и общественной зон, а также с учетом режима поведения населения (расхождения 12–38 %) (рисунок 1).

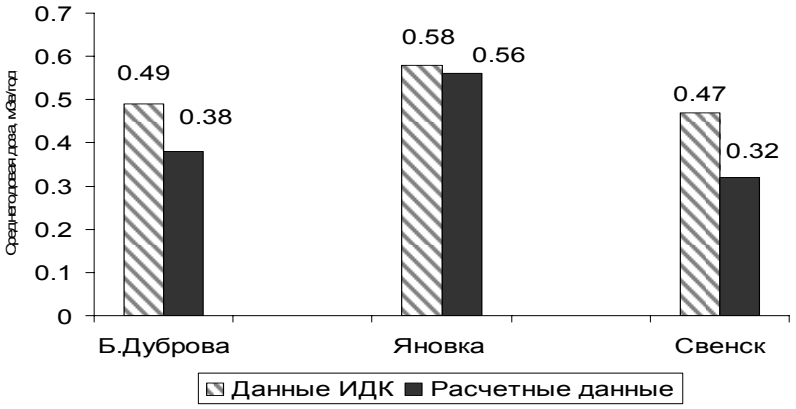


Рисунок 1 – Сравнение расчетных и экспериментальных данных ИДК

Результаты измерений на счетчиках излучения человека, полученные в течение четырех лет, показали, что фактические среднегодовые дозы внутреннего облучения жителей реперных населенных пунктов находились в диапазоне 0,017–0,1 мЗв (среднеобластное значение 2010 г. – 0,049 мЗв). Отмечено некоторое колебание доз по годам в пределах от 0,027 до 0,068 мЗв в н.п. Белая Дуброва; от 0,017 до 0,058 мЗв – в н.п. Свенск; от 0,039 до 0,093 мЗв – в н.п. Яновка. На рисунке 2 приведены значения средних доз и 95 %-х доверительных интервалов для них по обследованным населенным пунктам. Вариация доз была небольшой (от ±0,01 до ±0,015 мЗв), за исключением н.п. Яновка в 2009 году. Это объясняется тем, что в

этот год был зарегистрирован один человек трудоспособного возраста (безработный) с дозой внутреннего облучения 5,0 мЗв, который ранее не обследовался.

Динамика средних доз внутреннего облучения детей по годам исследований сопоставима с динамикой средних доз в целом по населенным пунктам.

Среди представителей разных профессиональных и социальных групп населения в н.п. Белая Дуброва отмечались более высокие средние дозы на протяжении ряда лет у работников лесхоза; в н.п. Свенск – среди пенсионеров, а в отдельные годы среди – работников лесхоза (2007 г.); и в н.п. Яновка более высокие средние дозы чередовались у безработных и работников лесхоза.

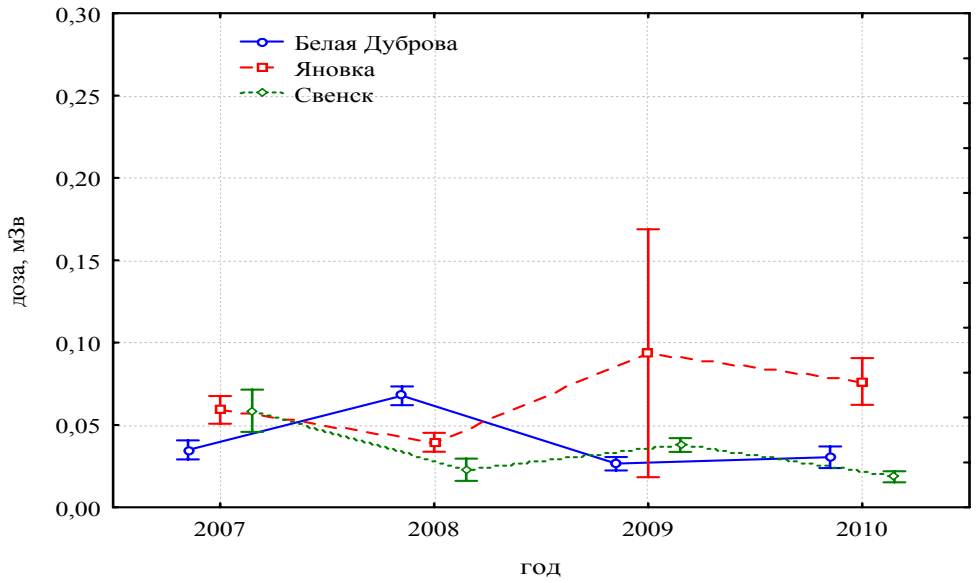


Рисунок 2 – Динамика средних доз внутреннего облучения жителей реперных населенных пунктов, мЗв

По результатам СИЧ-измерений в каждом реперном населенном пункте ежегодно выделялась критическая группа населения по дозе внутреннего облучения. Эту группу составили 10 % обследованных жителей населенного пункта, имеющих наибольшие, по сравнению с остальными, индивидуальные дозы облучения [2].

Средние годовые дозовые нагрузки в выделенной критической группе населения за период обследования с 2007 г. по 2010 г. в н.п. Белая Дуброва и н.п. Свенск составили 0,13 мЗв, в н.п. Яновка – 0,17 мЗв (без учета резко отклоняющихся величин по критерию трех сигм), что свидетельствует о наличии общих факторов в питании населения в реперных населенных пунктах.

Результаты опроса населения показали, что от 86 до 100 % обследованных жителей реперных населенных пунктов имеют приусадебные участки. Почти все они (от 97 % и бо-

лее) используют в пищу овощи и картофель, произведенные в личных подсобных хозяйствах. Из мясных продуктов употребляют в основном свинину (70–98 % опрошенных) и птицу (30–80 %). Удельный вес потребления населением говядины из личных хозяйств очень низкий (1–3 %).

Во всех реперных населенных пунктах наблюдалась тенденция снижения потребления домашнего молока в связи с сокращением поголовья коров в личных подсобных хозяйствах. Так, в н.п. Свенск в последний год обследования его употребляло менее 20 % населения, а поголовье коров снизилось до 4 голов. В н.п. Белая Дуброва потребление молока среди обследованного населения было выше и колебалось от 75 до 60 %, в н.п. Яновка – от 40 до 50 %. Небольшая часть населения потребляет в пищу рыбу (15 30 %), выловленную в местных водоемах или рядом протекающих реках.

В последнее время все больше данных указывает на то, что явно недооценивалась негативная роль «даров леса» в формировании доз внутреннего облучения населения. Замечено, что в сельских населенных пунктах, расположенных вблизи крупных лесных массивов, чаще регистрируются лица с повышенными дозами внутреннего облучения. Данные опроса жителей реперных населенных пунктов показали, что ежегодно от 30 до 60 % опрошенных употребляет в пищу грибы во время сезона и от 20 до 40 % заготавливает их на зиму. Потребление лесных ягод было несколько ниже: от 15 до 40 % и от 10 до 30 % соответственно. Употребление в пищу дичи колебалось от 1 до 7 % и чаще регистрировалось в н.п. Яновка.

Результаты радиационного контроля пищевых продуктов показали, что во всех исследованных пробах сушеных грибов был превышен допустимый уровень содержания радионуклидов цезия-137, в свежих грибах в 24–40 % был превышен ДУ, в лесных ягодах – 23–35 %, дичи – 22 % (только в н.п. Белая Дуброва). Максимальная активность цезия-137 в свежих грибах составила 8188 Бк/кг, сушеных – 9990 Бк/кг, лесных ягодах – 1440 Бк/кг, мясе дичи (свинины) – 890 Бк/кг.

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания, произведенных в личных подсобных хозяйствах жителей реперных населенных пунктов, было гораздо ниже РДУ. Так, средняя активность проб молока коровьего из н.п. Белая Дуброва в течение четырех лет исследований колебалась от 12,2 Бк/кг до 26,2 Бк/кг, а максимальная составила 79 Бк/кг. В н.п. Свенск соответственно от 3,3 до 20,8 Бк/кг, максимальная 48 Бк/кг, в н.п. Яновка от 7,6 до 9,7 Бк/кг, максимальная 25 Бк/кг. Максимальная удельная активность радионуклидов цезия-137 в картофеле составила 28 Бк/кг, овощах – 18 Бк/кг, фруктах – 7 Бк/кг.

Заключение. Таким образом, полученные результаты показали, что у основной части обследованного населения дозы внутреннего облучения находились в диапазоне доз до 0,1 мЗв/год, что свидетельствует об эффективности защитных мероприятий, проводимых в

отдаленный период ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС в населенных пунктах области. Сельскохозяйственные меры, направленные на уменьшение коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в растения, и меры по снижению удельной активности радионуклидов в готовых продуктах, позволили обеспечить выполнение гигиенических нормативов содержания радионуклидов в сельскохозяйственном сырье и пищевой продукции. Ежегодные мероприятия в рамках Государственной программы ликвидации последствий аварии позволили не только исключить производство молока в ЛПХ с содержанием радионуклидов выше РДУ, но и поддерживать их на низком уровне, что подтверждается данными, полученными в реперных населенных пунктах. Эффективность защитных мероприятий подтверждается стабилизацией доз внутреннего облучения населения в реперных и других населенных пунктах. Некоторые колебания содержания радионуклидов в реперных населенных пунктах по годам связаны, прежде всего, с увеличением употребления продукции леса в годы с повышенным биологическим урожаем в лесных угодьях в ареале населенных пунктов. В населенных пунктах, прилегающих к крупным лесным массивам, по-прежнему регистрируются единичные лица (не более 0,1 %) с дозами внутреннего облучения выше 1,0 мЗв, которые обусловлены регулярным употреблением высокоактивной продукции леса. Наличие таких лиц оказывает влияние на среднегодовую дозу по населенному пункту и, особенно, на дозу его критической группы. Поэтому при корректировке параметров дозиметрических моделей для оценок текущих и прогнозируемых доз облучения в схожих населенных пунктах необходимо учитывать этот фактор.

Вклад внутреннего облучения в суммарную дозу составляет по реперным населенным пунктам 7–10 %.

Эффективные дозы внешнего облучения от чернобыльской компоненты составили в н.п. Белая Дубрава 0,49 мЗв, н.п. Яновка – 0,56 мЗв, н.п. Свенск – 0,47 мЗв/год. Существенных различий в дозах внешнего облучения различных профессиональных групп не выявлено. Тем не менее они были несколько выше в группе механизаторов, полеводов, животноводов, работающих на землях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 555-1480 кБк/м^2.

Основные защитные меры остаются прежними: агрохимические, направленные на снижение коэффициентов перехода из почвы в растения, мероприятия по уменьшению радионуклидов в продукции животноводства, переработке сырья с учетом снижения радионуклидов в готовой продукции при их поддержке радиационным контролем. Необходимо сохранить ограничительные контрмеры в лесном хозяйстве путем регламентации ведения лесного хозяйства, ограничения доступа населения в лесные массивы с высокой плотностью радиоактивного загрязнения, с информированием населения лесхозами о радиационной обстановке в лесах.

Эффективность ограничительных мероприятий в период выполнения сельскохозяйственных работ на загрязненных радионуклидами территориях обеспечивается строгим соблюдением требований санитарных правил к условиям труда и санитарно-бытовому обеспечению работающих.

На данном этапе ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС целесообразно осуществлять контроль доз внешнего облучения расчетным методом по мощности дозы, так как прямой метод сопряжен с большими расходами и зависимостью результатов обследования от соблюдения правил эксплуатации индивидуальных дозиметров, что увеличивает погрешность измерений. Верификация расчетных данных должна осуществляться измерением индивидуальных доз у небольшой группы населения с применением чувствительных установок. Применение метода спектрометрии внешнего излучения для учета природного радиационного фона при оценке дозы внешнего облучения населения позволит повысить точность измерений ИДК. Однако для этого требуется внесение дополнений в методики измерений.

Литература

1. Кенигсберг, Я. Э. Ионизирующая радиация и риск для здоровья / Я. Э. Кенигсберг, Ю. Е. Крюк – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2005. – 70 с.

2. Радиационный мониторинг облучения населения в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС : рабочие материалы ТС проект RER/9/074 «Стратегия долгосрочных мер защиты и мониторинг облучения населения сельских территорий, подвергшихся воздействию Чернобыльской аварии» – Вена, Австрия, 2007. – 119 с.

3. Роль радиоэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения / Т. Н. Агеева [и др.] // Экологич. вестник. – 2010. № 2 (12) – С. 40 – 49.

4. Радиационный контроль (радиационно-гигиенический паспорт) Могилевская область за 2008 год : инф. бюл. УЗ «Могилевский ОблЦГЭ и ОЗ»; сост.: И. В. Гаевский [и др.]. – Могилев, 2009. – 34 с.

Поступила 30.05.2012

THE RESULTS OF COMPLEX RADIATION-HYGIENIC SURVEY OF THE REFERENCE SETTLEMENTS IN MOGILEV REGION

*Lipnitski L.V., Gaevski I.V., * Aheyeva T.N., * Shapsheyeva T.P.*

Mogilev Regional Centre for Hygiene, Epidemiology and Public Health, Mogilev

** Republican Unitary Enterprise for Research and Development «Institute of Radiology», Mogilev*

The results of complex radiation-hygienic survey of the reference settlements located on the radioactively contaminated territory have been presented. The external exposure individual doses of the inhabitants and the results of measuring of the gamma radiation dose rate in place of the settlements have been analyzed. It have been expressed the opinion about need entering adjustment in the measuring techniques of external doses. The four-year dynamics of the internal exposure doses of the reference settlements' inhabitants and their relationship with the ^{137}Cs content in foods consumed by the population have been shown. It was ascertained that there are still some isolated individuals with high doses of internal radiation among the surveyed population, which have the significant influence on the average annual radiation dose for the inhabitants and dose of its critical group.

Keywords: a Dose an External Irradiation, individual dosimeters, a Dose of the Internal Irradiationin, food.

ДОНОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА УПОТРЕБЛЕНИЕ АЛКОГОЛЯ И ТАБАКОКУРЕНИЕ

Мамчиц Л.П., Карташева Н.В, Климович С.В.

Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель

Реферат. На современном этапе проблема аддиктивного поведения молодежи признается как национальная проблема. Наиболее распространенными формами аддиктивного поведения у молодежи является алкогольная и никотиновая зависимости. В связи с тяжелыми неблагоприятными последствиями, возникающими в результате употребления алкоголя и табакокурения, актуальным является выяснение причин формирования зависимостей у лиц молодого возраста. На основании разработанного алгоритма комплексной экспресс-оценки аддиктивного поведения молодежи выявлены группы риска по формированию сочетанной алкогольной и никотиновой зависимостей у студентов.

Ключевые слова: аддикция, никотиновая и алкогольная зависимость, реакция организма, донозологическая диагностика.

Введение. На современном этапе проблема аддиктивного поведения молодежи признается как наиболее важная социальная проблема. Распространенными взаимосвязанными формами аддиктивного поведения у молодежи считаются алкогольная и никотиновая зависимости. Разные формы девиантного поведения взаимосвязаны. Приобщение молодежи к злоупотреблению алкоголя повышает вероятность его вовлеченности и в табакокурение в момент общения. В молодом возрасте, особенно среди студентов, поведение в значительной

мере определяется характерными для этого периода реакциями самоутверждения, эмансипации, группирования с формирующимся сексуальным влечением [1–4]. Наряду с этим в последнее десятилетие среди молодежи отмечается значительное увеличение числа дезадаптированных лиц, снижение процента годности юношей к военной службе, получению престижного профессионального образования, труду, снижение уровня репродуктивного здоровья. Негативные тенденции в значительной мере обусловлены поведенческими факторами риска, которые являются важнейшими индикаторами состояния здоровья молодежи [3–5]. Актуальным является выяснение причин формирования аддиктивного поведения у лиц молодого возраста.

Материал и методы исследований. Изучены виды реакции организма на совместное употребление алкоголя и табакокурение. Проведено анкетирование по специально разработанной анкете (признано рацпредложением). Объектом исследования были студенты первых курсов медицинского университета и медицинского колледжа в количестве 144 человека (15 % опрошенных составили юноши и 84 % составили девушки). Оценка субъективного состояния студентов давалась по показателям, характеризующим три категории признаков: самочувствие, активность и настроение (САН). Для анализа результатов использован скрининг-тест на выявление изменения после употребления алкоголя показателей: аппетит, коммуникабельность, сон. Исследования проводились последовательно в два этапа.

1 этап. Респонденту предлагалось ответить на ряд вопросов, которые включали оценку самочувствия, настроения, активности, аппетита, коммуникабельности и состояния сна после употребления алкоголя и курения. По каждому вопросу за ответ присваивался 1 балл. При этом изменение вышеуказанных признаков оценивалось по трем критериям: ухудшение, улучшение, без изменений. Результаты опроса оформлялись в виде таблицы в экстенсивных показателях.

2 этап. Для комплексной оценки выраженности совместного действия алкоголя и курения на характер поведения использовалась балльная шкала, характеризующая степень: слабая – 1–2 балла, умеренная – 3–4 балла, выраженная – 5–6 баллов. Обработка данных проводилась с использованием общепринятых статистических методов и компьютерных программ Microsoft® Office Excel 2010, STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. Выяснилось, что 133 студента (93 % от общего числа респондентов) употребляли алкоголь в разных количествах хотя бы один раз и 7 % опрошенных студентов не употребляли алкоголь ни разу. У 56 человек (41,9 %) отношение к алкоголю осталось безразличным, у 31 (23,5 %) после употребление алкоголя сформировалось позитивное к нему отношение, а у 46 студентов (34,6 %) отношение к употреблению алкоголя было отрицательное (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение респондентов в зависимости от реакции организма на употребление алкоголя

Характер изменений	Ухудшается		Улучшается		Без изменений	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Самочувствие	46	34,6	31	23,5	56	41,9
Настроение	27	20,6	101	76,5	5	2,9
Активность	15	11,7	57	44,1	61	45,9
Аппетит	20	22,2	50	37,5	63	40,3
Коммуникабельность	18	13,5	79	59,4	36	27,1
Сон	24	18,1	74	55,6	35	26,3

Улучшение самочувствия после употребления алкоголя сопровождалось повышением настроения и активности. У этой же группы была выражена повышенная коммуникабельность, улучшился аппетит и сон.

Респонденты, не имеющие никаких изменений в состоянии самочувствия после употребления алкоголя, одновременно в 76,7 % отметили улучшение настроения и в 44,6 % повышение активности. Таким образом, независимо от реакции организма на употребление алкоголя у большинства опрошенных улучшались показатели психоэмоционального состояния.

Среди студентов преобладали атарактические мотивации: стремление к курению с целью смягчить или устранить явления эмоционального дискомфорта, тревожности, сниженного настроения; гедонистические мотивации – стремление повысить настроение, получить кайф-эффект, получить удовольствие в широком смысле этого слова.

У большинства курящих студентов (от 51,5 % до 82,8 %) все исследуемые показатели психологического статуса после выкуривания сигареты остаются без изменения (таблица 2).

Таблица 2 – Психоэмоциональный статус респондентов после выкуривания сигарет

Показатели	Ухудшается		Улучшается		Без изменений	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Самочувствие	27	42,2	4	6,3	33	51,5
Настроение	9	14,0	12	18,8	43	67,2
Активность	16	25,0	6	9,4	42	65,6
Аппетит	18	28,1	5	7,8	41	64,1
Коммуникабельность	5	7,8	6	9,4	53	82,8
Сон	10	15,6	7	10,9	47	73,5

В развитии зависимости от алкоголя имеют значение особенности употребления алкоголя, стили употребления, способствующие более быстрому формированию зависимости. Психологическая зависимость от алкоголя строится на фиксации ощущения, что алкоголь вызывает определенный желаемый эффект. К дифференцированным эффектам алкоголя относят: повышение настроения, расслабление, кайф-эффект, стимуляцию воображения, уход в сферу мечтаний, отрыв от реальности, отрешенность.

Проанализировано также изменение состояния организма после употребления алкоголя и курения по совокупности показателей. Так, у 17,4 % студентов ухудшалось самочувствие, активность и сон, а у 23,9 % ухудшался аппетит. Среди опрошенных 17,4 % наблюдали у себя ухудшение по 3–4 показателям: самочувствие, аппетит, активность, сон (таблица 3).

Таблица 3 – Реакция организма респондентов на употребления алкоголя с учетом комплекса показателей

Характер поведения / Степень выраженности	Ухудшение		Улучшение		Без изменений	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1–2 балла (слабая степень)	46	34,6	31	23,5	56	41,9
3–4 балла (умеренная степень)	23	17,4	76	57,1	34	25,5
5–6 баллов (сильная степень)	3	2,2	5	3,7	125	94,1

Для большинства респондентов (78,6 %) характерна слабая (23,5 %) и умеренная степень (57,1 %) выраженности аддиктивного поведения на прием алкоголя. Из числа лиц, отмечающих у себя улучшение психоэмоционального статуса разной степени выраженности после употребления алкоголя, 27 студентов (23,8 %) отмечают у себя улучшение состояния также после выкуривания сигареты в сочетании с приемом алкоголя (улучшается сон, аппетит, активность, коммуникабельность).

С точки зрения физиологии, есть два типа людей по переносимости алкоголя. Первый тип является сильным, имеет в организме активно действующий фермент, разрушающий алкоголь. Второй тип – слабый. У таких людей фермент работает неактивно. Это врожденные свойства. Люди первого типа легко переносят большие дозы спиртного, что вызывает одобрение и удивление окружающих. На мозг воздействует не столь большое количество яда, поэтому патологические очаги возбуждения, формирующие зависимость, возникают не так быстро, как у людей со вторым типом реагирования на алкоголь. Казалось бы, «сильные» надёжнее защищены от алкоголя, чем «слабые». Однако обманное ощущение своей силы, отсутствие боязни получить зависимость, гордость за свой "крепкий" организм могут стать дорожкой к частым приёмам алкоголя.

У людей слабого типа зависимость формируется быстрее, но их часто защищает низкая толерантность к спирту. Попросту говоря, они быстрее и чаще отравляются. Общеизвестные неприятные симптомы отравления фиксируются в сознании и служат защитой от злоупотребления алкоголем. По нашим данным, с физиологической точки зрения некоторая защищенность от злоупотребления алкоголем наблюдается у 26 студентов (19,6 %), отмечающих у себя значительное ухудшение состояния организма в целом в сочетании с ухудшением настроения и активности после употребления алкоголя даже в небольших количествах.

Заключение. Группами риска по формированию алкогольной и никотиновой зависимостей являются те студенты, у кого наблюдается улучшение психосоматического статуса после употребления алкоголя в сочетании с выкуриванием сигарет. По результатам исследования эту группу составляют 23,8 % от общего числа опрошенных респондентов.

Разработанный нами алгоритм позволил:

– комплексно проанализировать степень аддиктивного поведения студенческой молодежи на этапе донозологической диагностики;

– оценить поведенческие реакции студентов на употребление алкоголя в сочетании с табакокурением;

– выявить группы риска для оказания им социально-педагогической и психологической помощи.

В учреждениях здравоохранения указанный способ можно использовать для проведения профилактических осмотров населения, при индивидуальной оценке поведенческих особенностей; при оценке эффективности оздоровительных и лечебных мероприятий.

На основании разработанного алгоритма целесообразно разрабатывать индивидуальные программы медико-профилактического воздействия для улучшения качества жизни молодежи.

Литература

1. Анохина, И. П. Биологические механизмы зависимости от психоактивных веществ (патогенез) : лекции по наркологии / под. ред. И. Н. Иванца. – М. : Нолидж, 2000. – С. 17.

2. Буркин, М. М. Пьянство и алкоголизм / М. М. Буркин, С. В. Горанская // Введение в наркологию. – Петрозаводск: Карелия, 1999.

3. Девиантность подростков: Теория, методология, эмпирическая реальность / Я. Гилинский и др.. – СПб. : Медицинская пресса, 2001. – 200 с.

4. Короленко, Ц. П. Социодинамическая психиатрия / Ц. П. Короленко, Н. В. Дмитриева. – М. : Академический проект, 2000.

5. Менделевич, В. Д. Психология девиантного поведения / В. Д. Менделевич. – М. : МЕД-пресс, 2001.

Поступила 01.06.2012

PRENOSOLOGICAL THE TRAIN-DIAGNOSTICS OF REACTION OF AN ORGANISM ON THE USE OF ALCOHOL AND NICOTINE

Mamchits L.P., Kartasheva N.V., Klimovich S.V.

Gomel State Medical University, Gomel

At the present stage the problem addiction behaviour of youth admits as a most important problem. The most widespread form addiction behaviour at youth is alcoholic and nicotine dependences. In connection with the heavy adverse consequences resulting the use of alcohol and nikotine, finding-out of the reasons of formation of alcoholic and nicotine dependences at persons of young age is actual. On the basis of the developed algorithm complex the express train-estimation addiction behaviour of youth groups of risk on formation of alcoholic and nicotine dependences at students are revealed.

Keywords: the addiction, alcoholic and nicotine dependences, reaction of an organism, prenosological the train-diagnostics.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА УНИВЕРСАЛЬНЫМ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВОМ

*Миклис Н.И., Бурак И.И., * Алексеев И.С.*

Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск

** Витебский государственный технологический университет, г. Витебск*

Реферат. Целью работы было изучение эффективности универсального фотокаталитического устройства для санитарной обработки воздуха помещений в организациях здравоохранения.

Результаты исследований показали, что в результате работы устройства фотокаталитического воздух помещений в учреждениях здравоохранения и образования обеззараживается, очищается и дезодорируется, а также оптимизируются параметры микроклимата. Общая микробная обсемененность снижается в среднем в 4 раза, содержание плесневых грибов – в 7 раз, золотистого стафилококка – в 10 раз, посторонние запахи исчезают быстрее в 2 раза.

Ключевые слова*:* санитарно-гигиенический режим, бактерицидные облучатели, диоксид титана, эффективность, фотокаталитическое устройство.

Введение. В настоящее время важным звеном санитарно-гигиенического режима организаций здравоохранения является санитарная обработка воздуха помещений [1]. Обязательное обеззараживание воздушной среды проводится во всех помещениях после текущей и генеральной уборок, а также в процессе текущей эксплуатации в помещениях с асептическим режимом работы [1–2]. Для этих целей применяются различные бактерицидные облучатели, которые по месту расположения разделяют на потолочные, подвесные, напольные, настенные и передвижные. По конструктивному исполнению они могут быть открытого, закрытого типа и комбинированными. Облучатели открытого типа предназначены для облучения воздушной среды и поверхностей в помещениях прямым бактерицидным потоком в отсутствии людей. У таких облучателей, устанавливаемых на потолке или стене, прямой бактерицидный поток охватывает широкую зону в облучаемом пространстве. К облучателям открытого типа относятся и передвижные бактерицидные облучатели, а также устанавливаемые в дверных проемах «барьерные» облучатели («ультрафиолетовые двери»), основное назначение которых состоит в создании ультрафиолетовых «завес» за счет направления излучения в нижнюю зону узким пучком.

Облучатели закрытого типа (рециркуляторы) предназначены для обеззараживания воздуха путем его прохождения через закрытую камеру, внутренний объем которой облучается бактерицидными лампами, при этом ультрафиолетовый поток не имеет прямого выхода наружу. Движение, обмен воздуха внутри камеры обеспечивается естественной конвекцией или с помощью вентилятора. Облучение воздуха и поверхностей при использовании комбинированных облучателей осуществляется прямым, направленным потоком, создаваемым открытыми лампами и / или отраженным - при работе экранированных ламп. Комбинированные облучатели имеют разные включаемые раздельно лампы для прямого и отраженного облучения либо подвижной отражатель, позволяющий за счет поворотного экрана использовать бактерицидный поток для прямого (в отсутствие людей) или для отраженного (в присутствии людей) облучения помещения [3–4].

Для поддержания оптимальных микроклиматических параметров широко используются кондиционеры воздуха, которые обладают следующими недостатками: удаление повышенной влажности с помощью выведенного за пределы помещения трубопровода, а также возможность обсемененности кондиционеров микроорганизмами и сложность их очистки и дезинфекции.

Также для быстрой очистки воздуха от пыли применяются различные воздухоочистители, которые являются источником шума. Под действием шума нарушается равновесие воз-

будительных и тормозных процессов в центральной нервной системе, что приводит к снижению внимания и работоспособности, к развитию переутомления.

В связи с вышеизложенным актуальной является разработка универсального устройства фотокаталитического для санитарной обработки воздуха, которое совмещает в себе функции бактерицидного облучателя, воздухоочистителя и кондиционера, и таким образом, заменяет применяемые в организациях системы здравоохранения приборы для обеззараживания, очистки воздуха помещений.

В течение последних лет активно проводятся исследования по нанотехнологиям. Фотокатализаторы на основе оксида титана могут применяться для создания самоочищающихся покрытий. Органические загрязнения, адсорбированные на поверхности с TiO_2, будут окисляться под действием света. На сегодняшний день показано, что на поверхности TiO_2 могут быть окислены практически любые органические соединения до CO_2 и H_2O, следовательно, создание на основе оксида титана фотокатализаторов для воздуха от токсичных органических веществ является важной прикладной задачей [5–7].

Нами разработано универсальное фотокаталитическое устройство для санитарной обработки воздуха [8]. Однако эффективность его работы в организациях здравоохранения окончательно не изучена.

Цель – изучить эффективность универсального фотокаталитического устройства для санитарной обработки воздуха помещений в организациях здравоохранения.

Материал и методы исследований. Особенностью разработанного фотокаталитического устройства для обеззараживания и очистки воздуха является фотокаталитический фильтр с титановым нанопокрытием, помещенный в камеру [8]. Устройство является облучателем закрытого типа, предназначено для обеззараживания воздуха путем его прохождения через закрытую камеру, содержащее фотокаталитический фильтр, который при облучении ультрафиолетовой лампой на первой стадии очистки образует активные гидроксильные радикалы, разрушающие все находящиеся поблизости загрязнители, вредные вещества, составляющие токсичные газы и неприятные запахи. На второй стадии эти же радикалы образуют молекулы пероксида водорода, обуславливая молекулярный уровень защиты. В реакции фотокатализа катализатором служит диоксид титана, который, стимулируя химическую реакцию, сам в ней не участвует, то есть не расходуется. В процессе фотокатализа вредные примеси не накапливаются в фильтре, а под действием мягкого ультрафиолетового излучения в присутствии фотокатализатора разлагаются до абсолютно безвредных компонентов естественной воздушной среды. Движение, обмен воздуха внутри камеры осуществляется в процессе его прокачки через устройство за счет работы вентилятора.

Исследования проводили на базе областной инфекционной клинической больницы г. Витебска (процедурный кабинет кишечного отделения и реанимационный зал реанимационного отделения), асептических блоков больничных аптек областного противотуберкулезного диспансера и областной инфекционной клинической больницы г. Витебска, в научных лабораториях кафедр общей гигиены и экологии и клинической микробиологии УО «Витебский государственный медицинский университет», в микробиологической лаборатории ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

Выполнено 3 серии опытов.

В *1-й серии* определяли содержание *S. aureus*, дрожжеподобных и плесневых грибов и общей микробной обсемененности до и после 2, 3, 4, 6 и 8 ч работы устройства в присутствии персонала. Содержание *S.aureus*, дрожжеподобных и плесневых грибов и общей микробной обсемененности определяли аспирационным методом с помощью аппарата Кротова. Производили отбор проб воздуха для определения его бактериального загрязнения до и после работы устройства фотокаталитического в присутствии персонала. Для определения содержания *S.aureus* производили посев на желточно-солевый агар, дрожжеподобных и плесневых грибов на среду Сабуро, общей микробной обсемененности на простой агар. Скорость протягивания воздуха составила 25 л/мин в течение 40 мин. Засеянные среды выдерживали в термостате при (37±1) °С в течение 24 ч, затем при комнатной температуре в течение 24 ч, а затем производили подсчет выросших колоний бактерий и расчет колониеобразующих единиц (далее – КОЕ), содержащихся в 1 $м^3$ воздуха [4,9].

Во *2-й серии опытов* изучали параметры микроклимата в помещениях – температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха до и после 2, 4 и 6 ч работы устройства в присутствии персонала. Для определения показателей микроклимата использовали термоанемометр ТКП-1 [10–11].

В *3-й серии* для исследования очищающей и дезодорирующей способности в воздухе помещений определяли запах сигаретного дыма, одеколона «Тайфун» и аммиака до и после работы устройства фотокаталитического в научной лаборатории кафедры общей гигиены и экологии УО «Витебский государственный медицинский университет» объемом 25 $м^3$ при закрытых окнах и двери, наличии аэрации в присутствии 1 человека персонала [11].

Результаты и их обсуждение.

В *1-й серии опытов* в процедурном кабинете кишечного отделения и реанимационном зале реанимационного отделения областной клинической инфекционной больницы г. Витебска в процессе работы устройства фотокаталитического отмечалось снижение общей микробной обсемненности, плесневых грибов и *S. aureus* (таблицы 1–2).

Таблица 1 – Антимикробная эффективность работы устройства фотокаталитического в процедурном кабинете кишечного отделения

Опыт	Микроорганизмы	КОЕ/м^3					
		До работы	2 ч	3 ч	4 ч	6 ч	8 ч
№ 1	ОМО	1000	560	–	480	15	15
	S. aureus	8	4	–	0	0	0
	Пл. грибы	8	4	–	0	0	0
№ 2	ОМО	1200	–	–	628	–	176
	S. aureus	16	–	–	8	–	4
	Пл. грибы	4	–	–	4	–	0
№ 3	ОМО	1000	–	560	–	–	–
	S. aureus	8	–	0	–	–	–
	Пл. грибы	8	–	4	–	–	–

Примечания:
1. ОМО — Общая микробная обсемененность.
2. Пл. грибы — Плесневые грибы.
3. – — Оценка не проводилась.

Таблица 2 – Антимикробная эффективность работы устройства фотокаталитического в реанимационном зале реанимационного отделения

Опыт	Микроорганизмы	КОЕ/м^3				
		До работы	2 ч	4 ч	6 ч	8 ч
№ 1	ОМО	560	480	480	440	368
	S. aureus	12	8	0	0	0
	Пл. грибы	8	4	0	0	0
№ 2	ОМО	440	–	368	–	196
	S. aureus	12	–	4	–	0
	Пл. грибы	8	–	0	–	0

Примечания:
1. ОМО — Общая микробная обсемененность.
2. Пл. грибы — Плесневые грибы.
3. – — Оценка не проводилась.

В научной лаборатории кафедры клинической микробиологии УО «Витебский государственный медицинский университет» получены сходные данные: содержание в воздухе микроорганизмов до работы устройства: *S.aureus* – 44 КОЕ/м^3, плесневых грибов – 4 КОЕ/м^3, общая микробная обсемененность – 1252 КОЕ/м^3; через 2 ч работы устройства – *S.aureus* – 20 КОЕ/м^3, плесневых грибов – 4 КОЕ/м^3, общая микробная обсемененность – 446 КОЕ/м^3; через 4 ч работы устройства – *S.aureus* – 12 КОЕ/м^3, плесневых грибов – 4 КОЕ/м^3, общая микробная обсемененность – 284 КОЕ/м^3; через 6 ч работы устройства – *S.aureus* -–4 КОЕ/м^3, плесневых грибов – 0 КОЕ/м^3, общая микробная обсемененность – 172 КОЕ/м^3.

В результате 8-и часовой работы устройства в научной лаборатории кафедры общей гигиены и экологии УО «Витебский государственный медицинский университет» отмеча-

лось снижение общей микробной обсемененности с 500 до 150 КОЕ/м^3, *S.aureus* – со 130 до 12 КОЕ/м^3, плесневых грибов – с 14 до 0 КОЕ/м^3 (таблица 3).

Таблица 3 – Антимикробная эффективность работы устройства фотокаталитического в научной лаборатории кафедры общей гигиены и экологии

Микроорганизмы	КОЕ/м^3				
	До работы	2 ч	4 ч	6 ч	8 ч
ОМО	500	300	208	150	150
S. aureus	130	80	36	36	12
Пл. грибы	14	2	2	0	0
Примечания: 1. ОМО — Общая микробная обсемененность. 2. Пл. грибы — Плесневые грибы.					

В микробиологической лаборатории ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» провели ряд испытаний с выключенным устройством (таблица 4) и при работающем устройстве фотокаталитическом (таблица 5).

Таблица 4 – Микробная обсемененность воздуха при выключенном устройством фотокаталитическим

Номер испытания	Общее кол-во микроорганизмов в воздухе, КОЕ/м^3				Кол-во колоний золотистого стафилококка в воздухе, КОЕ/м^3			
	Перед началом работы	Через 1 ч	Через 3 ч	Через 6 ч	Перед началом работы	Через 1 ч	Через 3 ч	Через 6 ч
1	890	1260	1790	1980	0	0	4	60
2	380	390	650	1350	0	0	0	4
3	940	1040	1700	1900	4	4	4	4
4	960	1150	2200	2500	0	0	12	12
5	750	850	1800	2000	0	4	8	8
6	1780	1890	2000	2400	0	0	8	20
7	1330	1980	2000	2300	0	0	0	0
8	410	740	830	1080	0	8	12	12
9	450	920	1760	1920	0	0	4	16
10	610	850	940	1140	0	4	4	4
Ср.знач.	850	1107	1567	1857	0,4	2	5,6	14

Таблица 5 – Микробная обсемененность воздуха при включенном устройством фотокаталитическим

Номер испытания	Общее кол-во микроорганизмов в воздухе, КОЕ/м^3				Кол-во колоний золотистого стафилококка в воздухе, КОЕ/м^3			
	Перед началом работы	Через 1 ч	Через 3 ч	Через 6 ч	Перед началом работы	Через 1 ч	Через 3 ч	Через 6 ч
1	820	350	280	230	8	8	8	0
2	1290	670	570	370	16	12	8	4
3	1960	900	200	200	16	12	0	0
4	2100	1000	650	550	24	16	8	0
5	1150	760	700	600	12	0	0	0
6	1530	660	340	310	8	4	0	0
7	2070	1470	490	360	0	0	0	0
8	2210	1640	740	520	100	52	36	8
9	380	240	130	13	8	4	4	0
10	1190	1010	640	150	4	4	4	0
Ср.знач.	1470	870	468	330	19,6	11,2	6,8	1,2

При выключенном рециркуляторе отмечалось увеличение общего микробного числа в 2,2 раза и количества золотистого стафилококка в 35 раз в конце работы по сравнению с началом работы.

При включенном рециркуляторе было выявлено снижение общего микробного числа в 4,5 раза и количества золотистого стафилококка в 16,3 раза в конце работы по сравнению с началом работы.

При выключенном рециркуляторе отмечались прирост и рост общего микробного числа, а также прирост и рост количества золотистого стафилококка в конце работы по сравнению с началом работы, которые соответственно составили 118,5 %, 218,5 % и 3400 %, 3500 % (таблица 6).

При включенном рециркуляторе отмечались отрицательный прирост (убыль) и отрицательный рост (убыль) общего микробного числа, а также отрицательный прирост (убыль) и отрицательный рост (убыль) количества золотистого стафилококка, которые соответственно составили – 77,5 %, – 22,5 % и – 93,9 %, – 6,1 % (таблица 6).

Таблица 6 – Эффективность применения фотокаталитического устройства

№	Результирующие показатели (начало работы – конец работы) с выключенным рециркулятором		Результирующие показатели (начало работы – конец работы) с включенным рециркулятором	
1	Прирост ОМЧ, КОЕ/м^3	1007	Прирост ОМЧ, КОЕ/м^3	-1139,7
	Прирост St., КОЕ/м^3	13,6	Прирост St., КОЕ/м^3	-18,4
2	Темп прироста ОМЧ, %	118,5	Темп прироста ОМЧ, %	-77,5
	Темп прироста St., %	3400	Темп прироста St., %	-93,9
3	Темп роста ОМЧ, %	218,5	Темп роста ОМЧ, %	-22,5
	Темп роста St., %	3500	Темп роста St., %	-6,1

Во *2-й серии опытов* в процедурном кабинете кишечного отделения областной инфекционной клинической больницы в процессе работы устройства фотокаталитического параметры микроклимата практически не изменялись (таблица 7).

Таблица 7 – Параметры микроклимата в процедурном кабинете кишечного отделения до и после работы устройства фотокаталитического

Опыт	Параметры микроклимата	Параметры микроклимата				
		До работы	2 ч	4 ч	6 ч	8 ч
№ 1	t, °C	23,3	23,2	24	24	–
	R, %	41	43	42	41	–
	V, м/с	0,08	0,1	0,15	0,15	–
№ 2	t, °C	20	20,2	21	21	21,8
	R, %	53	50	49	47	45
	V, м/с	0,05	0,1	0,1	0,15	0,15
№ 3	t, °C	23,2	23,5	23,7	23,5	23,8
	R, %	42,2	42	43	42	43
	V, м/с	0,05	0,1	0,15	0,2	0,2

Примечания:
1. t, °C — температура воздуха.
2. R, % — относительная влажность.
3. V, м/с — скорость движения воздуха.

В процессе работы разработанного устройства в реанимационном зале реанимационного отделения областной инфекционной клинической больницы параметры t, относительной влажности мало изменялись, а скорость движения воздуха повышалась (таблица 8).

Таблица 8 – Параметры микроклимата в реанимационном зале реанимационного отделения до и после работы устройства фотокаталитического

Опыт	Параметры микроклимата	Параметры микроклимата			
		До работы	2 ч	4 ч	6 ч
№ 1	t, °C	21,7	22,5	23	23,4
	R, %	62	65	61	59
	V, м/с	0,07	0,15	0,2	0,2
№ 2	t, °C	22,3	22,9	23,2	23,6
	R, %	72	65	61	58
	V, м/с	0,03	0,1	0,15	0,23
№ 3	t, °C	23,2	23,6	23,9	24
	R, %	56	51	50	50
	V, м/с	0,05	0,1	0,2	0,2

Примечания:
1. t, °C — температура воздуха.
2. R, % — относительная влажность.
3. V, м/с — скорость движения воздуха.

В научной лаборатории кафедры общей гигиены и экологии УО «ВГМУ» при работе устройства за 6 ч температура воздуха незначительно повышалась, скорость движения увеличивалась с 0 до 0,16 м/с, относительная влажность в пределах оптимальных величин (таблица 9).

Таблица 9 – Параметры микроклимата в научной лаборатории кафедры общей гигиены и экологии до и после работы фотокаталитического устройства

Опыт	Параметры микроклимата	Параметры микроклимата			
		До работы	2 ч	4 ч	6 ч
№ 1	t, °C	27,8	28	28	27
	R, %	46,5	48,4	48,6	48
	V, м/с	0	0,01	0,1	0,15
№ 2	t, °C	22	22,4	23	23,2
	R, %	60	58	57	57
	V, м/с	0	0,05	0,1	0,15
№ 3	t, °C	23	23	23,4	23,7
	R, %	52	55	50	50
	V, м/с	0,03	0,1	0,1	0,16

Примечания:
1. t, °C — температура воздуха.
2. R, % — относительная влажность.
3. V, м/с — скорость движения воздуха.

В *3-й серии опытов* запах дыма 1-й сигареты без рециркулятора отмечается в течение 5 ч, при работе рециркулятора исчезает в течение 2 ч. Запах аммиака после разбрызгивания в воздухе 3 см^3 без рециркулятора отмечается в течение 3 ч, при работе рециркулятора исчезает в течение 1,5 ч. Запах одеколона «Тайфун» без рециркулятора отмечается в течение 3 ч, при работе рециркулятора исчезает течение 1,5 ч.

Результаты исследований показали, что в результате работы устройства фотокаталитического воздух помещений в учреждениях здравоохранения и образования обеззараживается, очищается и дезодорируется, а также оптимизируются параметры микроклимата, в частности, общая микробная обсемененность снижается в среднем в 4 раза, содержание плесневых грибов – в 7 раз, золотистого стафилококка – в 10 раз, посторонние запахи исчезают быстрее в 2 раза. За 8 ч работы устройства в помещении параметры микроклимата не превышали допустимые.

Изложенное позволяет заключить о высокой эффективности фотокаталитического устройства для обеззараживания, очистки и дезодорации воздуха, целесообразности промышленного выпуска и внедрения в организациях здравоохранения, образования, предприятиях промышленности, торговли, коммунального и сельского хозяйства и др.

Разработанное фотокаталитическое устройство для обеззараживания и очистки воздуха является более эффективным, чем существующие, так как позволяет более качественно обеззараживать воздух, а также его дезодорировать, очищать от вредных химических веществ и пыли и оптимизировать микроклиматические условия. Конструктивное исполнение позволяет применять его в присутствии людей, без использования средств индивидуальной защиты глаз и кожных покровов и ограничения времени эксплуатации.

Заключение.

1. В процессе работы устройство фотокаталитическое для санитарной обработки воздуха снижает общую микробную обсемененность, содержание в воздухе плесневых грибов и *Staphylococcus aureus.*

2. Применение фотокаталитического устройства позволяет дезодорировать воздух помещений без существенных изменений параметров микроклимата.

3. Универсальное фотокаталитическое устройство для обеззараживания и воздуха можно использовать для создания оптимальных параметров воздушной среды по микробиологическому фактору помещений организаций здравоохранения.

Литература

1. Санитарные правила устройства, оборудования и эксплуатации лечебно-профилактических организаций: утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 11.07.2003, № 71. – Минск, 2003. – 38 с.

2. Методическое пособие по актуальным вопросам соблюдения санитарно-противоэпидемического, дезинфекционного режимов в ЛПО области: утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Вит. обл. 27.12.2004, № 27. – Витебск, 2004. – 6 с.

3. Руководство Р3.1.683-98. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях. – М., 1998. – 25 с.

4. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников: СН 2.2.4-13-45-2005. – Введ. 23.11.05. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2005. – 8 с.

5. Фотокатализ: Вопросы терминологии. Фотокаталитическое преобразование солнечной энергии. – Новосибирск : Наука, 1991. – С. 7 – 17.

6. Daniel, H. Brake Bibliography of work on the photocatalytic removal of hazardous compounds from water and air / H. Daniel; A national laboratory of the U.S. Department of energy, may, 1994. – 1994. – P. 7 – 23.

7. Описание, технологии производства, свойства и применение диоксида титана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://plasma.com.ua/chemistry/chemistry/dioxid_titana.html – Дата доступа: 19.04.2012.

8. Устройство фотокаталитическое для обеззараживания и очистки воздуха: пат. 6169 U Респ. Беларусь, МПК A 61 L 9/00, 9/20 / И. И. Бурак, И. С. Алексеев, Н. И. Миклис, С. И. Корикова, С. В. Григорьева; заявитель Вит. гос. мед. ун-т. № u 20090653; заявл. 27.07.2009; опубл. 19.01.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 2 (73).– С. 166.

9. Методы микробиологического контроля санитарно-гигиенического состояния помещений в организациях здравоохранения и стерильности изделий медицинского назначения: инструкция № 4.2.10-22-1-2006, утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 28.01.2006, № 7. – Минск, 2006. – 18 с.

10.Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы № 9-80-98: утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 25.03.1999, № 12. – 16 с.

11.Минх, А. А. Методы гигиенических исследований / А. А. Минх. – М. : Медицина, 1971. – 585 с.

Поступила 15.08.2012

EFFECTIVENESS OF AIR SANITARY PROCESSING BY UNIVERSAL PHOTOCATALYTIC DEVICE

Miklis N.I., Burak I.I., Alekseev I.S.

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk

** Vitebsk State Technolodical University, Vitebsk*

The purpose of this work was to study the effectiveness of universal photocatalytic device for air sanitary processing of premises in organizations of public health services.

Results of researches have shown, that during work of the photocatalytic device air of premises in organizations of public health services and education is disinfected, cleaned and deodorized, and optimized microclimatic parameters. Total microbial dissemination is reduced by 4 times, the content of fungi – 7 times, Staphylococcus aureus – 10 times, foreign smell disappears faster than 2-fold.

Keywords: sanitary-hygienic regimen, bactericidal irradiators, titanium dioxide, efficiency, photocatalytic device.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЦИРКУЛЯТОРА ВОЗДУХА «ВИТЯЗЬ»

Миклис Н.И., Бурак И.И., Григорьева С.В.

Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск

Реферат. Целью исследования было изучение эффективности обеззараживания и кондиционирования воздуха помещений в организациях здравоохранения разработанным нами рециркулятором воздуха бактерицидным ультрафиолетовым «Витязь».

Результаты исследования показали, что в течение работы рециркулятора воздуха бактерицидного ультрафиолетового «Витязь» снижается общая микробная обсемененность в среднем в 2 раза, содержание плесневых грибов – в 3,5 раза, а содержание золотистого стафилококка остается на прежнем уровне. В процессе работы рециркулятор изменяет влажность в 1,13 раза, повышает скорость движения воздуха до 0,21 м/с, в случае нагревающего микроклимата снижает температуру в 1,1, охлаждающего – повышает в 1,1 раза.

Выявлено, что на расстоянии 1 м ультрафиолетовое излучение не регистрировалось. Однако рекомендуется размещать рециркулятор на расстоянии не ближе 1 м от постоянных рабочих мест.

Уровни звукового давления рециркулятора «Витязь» в октавных полосах частот и эквивалентный уровень звука при использовании рециркулятора не превышают гигиенические нормативы.

Таким образом, на основании проведенных экспериментов можно рекомендовать разработанный рециркулятор ультрафиолетовый бактерицидный «Витязь» для применения в процедурных, перевязочных, малых операционных больниц и поликлиник, ассистентских-асептических аптек и других организаций, использующих ультрафиолетовое бактерицидное излучение для обеззараживания воздуха в помещениях.

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, эффективность, рециркулятор воздуха.

Введение. Для создания строгого санитарно-противоэпидемического режима в организациях здравоохранения большое внимание уделяется санитарной обработке воздуха. Действенным профилактическим санитарно-противоэпидемиологическим средством, направленным на подавление жизнедеятельности микроорганизмов в воздушной среде помещений является ультрафиолетовое бактерицидное излучение. Оно входит в число средств, обеспечивающих снижение уровня распространения инфекционных заболеваний и дополняет обязательное соблюдение соответствующих санитарных норм и правил по устройству и содержанию помещений организаций здравоохранения. Ультрафиолетовое облучение применяют для обеззараживания воздуха, поверхностей потолков, стен, пола и оборудования в помещениях с повышенным риском распространения воздушно-капельных и кишечных инфекций.

Эффективно его использование в операционных блоках больниц, помещениях родильных домов, бактериологических и вирусологических лабораториях, на станциях переливания крови, в перевязочных больниц и поликлиник, в боксах инфекционных больниц, в приемных отделениях больниц, детских учреждениях. В период эпидемий гриппа целесообразно применять бактерицидные лампы в групповых комнатах детских учреждений, спортзалах, кинотеатрах, столовых, в общественном транспорте, залах ожидания на вокзалах и аэропортах и других помещениях с большим и длительным скоплением людей, в том числе на промышленных предприятиях, предприятиях бытового обслуживания населения.

Антимикробное действие ультрафиолетового излучения, являющегося частью спектра электромагнитных волн оптического диапазона, проявляется в деструктивно-модифицирующих фотохимических повреждениях ДНК в клеточном ядре микроорганизмов, что приводит к гибели микробной клетки в первом или последующем поколении. Более чувствительны к воздействию ультрафиолетового излучения вирусы и бактерии в вегетативной форме. Менее чувствительны грибы и простейшие микроорганизмы. Микробы относятся к кумулятивным фотобиологическим приемникам, следовательно, результат воздействия бактерицидного излучения и микроорганизма зависит от его вида и от энергии излучения, поглощенной клеткой. В качестве источников ультрафиолетового бактерицидного излучения используются разрядные лампы, у которых в процессе электрического разряда генерируется излучение, содержащее в своем составе диапазон длин волн 205–315 нм, с достаточно высоким значением бактерицидной отдачи [1].

Технические средства, обеспечивающие обеззараживание УФ-излучением воздуха и поверхностей в помещениях, включают: источники ультрафиолетового бактерицидного излучения (бактерицидные лампы), в излучении которых имеется спектральный диапазон с длинами волн 205–315 нм, бактерицидные облучатели и бактерицидные установки.

В качестве источников ультрафиолетового излучения используются разрядные ртутные лампы низкого и высокого давления, а также ксеноновые импульсные лампы, излучающие в процессе электрического разряда волны с длиной 205–315 нм, обладающие бактерицидным эффектом. Ртутные лампы низкого давления (далее – НД) представляют собой люминесцентные лампы, колбы которых выполнены из специального кварцевого или увиолевого стекла с высоким коэффициентом пропускания УФ-лучей. При работе ртутных ламп НД более 60 % излучения приходится на длину 254 нм, обладающую максимальным бактерицидным действием. Они имеют большой срок службы (3000–10000 ч) и готовы к работе практически сразу после их зажигания; мощность ламп – от 6 до 75 Вт и более.

Колба ртутных ламп высокого давления (далее – ВД) выполнена также из кварцевого стекла. Эти лампы имеют при небольших габаритах большую единичную мощность от 100

до 1000 Вт, что позволяет уменьшить число ламп в помещении, но обладают низкой бактерицидной отдачей и малым сроком службы, а необходимый режим горения наступает через 5–10 мин после их зажигания. Ртутные лампы ВД не рекомендуются для широкого применения из-за малой экономичности, так как доля излучения в указанном диапазоне составляет у них не более 10 %, а срок службы примерно в 10 раз меньше, чем у ртутных ламп НД.

Импульсные ксеноновые лампы также создают кратковременные мощные импульсы излучения; при возможном разрушении они не загрязняют воздушную среду помещения парами ртути. Недостатком этих ламп является необходимость использования для их работы дополнительного сложного и дорогостоящего оборудования.

Бактерицидные лампы (далее – БЛ) разделяются на озоновые и безозоновые. Спектр излучения БЛ содержит спектральные линии с длиной менее 200 нм. Излучение с указанной длиной волны у озонных ламп выходит за пределы колбы и может вызывать образование озона в воздушной среде. Озон представляет серьезный риск для здоровья человека, особенно детей, а также лиц, страдающих легочными заболеваниями. Это требует контроля концентрации озона в помещениях, где установлены облучатели, укомплектованные озонными бактерицидными лампами. Озоновые лампы применяются в помещениях в отсутствие людей с последующим проветриванием после сеанса облучения. У бактерицидных безозоновых ламп выход излучения с длиной менее 200 нм отсутствует за счет конструкции колбы или применения специального материала, задерживающего излучение.

На качество функционирования бактерицидных ламп влияют многие факторы. Снижение температуры воздуха затрудняет зажигание ламп, увеличивает распыление материалов электродов, что сокращает срок службы. При температурах менее 100 С значительное число ламп может не зажигаться; этот эффект усиливается при пониженном напряжении сети. Особенностью БЛ является зависимость их параметров от колебаний напряжения сети, и при повышении напряжения на 20 % срок службы снижается до 50 %; при падении напряжения сети более чем на 20 % лампы начинают неустойчиво гореть и могут даже погаснуть. При работе новых БЛ вначале происходит уменьшение потока излучения, особенно в первые десятки часов горения, которое может достигать 10 %. В дальнейшем скорость спада потока излучения замедляется. На срок службы ламп влияет и число включений: каждое включение уменьшает общий срок службы лампы приблизительно на 2 ч.

Для дезинфекции воздуха в помещениях асептического профиля в больничных, амбулаторно-поликлинических и аптечных организациях применяются ультрафиолетовые бактерицидные облучатели как открытого типа, так и экранированные. Однако за время работы персонала при выключенном облучателе количество бактерий в воздухе увеличивается почти на 100 %. Основным недостатком неэкранированных ламп является невозможность их

применения в присутствии людей из-за воздействия ультрафиолетового излучения, вызывающего детерминированные и стохастические эффекты. К детерминированным эффектам относятся фотокератит, конъюнктивит и катаракта, к стохастическим – злокачественные новообразования кожи. Высокая биологическая активность ультрафиолетового излучения требует тщательного контроля бактерицидной облученности на рабочих местах [1–2]. Экранированные облучатели, которые можно включать в присутствии людей, но не больше 6–8 часов, также не оказывают кардинального влияния на проблему роста микробной обсемененности при длительной работе.

В последнее время для обеззараживания воздуха широкое применение находят рециркуляторы, в которых ультрафиолетовое излучение не имеет выхода наружу. Оно сконцентрировано в небольшом замкнутом пространстве лампы. Обеззараживание воздуха происходит так: поток свежего воздуха поступает через вентиляционные отверстия внутрь корпуса, внутри ультрафиолетовая лампа дезинфицирует воздух в замкнутом пространстве. Затем продезинфицированный воздух поступает в помещение. Этот принцип «УФ излучение в замкнутом пространстве бактерицидной лампы» позволяет применять УФ рециркуляторы для обеззараживания воздуха даже в присутствии людей.

Быструю очистку воздуха путем механической фильтрации через фильтр из ультратонких волокон и ультрафиолетового облучения обеспечивают воздухоочистители, достоинством которых является то, что они могут работать в присутствии людей, не принося вред их здоровью. Используются передвижные рециркуляционные воздухоочистители ВОПР-0,9 и ВОПР-1,5, которые за 30 мин работы способны достаточно эффективно снижать загрязненность воздуха помещений микроорганизмами и пылью. Их недостатком является шумовое загрязнение окружающей среды, гигиеническое значение которого заключается в поражении органа слуха, нервной, сердечно-сосудистой систем, ослаблении резистентности организма, нарушении обмена веществ. Под действием шума нарушается равновесие возбудительных и тормозных процессов в центральной нервной системе, что приводит к снижению внимания, работоспособности и утомлению.

В настоящее время для оптимизации микроклиматических условий в помещениях организаций здравоохранения, других организаций и учреждений используются кондиционеры, которые позволяют создать определенные параметры температуры, скорости движения и влажности воздуха. Недостатками кондиционеров является удаление повышенной влажности с помощью выведенного за пределы помещения трубопровода, а также возможность обсемененности кондиционеров микроорганизмами и сложность их очистки и дезинфекции.

Таким образом для санитарной обработки воздуха в организациях здравоохранения осуществляется обеззараживание, очистка и кондиционирование тремя различными устройствами. Нами разработан рециркулятор воздуха ультрафиолетовый бактерицидный «Витязь» для одновременного обеззараживания и кондиционирования воздуха помещений. Однако эффективность его применения в организациях здравоохранения окончательно не изучена.

Цель – изучить эффективность обеззараживания и кондиционирования воздуха помещений в организациях здравоохранения разработанным нами рециркулятором воздуха бактерицидным ультрафиолетовым «Витязь».

Материал и методы исследований. Разработанный нами рециркулятор воздуха бактерицидный ультрафиолетовый «Витязь» является облучателем закрытого типа, предназначен для обеззараживания воздуха путем его прохождения через закрытую камеру, содержащую две встроенные безозоновые ультрафиолетовые лампы и вентилятор. В рециркуляторе используются ультрафиолетовые бактерицидные лампы, при работе которых отсутствует выход лучей с длиной волны менее 200 нм, вследствие чего не происходит образования озона. Движение и обмен воздуха внутри камеры осуществляется в процессе его прокачки через рециркулятор за счет работы вентилятора. Рециркулятор предназначен для непрерывной работы в помещениях с одновременным пребыванием людей, он безопасен для персонала и пациентов в плане ультрафиолетового облучения и озона [3].

Исследования проводили на базе областной инфекционной клинической больницы (ВОКИБ) в процедурном кабинете кишечного отделения и реанимационном зале реанимационного отделения, асептических блоков больничных аптек областного противотуберкулезного диспансера (ВОПТД), в научной лаборатории кафедры общей гигиены и экологии УО «Витебский государственный медицинский университет», в лабораториях гигиены труда и микробиологии ГУ «РНПЦ гигиены». Выполнено *4 серии опытов*.

В *1-й серии опытов* в вышеназванных помещениях производили исследования воздушной среды аспирационным методом на содержание гемолитических кокковых микроорганизмов (α- и β-гемолитические стрептококки, гемолитические стафилококки), дрожжеподобных и плесневых грибов и общей микробной обсемененности до и после 2, 4 и 6 ч работы рециркулятора в присутствии персонала. В ГУ «РНПЦ гигиены» отбор проб производили непосредственно на чашки Петри с помощью пробоотборника воздуха SAS SUPER 100. Для оценки микробной контаминации воздуха были отобраны пробы воздуха в объеме 200 дм^3. Для определения общей микробной обсемененности использовали мясопептонный агар (далее – МПА), гемолитической микрофлоры – кровяной агар (далее – КА), дрожжей и плесеней – агаризированную среду Сабуро с антибиотиками для увеличения селективности.

После завершения заданного цикла отбора проб воздуха чашки извлекались и инкуби-

ровались при температуре 300 С в течение 24-48 ч для выявления общей микробной обсемененности, при 37 °С в течение 24–48 ч – для гемолитической микрофлоры, при 24 °С в течение 5 суток – для дрожжей и плесневых грибов. Для оценки уровня микробного загрязнения воздуха выросшие на чашке колонии подсчитывались с последующим выделением и идентификацией изучаемых микроорганизмов по морфологическим, культуральным, тинкториальным и биохимическим признакам. Затем производился расчет колониеобразующих единиц, содержащихся в 1 $м^3$ воздуха.

Содержание *S.aureus*, дрожжеподобных и плесневых грибов и общей микробной обсемененности на объектах г. Витебска определяли аспирационным методом с помощью аппарата Кротова. Для определения содержания *S.aureus* производили посев на желточно-солевый агар, дрожжеподобных и плесневых грибов – на среду Сабуро, общей микробной обсемененности – на простой агар до работы рециркулятора и через 4 ч после его работы. Скорость протягивания воздуха составила 25 $дм^3$/мин в течение 40 мин. Засеянные среды выдерживали в термостате при (37±1) °С в течение 24 ч, затем при комнатной температуре в течение 24 ч, а затем производили подсчет выросших колоний бактерий и расчет колониеобразующих единиц, содержащихся в 1 $м^3$ воздуха [4].

Эффективность ультрафиолетового облучения оценивали по степени снижения микробной обсемененности воздуха под воздействием облучения. Расчет эффективности осуществляли по формуле:

$X = A_0 – A_п / A_0 \times 100$ %,

где A_0 – количество микроорганизмов до обработки, КОЕ/$м^3$;

$A_п$ – количество микроорганизмов после обработки, КОЕ/$м^3$;

X – эффективность.

Во *2-й серии опытов* изучали параметры микроклимата в помещениях – температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и охлаждающую способность воздуха до и после функционирования рециркулятора в течение 4 ч. Для этих целей использовали портативный измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, аспирационный психрометр, термоанемометр и шаровые кататермометры [5–6].

В *3-й серии опытов* проводили исследования поверхностной плотности потока бактерицидного ультрафиолетового излучения при элиминировании сторонних источников излучения. Измерения выполняли у вентиляционной решетки облучателя при входе и выходе воздушного потока на расстоянии 5 см путем поиска максимального значения для поверхности изделия с помощью спектрорадиометра полосового СРП-86, обеспечивающего необходимые пределы измерений с допустимой погрешностью не более 20 % [7].

В *4-й серии опытов* проводили измерения уровней звукового давления в октавных полосах частот и эквивалентного уровня звука с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-

003-М2 и микрофона М-101. Фоновые уровни звукового давления определяли в полуреверберационных испытательных камерах с отрегулированными характеристиками [8].

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования *1-й серии опытов* показали, что в микробиологической лаборатории ГУ «РНПЦ гигиены» после 2-хчасового облучения рециркулятором выявлено незначительное увеличение общей микробной обсемененности и плесеней, количество гемолитической микрофлоры существенно не изменилось. Через 4 и 6 ч происходило снижение общего содержания микроорганизмов, плесеней и гемолитических микроорганизмов (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание микроорганизмов в воздухе до и после работы рециркулятора «Витязь»

Время	ОМО, КОЕ/м^3	Плесневые грибы, КОЕ/м^3	Гемолитические микроорганизмы, КОЕ/м3
Фон (0 ч)	3015	505	135
2 ч	3420	595	130
4 ч	2710	480	95
6 ч	1700	425	85

При расчете эффективности наибольший эффект по снижению микробной нагрузки воздушной среды показан для общей микробной обсемененности. Так, через 6 ч работы рециркулятора эффективность составила 43,6 %. Эффективность обеззараживания воздуха для гемолитических микроорганизмов определена на уровне 3,7 % после 2 ч облучения, 29,6 % - после 4 ч, 37 % – после 6-ти часового облучения. Количество плесневых грибов после 4 ч воздействия ультрафиолета снизилось на 5 % от исходного уровня, через 6 ч – на 15,8 %.

Результаты исследования воздуха на объектах г. Витебска показали существенное снижение содержания микроорганизмов (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание микроорганизмов до и после работы рециркулятора «Витязь»

Место проведения	Условия проведения испытаний	Микроорганизмы, КОЕ/м3		
		ОМО	*S.aureus*	Пл. грибы
Асептический блок аптеки ВОПТД	До работы	450	0	8
	После работы	120	0	2
Асептический блок аптеки ВОКИБ	До работы	1100	0	10
	После работы	730	0	3
Процедурный кабинет кишечного отделения ВОКИБ	До работы	1000	0	10
	После работы	540	0	8
Реанимационный зал реанимационного отделения ВОКИБ	До работы	610	0	8
	После работы	430	0	0

Примечания:
1. до работы — До включения рециркулятора.
2. после работы — После 4 ч эксплуатации рециркулятора.

Таким образом эффективность работы рециркулятора через 4 ч для общей микробной обсемененности составила 73, 34, 46 и 30 % на различных объектах, среднее значение 46 %. Эффективность обеззараживания воздуха для плесневых грибов определена на уровне 75, 70, 20 и 100 %, среднее значение 66 %. Количество золотистого стафилококка не увеличивалось в процессе работы рециркулятора.

Результаты выполненных исследований 2-й серии опытов показали, что за 4 ч работы в помещении температура изменяется на 1,2–2 °С, относительная влажность – на 4–17 %, скорость движения воздуха увеличивается до 0,2 м/с по сравнению с исходным уровнем (таблица 3).

Таблица 3 – Параметры микроклимата до и после работы рециркулятора «Витязь»

Место проведения	Условия проведения испытаний	Микроорганизмы, КОЕ/м3		
		t, °С	R, %	V, м/с
Асептический блок аптеки ВОПТД	До работы	24	92	0,006
	После работы	22	80	0,003
Асептический блок аптеки ВОКИБ	До работы	26,4	99	0,053
	После работы	25,2	82	0,1
Процедурный кабинет кишечного отделения ВОКИБ	До работы	14,9	72	0,083
	После работы	16,4	68	0,121
Реанимационный зал реанимационного отделения ВОКИБ	До работы	18,8	83	0,02
	После работы	20,2	76	0,21
Примечания: 4. t, °С — температура воздуха. 5. R, % — относительная влажность. 6. V, м/с — скорость движения воздуха.				

Результаты измерений *3-й серии опытов* показали, что на расстоянии 1 м УФИ не регистрировалось. Однако, так как в соответствии с СН 2.2.4-13-45-2005 [2] нормативы плотности потока в бактерицидном диапазоне составляют 0,001/0, на минимальном расстоянии 5 см от вентиляционных решеток рециркулятора были зарегистрированы высокие его уровни. В связи с этим запрещается размещение рециркулятора на расстоянии ближе 1 м от постоянных рабочих мест (таблица 4).

Таблица 4 – Параметры ультрафиолетового излучения при эксплуатации рециркулятора «Витязь»

Спектральный диапазон	Результаты измерений		
	у решетки (на входе потока)	у решетки (на выходе потока)	1 м от изделия
УФ-С, 220-280 нм	0,017-0,022-0,021/0,020	0,027-0,030-0,031/0,029	н.ч.
Примечание — н.ч. — Ниже чувствительности применяемого метода.			

Результаты измерений *4-й серии опытов* свидетельствуют, что уровни звукового давления в октавных полосах частот и эквивалентный уровень звука при использовании рециркулятора не превышают 48 дБА (таблица 5).

Таблица 5 – Параметры шума при эксплуатации рециркулятора «Витязь»

Место измерения	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Фон	35	37	36	33	30	26	22	20	19	32
Рециркулятор	52	48	46	49	44	43	38	33	20	48
ПДУ, дБ/дБА	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Результаты исследования позволяют заключить, что в течение работы рециркулятор воздуха бактерицидный ультрафиолетовый «Витязь» приводит к снижению общей микробной обсемененности в среднем в 2 раза, содержание плесневых грибов – в 3,5 раза, а содержание золотистого стафилококка остается на прежнем уровне. В процессе работы рециркулятор изменяет влажность в 1,13 раза, повышает скорость движения воздуха до 0,21 м/с, в случае нагревающего микроклимата снижает температуру в 1,1, охлаждающего – повышает в 1,1 раза.

Выявлено, что на расстоянии 1 м УФИ не регистрировалось. Однако, рекомендуется размещать рециркулятор на расстоянии не ближе 1 м от постоянных рабочих мест.

Уровни звукового давления рециркулятора «Витязь» в октавных полосах частот и эквивалентный уровень звука при использовании рециркулятора не превышают гигиенические нормативы [8].

Таким образом, на основании проведенных экспериментов можно рекомендовать разработанный рециркулятор ультрафиолетовый бактерицидный «Витязь» для применения в процедурных, перевязочных, малых операционных больниц и поликлиник, ассистентских-асептических аптек и других организаций, использующих ультрафиолетовое бактерицидное излучение для обеззараживания воздуха в помещениях.

Заключение.

1. В результате работы рециркулятора воздуха бактерицидного ультрафиолетового «Витязь» снижается общая микробная обсемененность, содержание плесневых грибов и гемолитических микроорганизмов, содержание золотистого стафилококка остается на прежнем уровне.

2. В процессе работы рециркулятор «Витязь» улучшает параметры микроклимата в помещениях.

3. Конструктивное исполнение рециркулятора исключает выход потока УФИ в зону нахождения обслуживающего персонала и по шумовым характеристикам соответствует гигиеническим нормативам.

4. Рециркулятор «Витязь» можно рекомендовать для обеззараживания воздуха на расстоянии не ближе 1 м от постоянных рабочих мест в организациях здравоохранения, учреждениях образования, а также предприятиях по производству пищевых продуктов, общественного питания и продовольственной торговли организаций и учреждений.

Литература

1. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях: руководство Р3.1.683-98. – М., 1998. – 25 с.

2. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников: СН 2.2.4-13-45-2005 – Введ. 23.11.05. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белор. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2005. – 8 с.

3. Инструкция по применению рециркулятора воздуха бактерицидного ультрафиолетового «Витязь» для обеззараживания воздуха в помещениях организаций здравоохранения, производственных и общественных учреждениях: утв. Гл. гос. врачом Респ. Беларусь 23.11.2006, № 5846. – Минск : МЗ РБ, 2006. – 6 с.

4. Методы микробиологического контроля санитарно-гигиенического состояния помещений в организациях здравоохранения и стерильности изделий медицинского назначения: инструкция № 4.2.10-22-1-2006, утв. пост. Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 28.01.2006, № 7. – Минск, 2006. – 18 с.

5. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы № 9-80-98: утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 25.03.1999, № 12. – 16 с.

6. Минх, А. А. Методы гигиенических исследований / А. А. Минх. – М. : Медицина, 1971. – 585 с.

7. Методика по гигиенической оценке производственных источников ультрафиолетового излучения: утв. МЗ РБ 18.05.99, № 105-9807. – Минск, 1999. – 7 с.

8. ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах: ГОСТ12.1.050-86. – Введ. 18.03.86. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белор. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1986. – 19 с.

Поступила 15.08.2012

EFFECTIVENESS OF AIR RECIRCULATOR «VITYAZ»

Miklis N.I., Burak I.I., Grigoryeva S.V.

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk

The purpose of this work was to study the effectiveness of air disinfection and conditioning of premises in organizations of public health services developed by us with ultraviolet antimicrobial recirculator of air «Vityaz».

Results of researches have shown, that during the operation of air ultraviolet antimicrobial recirculator «Vityaz» decreased by 2 times total microbial dissemination, content of fungi – by 3,5 times, and the content of St. aureus remains the same. In work process the recirculator changes humidity in 1,13 times, increases air speed up to 0,21 m/s, during heating microclimate lowers temperature by 1,1 times, cooling – increases by 1,1 times.

Revealed that at 1 m ultraviolet radiation not registered. However, recirculator should be placed 1 m from the constant jobs.

Sound pressure levels of recirculator «Vityaz» in octave bands and the equivalent sound level using the rebreather does not exceed health standards.

Thus, on basis of experiments can be designed to recommend air ultraviolet antimicrobial recirculator «Vityaz» for usage in treating, dressing rooms, small operatings of hospitals and polyclinics, pharmacy aseptic-assistant and other organizations that use ultraviolet antibacterial radiation to disinfecting of air indoor.

Keywords: ultraviolet radiation, efficiency, air recirculator.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИМАНОВ (ОЗЕР) ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ КИШЕЧНЫМИ ВИРУСАМИ, ПРОСТЕЙШИМИ И ГЕЛЬМИНТАМИ

*Мокиенко А.В., * Засыпка Л.И., * Вегержинская Н.Д., * Котлик Л.С., * Тарасюк Е.Ф., * Вернигора И.И., *Мельник Л.П., * Тихенко Н.Н., * Скопенко А.В.*

Украинский научно-исследовательский институт медицинской реабилитации и курортологии Министерства здравоохранения Украины», г. Одесса, Украина

** Одесская областная санитарно-эпидемиологическая служба, г. Одесса, Украина*

Реферат. В работе представлена характеристика загрязнения лиманов (озер) Одесской области кишечными вирусами, простейшими и гельминтами. Обоснована необходимость проведения систематического мониторинга загрязнения лиманов этими биологическими контаминантами с применением современных методов исследований.

Ключевые слова: лиманы, вирусы, простейшие, гельминты.

Введение. С каждым годом проблема загрязнения поверхностных водоемов Украины кишечными вирусами, простейшими и гельминтами приобретает все большую актуальность, главным образом, в связи с неконтролируемыми сбросами неочищенных либо недостаточно очищенных сточных вод. Это в полной мере касается причерноморских лиманов и озер Одесской области, которые, помимо важнейшей рекреационной функции, являются источниками ценных природных лечебных ресурсов (рапы и лечебных грязей /пелоидов).

Обобщение данных исследований энтеровирусного загрязнения открытых водоемов Украины за период 1994–2004 гг. позволило установить выраженную тенденцию к снижению результативности такого мониторинга: средняя частота выделения энтеровирусов составляла 3,8 % от общего числа проб [1].

Результаты исследований проб воды поверхностных водоисточников первой и второй категории и сточной воды на наличие ооцист криптоспоридий в г. Одессе и Одесской области свидетельствуют об обнаружении этих биологических контаминантов в 1 пробе из 7, в 6 из 69 и в 14 из 172 проб соответственно [2].

Поскольку ранее обобщение материалов по проблеме загрязнения лиманов этими биологическими контаминантами не проводилось, цель работы состояла в характеристике загрязнения лиманов (озер) Одесской области кишечными вирусами, простейшими и гельминтами.

Материал и методы исследований. Исследовали поверхностные воды следующих водных объектов: Б-Днестровский лиман (г. Б-Днестровск); Затока (около канала Шабо), пгт. Овидиополь, Тилигульский лиман (пгт. Березовка, с. Лысенково), Хаджибеевский лиман, Куяльницкий лиман (с. Щорсово), Шаболатский лиман (Сухолужье, Приморское, Приозерное), озеро Китай (с. Васильевка, с. Червоний яр, пруд Крепость), Озеро Кагул, протока Вилета, озеро Картал, водохранилище с. Нерушай, водохранилище с. Дмитровка, озеро Сасык, озеро Бурнас, озеро Ялпуг (г. Измаил, г. Рени).

Оценку вирусного загрязнения морской (лиманной) воды за период 1994–2008 гг., отдельно лиманной воды за период 2002г. – 1 полугодие 2012г. осуществляли по данным мониторинга Центральной иммуно-вирусологической лаборатории Одесской областной СЭС. Исследовали уровни контаминации данных водных объектов ротавирусами (далее – РВ), энтеровирусами (далее – ЭВ), вирусом гепатита А (далее – ВГА), аденовирусами (далее – АдВ), реовирусами (далее – РеВ), астровирусами (далее – АстВ), норовирусами (далее – НВ). Идентификацию вирусов проводили с использованием соответствующих тест-систем согласно инструкциям на их применение.

Таблица 1 – Количество исследованных проб воды по результатам мониторинга вирусного загрязнения морской и лиманной воды

Объекты исследований	Выявленные вирусы							Общее число проб
	РВ	ЭВ	ВГА	АдВ	РеВ	АстВ	НВ	
Морская + лиманная вода	4007	5369	2529	2694	757	149	159	15664
Лиманная вода	323	427	384	123	125	-	-	1382

Оценку паразитарной контаминации лиманной воды проводили по данным лаборатории медицинской паразитологии Одесской областной СЭС. За период 2000–2011 гг. проанализирована 91 проба с целью идентификации возбудителей паразитарных заболеваний и гельминтозов (яйца гельминтов, личинки стронгилят, патогенные кишечные простейшие, ооцисты криптоспоридий), всего проведено 364 анализа. Исследования проводили согласно [3].

В рамках эколого-гигиенического мониторинга Шаболатского (Будакского) лимана, как водного объекта, отнесенного к категории лечебных, в 2012 г. (март, май, июль) произведен отбор проб рапы и пелоидов в 3-х точках (точка 1 – Шаболатский лиман, точки 2,3 – Будакский лиман) с изучением вирусологических и паразитологических показателей.

Результаты и их обсуждение. На рисунке 1 представлены результаты санитарно-вирусологического мониторинга морской (лиманной) воды. Как видно из представленных данных, уровни контаминации РВ, ЭВ, ВГА, АдВ, РеВ, АстВ, НВ колебались в значительных пределах, достигая в отдельные годы весьма значительных величин. Так, ВГА в 1994 г. был обнаружен в 39,5 % проб, АдВ в 1998 г. – в 43–%; в 2002 г. РВ, АдВ и РеВ выявлены в 56,5 % и 62 % проб соответственно.

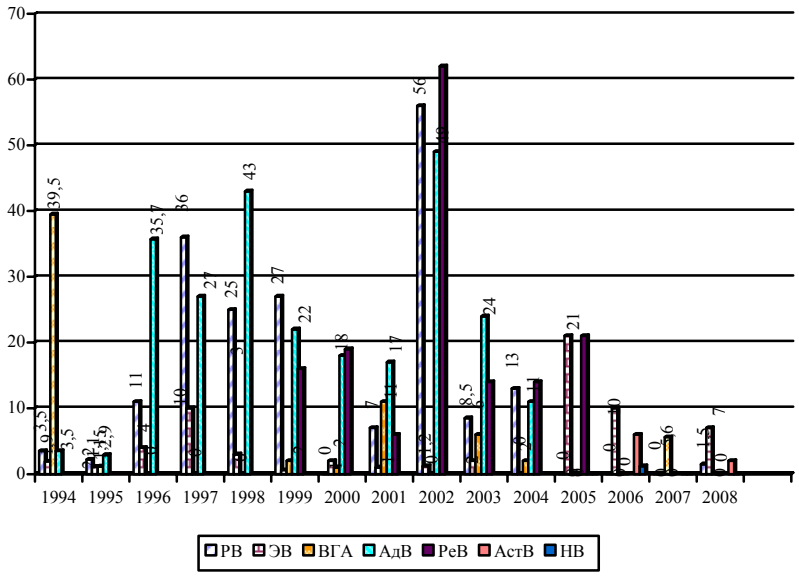


Рисунок 1 – Результаты санитарно-вирусологического мониторинга морской (лиманной) воды Одесской области

Частота вирусного загрязнения морской воды по данным отечественных авторов [4] также значительно колеблется: для ЭВ от 8,7 до 43,9 % (по нашим данным 3,8 % с колебаниями от 0 до 21 %). В местах сброса сточных вод этот показатель составляет 90 %, интенсивность вирусного загрязнения снижается по мере удаления от сточных коллекторов. Из 400 проб морской воды выделено 70 вирусных агентов (17,5 % проб), из которых 21,4 % отнесены к полиовирусам; 18,6 % – вирусам Коксаки А; 34,3 % – вирусам Коксаки В; 17,1 % – вирусам ЕСНО; 8,6 % – не типировались. Наиболее загрязненной была вода, отобранная возле места сброса сточных вод (50 % проб). В прибрежной зоне ЭВ выявлены в 15,9 % проб воды, а в других точках (возле причалов, в промышленной зоне) – в 8,8 %.

По мнению авторов [1], эти показатели значительно ниже данных зарубежных стран, что связано с применением более чувствительных молекулярно-генетических методов исследований и с недостаточной эффективностью вирусологических исследований в большинстве региональных лабораторий Украины.

Интерпретация результатов вирусологических исследований лиманной воды за период 2002–2012 гг. (таблица 2) вызвала некоторые затруднения, как в связи с отсутствием определения отдельных вирусов (ЭВ, АдВ, РеВ), так и в силу значительного уменьшения числа проб (например, для ВГА с 166 в 2003 г. до 6 в 2010 г.).

Таблица 2 – Результаты выявления кишечных вирусов в лиманах Одесской Области за период 2002–2012 гг.

Год	ВГА (проб/+)	РВ (проб/+)	ЕВ (проб/+)	АдВ (проб/+)	РеВ (проб/+)
2002	35 -	35 -			- -
2003	166 (**6 %**) 10	129 (**8,5 %**) 11	297 (**2,7 %**) 8	123 (**24,4 %**) 30	125 (**11,2 %**) 14
2004	29 -	29 -	121 -		
2005	32 -	7 -	9 -		
2006	24 -	20 -	4 -		
2007	32 (**6,2 %**) 2	25 -			
2008	20 (**4,5 %**) 1	22 (**4,5 %**) 1			
2009	12 -	9 (**1,1 %**) 1			
2010	6 -	19 -			

Продолжение таблицы 2

2011	18 -	18 -			
2012 1-е полугодие	10 -	10 -			
Примечания: 1. + – Позитивные пробы. 2. Жирным шрифтом выделен удельный вес позитивных проб (в %).					

Фактически, наиболее показательным является 2003 г., когда были проанализованы все кишечные вирусы при достаточно репрезентативном количестве проб рапы. Вместе с тем, эти данные подтверждают сходство тенденции к колебаниям уровней загрязнения морской и лиманной воды, что соответствует признанной общности геологической и гидрохимической структуры морей и лиманов как водных объектов. Следует отметить, что в рапе и пелоидах Шаболатского (Будакского) лимана в 2012 г. кишечные вирусы не выявлены.

Результаты выявления возбудителей паразитарных заболеваний и гельминтозов в воде лиманов и озер Одесской области за 2000–2011 гг. показывают, что из общего числа (91 проба воды) 18 (19,8 %) были позитивными, а из 364 анализов (91 на 4 вида возбудителей) – 26 (7,1 %). Видовой спектр возбудителей представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Возбудители паразитарных заболеваний и гельминтозов, которые выявлены в воде лиманов и озер Одесской области за 2000–2011 гг.

Возбудители	Число позитивных находок
Яйца Toxocara canis	4
Яйца Ascaris lumbricoides	5
Яйца Enterobius verunii	1
Цисты Lamblia intestinalis	1
Blastocystis hominis	1
Цисты Entamoeba coli	7
Цисты Cryptosporidium spp.	7

В результате исследования проб рапы и пелоидов Шаболатского (Будакского) лимана установлено наличие в пелоидах точек 1 и 3 яиц Ascaris lumbricoides (50 в 1 кг пелоида) и онкосфер тениид (50 в 1 кг пелоида) (отбор проб 26.03.2012); в рапе точки 3 – цист Cryptosporidium spp. (1 в 25 л рапы) (отбор проб 02.07.2012).

Следует отметить, что по данным литературы, идентификация ооцист криптоспоридий и лямблий в поверхностных водоисточниках показала выявление Giardia spp. и Cryptosporidium spp. в 81 % и 87 % проб воды соответственно [5].

Выводы.

1. Кишечные вирусы, простейшие и гельминты являются значимыми биологическими контаминантами поверхностных водоемов, в том числе лиманов, что для последних особенно важно в силу дополнительных рисков заражения пациентов санаториев при использовании рапы и пелоидов как природных лечебных ресурсов.

2. Представляется необходимым проведение систематического мониторинга загрязнения рапы и пелоидов этими эпидемически значимыми возбудителями с применением современных методов исследований.

Литература

1. Доан, С. І. Характеристика ентеровірусного забруднення води відкритих водоймищ / С. І. Доан, В. І. Бондаренко, В. І. Задорожна // Вода і водоочисні технології. – 2005. – № 4. – С. 32 – 35.

2. Мокієнко, А. В. До питання про гігієнічну значущість контамінації води ооцистами криптоспоридій / А.В. Мокієнко, Л. І. Засипка, Н. І. Бешко // Збірка тез доповідей наук.-практ.конф.“Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України”.– Київ, 2005. – С. 177 – 178.

3. Санітарно-паразитологічні дослідження води питної : методичні вказівки МВ 10.10.2.1-076-00 від 09.11.2000р. – 17с.

4. Доан, С. І. Роль морської води в поширенні ентеровірусних інфекцій / С. І. Доан, В. І. Бондаренко, В. І. Задорожна // Вода і водоочисні технології. – 2002. – № 2 – 3. – С. 41 – 46.

5. LeChevallier, M.W. Lee Occurrence of Giardia and Cryptosporidium spp. in Surface Water Supplies / M.W. LeChevallier, W.D. Norton, R.G. Lee // Appl. Environ. Microbiol. – 1991. – V. 57, № 9. – P. 2610 – 2617.

Поступила 25.07.2012

THE CHARACTERISTIS OF POLLUTION OF ESTUARIES (LAKES) OF THE ODESSA REGION BY INTESTINAL VIRUSES, PROTOZOA AND HELMINTS

*Mokiyenko A.B., * Zasipka L.I., * Vegerzhinskaya N.D., * Kotlik L. S., * Tarasyuk Y F.,*

** Vernigora I.I., * Melnic L.P., * Tihenko N.N., * Skopenko A.V.*

Ukranian Research Institute for Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health Care, Odessa, Ukraine

** The Odessa Regional Station for Sanytary-and-Epidemiological, Odessa, Ukraine*

In this article the characteristics of pollution of estuaries (lakes) of the Odessa region by intestinal viruses, protozoa and helmints is presented. Necessity of carrying out of regular monitoring

of pollution of estuaries by these biological contaminants with application of modern methods of research is proved.

Keywords: estuaries, viruses, protozoa, helmints.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

*Мокиенко А.В., * Остапец Т.В., Петренко Н.Ф., * Неделько С.А., * Недбайло О.В.*

Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта,

г. Одесса, Украина

** Санитарно-эпидемиологическая станция на Одесской железной дороге, г. Одесса, Украина*

Реферат. В работе представлен анализ актуальных проблем водоснабжения железнодорожного транспорта Украины. Обоснована необходимость внедрения локальних систем очистки и доочистки питьевой воды на стационарных и мобильных объектах железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: питьевая вода, железнодорожный транспорт.

Введение. Изменившиеся политические и экономические условия современного развития Украины диктуют необходимость перестройки транспортной отрасли. Железнодорожным транспортом осуществляется 85 % грузооборота и 56 % пассажирооборота. Протяженность железнодорожных линий Украины составляет 22,5 тыс. км. К инфраструктуре железнодорожного транспорта относятся 142 пассажирских вокзала, 1503 станции, 134 диспетчерских **участка,** 41 вагонное депо. В 2008 году по железной дороге было перевезено около 150 млн. человек в 8329 пассажирских вагонах. В отрасли работает более 45 тыс. чел. [1].

Деятельности государственной санитарно-эпидемиологической службы (госсанэпидслужба) на железнодорожном транспорте присущи определенные особенности, которые, прежде всего, состоят в системе ее организации и управления. В основе структуры находится тесно связанный с технологией железнодорожных перевозок линейный принцип организации железнодорожного транспорта, что существенно отличает ее от санэпидслужб административных территорий. Линейный принцип тесно связан с принципом экстерриториальности, который обусловлен тем, что структурные подразделения железнодорожного транспорта (железные дороги, дирекции перевозок, грузовые и пассажирские станции, локомотивные депо, путевые участки) расположены, как правило, в нескольких административно-территориальных единицах страны. В связи с этим, госсанэпидслужба на железнодорожном транспорте также реализует свою деятельность экстерриториально [2].

В связи с постоянным увеличением объемов перевозок обеспечение пассажирских перевозок водой питьевого качества остается важной гигиенической проблемой на железнодорожном транспорте. Учитывая фактическое использование для пополнения вагонных систем водообеспечения не только централизованных систем водоснабжения, но и локальных децентрализованных водопроводных сетей, особенно актуальной является проблема существенного загрязнения таких источников антропогенной микрофлорой, значительные уровни минерализации подземных и грунтовых вод. Несмотря на это, практически отсутствует внедрение на железнодорожном транспорте новых современных высокоэффективных методов водоподготовки. Наличие значительного количества органических соединений даже в воде централизованных систем вагонного водоснабжения в сочетании с условно-патогенной микрофлорой неуклонно приводит к обрастанию замкнутых систем путевого хозяйства. Существующая сегодня распространенная практика дозаправки вагонных систем водообеспечения водой без их полного опорожнения и дезинфекции, конструктивные недостатки и особенности систем водоснабжения вагонов пассажирских поездов приводит к накоплению в резервуарах осадков, которые являются питательной средой для микроорганизмов, что увеличивает риск возникновения «водных» инфекций у пассажиров и персонала [3].

До 75 % железнодорожных станций используют в качестве источников водоснабжения подземные воды. Однако, в последнее время качество подземных вод ухудшилось. В ряде случаев, подземные воды, как единственный доступный источник водоснабжения, не отвечают нормативным требованиям по химическому составу, что обусловлено геологической структурой пород, формирующих водоносный горизонт. В связи с этим, применение стандартных схем водоочистки оказывается недостаточно эффективным, что требует разработки индивидуальных схем обработки подземной воды и инструкций по санитарно-гигиеническому контролю за эксплуатацией скважин [1].

Одной из основных проблем является сочетание биологической контаминации с загрязнением воды химическими соединениями, которые стимулируют выживание и вторичное размножение микроорганизмов. Поскольку эффективность очистных сооружений водопроводных станций, как правило, ограничена их техническими возможностями, качество питьевой воды в значительной мере зависит от качества воды источника водоснабжения [4].

Вышеизложенное определило цель работы, которая состояла в анализе особенностей и проблем водоснабжения стационарных и подвижных объектов железнодорожного транспорта Украины.

Материал и методы исследований. При выполнении работы использовались санитарно-химические, санитарно-микробиологические методы исследований воды из централизованных и децентрализованных систем водоснабжения, используемых для обеспечения питьевой водой пассажирских вагонов.

Результаты и их обсуждение. Анализ годовых отчетов отделения коммунальной гигиены санитарно-эпидемиологической станции на Одесской железной дороге за 2009–2011 гг. позволил установить следующее.

Из источников централизованного водоснабжения за 2011 г. санэпидучреждениями Одесской железной дороги исследовано проб питьевой воды: на санитарно-химические показатели – 2040, из них не отвечали нормативам 154 (7,5 %). Удельный вес не соответствовавших нормативам проб в 2011 г. на 0,2 % ниже, чем в 2010 г. и на 2,4 % ниже, чем в 2009 г. На санитарно-микробиологические показатели исследована 2451 проба, из них не отвечали нормативам 80 проб (3,3 %), что на 1,6 % ниже, чем в 2010 г. и на 1,4 % ниже, чем в 2009г.

Из источников децентрализованного водоснабжения в 2011 г. были исследованы на санитарно-химические показатели – 227 проб, с них не отвечали нормативам 90 проб (39,6 %), что на 8,7 % меньше, чем в 2010 г. и на 3,3 % меньше, чем в 2009 г.; на санитарно-микробиологические показатели исследовали 271 пробу, из них не отвечали нормативам 57 проб, что составляет 21 % (на 4,9 % больше, чем в 2010 г. и на 3,4 % больше, чем в 2009 г.).

Средний показатель проб воды из источников централизованного водоснабжения, не отвечающих нормативам по санитарно-химическим показателям, составил 7,5 %. При этом, по Николаевскому участку он равен 37,2 %, по Помощнянскому – 21,3 %, по Херсонскому и Одесскому – 6,8 % и 5,9 % соответственно, то есть от каждой третьей пробы до каждой семнадцатой. В сравнении с предыдущим 2010 годом этот показатель уменьшился в 1,8 раза по Херсонскому участку (с 12 % до 6,8 %), в 1,6 раза – по Одесскому участку (с 9,2 % до 5,9 %), увеличился в 1,8 раза по Николаевскому участку (с 20,9 % до 37,2 %). По показателям эпидемической безопасности из источников централизованного водоснабжения средний показатель проб, не отвечавших нормативам, равен 3,3 % (каждая тридцатая проба), а по Шевченковскому участку – 7,9 %, по Помощнянскому – 7,5 % (каждая тринадцатая проба).

Относительно источников децентрализованного водоснабжения установлено, что при среднем показателе проб, не отвечающих нормативам по санитарно-химическим показателям 39,6 %, по Помощнянскому участку он равен 85,2 %, по Николаевскому – 61,8 %. По показателям эпидемической безопасности средний показатель проб, которые не отвечают нормативам, равен 21 %, по Помощнянскому участку – 40,6 %, по Шевченковскому – 30,6 %, то есть каждая четвертая и каждая третья пробы.

Суммарный показатель нестандартных по санитарно-микробиологическим показателям проб воды централизованного и децентрализованного водоснабжения по железной дороге в 2011 г. составил 5 % при 5,9 % в 2010 г. и 6 % в 2009 г. Улучшение этого показателя связано со своевременной дезинфекцией водоразводящих сетей и шахтных колодцев.

Анализ оперативных данных, представленных линейными санэпидстанциями согласно Приказу Минздрава Украины от 06.02.98 №2 8 в части санитарного состояния водопроводов, свидетельствует о некотором ухудшении его на этих объектах с увеличением удельного веса выявленных нарушений при обследованиях. Так, в 2009 г. на 681 обследование приходилось 42 нарушения (6,2 %), в 2010 г. на 569 обследований – 42 нарушения (7,4 %), а в 2011 г. на 544 обследования – 60 нарушений (11 %).

Крайне неблагоприятная ситуация сложилась с водоснабжением пресной водой в Одесском отделении Одесской железной дороги в связи с высокой минерализацией подземных вод Саратского, Татарбунарского, Тарутинского, Арцизкого, Килийского и Болградского районов.

Об остроте проблемы снабжения стационарных объектов железнодорожного транспорта качественной питьевой водой свидетельствуют показатели качества воды из водопроводной сети некоторых железнодорожных станций пяти областей Украины, о чем свидетельствуют данные таблицы 1.

Таблица 1 – Удельный вес проб воды из водопроводной сети, не отвечающих гигиеническим нормативам (в %%), за 2009–2012 годы

Контролируемые показатели качества воды [5]	Удельный вес проб воды из водопроводной сети, не отвечающих гигиеническим нормативам (в %%), за 2009–2012 годы									
	г. Одесса Одесская область	г. Котовск Одесская область	г. Смела Черкасская область	г. Христиновка Черкасская область	г. Знаменка Кировоградская область	г. Помошная Кировоградская область	г. Гайворон Кировоградская область	г. Херсон Херсонская область	г. Николаев Николаевская область	По Одесской железной дороге
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
санитарно-химические показатели	10,8	0,6	7,3	-	-	26	1,7	11,6	2,9	8,2
органолептические показатели	6,3	-	7,3	-	-	18,2	1,7	3,7	-	5
общая минерализации	4,5	-	-	-	-	-	-	7,9	2,9	2,4
содержание химических веществ, которые превышают ПДК	-	0,6	-	-	-	7,8	1,7	-	-	0,9
в том числе, нитратов	-	0,6	-	-	-	-	1,7	-	-	0,2

Продолжение таблицы 1

по бактериологическим показателям	3,9	1,8	8,5	5,7	122	4,9	1,6	1,4	2,7	2,7
в том числе, по коли-индексу	3,9	1,8	7,9	5,7	12,2	4,9	1,6	1,4	2,7	2,7
из них с коли-индексом 20 и больше 10	1,3	1,8	7,3	-	3,3	4,9	1,6	-	0,6	0,6

Одно из ведущих мест на объектах железнодорожного транспорта по эпидемической значимости занимают пассажирские вагоны.

Система водоснабжения пассажирских вагонов является важнейшим санитарно-техническим оборудованием, обеспечивающим необходимые условия пассажирам во время поездки. Независимо от типа, каждый пассажирский вагон оснащен самотечной системой водоснабжения, предназначенной для обеспечения пассажиров питьевой водой и удовлетворения их бытовых нужд. В вагоностроении нашли применение две системы водоснабжения пассажирских вагонов: российского и немецкого производства. В вагонах немецкой постройки вода обеззараживается ультрафиолетовым облучением [1].

Ухудшение качества воды в водоразводящей сети пассажирских вагонов может быть обусловлено как вторичным загрязнением воды воздухом из подвагонного пространства, так и быть результатом процессов биообрастания в водоналивных баках и водоразводящей сети пассажирских вагонов. Помимо этого, частая смена воды без полного опорожнения водоналивных баков способствует усилению процессов формирования в них осадков, что создает благоприятную среду для жизнедеятельности микроорганизмов, в том числе, и условно-патогенных. Частая смена воды с различным минеральным составом и общей минерализацией может оказывать влияние на процессы сорбции/десорбции микроорганизмов из осадков и ухудшать эпидемиологические показатели качества воды [1].

В процессе проведения государственного санитарно-эпидемиологического надзора за питьевым водоснабжением пассажирских вагонов выполнен ретроспективный анализ результатов соответствующих лабораторных исследований за 2008–2010 гг. [4]. Результаты сравнительного анализа, свидетельствующего о снижении удельного веса проб, которые не отвечают нормативным требованиям, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Контроль качества питьевой воды в пассажирских вагонах Донецкой железной дороги в 2008–2010 годах [4]

Показатель	Год		
	2008	2009	2010
количество проб, исследовавшихся на санитарно-микробиологические показатели, в т.ч.:	816	952	847
число проб, не отвечавших нормативным требованиям	104	69	75
удельный вес проб, не отвечавших нормативным требованиям (%)	12,7 %	7,2 %	8,9 %
количество проб, исследовавшихся на санитарно-химические показатели	813	953	851
число проб, не отвечавших нормативным требованиям	24	23	16
удельный вес проб, не отвечавших нормативным требованиям (%)	2,95 %	2,4 %	1,9 %

Основными причинами отклонений от нормативных требований является несоответствие по таким показателям, как аммиак, нитриты, жесткость, сульфаты, сухой остаток, железо.

При осуществлении текущего санитарно-эпидемиологического надзора за состоянием обеспечения водой питьевого качества пассажирских вагонов специалисты санэпидслужбы на Донецкой железной дороге соблюдают определенный алгоритм [4]. При проведении контроля качества питьевой воды пассажирских вагонов учитывали техническую исправность систем водоснабжения вагонов, а также степень заполнения резервуаров для воды. Для предотвращения потенциального загрязнения воды (в случае возможного застоя) проводили полный слив, очистку, промывку под напором проточной водой, дезинфекцию, промывку резервуаров питьевой водой, которая отвечает нормативным требованиям, а также предшествующий лабораторный анализ питьевой воды, которая подается из источника водоснабжения и водораспределительной сети к оборудованию водоналивной трубы. Особое внимание отводилось техническому состояния водопровода и уровню грунтовых вод. Подключение и подача воды для питьевых целей разрешались только в тех случаях, когда ее качество отвечало нормативным требованиям на питьевую воду. Значительное внимание уделялось содержанию гидрантов в образцовом санитарно-техническом состоянии, что включало благоустроенную (асфальтированную или бетонированную) территорию с уклоном для стока воды к канализации обзорного колодца, исправность дренажей. По необходимости (но не реже 2-х раз в год) накануне летних и зимних пассажирских перевозок проводилась ревизия запорной арматуры на водопроводных сетях по графикам, которые были согласованы с государственной санитарно-эпидемиологической службой на железной дороге. Дезинфекция осуществлялась путем обработки сухим паром систем водоснабжения. При разработке профилактических мероприятий специалисты линейных **СЭС** руководствовались информационными материалами, в частности относительно выбора и обустройства систем водоснабжения из подземных источников. Особое внимание уделялось соблюдению правил отбора проб питьевой

воды на анализ и определению целесообразности отбора проб воды из резервуаров сразу после ремонта вагонов.

Вместе с тем, результаты санитарно-эпидемиологических обследований систем водоснабжения пассажирских вагонов, а также условий их эксплуатации свидетельствуют об их определенном конструктивном несовершенстве, отсутствии устройств для кондиционирования воды, что существенно повышает риск возникновения «водных» инфекций у пассажиров и персонала [4].

Выводы.

1. Проблема обеспечения стационарных объектов (вокзалы, станции, участки, депо) и подвижного состава (пассажирские вагоны) железнодорожного транспорта Украины качественной питьевой водой до настоящего времени не решена в силу существенного удельного веса проб воды (особенно из децентрализованных систем водоснабжения), не соответствующих нормативным требованиям.

2. Поскольку объекты железнодорожного транспорта являются локальными, представляется необходимым внедрение на таких объектах коллективных и индивидуальных (групповых) систем доочистки и обеззараживания воды.

3. Представляется необходимым срочное внесение изменений в конструкцию систем питьевого водоснабжения пассажирских вагонов с целью повышения их санитарно-эпидемиологической безопасности, тщательное соблюдение режимов очистки и дезинфекции резервуаров, внедрение малогабаритных систем дополнительного обеззараживания воды.

Литература.

1. Бадюк, Н. С. Водоснабжение объектов транспорта / Н.С. Бадюк // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2009. – № 3 (17) . – С. 99 – 104.

2. Анашкін, В. Державна санепідслужба на залізничному транспорті : становлення та розвиток / В. Анашкін // СЕС профілактична медицина. – 2006. – №2. – С. 58 – 61.

3. Шкуро, В. В.Гігієна залізничного транспорту // Досвід та проблеми наукового супроводу проблем гігієнічної науки і практики / В.В. Шкуро, А.М. Парац. – Київ, 2011. – С. 312 – 323.

4. Гігієнічні питання сучасного стану питного водопостачання пасажирських потягів / В. Г. Цуркан [и др.] // Довкілля та здоров’я. – 2011. – № 3. – С. – 35 – 38.

5. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» 2.2.4-171– 10 // Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 травня 2010 року N 400. – Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 р. за N 452/17747.

Поступила 25.07.2012

ACTUAL PROBLEMS OF WATER SUPPLY OF A RAILWAY TRANSPORT OF UKRAINE

*Mokienko A.V., * Ostapets T.V., Petrenko N.F., * Nedelyko S.A., * Nedbaylo O.V.*

Ukrainian Research Institute for Transport Medicine, Odessa, Ukraine

** Sanitary-Epidemiological Station of the Odessa Railway, Odessa, Ukraine*

In this article the analysis of actual problems of water supply of a railway transport of Ukraine is presented. Necessity of introduction of local systems of treatment and additional treatment of potable water on stationary and mobile units of a railway transport is proved.

Keywords: potable water, railway transport.

РАСЧЕТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

*Науменко Т.Е., * Рыбак В.А., Соколов С.М., Гриценко Т.Д., Шевчук Л.М., Пшегрода А.Е., Ганькин А.Н.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов, г. Минск*

Реферат. Разработан расчетно-программный комплекс по оценке риска воздействия на здоровье населения качества атмосферного воздуха при установлении оптимальной достаточности размеров санитарно-защитных зон, реализующий положения Инструкции по применению «Методика оценки риска здоровью населения факторов среды обитания», утвержденной Заместителем министра здравоохранения Республики Беларусь 08 июня 2012 г., регистрационный № 025-1211.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие вещества, расчетно-программный комплекс, оценка риска.

Введение. Интенсификация промышленного, агропромышленного и гражданского строительства с учетом рационального землепользования приводит к возрастанию роли оценки риска влияния на здоровье населения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и шума, обусловленных выбросами и эмиссиями объектов. Принцип экологической модели города для создания благоприятных условий проживания людей способствует рациональному функциональному зонированию урбанизированных территорий, важным элементом кото-

рого являются санитарно-защитные зоны. Согласно Санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 10 февраля 2011 №11, п. 10 – установление размеров расчетной СЗЗ проектируемых объектов проводится при наличии проектов СЗЗ с расчетами рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, уровней физического воздействия, с оценкой риска здоровью населения воздействия объекта. Система раннего предупреждения неблагоприятного воздействия экологических факторов на здоровье человека диктует необходимость развития наиболее оперативных приемов оценки риска, позволяющих в кратчайшие сроки и с минимальными затратами предоставить достоверные данные [1-3]. Такое положение диктует необходимость разработки компьютерной системы по оценке риска воздействия на здоровье населения качества атмосферного воздуха.

Материал и методы исследований. Для автоматизации расчета комплексного показателя «Р» разработан алгоритм: идентификация загрязняющих веществ; класс опасности каждого вещества, фактическая концентрация вещества, ПДКм.р. (мкг/м3) и ПДКс.с. (мкг/м3); кратность превышения ПДК; приведение при помощи коэффициентов изоэффективности к превышениям ПДК веществ 3-го класса опасности.

При разработке интегрированной информационно-аналитической системы по оценке риска подготовлена электронная база данных, содержащая информацию о риске для здоровья и сведения о конкретных химических веществах. Ядром системы является собрание файлов, в которых представлены токсиколого-гигиеническая характеристика приоритетных загрязняющих химических веществ и их гигиенические нормативы – предельно допустимые концентрации, класс опасности, преимущественный характер действия на органы и системы. Следующая сопроводительная документация включает: алфавитный список химических файлов согласно нумерации CAS (Chemical Abstracts Service); описание положений и методов; руководство пользователя с подробным описанием процедур и демонстрационный пример; глоссарий терминов, определений, акронимов по оценке риска.

Результаты и их осуждение. В рамках задания 06.01. «Разработать и внедрить методологию комплексной оценки риска воздействия загрязнений атмосферного воздуха на здоровье населения для обеспечения ведения предсаннадзора» ОНТП «Здоровье и окружающая среда» разработан расчетно-программный комплекс, автоматизирующий процессы расчета и анализа риска.

Для расчета параметра LADD необходимо воспользоваться первой закладкой, ввести необходимые значения и нажать кнопу «Вычислить» (рисунок1).

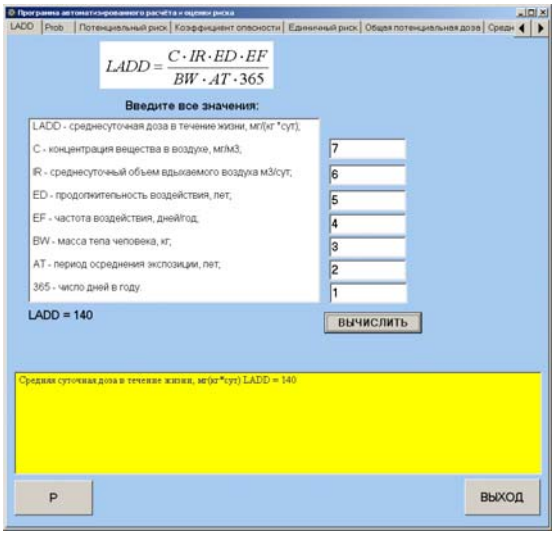


Рисунок 1 – Расчет параметра LADD

Для расчета и анализа уровня потенциального риска воспользуемся второй закладкой в основном меню системы. После ввода данных получаем значения потенциального риска немедленного действия (рисунок 2).

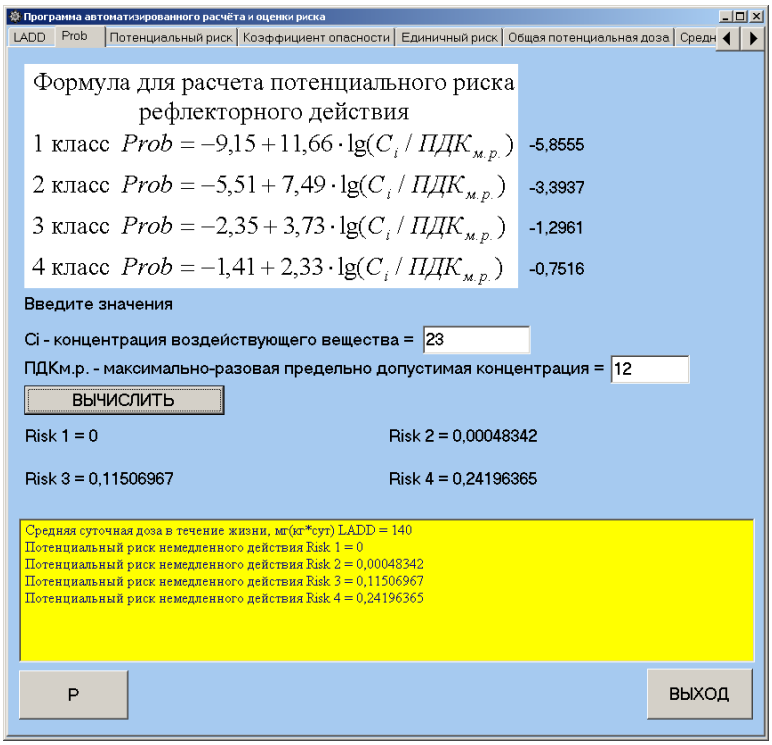


Рисунок 2 – Расчет потенциального риска немедленного действия

Расчет потенциального риска хронического действия осуществляется на соответствующей закладке системы. По нажатию кнопки «Вычислить» производится, в том числе, качественная оценка риска (рисунок 3).

На закладке «Коэффициент опасности» происходит соответствующий расчет. Для расчета суммарного действия необходимо воспользоваться соответствующей кнопкой. При расчете числового значения также происходит качественная оценка данного параметра (рисунок 4).

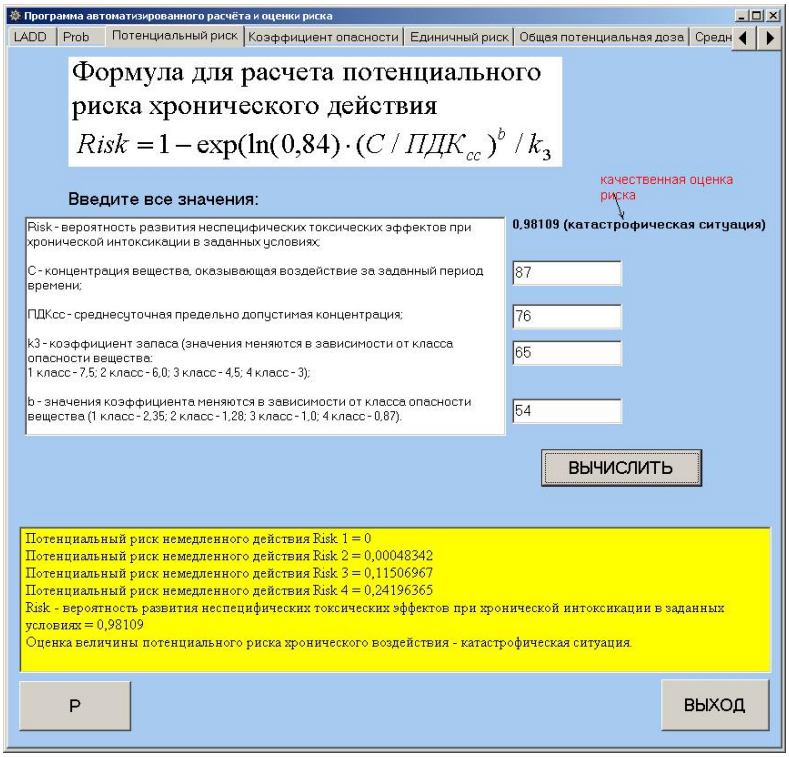


Рисунок 3 – Расчет потенциального риска хронического действия

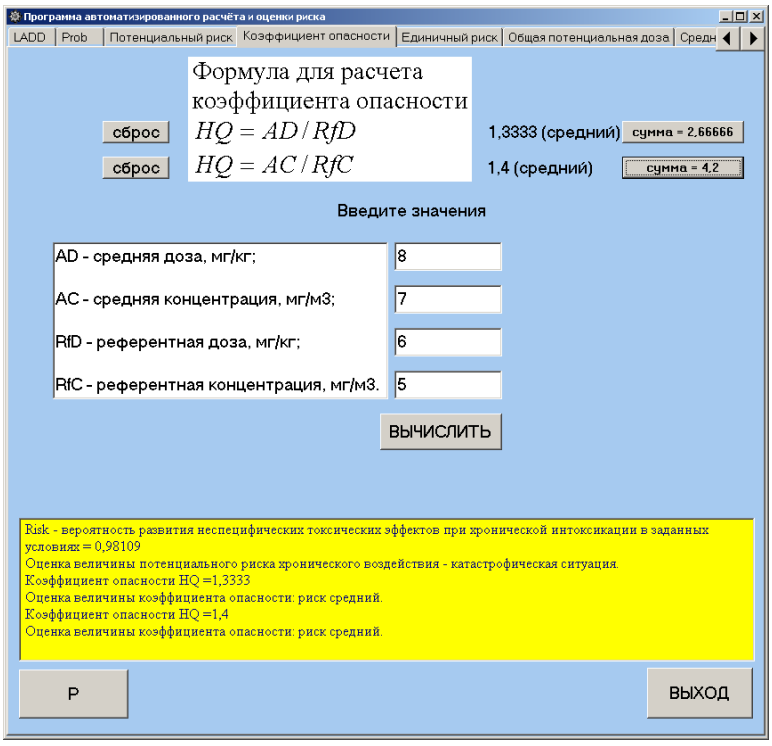


Рисунок 4 – Расчет единичного и суммарного коэффициента опасности

Для расчета единичного риска необходимо воспользоваться соответствующей закладкой в меню системы (рисунок 5).

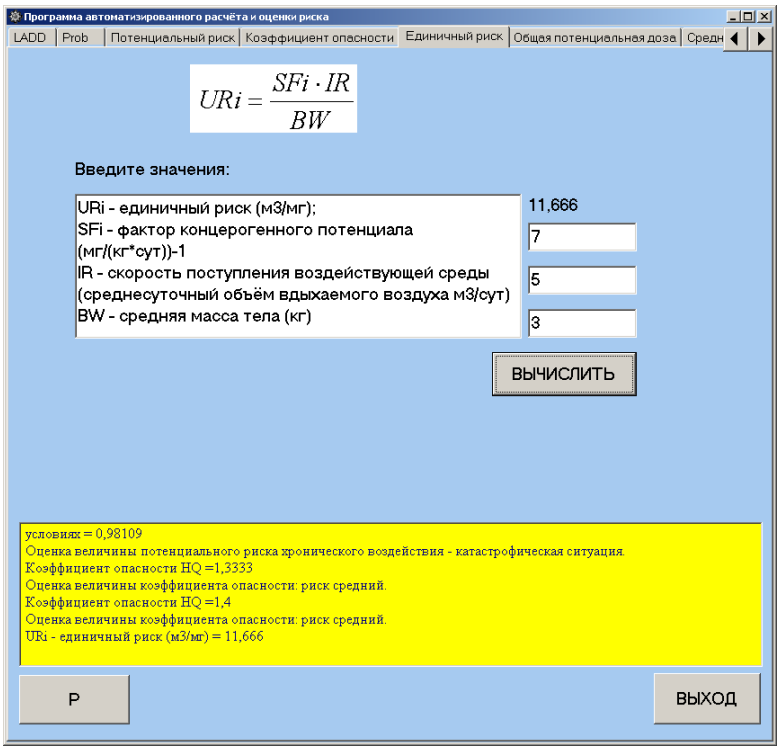


Рисунок 5 – Расчет единичного риска

Следующая закладка предоставляет возможность рассчитать значение общей потенциальной дозы (рисунок 6).

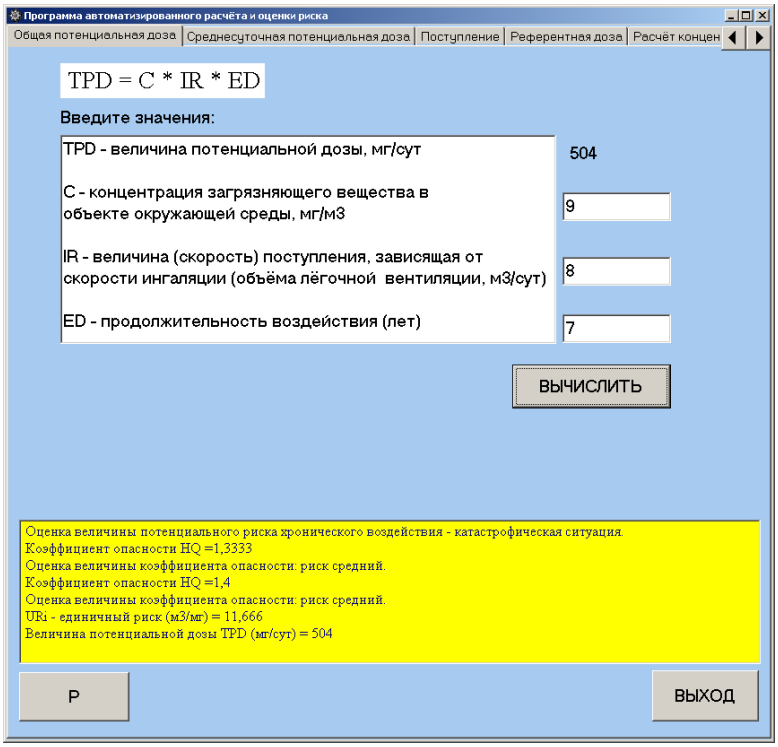


Рисунок 6 – Расчет общей потенциальной дозы

Среднесуточная потенциальная доза рассчитывается на следующей закладке меню (рисунок 7).

Рисунок 7 – Расчет среднесуточной потенциальной дозы

Поступление химического вещества рассчитывается на следующей закладке системы (рисунок 8).

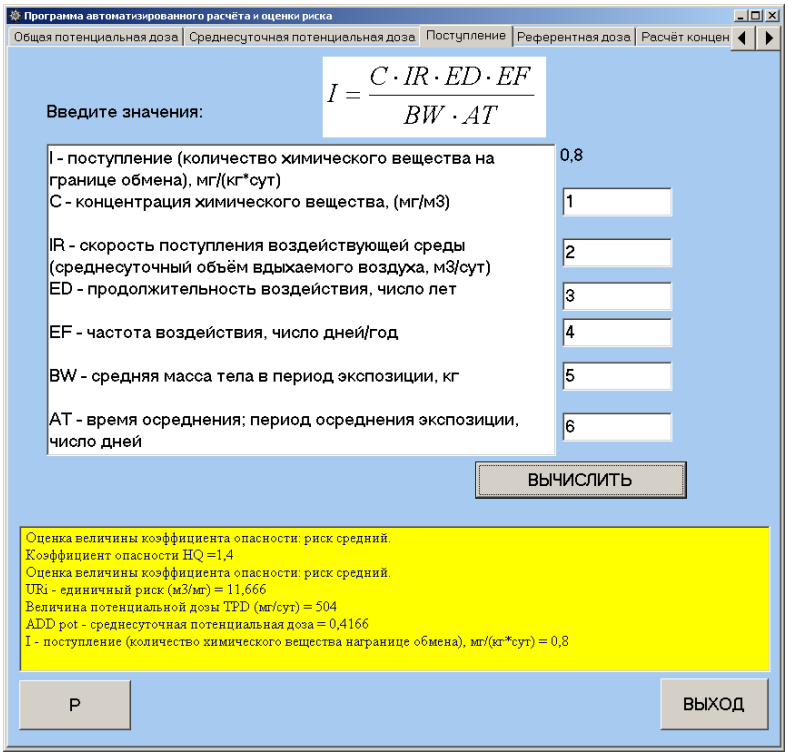


Рисунок 8 – Расчет поступление химического вещества

Для расчета референтной дозы необходимо заполнить поля исходных данных и нажать кнопку «Вычислить» (рисунок 9).

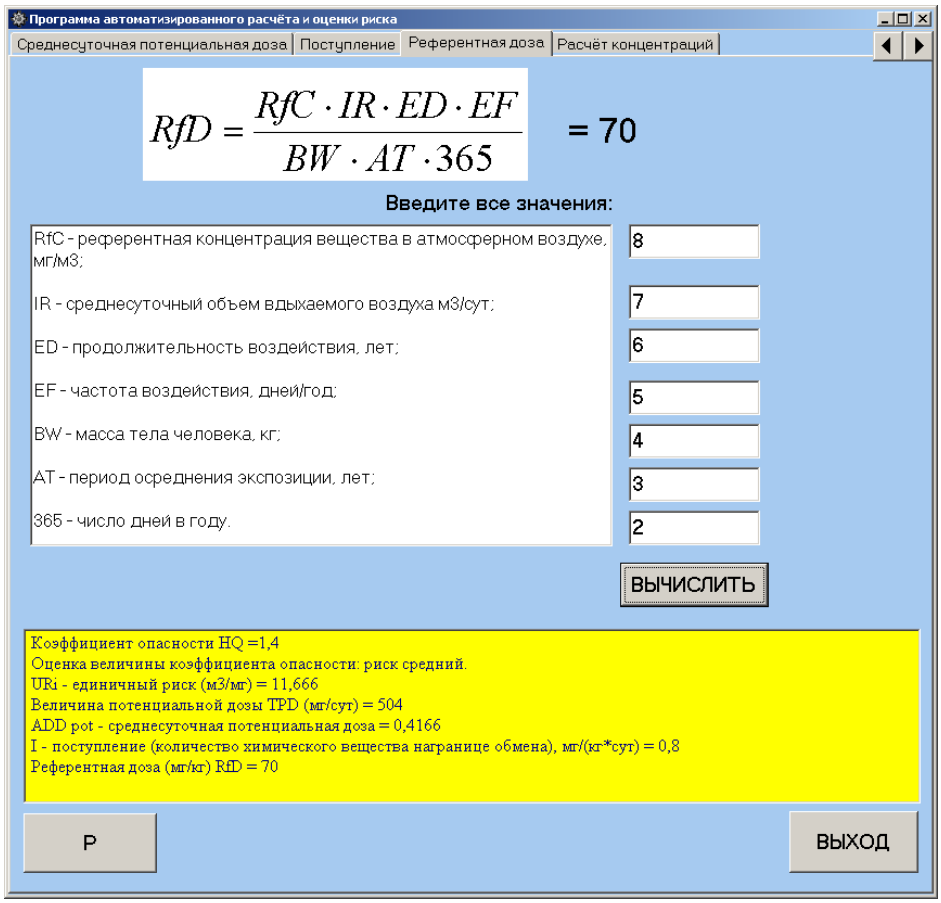


Рисунок 9 – Расчет референтной дозы

Расчет концентраций (среднегодовой, среднесуточной и максимальной разовой) производится на следующей (последней) закладке (рисунок 10).

Необходимо также отметить, что при расчете значений в нижней (желтой) зоне программы происходит протоколирование полученных результатов, что позволяет без перехода на использованные закладки видеть ранее полученные результаты. Также система производит запись получаемых данных в текстовый файл с именем log.txt (рисунок 11).

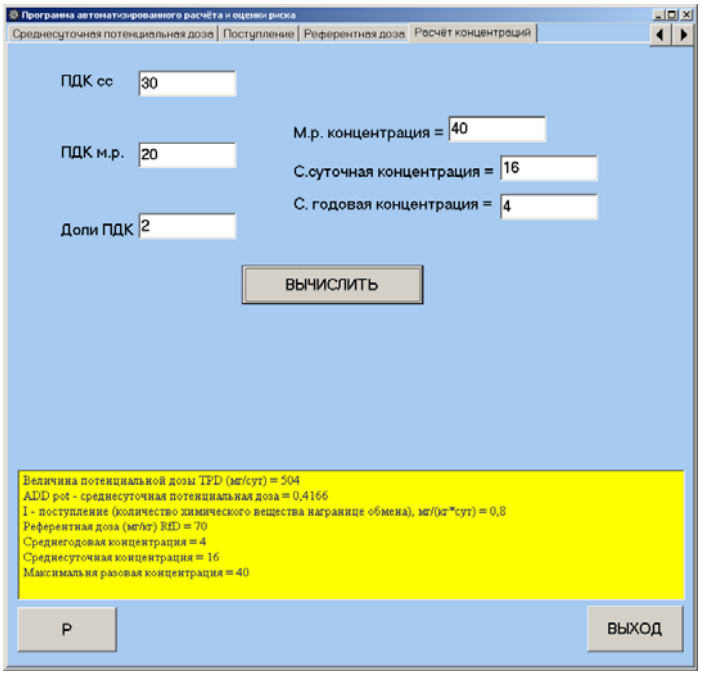
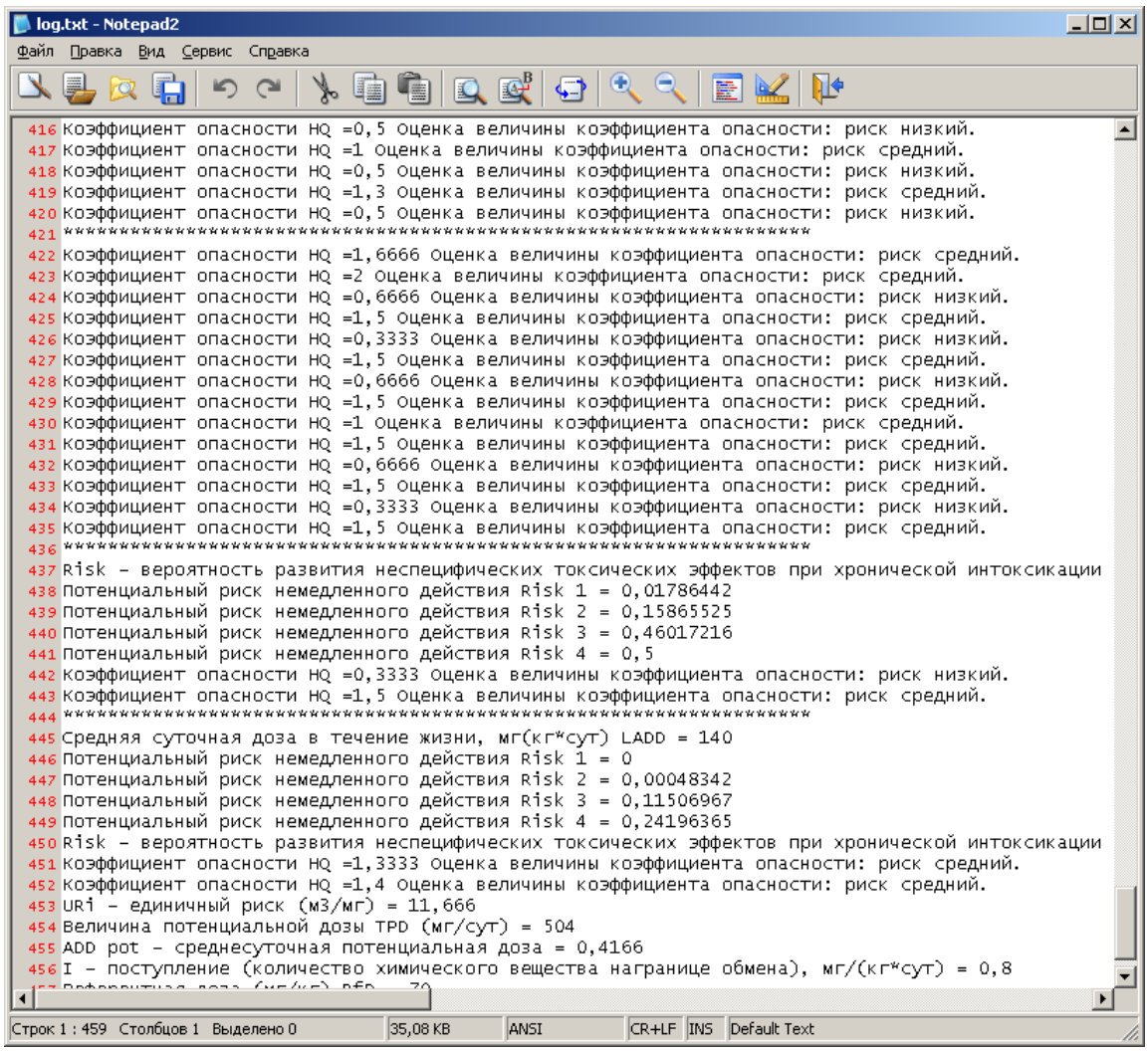


Рисунок 10 – Расчет концентраций



log.txt - Notepad2

Файл Правка Вид Сервис Справка

```
416 Коэффициент опасности HQ =0,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
417 Коэффициент опасности HQ =1 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
418 Коэффициент опасности HQ =0,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
419 Коэффициент опасности HQ =1,3 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
420 Коэффициент опасности HQ =0,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
421 ********************************************************************
422 Коэффициент опасности HQ =1,6666 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
423 Коэффициент опасности HQ =2 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
424 Коэффициент опасности HQ =0,6666 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
425 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
426 Коэффициент опасности HQ =0,3333 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
427 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
428 Коэффициент опасности HQ =0,6666 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
429 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
430 Коэффициент опасности HQ =1 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
431 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
432 Коэффициент опасности HQ =0,6666 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
433 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
434 Коэффициент опасности HQ =0,3333 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
435 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
436 ********************************************************************
437 Risk - вероятность развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации
438 Потенциальный риск немедленного действия Risk 1 = 0,01786442
439 Потенциальный риск немедленного действия Risk 2 = 0,15865525
440 Потенциальный риск немедленного действия Risk 3 = 0,46017216
441 Потенциальный риск немедленного действия Risk 4 = 0,5
442 Коэффициент опасности HQ =0,3333 Оценка величины коэффициента опасности: риск низкий.
443 Коэффициент опасности HQ =1,5 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
444 ********************************************************************
445 Средняя суточная доза в течение жизни, мг(кг*сут) LADD = 140
446 Потенциальный риск немедленного действия Risk 1 = 0
447 Потенциальный риск немедленного действия Risk 2 = 0,00048342
448 Потенциальный риск немедленного действия Risk 3 = 0,11506967
449 Потенциальный риск немедленного действия Risk 4 = 0,24196365
450 Risk - вероятность развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации
451 Коэффициент опасности HQ =1,3333 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
452 Коэффициент опасности HQ =1,4 Оценка величины коэффициента опасности: риск средний.
453 URi - единичный риск (м3/мг) = 11,666
454 Величина потенциальной дозы TPD (мг/сут) = 504
455 ADD pot - среднесуточная потенциальная доза = 0,4166
456 I - поступление (количество химического вещества на границе обмена), мг/(кг*сут) = 0,8
```

Строк 1 : 459 Столбцов 1 Выделено 0 | 35,08 KB | ANSI | CR+LF | INS | Default Text

Рисунок 11 – Просмотр файла результатов расчетов

Для перехода к процедуре расчета параметра загрязненности атмосферного воздуха Р необходимо воспользоваться соответствующей кнопкой в нижней левой части программы. После ее нажатия на экране появляется рабочая область данной процедуры (рисунок 12).

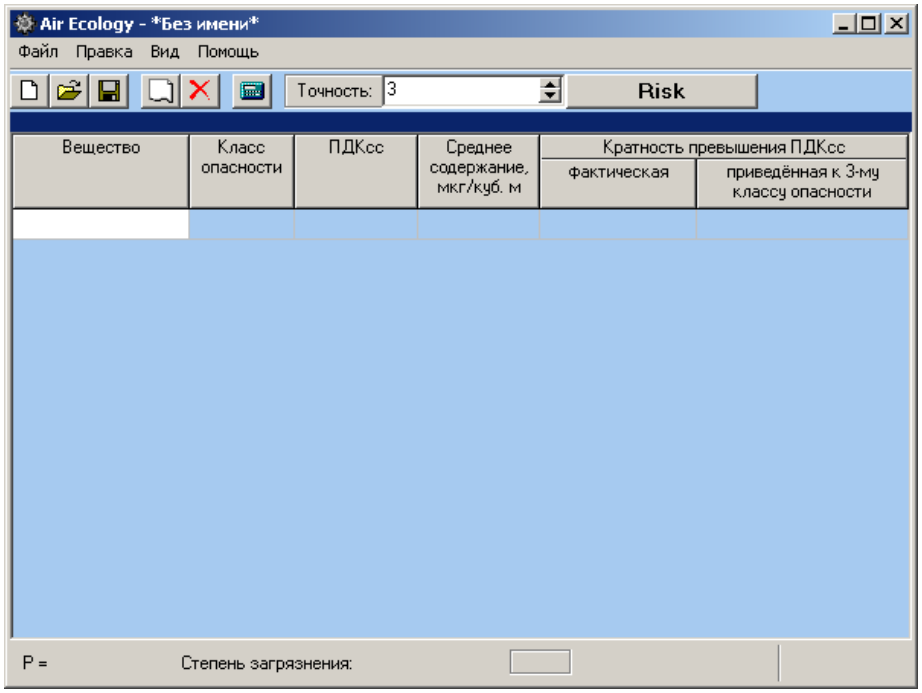


Рисунок 12 – Процедура расчета показателя «Р»

После внесения необходимых данных и нажатия кнопки для расчета получаем числовое значение показателя «Р» и его качественную оценку с учетом количества загрязняющих веществ (рисунок 13).

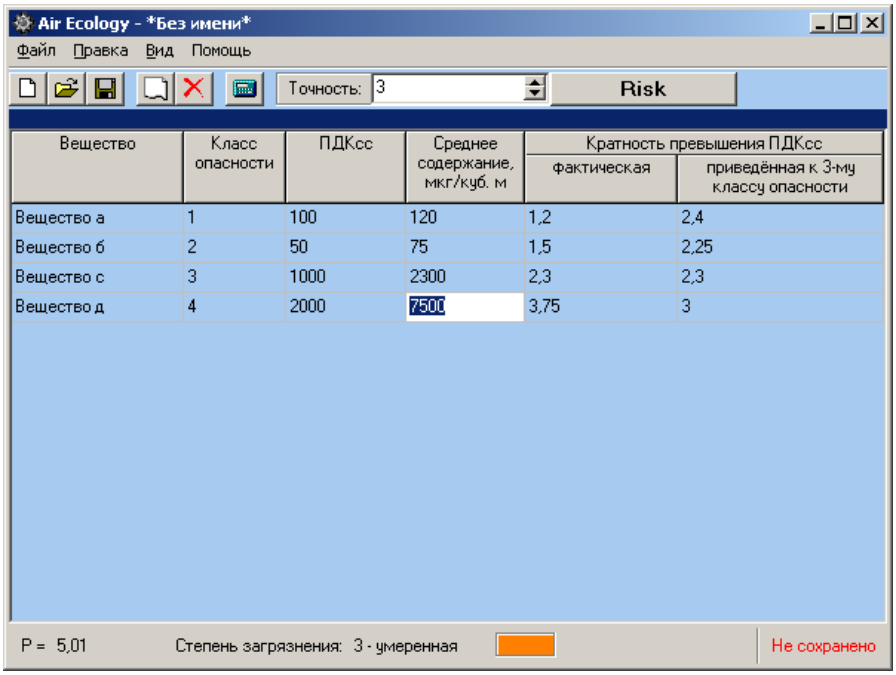


Рисунок 13 – Расчет показателя «Р»

Для перехода из текущей процедуры к расчету риска необходимо нажать кнопку «Risk» в верхней правой части программы.

Во многих странах мира обоснование приоритетов по ограничению или развитию тех или иных видов деятельности принимаются на основе данных риска для состояния здоровья населения. Практическим инструментарием оценки воздействия на здоровье факторов окружающей среды является методология оценки риска, которая официально признана и развивается Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и другими международными организациями и учреждениями. Роль современной процедуры санитарно-гигиенической интерпретации обоснования инвестиционной политики очень велика, особенно при введении стратегической экологической оценки программ и планов территориального развития, которые являются более высоким структурным уровнем, чем конкретные единичные объекты.

Методология оценки риска здоровью человека экологических факторов востребована особенно при конфликтных градостроительных ситуациях, при необходимости корректировки размеров санитарно-защитных зон.

Литература

1. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / С. Л. Авилиани [и др.]. – М. : ЦОП RCI, 1997. – 157 с.

2. Филонов В. П., Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы / В. П. Филонов, С. М. Соколов, Т. Е. Науменко. – Минск, 2001. – 187 с.

3. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г. Г. Онищенко [и др.], под ред. Ю. А. Рахманина. – М. :НИИИЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

Поступила 18.06.2012

SOFTWARE SYSTEM FOR RISK ASSESSMENT OF AIR QUALITY IMPACT ON POPUILATION HEALTH

*Naumenko T.E., * Rybak V.A., Sokolov S.M., Gritsenko T.D., Shevchuk L.V., Pshegroda A.E., Gankin A.N.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** Central Research Institute for Integrated Water Resources Management, Minsk*

The software system for assessing the risk of air quality impact on the population health in determining the sufficiency of the optimal size of buffer zones has been developed.

Keywords: ambient air, pollutants, software system, risk assessment.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ГРАНИЦЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ И ЖИЛОЙ ЗОНЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Науменко Т.Е., Соколов С.М., Филонов В.П., * Першин И.Г.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Центр гигиены и эпидемиологии Заводского района г. Минска*

Реферат. Проведен сравнительный анализ системы мониторинга качества атмосферного воздуха в Европейском регионе, Российской Федерации и Республике Беларусь, разработаны этапы совершенствования мониторинга загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с учетом воздействия на здоровье населения на границе санитарно-защитной и жилой зоны; обоснован выбор индикаторного показателя качества атмосферного воздуха и прибора измерения твердых частиц аэродинамическим диаметром 2,5 и 10 мкм.

Ключевые слова: атмосферный воздух, мониторинг, загрязняющие вещества, оценка риска, индикаторные показатели

Введение. Деятельность по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения при современных экономических и социальных преобразованиях, при интеграционных процессах, особенно в рамках Таможенного союза, Европейского Союза, осуществляется для профилактики многокомпонентных воздействий на здоровье человека и основывается на соблюдении гигиенических нормативов и приемлемом риске для здоровья населения качества атмосферного воздуха.

На Саммите «Планета Земля», Рио–де–Жанейро, 1992 г., была принята новая модель устойчивого развития с соблюдением баланса энергичного экономического роста и экологической необходимостью сохранения наиболее ценных ресурсов нашей планеты – земли, воздуха и воды. На предстоящей Конференции Организации Объединенных Наций, которая состоится в Рио-де-Жанейро, 2012 г. (Рио+20), основной темой заявлена «зеленая» экономика в контексте устойчивого развития, мобилизация мира на программы преобразований, носящих трансформационный характер. В последнее время в мировой общественно-политической и научной сфере активно продвигается концепция «зеленой» или «экологичной» экономики. «Зеленая» экономика повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее обеднения (ЮНЕП). Экологическая безопасность и устойчивое развитие возможны лишь при наличии действенного контроля за состоянием окружающей среды.

Материал и методы исследований. Исследования по оценке риска воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, обусловленных выбросами объектов различно-

го профиля, проводились для установления оптимальной достаточности размеров санитарно-защитной зоны объекта и при оценке воздействия на окружающую среду планируемого вида деятельности в основном по расчетным максимальным приземным концентрациям, и при этом результаты лабораторно-аналитического контроля оценивались в единичных случаях.

Проведен сравнительный анализ системы мониторинга качества атмосферного воздуха в Республике Беларусь, Европейском регионе, Российской Федерации по отношению территориальному распределению объектов воздействия на атмосферный воздух, критериев выбора индикаторных показателей качества атмосферного воздуха, приборно-аналитического парка, законодательства

Результаты и их обсуждение. Согласно Санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам «Гигиенические требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 10.02.2011 г. № 11, для изменения установленных размеров санитарно-защитных зон (далее – СЗЗ) действующих объектов и при установлении расчетных размеров СЗЗ необходимы результаты аналитического (лабораторного) контроля качества атмосферного воздуха по химическим факторам. Однако, в санитарно-эпидемиологическом законодательстве отсутствуют четкие положении и требования, регламентирующие программу лабораторно-аналитических исследований содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе СЗЗ и жилой зоны. Так, не регламентированы точки и периодичность отбора проб, согласованные по полям рассеивания выбросов загрязняющих веществ с учетом оценки риска для здоровья населения, количества исследований расчетным точкам, по сезонам года, по факелу с учетом розы ветров и т.д. В то же время, результаты натурного контроля в районе расположения объекта необходимы для подтверждения оптимальной достаточности размера СЗЗ, обеспечивающей санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. Разработка программы натурных исследований при подтверждении размеров СЗЗ объектов требует всестороннего анализа и обобщения материалов по гигиенической оценке объекта (источники и объем выбросов, перечень загрязняющих веществ, приземные концентрации, оценка риска), гармонизации методической схемы и организации контроля за качеством атмосферного воздуха.

В Республике Беларусь в действующих в настоящее время документах: ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы "Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных пунктов и мест отдыха населения", утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь

от 30.06.2009 г., N 77 количество наблюдений в каждой точке исследований на границе СЗЗ и жилой зоны вообще не регламентировано.

В Инструкции по применению «Гигиенические требования к составу проекта санитарно-защитной зоны», утвержденной Заместителем Министра – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 24.12.2010 г., №120/1210 в п.9. указано, что в составе проекта СЗЗ представляется «программа производственного лабораторного контроля качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и на территории прилегающей жилой зоны для предприятий, имеющих СЗЗ более 300 метров» [1–3].

В Российской Федерации, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» было предусмотрено проведение «…систематических (годовых) натурных исследований и измерений загрязнения атмосферного воздуха (не менее пятидесяти исследований на каждый ингредиент в отдельной точке), уровней физического воздействия на атмосферный воздух для предприятий I и II класса опасности и «…тридцати исследований» для предприятий III, IV, Y классов опасности (пп.4.2. и 4.3.). Далее в изменениях №1 к СанПиН (СанПиН 2.2.1./2.1.1.2361-08) произошла замена «исследований» «дней». В Изменениях №3 (СанПиН 2.2.1/2.1.1.2739-10, 12.10.2010 г.) отменены указанные выше пп.4.2. и 4.3., а «подтверждением соблюдения гигиенических нормативов на границе санитарно-защитной зоны, жилой застройки и других нормируемых территорий являются результаты натурных исследований атмосферного воздуха и измерений уровней физического воздействия на атмосферный воздух в рамках проведения надзорных мероприятий, а также данные производственного контроля».

В письме №01/16400-0-32 Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 22.11.2010 «О разъяснении изменений № 3» указывается, что «для крупных химических комплексов, металлургических комбинатов» и «групп промпредприятий (промзон)» количество наблюдений ограничивается 20 исследованиями атмосферного воздуха в год, проводимых посезонно, и 8 инструментальными замерами физических факторов.

Однако это положение противоречит п.3.3. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы (М., 1991), в котором указывается, что «…количество наблюдений за концентрацией каждой примеси независимо от количества точек наблюдений составляет не менее 200» [4].

Директива Европейского союза по оценке качества окружающей среды и управления им признает целесообразность использования широкого диапазона методов мониторинга, моделирования и объективного анализа качества атмосферного воздуха. Методические рекомендации по разработке стратегии мониторинга и выбору точек наблюдения для регистра-

ции загрязняющих веществ включаются в серию различных «дочерних» директив. При планировании и осуществлении программы мониторинга необходимо оптимально использовать кадровые и материальные ресурсы. Для планирования сети не существует универсальных правил, в то же время европейские страны активно сотрудничают по всем аспектам атмосферного мониторинга с разработкой международных стандартов [5–7].

Представляется необходимым разработать качественные/количественные критерии выбора базовых загрязняющих веществ для мониторинга с учетом особенностей технологического процесса объекта, качественного и количественного состава выбросов, значений максимальных расчетных приземных концентраций загрязнителей (по данным моделирования) на границе расчетной СЗЗ и жилой зоны (с учетом фона), а также токсичности и опасности компонентов выбросов, специфичности веществ для выбросов предприятия, химической устойчивости веществ в окружающей среде, наличия гигиенических нормативов (ПДК/ОБУВ), методов определения, результатов оценки риска развития токсических и канцерогенных эффектов у населения под воздействием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Кроме того, необходимо учесть метеорологические параметры и фоновые концентрации множественных источников выбросов загрязняющих веществ конкретно для района расположения объекта, результаты гигиенической оценки предприятий-аналогов (расчетные и натурные исследования).

В настоящее время в Европейском Союзе признано, что приоритетными индикаторами загрязнения воздуха являются мельчайшие респирабельные твердые частицы с аэродинамическим диаметром до 10 мкм (далее – $ТЧ_{10}$) и до 2,5 мкм (далее – $ТЧ_{2.5}$), которые воздействуют на большее число людей, чем какой-либо другой загрязнитель воздуха в мире. Постоянное воздействие ТЧ потенцирует риск развития сердечно-сосудистых и респираторных болезней, а также рака легких [8–9].

Согласно данным ВОЗ, в Евросоюзе воздействие $ТЧ_{2.5}$ на население приводит к сокращению средней ожидаемой продолжительности жизни на 8,6 месяца. Твердые частицы – недифференцированная по своему составу пыль/аэрозоль – сложная смесь органических и неорганических веществ во взвешенном состоянии в воздухе.

В Республике Беларусь в отношении $ТЧ_{10}$, $ТЧ_{2.5}$ разработаны гигиенические нормативы (ПДК), но отсутствуют приборы и методы измерения в системе государственного санитарного надзора. Кроме того, $ТЧ_{2.5}$ являются лучшими индикаторами табачного дыма. Лидер в области разработки и производства точных приборов измерения компания Trust, Science, Innovation (TSI) разработала прибор-нефелометр SIDEPAK Personal Aerosol Monitor AM510, который позволяет в режиме реального времени измерять содержание мелких твердых частиц в воздухе (диапазон измерений: 0,001 до 20 мг/м3; диапазон размеров частиц: 0,1 до 19 мкм).

Нефелометр является самым чувствительным инструментом в мире для оценки количества света, рассеянного окружающими частицами. Метод основан на дифракции когерентного света на тонких и ультратонких частицах. Штаб-квартира TSI находится в США, региональные отделения представлены по всему миру (США, Канада, Азия, Европа). В Европе контроль содержания в атмосферном воздухе $ТЧ_{10}$ $ТЧ_{2.5}$ проводится в обязательном порядке.

Представляется необходимым апробировать прибор-нефелометр SIDEPAK Personal Aerosol Monitor AM510, разработать методику выполнения измерений (далее – МВИ), аккредитованную в установленном порядке в Республике Беларусь, обеспечить областные центры гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья приборами и МВИ для ведения социально-гигиенического мониторинга, контроля качества атмосферного воздуха/воздуха рабочей зоны.

Поскольку на территории осуществляются всевозможные виды экономической деятельности, важная роль принадлежит оптимальному планированию сети и обеспечению ее должного функционирования на границе СЗЗ и жилой зоны.

Выводы.

1. Разработка системы мониторинга загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной и жилой зоны необходима для подтверждения размеров СЗЗ объектов, обеспечивающей безопасность жизнедеятельности населения

2. Необходимо разработать методику выполнения измерений (далее – МВИ), твердых частиц с аэродинамическим диаметром до 10 мкм и до 2,5 мкм, аккредитованную в установленном порядке в Республике Беларусь, обеспечить областные центры гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья приборами и МВИ для ведения социально-гигиенического мониторинга, контроля качества атмосферного воздуха/воздуха рабочей зоны.

Литература

1. Соколов, С. М. Гигиеническое обеспечение качества атмосферного воздуха в Республике Беларусь / С. М. Соколов, Т.Е. Науменко // БГМУ: 90 лет в авангарде медицинской науки и практики: сб. науч.тр. / Белорус.гос.мед.ун-т; ред.кол.:А.В.Сикорский [и др.]. – Минск: ГУ РНМБ, 2011. – Т.1.– С.36 – 37.

2. Филонов, В. П. Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы : монография / В. П. Филонов, С. М. Соколов, Т. Е. Науменко – Минск, 2001.– 187 с.

3. Гигиеническое обеспечение охраны здоровья населения при планируемом виде деятельности в Республике Беларусь / Т. Е. Науменко [и др.] // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: сборник статей: в 2 т. – Том I. – «Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Россий-

ской Федерации» / под. ред. акад. РАМН проф. Г. Г. Онищенко, акад. РАМН А. И. Потапова. – М., Ярославль : Изд-во «Канцлер», 2012. – С. 597 – 600.

4. Мониторинг химического и физического загрязнения атмосферного воздуха при обосновании размера СЗЗ / М. А. Пинигин [и др.] // Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации «Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения» / под ред. акад. РАМН Ю. А. Рахманина, – М., 2011. – С. 318 – 322.

5. Руководство по контролю качества атмосферного воздуха в городах/ Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия № 1 / под ред. М. ДЖ. Сьюэсса, С. Р. Крэксфорда. – Копенгаген, 1980. – 264 с.

6. Фомин Г. С., Фомина О. Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник. /Под ред. С. А. Подлепы. – М. : Издательство «Протектор».– 1994. – 228 с.

7. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене / под ред. Е. И. Гончарука. – М. : Медицина, 1990.

8. Рекомендации по качеству воздуха в Европе / 2-е изд. Опубликовано от имени Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения // М. : Весь Мир, 2004. – 302 с.

9. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека : региональные публ. ВОЗ, Европейская серия, № 85 / Всемирная организация здравоохранения Европейское региональное бюро. – Копенгаген.-2001. – 292 с.

Поступила 18.06.2012

SYSTEM FOR MONITORING POLLUTANTS IN AMBIENT AIR AT THE BORDER OF SANITARY-PROTECTIVE ZONE AND RESIDENTIAL AREAS: FUTURE RESEARCH

*Naumenko T.E., Sokolov S.M., Filonov V.P., Gritsenko T.D., * Pershin I.G.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** The Centre of Hygiene and Epidemiology of Factory area of Minsk, Minsk*

A comparative analysis of air quality monitoring in the European Region, Russian Federation and Belarus has been done, the stages have been developed to improve monitoring of pollutants in the air, taking into account the impact on population health at the border of sanitary-protective zone and residential areas, justified the choice of indicator of air quality index and instrument measuring the particulate aerodynamic diameter of 2,5 and 10 microns.

Keywords: air, monitoring, pollutants, risk assessment, indicator.

СРАВНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОДХОДОВ ПО ОБОСНОВАНИЮ ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Николаенко Е.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В настоящее время является актуальным вопрос согласования единых подходов при оценке безопасности продуктов питания по радиационному критерию и установлению допустимых уровней содержания радионуклидов в пищевых продуктах. Однако во многих странах допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания и перечень таких продуктов различаются. Различия в нормативах обусловлены различиями в методических подходах, используемых для обоснования устанавливаемых нормативов. В результате выполненной работы было проведено сравнение и выявлены различия в методических подходах по обоснованию допустимых уровней содержания радионуклидов в пищевых продуктах в Беларуси, России и ФАО/ВОЗ в Кодекс Алиментариус.

Ключевые слова: цезий-137, стронций-90, допустимый уровень содержания радионуклида, пищевые продукты.

Введение. В продуктах питания в нормальных условиях содержатся радионуклиды природного происхождения (^{40}K, ^{226}Ra и др.), однако в результате испытания ядерного оружия, ядерных или радиационных аварий, эксплуатации предприятий ядерно-топливного цикла в продукты питания могут попадать радионуклиды техногенного характера (^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{241}Am и др.). В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС территории Беларуси, России и Украины загрязнены радионуклидами, отдельные регионы России и Казахстана загрязнены радионуклидами в результате аварий на предприятиях ядерно-топливного цикла или проводимых в СССР испытаний ядерного оружия. В связи с этим для данных стран является актуальным вопрос установления обоснованных допустимых уровней содержания техногенных радионуклидов в продуктах питания.

В настоящее время в рамках Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС) планируется разработать единые требования безопасности к товарам и пищевым продуктам, производимым и продаваемым во всех странах ЕврАзЭС. В связи с этим является актуальным вопрос разработки единых согласованных подходов по оценке безопасности продуктов питания по радиационному критерию и установлению допустимых уровней содержания радионуклидов в пищевых продуктах.

В Беларуси и России Нормами радиационной безопасности (НРБ) регламентируется содержание радионуклидов (^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{241}Am) в продуктах питания в

первый год после аварии, которые являются критериями принятия решения об ограничении потребления продуктов питания, которые полностью соответствуют международным требованиям. В тоже время содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах в Беларуси регламентируется «Республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99)», в России – СанПиН 2.3.2.1078-01 «Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». СанПиН 2.3.2.1078-01 и РДУ-99 регламентируют содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания, постоянно производимых и продаваемых на территории данных стран, т.е. фактически в отдаленный период после аварии. Беларусь и Россия входят в Таможенный союз, на территории которого действуют «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (далее – ЕСТ).

Необходимо отметить, что действующие на территории России и Беларуси допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания гораздо жестче, чем в международных требованиях, используемых Совместной комиссией ФАО/ВОЗ по Кодекс Алиментариус и изложенные в Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CODEX STAN 193-1995). [1]

Цель работы – сравнение используемых в России, Беларуси и ФАО/ВОЗ методических подходов по обоснованию безопасности допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания.

Материал и методы исследований. Для сравнения методических подходов, используемых в Беларуси, России и ФАО/ВОЗ при оценке безопасности допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания, были рассчитаны годовые дозы внутреннего облучения за счет потребления основных продуктов питания загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr на уровне нормативов ЕСТ.

При расчете доз внутреннего облучения за счет поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr с пищевыми продуктами использовались дозовые коэффициенты перехода от удельной активности радионуклида в продукте к дозе облучения (возраст-зависимый дозовый коэффициент) для 3-х возрастных групп: взрослые, дети до 1 года и дети 12-17 лет. Возраст-зависимые коэффициенты были взяты в соответствии с требованиями МАГАТЭ GSR Part 3 [2]. Расчеты были произведены по методикам, используемым в Беларуси, России и методике Кодекс Алиментариус (формулы 1–3). [1,3]

<u>Беларусь</u>

$$E = \sum GL(A) \times M(A) \times e_{ing}(A) \quad (1)$$

где

E – доза внутреннего облучения, мЗв/год;

GL(A) – допустимый уровень, Бк/кг;

M – годовое потребление продукта, кг/год ,

e_{ing} – возраст-зависимый дозовый коэффициент (мЗв/Бк).

Россия

$E = \sum GL(A) \times M(A) \times e_{ing}(A)$ (2)

где

e_{ing} – возраст-зависимый дозовый коэффициент (мЗв/Бк) усредненный по возрастному составу населения России: ^{137}Cs – 1,3 x10^{-5} мЗв/Бк, ^{90}Sr – 3,6 x10^{-5} мЗв/Бк.

ФАО/ВОЗ (Кодекс Алиментариус)

$E = GL(A) \times M(A) \times e_{ing}(A) \times IPF$, (3)

где

IPF – коэффициент соотношения импортируемых продуктов и продуктов местного производства, и составляет 0,1.

В расчетах использовалось годовое потребление продуктов взрослым населением Республики Беларусь в 2008 г. и годовое потребление специализированных продуктов питания и молока детьми до 1 года – 200 кг/год (таблица 1). В отношении мало употребляемых (по массе) продуктов лесного происхождения было решено при расчетах использовать потребление на уровне 1 кг/год.

Таблица 1 – Годовое потребление продуктов питания и допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr, используемые в расчетах

Продукты питания	Потребление, кг/год	Допустимые уровни, Бк/кг*	
		^{137}Cs	^{90}Sr
Молоко и цельномолочная продукция	290	100	25
Мясо и мясные продукты	66	200	–
Картофель	71	80	40
Хлеб и хлебобулочные изделия	91	40	20
Мука, крупы	20	60	–
Овощи и корнеплоды	84	80	40
Ягоды лесные	1	160	–
Рыба	15	130	100
Грибы свежие	1	500	–

Продолжение таблицы 1

Грибы сушеные	1	2500	–
ВСЕГО	*640*	–	–
Специализированные продукты детского питания и молоко, употребляемое детьми до 1 года	200	40	25
Примечание: — * — Допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в соответствии с требованиями ЕС.			

Результаты и их обсуждение. В настоящее время в России и Беларуси допустимые уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания регламентируются национальными документами, а так же документами Таможенного союза. Единым для Беларуси, России и ФАО/ВОЗ является то, что расчет допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания основан на не превышении предела дозы облучения для населения – 1 мЗв/год, при этом учитывается рацион питания населения в конкретной стране (регионе) и используются соответствующие возраст-зависимые коэффициенты перехода от поступления радионуклида к эффективной дозе внутреннего облучения. Однако имеются и существенные различия в методических подходах, используемых в России, Беларуси и ФАО/ВОЗ при обосновании допустимых уровней содержания радионуклидов в пищевых продуктах.

В Республике Беларусь при разработке РДУ-99 использовался рацион питания сельских жителей 1998 г., дозы внутреннего облучения были рассчитаны при условии потребления в течение всего года продуктов с удельной активностью ^{137}Cs и ^{90}Sr на уровне установленных нормативов. Годовая доза облучения населения за счет потребления пищевых продуктов не должна была превышать 1 мЗв, при этом за счет поступления ^{137}Cs – 0,9 мЗв/год, за счет ^{90}Sr – 0,08 мЗв/год. РДУ-99 регламентируют содержание цезия-137 в 20 группах пищевых продуктов, а стронция-90 – в 4. РДУ-99 устанавливают допустимые уровни содержания ^{137}Cs для наиболее потребляемых групп продуктов, а ^{90}Sr для продуктов, которые в силу их особенностей произрастания или производства могут быть загрязнены данным радионуклидом.

В соответствии с представленной в 2010 г. российской стороной пояснительной запиской при разработке допустимых уровней содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr для СанПиН 2.3.2.1078-01 были использованы следующие подходы.

1. Использовался средний общероссийский рацион питания за 1995–2000 гг.

2. По данным Центров гигиены и эпидемиологии за 1995-2000 гг. были установлены парциальные вклады основных пищевых продуктов в дозу внутреннего облучения, которые были затем перенормированы под дозовую квоту 1 мЗв в год для отдельного радионуклида.

3. В отношении мало употребляемых (по массе) продуктов была установлена квота дополнительно к 1 мЗв/год на уровне 1% для каждого продукта и суммарно на уровне 10%.

4. Использованы дозовые возраст-зависимые коэффициенты ^{137}Cs и ^{90}Sr, взвешенные с учетом возрастной структуры населения России. При расчетах использован российский дозовый коэффициент, который является усредненным для всей России с учетом возрастной структуры населения Российской Федерации, который составил для ^{90}Sr – 3,6 x10^{-5} мЗв/Бк.

5. Учтены коэффициенты изменения удельной активности при переработке первичного сырья в пищевые продукты.

6. Показатель соответствия пищевого продукта критериям радиационной безопасности должен рассматриваться совместно для двух радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr.

7. Для определения соответствия пищевых продуктов критериям радиационной безопасности используются показатель соответствия *B* и погрешность его определения ΔB, значения которых рассчитывают по результатам измерений активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробе (формулы 4–6).

$$B = (A_{уд}/H)_{Sr} + (A_{уд}/H)_{Cs} \quad (4)$$

$$\Delta B = \sqrt{(\frac{\Delta A}{H})^2_{Sr} + (\frac{\Delta A}{H})^2_{Cs}} \quad (5)$$

где

$A_{уд}$ – измеренное значение удельной активности радионуклида в пробе;

H – допустимый уровень удельной активности радионуклида в испытуемом продукте;

Δ A – абсолютная доверительная (P=0,95) погрешность измерения удельной активности.

Пищевые продукты можно признать безусловно соответствующими критерию радиационной безопасности, если

$$B + \Delta B \leq 1 \quad (6)$$

В международной практике в соответствии с Кодекс Алиментариус используются контрольные уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах, поступающих в международную торговлю после ядерной или радиологической чрезвычайной ситуации [1]. Данные контрольные уровни используются всеми странами, однако страны или регионы, которые пострадали в результате радиационных аварий, вводят свои национальные допустимые уровни содержания радионуклидов в продуктах питания. В соответствии с международными требованиями, устанавливаемыми ФАО/ВОЗ в Кодекс Алиментариус к продуктам,

предназначенным для международной торговли, допустимые уровни содержания техногенных (аварийных) радионуклидов в пищевых продуктах составляют 1000 Бк/кг для ^{137}Cs и 100 Бк/кг – для ^{90}Sr, что практически в 10 раз больше допустимых уровней действующих на территории Беларуси, России и Таможенного союза. Данные допустимые уровни рассчитаны исходя из того, что доля импортируемых в страну продуктов, которые могли бы быть загрязнены радионуклидами, не превышает 10% и годовой объем съедаемых взрослым человеком продуктов составляет 550 кг/год, а ребенком до 1 года объем съедаемых продуктов и молока не превышает 200 кг/год. В связи с тем, что данные нормативы установлены для импортируемых продуктов, использовался коэффициент IPF, который представляет собой соотношение количества импортируемой продукции из загрязненных регионов и производимой в стране продукции, и составляет 0,1.

Для сравнения вышеописанных подходов России, Беларуси и ФАО/ВОЗ по оценке безопасности допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания были проведены расчеты доз внутреннего облучения населения разных возрастных групп по формулам 1-3. В результате полученные данные, годовые дозы внутреннего облучения за счет потребления загрязненных радионуклидами продуктов питания, различаются между собой (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты расчета годовых доз внутреннего облучения по методикам Беларуси, России и ФАО/ВОЗ при оценке безопасности допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания

Методика/радионуклид	Годовые дозы внутреннего облучения, мЗв/год		
	взрослые	дети до 1 года(1)	дети 12-17 лет
Беларусь	*1,31*	*1,32*	*2,18*
цезий-137	0,84	0,17	0,84
стронций-90	0,47	1,15	1,34
Россия	*1,44*	–	–
цезий-137	0,84	Не учитываются при обосновании	Не учитываются при обосновании
стронций-90	0,60(2)	Не учитываются при обосновании	Не учитываются при обосновании
ФАО/ВОЗ (Кодекс Алиментариус)	*0,13(3)*	*1,32 (4)*	*0,21(3)*
цезий-137	0,08(3)	0,17(4)	0,08(3)
стронций-90	0,05(3)	1,15(4)	0,13(3)

Примечания:
1. * — Учитывались только специализированные продукты детского питания и молоко, объем годового потребления 200 кг.
2. ** — Используется усредненный для всей России с учетом возрастной структуры населения дозовый коэффициент.
3. *** — Дозы облучения рассчитываются для импортируемых продуктов питания, которые составляют около 10 %.

Годовые дозы внутреннего облучения за счет поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr с продуктами питания, рассчитанные по белорусской и российской методикам, превышают 1 мЗв/год, и различаются на 0,13 мЗв/год за счет использования среднероссийского дозового коэффициента для ^{90}Sr. Помимо этого есть еще одно важное отличие. Так, в Беларуси при оценке безопасности продукта питания по радиологическому критерию проводится оценка соответствия нормативу содержания определенного радионуклида в продукте, а в России есть еще один этап – это определение суммы отношений каждого из радионуклидов к допустимому уровню, которое не должно превышать 1 (формула 6).

Результаты расчетов, выполненные по российской и белорусской методикам, практически в 10 раз отличаются от результатов, выполненных по методике Кодекс Алиментариус, что обосновано использованием ФАО/ВОЗ дополнительного коэффициента IPF. Международные требования, изложенные в Кодекс Алиментариус, установлены из расчета, что загрязненные продукты импортируются и их доля составляет 10% годового потребления продуктов, при этом продукты местного производства - чистые. Методический подход, используемый ФАО/ВОЗ и описанный в Кодекс Алиментариус, относится к импортируемым продуктам, загрязненным в первый год аварии. В связи с этим методический подход, описанный в Кодекс Алиментариус, не может быть использован для стран, пострадавших в результате радиационной аварии в которых производится продукция загрязненная радионуклидами.

Заключение. В результате проведенного анализа были определены различия в подходах России, Беларуси и ФАО/ВОЗ по обоснованию допустимых уровней содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания. Единым для анализируемых методических подходов является то, что при обосновании допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания в отдаленный период аварии используется единый критерий – значение дозы облучения 1 мЗв/год. Казалось бы, при едином общем подходе Беларуси, России, ФАО/ВОЗ к обоснованию безопасности допустимых уровней содержания радионуклидов в пищевых продуктах, все-таки существуют различия, касающиеся введения дополнительных коэффициентов: использование усредненных возраст-зависимых дозовых коэффициентов, что в конечном итоге приводит к различиям в значениях допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания. Наличие принципиальных различий в подходах при обосновании безопасности допустимых уровней содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания в конечном итоге приводит к разногласиям и определенным трудностям при согласовании единых нормативов для нескольких стран.

В настоящее время является актуальным вопрос разработки единого подхода по обоснованию допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания в отдаленный период после аварии, определение перечня радионуклидов и продуктов питания, для ко-

торых устанавливаются данные допустимые уровни, и критических групп населения, для которых проводится оценка доз внутреннего облучения при обосновании нормативов.

Литература

1. Codex Standard 193-1995 «Codex General Standard for Contaminants And Toxins in Food and Feed» (Adopted 1995; Revised 1997, 2006, 2008, 2009; Amended 2009, 2010): Codex Alimetarius Comission.

2. Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. GENERAL SAFETY REQUIREMENTS No. GSR Part 3 / International Atomic Energy Agency. — Vienna : IAEA, 2011. – 278 p.

3. Пояснительная записка российских специалистов «Подходы и допущения, принятые при разработке СанПиН 2.3.2.1078-01 «Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Поступила 24.07.2012

COMPARISON OF INTERNATIONAL APPROACHES ON SUBSTANTIATION PERMISSIBLE LEVELS OF RADIONUCLIDES IN FOODSTUFF

Nikalayenka A.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The harmonization of common international approaches on the substantiation permissible levels of radionuclides in foodstuffs in the long-term period of emergency is the actual issue at this time. Permissible levels of radionuclides in foodstuffs and list of these foodstuffs are different in many countries. There are difference the permissible levels owing to differences in methodological approaches on substantiation of the permissible levels. As a result of the work performed were compared and found differences in the methodological approaches that are using to substantiation the safety permissible levels of radionuclides in foodstuffs in Belarus, Russia and the FAO / WHO Codex Alimentarius Commission.

Keywords: cesium-137, strontium-90, permissible level of radionuclide, foodstuff.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОИСТОЧНИКОВ И КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕГИОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

Омарова М.Н., Тотанов Ж.С., Черепанова Л.Ю., Бекшин Ж.М., Сукашев Т. И.

Научный центр гигиены и эпидемиологии им. Х. Жуматова,

г. Алматы, Республика Казахстан

Реферат. В работе дана оценка состояния водных ресурсов и состояния сельского хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских территорий в регионе нефте-газо-добычи в динамике за десятилетний период. Рассмотрены основные проблемы обеспечения сельского населения качественной питьевой водой и предложены пути их решения.

Ключевые слова: водоисточники, хозяйственно-питьевое водоснабжение, сельские территории, питьевая вода, санитарно-химические показатели, микробиологические показатели.

Введение. Уровень обеспечения доброкачественной питьевой водой относится к числу важнейших факторов, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения страны. Республика Казахстан относится к территориям с достаточно низкой обеспеченностью ресурсами пресных поверхностных и подземных вод, при этом они не все пригодны для использования в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. Особую актуальность проблема обеспечения населения качественной питьевой водой приобретает в сельских населенных пунктах. Характер расселения и специфика сельскохозяйственного труда обусловливают возрастание роли антропогенного фактора в формировании санитарного состояния водоемов сельских районов, ведущим источником загрязнения которых является поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий и сточные воды животноводческих ферм и других предприятий сельскохозяйственного производства, содержащие органические вещества, биогенные элементы, минеральные вещества и пестициды. Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой в ряде регионов осложняется дефицитом водных источников и их неравномерным распределением [1–2].

Целью настоящего исследования явилось проведение комплексной гигиенической оценки водных ресурсов состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских территорий крупного нефтегазодобывающего региона Казахстана – Атырауской области.

Материал и методы исследований. Для выполнения поставленной цели были проведены анализ и оценка основных факторов, формирующих уровень водопользования на селе в Атырауской области, как наиболее экологически нестабильного региона в результате воздействия нефте-газодобывающего сектора и выраженного дефицита водных ресурсов.

Программа исследований и методические подходы предусматривали: комплексную гигиеническую оценку водных ресурсов и водоисточников сельского водоснабжения изучаемого региона по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в зависимости от вида водоисточника, природно-климатических условий, антропо-техногенной нагрузки, санитарно-технического состояния систем водоподготовки и транспортировки питьевой воды сельскому населению, обеспеченности населения централизованным, децентрализованным и другими видами водоснабжения.

В рамках данной работы использовались материалы по санитарно-гигиеническому исследованию состояния водоисточников, систем водоснабжения и качества питьевой воды, выполненные лабораториями областного и районных ЦСЭЭ Атырауской области за десятилетний период 2000–2009 гг. (отчетная форма № 18), а также результаты собственных исследований.

Результаты и их обсуждение. Анализ современного состояния сельского водоснабжения страны показал, что в условиях Казахстана основными факторами, влияющими на формирование водообеспечения сельского населения, являются загрязнение водоисточников, обусловленное специализацией сельского хозяйства в зависимости от природно-климатических условий, благоустройством сельских населенных пунктов (далее – СНП), их рассредоточением на значительной территории и запасами водных ресурсов в регионе. Актуальность проблемы обеспечения сельского населения качественной питьевой водой обусловлена неудовлетворительным техническим состоянием существующих систем водоснабжения на селе, неудовлетворительным состоянием водоисточников и недостаточным выполнением водоохранных мероприятий в местах водопользования, низкой эффективностью устаревших очистных сооружений и применяемых технологий водоподготовки [3].

Атырауская область относится к числу регионов с напряженным водным балансом, где ресурсы как поверхностных, так и подземных вод крайне ограничены. Удельный вес подземных вод в общем объеме водоснабжения незначителен. Собственные водные ресурсы Атырауской области оцениваются в 0,06 км^3 в средний по водности год и приближаются к нулю в маловодные годы. Основным крупным водотоком в регионе является река Эмба, которая во время весенних разливов образует множество мелких озер. Почти все они соленые, бессточные, заполняются водой за счет местного стока и отчасти, за счет весенних разливов реки Эмбы. Вода этих озер в связи с ее высокой минерализацией не используется. Кроме того, на территории области протекают реки Урал, Кигач (дельта реки Волга), остальные реки – Сагиз, Уил, Кайнар, Жаксы-Карасай постоянного водотока не имеют и часто пересыхают в летнее время. Гидрогеографическая сеть области относится к бассейну Каспийского моря. Основным фактором, определяющим гидролого-гидрохимический режим региона, является сток рек Волги и

Урала. Северо-Восточный Каспий имеет свои гидрологические особенности, которые связаны с его мелководностью, зависимостью от силы и направления ветра, взаимодействием с пресным стоком Урала и Волги и подтоком соленых вод из Среднего Каспия, высокой испаряемостью воды, быстрой прогреваемостью и таким же быстрым охлаждением водных масс. В связи с ростом объемов добычи углеводородного сырья на суше и увеличением объемов их транспортировки, а также с началом поисково-разведочных работ на Каспийском шельфе, а затем коммерческой добычи нефти и газа, в регионе возрастает опасность возникновения аварий на объектах нефте-газодобычи и разлива нефти на море.

Анализ результатов проведенного мониторинга Каспийского моря за период 2000–2009 годы показал, что уровень основных загрязняющих веществ определяется в следующих пределах:

– содержание нефтепродуктов в воде восточного побережья за исследуемый период варьировало от 0,026 мг/л до 0,056 мг/л, что ниже ПДК для водоемов хозяйственно–питьевого и коммунально-бытового водопользования (0,1 мг/л). В тоже время эта концентрация для водоемов рыбо-хозяйственного водопользования находится на уровне ПДК (0,05 мг/л).

Среднее содержание нефтепродуктов в воде восточного побережья Северного Каспия в весенний период составило 0,0438±0,007мг/л. Осенью содержание нефтепродуктов в воде восточного побережья Северного Каспия уменьшается и составляет в среднем 0,032±0,006мг/л, что можно объяснить вымыванием нефтеразливов паводковыми водами и попаданием их в Каспий, вследствие чего концентрации нефтепродуктов весной выше, чем осенью. Максимальное загрязнение вод Каспия нефтепродуктами наблюдается в его восточной части, где уровень загрязнения прибрежных вод достигает 1-1,2 ПДК, после сгонно-нагонных явлений, часто наблюдаемых в этой части моря, данный показатель иногда может увеличиваться в десятки раз.

В зимнее время на поверхности почвы и снежном покрове накапливаются углеводороды, которые в весеннее половодье с талыми водами попадают в воду поверхностных водоемов региона;

– максимальная концентрация фенола в 2000 г. превышала ПДК в 2,3 раза, в дальнейшем произошло уменьшение содержания в водах Каспия этого загрязнителя до уровня ПДК (0,001 мг/л) и ниже – 0,00008 мг/л – в 2009 г.;

– концентрация нитритов (по азоту) в 2000 г. находилась в пределах от 0,012 до 0,0153 мг/л (ПДК для нитритов – 0,02 мг/л), в 2006 году содержание нитритов снизилось до уровня 0,0036–0,0065 мг/л**,** что свидетельствует об активно протекающем процессе фотосинтеза в придонном слое. Благодаря своей мелководности восточная часть Северного Каспия

хорошо аэрируется, что приводит к быстрой вегетации фитопланктона, потребляющего нитриты, которым изобилуют воды Северного Каспия;

– концентрация нитратов (по азоту) в прибрежной воде в течение всего исследуемого периода находилась значительно ниже нормы. Так, в 2000 г. она варьировала в пределах от 0,0172 до 0,0263 мг/л, в 2009 году – от 0,0062 до 0,0325 мг/л (ПДК для нитратов – 45 мг/л).

Основными загрязняющими веществами р. Эмбы являются нитриты, нефтепродукты, органические вещества, азот аммонийный, фенолы, поступающие с поверхностным стоком.

Из среднегодовых показателей повышенные концентрации наблюдались по нитритам и фенолам 1,2–3,2 ПДК, по азоту аммонийному и нефтепродуктам – 1,3–16 ПДК.

В пробах воды, взятых из р. Эмбы, обнаружены изомеры гексахлорциклогексана (ГХЦГ), полихлорбензола (ПХБ) (в виде хлорфенолов А-30), тяжелые металлы и нефтепродукты, попадающие в воду в основном со сточными водами промышленных предприятий. Концентрация ГХЦГ достигала 0,06 мкг в литре речной воды Эмбы, ПХБ – 26,5 мкг/л, цинка – 94,3 мкг/л.

В связи с выраженным дефицитом в области поверхностных водоисточников, пригодных для хозяйственно-питьевого использования, большое значение имеют существующие в регионе запасы подземных вод. В целом, Атырауская область по степени обеспеченности разведанными запасами подземных вод относится к территориям с недостаточным обеспечением. На территории региона разведано 16 месторождений и участков подземных вод с общей величиной разведанных запасов – 238,8 тыс. $м^3$/сут. или 0,51 $м^3$/сут. на одного жителя области. Практически все разведанные месторождения подземных вод приурочены к артезианским бассейнам (12 месторождений с суммарной величиной запасов 198,6 тыс. $м^3$/сут.). Подземные воды в общем балансе водопотребления Атырауской области занимают незначительный объем, что обусловлено их ограниченным распространением или полным отсутствием вод нужного качества в ряде районов области: Курмангазийский, Исатайский, Махамбетский, Индерский. Так, по оценкам специалистов, многолетние запасы подземных вод по Атырауской области в процентном соотношении составляют всего 0,6 % от всех водных запасов страны [4].

В связи с ростом нефтедобычи в регионе, разработкой многочисленных нефтегазоносных структур, в течение многих лет происходило загрязнение промышленными стоками объектов окружающей среды, что привело к деградации больших земельных массивов, загрязнению нефтяными пятнами почвенного слоя, водных артерий, подземных вод. По результатам мониторинга в подземных водах Тенгизского нефтепромысла, расположенного на территории Жылыойского района Атырауской области, за последние пять лет отмечено увеличение концентрации углеводородов более чем в 2 раза. Основным источником загрязнения

грунтовых вод являются буровые сточные воды, которые сбрасываются на поля испарения и, в дальнейшем, в связи с отсутствием достаточной герметичности отстойников просачиваются в межпластовые водоносные горизонты. В сточных водах находятся такие соединения, как сульфаты, хлориды, соединения азота, фенолы и соли тяжелых металлов. До сего времени не разработаны и не утверждены нормы допустимых концентраций сброса сточных вод нефтегазодобывающего предприятия АО «Тенгизшевройл», которые сбрасываются на поля испарения без всякой очистки. Только на месторождениях производственного объединения «Эмбанефть» на поля испарения ежегодно сбрасывается до 8,5 млн.м^3 попутных пластовых вод. В промыслах Каратон, Доссор сточными нефтепромысловыми водами образованы обширные водоемы, содержащие рассольные воды и токсические химические вещества. Установлено, что концентрация вредных веществ в воде вблизи газоперерабатывающего завода превышает предельно допустимые концентрации в десятки и сотни раз.

Установленными источниками загрязнения воды первого от поверхности водоносного горизонта являются поля испарения Атырауского нефтеперегонного завода, сточные воды которого загрязнены бенз(а)пиреном, Cd, Ni, Cu, Pb, фенолом и другими канцерогенными веществами, с содержанием углеводородов в них 30 и более ПДК; пруд-накопитель городского водопровода г. Атырау, воды которого содержат фенолы (до 60 ПДК) и органические соединения (3,7–4,2 ПДК); территория Атырауской нефтебазы, пробы почвы которой содержат нефтепродукты до 3 и выше ПДК.

По классу опасности загрязнение подземных вод отнесено к опасному и умеренно опасному. Более 35 % всего объема подземных вод, извлекаемых для питьевых целей, находятся в зонах их возможного загрязнения.

Зона повышенного содержания сероводородов в грунтовых водах отмечается на всей территории Жылыойского района области от Тенгиза к северо-востоку до г. Кульсары. В подземных водах на нефтепромыслах Теренозек и Каратон содержание сероводорода составляет десятки ПДК. В зоне влияния ряда разведанных месторождений подземных вод и действующих водозаборов установлено загрязнение подземных вод Миялинского месторождения (нитраты – 12 ПДК; аммиак – 3,5 ПДК; бром – 33 ПДК; железо – 4,6 ПДК); водозабора п. Карабау – бром 34,5 ПДК; Тайсойганского месторождения (бром – 66 ПДК, железо – 6,6 ПДК, бор – 1,5 ПДК); водозабора Жангильдинский (железо – до 35 ПДК).

За исследуемый период было установлено уменьшение содержания загрязняющих веществ (ЗВ) по ТОО «Тенгизшевройл», что связано с повторным использованием сточных вод; по ТОО «АНПЗ» – в связи с реализацией мероприятий по повышению эффективности очистки сточных вод путем добавления флокулянта NALKO. Однако за этот же период по АО «АТЭЦ» произошло увеличение содержания загрязняющих веществ в стоках более чем на 7 тыс. тонн за счет роста общего объема забора воды и сбросов сточных вод.

Сельское водоснабжение является одним из острых проблемных вопросов в регионе. В 2000 году обеспеченность сельского населения Атырауской области водопроводной водой централизованного водоснабжения составляла всего 62,7 %. За последние годы в области значительно увеличилось строительство объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения. За счет ввода в эксплуатацию магистральной водопроводной сети Тургызба-Шокпартогай-Аккизтогай, сельских водопроводов в Жылыойском (с. Жаскайрат), Кызылкогинском (с. Аккистау) и Исатайском районах, процент обеспеченности населения водопроводной водой увеличился и составил в 2009 году 82,4 % против 73,5 % в 2006 году.

Около 60 % сельских населенных пунктов области в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения используют подземные воды, каптируемыми колодцами и скважинами; 10 % сельских населенных пунктов – открытые водоисточники; жители около 20 % сельских поселений области пользуются привозной водой и лишь немногим более 10 % сельских населенных мест имеют централизованное водоснабжение за счет поверхностных и подземных вод. Перспективы перехода на водоснабжение за счет подземных вод в настоящее время имеются преимущественно для городского водоснабжения. Данные, характеризующие обеспеченность сельского населения питьевой водой и удельное среднесуточное водопотребление, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Обеспеченность сельского населения Атырауской области питьевой водой и удельное среднесуточное водопотребление (%)

Год	Централизованное водоснабжение		Децентрал. водо источники	Открыт. водоемы, арыки	Привозная вода	Удельное водопотребл. (л)	
	открытые водоисточники	подземные водоисточники				город	село
2008	53,0	12,3	3,8	26,8	14,2	120	40
2009	65,3	11,6	2,5	7,4	13,2	120	50
2010	69,7	13,9	2,5	5,5	8,3	120	40

Как видно из данных таблицы, за последние три года в 4,9 раза снизился удельный вес сельских жителей области, вынужденных использовать для хозяйственно-питьевых целей воду из открытых водоемов и арыков. Также в 1,7 раза уменьшилось число сельского населения, пользующегося привозной водой. Процент охвата сельского населения водопроводной водой увеличился в 1,3 раза, однако, удельное среднесуточное водопотребление в СНП остается на крайне низком уровне и составляет 40 л/сут, против 120 л/сут в городской местности.

Более 80 000 жителей области употребляют воду открытых водоемов, особенно в Махамбетском (80,8 %), Индерском (60,4 %) и Курмангазинском (54,8 %) районах. Источниками

хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Атырау, Исатайского, Индерского, Махамбетского, Макатского, Жылыойского и Курмангазинского районов являются водоемы 1 категории – реки Жайык, Кигач и Шарон. В г. Атырау расположен ГВС АУВиВ ЗАО «Казтрансойл», подающий питьевую воду жителям г. Атырау и СНП Макатского района по магистральному водоводу «Атырау-Макат» (источник р. Жайык). В поселках Доссор и Макат Макатского района питьевая вода дополнительно обеззараживается хлором. В Курмангазинском районе на р. Кигач расположен ВОС ЗАО «Казтрансойл», подающий воду жителям Исатайского и Жылыойского районов по магистральному водоводу «Кигаш-Кульсары». В остальных населенных пунктах Курмангазинского, Индерского, Махамбетского районов источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения служат реки Жайык, Кигаш, Шарон. В Кызылкогинском, Исатайском и Жылыойском районах расположены водоемы 2 категории, такие как канал Баксай, реки Уил, Сагиз, Жем, озеро Камысколь, используемые для пастбищных, сенокосных обводнений. На территории области организованный сброс сточных вод в поверхностные водоемы отсутствует. Систему канализации в Атырауской области имеют только город Атырау, город Кульсары и частично поселки Макат, Индер и Аккизтогай.

По сравнению с другими районами области несколько лучше ситуация с подачей воды для сельских жителей сложилась в Жылыойском районе. Так, обеспеченность населения района водопроводной водой за исследуемый период увеличилась с 69,8 % в 2005 году до 76,0 % – в 2009 году. Снизилось число сельских жителей, использующих для хозяйственно-питьевых целей привозную воду с 31,7 % – в 2005 году до 24,0 % – в 2009 году. Однако в ряде населенных пунктов района – Тургызба, Аккизтогай, Майкумген, Шокпартогай – жители обеспечиваются только привозной водой (100,0 %).

Качество подаваемой воды по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в СНП Жылыойского района в динамике за исследуемый период значительно улучшилось. Так, по данным ранее проведенных исследований питьевая вода в предыдущее десятилетие (1991–2000 гг.) в ряде СНП района была крайне неудовлетворительного качества, особенно в г. Кульсары и сельских населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости к Тенгизскому нефтегазовому месторождению [5]. Процент нестандартных проб воды по санитарно-химическим показателям превышал среднеобластные показатели, достигая в отдельные годы 43,2–70,5 % от всего числа исследованных проб. По бактериологическим показателям низкое качество питьевой воды отмечено в поселках Жана-Каратон, Сарыкамыс, Косчагыл, вахтовом поселке Тенгиз, где процент проб, несоответствующих нормативам, варьировал от 26,3 % до 67,8 %, что превышало аналогичный показатель по области в 4,5–5,0 раз.

За период 2002–2009 гг. показатели качества питьевой воды, подаваемой в сельские населенные пункты района, значительно улучшились. Процент нестандартных проб водопроводной воды как по санитарно-химическим, так и по микробиологическим показателям снизился и составил в среднем по району 1,2 % и 1,5 % соответственно.

Количество сельских объектов централизованного водоснабжения в целом по Атырауской области за исследуемый период увеличилось с 15 – в 2002 году до 49 – в 2009 году. Необходимо отметить, что в Атырауской области за последние три года все сельские водопроводы находились в работающем состоянии. При этом наблюдалась положительная динамика в плане снижения доли объектов, не соответствующих санитарным нормативам, с 13,3 % в – 2002 году до 2,4 % – в 2008 году. В 2009 году сельских водопроводов, не соответствующих действующим стандартам, выявлено не было.

В соответствии с решением Акима Атырауской области от 30 декабря 1999 года за № 303 за последние десять лет были построены мини-водоочистные сооружения в 14 СНП, принята региональная программа «Питьевая вода на 2003–2010 годы по Атырауской области», где до 2010 года предусмотрено строительство мини-водоочистных сооружений в 43 сельских населенных пунктах. В целях повышения водности и поддержания экологического равновесия произведена реконструкция каналов «Сборный-Саржигит» до села Жаскайрат в Исатайском районе и «Курсай» в Махамбетском районе. Вместе с тем, выполняемые работы недостаточны и проблема водоснабжения сельского населения Атырауской области остается крайне актуальной. В области на контроле государственного санитарно-эпидемиологического надзора состоит 21 децентрализованный источник водоснабжения. В 2009 году их количество снизилось до 7. При этом удельный вес нестандартных проб воды из децентрализованных водоисточников по микробиологическим показателям возрос с 1,7 % до 5,1 %, а по санитарно-химическим показателям отмечена тенденция улучшения качества воды, хотя процент нестандартных проб снизился незначительно с 4,4 % до 4,0 %.

Заключение. Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Атырауская область является регионом с напряженным водным балансом. Растущие потребности населения и промышленности области в воде хозяйственно-питьевого назначения значительно превышают фактические возможности их удовлетворения, особенно в маловодные годы, что обусловлено выраженным дефицитом пресной воды, который усугубляется загрязнением и нерациональным использованием имеющихся в регионе водоемов и разведанных месторождений подземных вод.

2. Проблемы водообеспеченности сельских территорий Атырауской области, наряду с дефицитом водоисточников и их загрязнением также обусловлены: дефицитом водоисточников пресной воды; антропогенным загрязнением поверхностных и подземных вод; истекшим

сроком эксплуатации и низким санитарно-техническим состоянием имеющихся систем водоснабжения и разводящих водопроводных сетей, в результате чего происходят аварии и существенные утечки питьевой воды; устаревшими технологиями водоподготовки, которые не обеспечивают подачу населению питьевой воды нормативного качества.

3. Для оптимизации сельского водопользования предложены следующие мероприятия:

– совершенствование системы мониторинга на всех этапах наблюдения (районном, областном, региональном и республиканском) с использованием современных информационных технологий для формирования базы данных, анализа и принятия управленческих решений в области питьевого водоснабжения сельских территорий;

– проведение анализа относительных показателей организационного, финансового и лабораторного обеспечения государственного санитарно-эпидемиологического надзора за системой сельского водоснабжения в регионах с определением его результативности и эффективности с получением линейных трендов изменений величин различных видов рисков для здоровья населения, связанных с потреблением некачественной питьевой воды;

– широкое внедрение коллективных и бытовых средств доочистки воды в конечных пунктах ее потребления для очистки воды в малых или достаточно удаленных от системы централизованного водоснабжения сельских населенных пунктах (особенно малых, численностью до тысячи человек) в целях обеспечения сельского населения питьевой водой гарантированного качества, что является экономически целесообразным Строительство новых очистных сооружений для этих целей является не целесообразным. Для ограниченного количества воды, потребляемой жителями исключительно для питьевых и пищевых целей, рекомендуется использовать локальные или мобильные установки для доведения качества воды до нормативных требований;

– устранение имеющей место в ряде сельских населенных пунктов бесхозности источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, замена и ремонт разводящих водопроводных сетей в зависимости от процента изношенности.

– проведение оснащения сельских водопроводов централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения системами водоподготовки и обеззараживания с учетом многолетних санитарно-химических и микробиологических показателей воды водоисточника в местах водопользования;

– использование в процессе реконструкции и строительства новых водопроводных разводящих сетей как локальных, так и групповых сельских водопроводов труб, изготовленных из современных материалов, обладающих повышенной прочностью и коррозийной устойчивостью;

– повышение эффективности и увеличение мощности коммуникационных очистных сооружений в сельских населенных пунктах. Строительство очистных сооружений канализации и уменьшение объема сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водоемы, используемые в качестве водоисточников сельского водоснабжения. Отвод ливневых стоков с территорий сельских населенных пунктов и производственных сельскохозяйственных объектов;

– внедрение в сельской местности проектов водообеспечения СНП в форме государственно-частного партнерства;

– охват сельских домовладений индивидуальными приборами учета с целью снижения непроизводительных затрат питьевой воды.

Литература

1. Жаркинов, Е. Ж. Современные проблемы гигиены села и задачи научных исследований / Е. Ж. Жаркинов // Медицина и экология. – 2002.– № 2 (22).– С. 27 – 29.

2. Новиков, Ю. В. Региональные проблемы гигиенической безопасности водопользования населения / Ю. В. Новиков, А. В. Тулакин, М. М. Сайфутдинов // Окружающая среда и здоровье населения: материалы междунар. конф. – М., 2002. – С. 98 – 104.

3. Гигиена воды и водоснабжения населенных мест / А. Е. Шпаков [и др.]. – Караганда, 2005.– 219 с.

4. Кенжегалиев, А. К. Экологическое состояние Атырауской области в связи с промышленным освоением шельфа Каспийского моря / А. К. Кенжегалиев, А. А. Хасанова, Г. П. Моисеева // Вестн. Атырауского ин-та нефти и газа.– 2002. – № 1–2. – С. 171 – 173.

5. Абдрахманов, М. Экологические проблемы Атырауской области и некоторые пути их решения / М. Абдрахманов, Г. Умбеталиева // Современные проблемы геофизики, геологии, освоения, переработки и использования углеводородного сырья: матер. Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 20-летию образования Атырауского ин-та нефти и газа. – Атырау: АИНиГ, 2001.– С. 364 – 366.

Поступила 31.05.2012

CHARACTERIZATION OF WATER SOURCES AND THE QUALITY OF RURAL DRINKING WATER SUPPLY IN THE REGION OF OIL-AND-GAS PRODUCTION ENTERPRISE LOCATION

Omarova M.N., Totanov Zh.S., Cherepanova L.Yu., Bekshin G.M., Sukashev T.I.

Scientific Centre of Hygiene and Epidemiology Named after Kh. Zhumatov,

Almaty, Republic of Kazakhstan

The article gives the assessment of the state of water resources and rural drinking water supply in the region of oil-and-gas production in the dynamics over the ten-year period. Major issues of provision of rural communities with quality drinking water were considered and ways for their solution were proposed.

Keywords: water sources, drinking water supply, rural territories, drinking water, sanitary-and-chemical indices, microbiological indices.

НОВЫЕ БИОМАРКЕРЫ ЭФФЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОИНСЕКТИЦИДОВ НА МИКРОБИОЦЕНОЗ КИШЕЧНИКА

Орленкович Л.Н.

ООО «Медицина труда» Научно-исследовательского института

охраны труда и здоровья окружающей среды

Рижского медицинского университета Паула Страдыня, г. Рига, Латвия

Реферат. В хронических экспериментах изучено влияние биоинсектицидов на микробиоценоз кишечника крыс по изменениям среднестатистических значений показателей аутофлоры кишечника и методом парных корреляций. Метод парных корреляций позволил выявить механизм действия препаратов на микрофлору кишечника в минимальных дозах. Микробиота кишечника эффективно противостоит токсическому действию антигенов микробного происхождения. Обоснованы новые чувствительные и гигиенически значимые биомаркеры эффекта для оценки риска воздействия биопрепаратов на аутофлору кишечника с целью использования при обосновании санитарных стандартов.

Ключевые слова: микробиота кишечника, биоинсектицид, синергизм и антагонизм представителей микрофлоры кишечника, динамика взаимосвязей показателей аутофлоры кишечника, гигиеническое нормирование.

Введение. Последние 50 лет характеризуются интересом гигиенической науки к исследованию препаратов микробиологического синтеза. Вопрос о целесообразности применения в сельском хозяйстве микробиологических средств защиты растений до сих пор остается открытым, невзирая на внедрение в производство инсектицидных препаратов, имеющих гигиенические нормативы в воздухе рабочей зоны производственных помещений и объектах окружающей среды. Проблема санитарной стандартизации биоинсектицидов с учетом количественной и качественной оценки токсического эффекта на низких уровнях воздействия является основной задачей профилактической токсикологии при решении вопроса о безопас-

ности их производства и применения. Данные исследования необходимы для выявления патогенеза и механизмов защиты гомеостаза макроорганизма от воздействия чужеродного антигена, а также для обоснования новых биомаркеров эффекта с целью использования при гигиеническом нормировании химических и биологических препаратов.

Целью настоящей работы явилось совершенствование методологии оценки риска воздействия биоинсектицидов на микробиоценоз кишечника на основе систематизации результатов экспериментальных исследований с учетом изменений среднестатистических значений показателей и методом парных корреляций [1].

Материал и методы исследований. Объектами исследований явились биоинсектициды: бактоспеин, битоксибациллин, гомелин, дендробациллин, инсектин, лепидоцид, токсобактерин, турингин-2, энтобактерин, BIP, созданные на основе бактерий Bacillus thuringiensis, содержащих жизнеспособные споры этих микроорганизмов, кристаллы эндотоксинов или смесь этих компонентов, а также базидиоболин, боверин, конитирин, микоафидин, пециломин, энтомофторин, созданные на основе энтомопатогенных грибов из родов Basidiobolus, Be-auveria, Coniothyrium, Aschersonia, Paecilomyces, Entomophthora и фунгицид триходермин, созданный на основе грибов из рода Trichoderma. В экспериментах при повторном 4-х месячном ингаляционном поступлении препаратов на уровне недействующей, пороговой, действующей концентраций использованы белые беспородные крысы-самцы массой 260–290 г, содержавшиеся на стандартном пищевом рационе. Статистическая группа состояла из 15–20 особей. Исследования проведены согласно методическим рекомендациям [2–3] в соответствии с правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных**,** используемых для экспериментальных целей (Страсбург, 1986). Достоверность парных корреляций оценивали с помощью χ^2–теста (Pearson Correlation, SPSS for Windows 16). Все сильные ($0,7 \leq R \leq 1,0$) и средние ($0,5 \leq R \leq 0,6$) взаимосвязи в таблице 2 достоверны ($P<0,05$).

Результаты и их обсуждение. На примере битоксибациллина, созданного на основе бактерий *Bacillus thuringiensis var. thuringiensis*, ниже представлен анализ оценки риска воздействия препарата на микробиоценоз кишечника лабораторных животных с учетом изменений среднестатистических значений показателей (таблица 1) и по динамике парных корреляций между представителями аутофлоры кишечника (таблица 2).

Таблица 1 – Изменения показателей количественного состава микрофлоры кишечника крыс, подвергавшихся 4-х месячному ингаляционному воздействию битоксибациллина

Микроорганизмы	Концентрация препарата										
	8,2±1,1 мг/м^3					32,4±1,5 мг/м^3					
	Сроки воздействия (в месяцах)										
	1	2	3	4	В.п.	1	2	3	4	В.п.	В.п.1

Продолжение таблицы 1

бифидобактерии	0	0	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	0	
E.coli	↑	↑	↑	↑	0	↓	↓	↓	↓	0	
протеи	0	0	0	0		↑	↑	↑	↑	↑	0
стафилококки	0	0	0	0		0	0	↑	↑	0	
грибы рода *Candida*	0	0	0	0		0	0	↑	↑	0	
степень дисбиоза	1	1	2	2		2	2	3	3		

Примечания:
1. 0 — Отсутствие изменений.
2. ↑ — Увеличение показателя.
3. ↓ — Снижение показателя.
4. В.п. — Восстановительный период – 2 недели.
5. В.п.1 — Восстановительный – 1 месяц.

Воздействие битоксибациллина в недействующей дозе (2,1±0,3 мг/м^3) не вызывало изменений аутофлоры кишечника у животных во все сроки исследования.

Пороговая концентрация препарата (8,2±1,1 мг/м^3) через 1 и 2 месяца поступления вызывала у животных дисбиоз 1 (латентной) степени (согласно классификации С.Д. Митрохина и В.М. Бондаренко [4–5]) в связи с нарастанием количества кишечных палочек, что свидетельствует о снижении резистентности. Через 3 и 4 месяца воздействия наряду с нарастанием *E.coli* наблюдалось снижение количества бифидобактерий, что соответствует дисбиозу 2 (субкомпенсированной) степени. Выявленные отклонения расценивались как снижение функции экологического барьера, не выходящее за пределы компенсаторных возможностей организма. Через 2 недели восстановительного периода отмечена нормализация показателей количественного состава аутофлоры кишечника подопытных животных (таблица 1).

Действующая концентрация препарата (32,4±1,5 мг/м^3) через 1 и 2 месяца поступления вызывала дисбиоз 2 степени: снижение бифидобактерий, *E.coli* и нарастание протеев. Через 3 и 4 месяца поступления препарата к вышеуказанным изменениям добавилось нарастание представителей условно-патогенной микрофлоры: стафилококков и грибов рода *Candida.* Полученные изменения соответствуют дисбиозу 3 степени и свидетельствуют о существенном угнетении и перенапряжении регуляторных механизмов факторов неспецифической защиты организма, выходящих за пределы его компенсаторных возможностей. Через 2 недели восстановительного периода показатели количественного состава аутофлоры кишечника подопытных животных полностью не нормализовались: отмечено повышенное содержание протеев по сравнению с группой параллельного контроля, пришедшее в норму через 1 месяц (таблица 1).

Использование парного корреляционного анализа для исследования взаимосвязей между представителями микробиоценоза кишечника крыс в долгосрочном эксперименте оказалось эффективным, выявив ряд новых фактов и закономерностей, подтвердив выдвинутые нами ранее предположения [6].

Анализ взаимосвязей между представителями микробиоценоза кишечника в контрольной группе животных установил преобладание синергизма над антагонизмом (таблица 2). Преобладание синергизма между представителями микробиоты кишечника вне антигенной нагрузки свидетельствует, что обитателям микробиоценоза нет необходимости быть антагонистами друг друга, поскольку каждый из микроорганизмов в их общей среде обитания выполняет конкретные функции; численность каждого вида строго контролируется как представителями анаэробной и аэробной бактериальной микрофлоры, так и грибной микробиоты.

Синергизм представителей защитной анаэробной микрофлоры (анаэробов, бифидобактерий, лактобацилл, бактероидов) между собой выявлен в контрольных и опытных группах животных, что указывает на стабильность фактора колонизационной резистентности, представляющего собой анаэробную микрофлору кишечника, контролирующую состав условно-патогенной микробиоты, соотношение анаэробов и аэробов аутофлоры кишечника. Синергизм защитной анаэробной и аэробной микрофлоры, антагонизм естественных антагонистов: анаэробов/аэробов (бифидобактерий, лактобацилл, анаэробов с аэробами) поддерживает аутофлору кишечника в состоянии динамического равновесия, создавая экологический барьер против колонизации кишечника условно-патогенными микроорганизмами из внешней среды (таблица 2).

Таблица 2 – Парные корреляции микрофлоры кишечника крыс, подвергавшихся 4-х месячному ингаляционному воздействию битоксибациллина

Парные корреляции показателей	Сроки воздействия (в месяцах)							
	1				2			
	Контроль	2	8	32	Контроль	2	8	32
Бифидобактерий с лактобациллами	+0,8	+0,7	+0,8	+0,7	+0,9	+0,8	+0,8	+0,6
анаэробами	+0,7	+0,6	+0,6	+0,8	+0,7	+0,6	+0,7	+0,8
аэробами	-0,6	-0,7	-0,5	+0,7	-0,5	-0,6	-0,6	+0,8
грибами рода Candida	+0,7	+0,6	+0,6	-	+0,7	+0,7	+0,5	-
Лактобацилл с бактероидами	+0,8	+0,7	+0,6	+0,8	+0,8	+0,7	+0,5	+0,9
аэробами	-0,7	-0,6	-	+0,8	-0,8	-0,7	-	+0,9
кишечными палочками	+0,8	+0,7	+0,7	+0,9	+0,5	+0,6	+0,7	+0,7
грибами рода Candida	+0,8	+0,7	-	-	+0,7	-	-	-0,7
Бактероидов с анаэробами	+0,8	+0,7	+0,8	+0,9	+0,7	+0,8	+0,7	+0,9
кишечными палочками	+0,6	-	-0,5	-0,8	+0,5	-	-0,7	-0,8
Кишечных палочек с анаэробами	+0,8	+0,8	+0,7	+0,9	+0,8	+0,7	+0,7	+0,8
аэробами	+0,7	+0,8	+0,7	+0,6	+0,6	+0,6	+0,5	+0,5
Анаэробов с аэробами	-0,6	-0,7	-0,6	+0,8	-0,7	-0,8	-	+0,9

Продолжение таблицы 2

Аэробов с протеями	+0,7	+0,6	+0,6	-	+0,6	+0,6	+0,5	-
Протеи – грибы рода Candida	+0,7	+0,8	+0,6	-	+0,8	+0,7	+0,5	-
Новые парные корреляции:								
Бифидобактерии – бактероиды			+0,7	+0,9			+0,8	+0,9
Бифидобактерии – E.coli				+0,7				+0,7
Бифидобактерии – стафилококки		-0,7		-0,8		-0,7		-0,8
Лактобациллы – анаэробы		+0,6	+0,8	+1,0		+0,7	+0,9	+1,0
Лактобациллы – протеи			-0,8				-0,8	
Лактобациллы – стафилококки				-0,9		-0,5		-0,7
Бактероиды – аэробы				+0,9				+0,9
Бактероиды – стафилококки			-0,7				-0,7	
Бактероиды – грибы рода Candida				-0,7			-0,8	-0,9
Анаэробы – протеи				-0,8				-0,7
Анаэробы – грибы рода Candida				-0,7				-0,9
E.coli – протеи							-0,9	
Парные корреляции показателей	Сроки воздействия (в месяцах)							
	3				4			
	Контроль	2	8	32	Контроль	2	8	32
Бифидобактерий с лактобациллами	+0,8	+0,7	+0,7	+0,6	+0,7	+0,8	+0,6	+0,5
анаэробами	+0,7	+0,8	+0,6	+0,5	+0,7	+0,6	+0,5	+0,6
аэробами	-0,6	-0,8	-	+0,9	-0,6	-0,5	-	+0,8
грибами рода Candida	+0,6	+0,6	-	-0,8	+0,6	-	-	-0,9
Лактобацилл с бактероидами	+0,9	+0,8	-0,6	-0,8	+0,8	+0,7	-0,5	-0,9
аэробами	-0,7	-0,6	-	+0,9	-0,6	-0,5	-	+1,0
кишечными палочками	+0,8	+0,7	+0,6	+0,9	+0,8	+0,7	+0,8	+0,9
грибами рода Candida	+0,7	-	-	-	+0,8	-	-	-
Бактероидов с анаэробами	+0,8	+0,7	+0,6	-	+0,8	+0,7	+0,5	-
кишечными палочками	+0,7	-	-	-	+0,6	-	-	-
Кишечных палочек с анаэробами	+0,8	+0,7	+0,8	+0,9	+0,7	+0,8	+0,8	+0,9
аэробами	+0,7	+0,8	+0,6	+0,9	+0,9	+0,8	+0,7	+0,9
Анаэробов с аэробами	-0,7	-	-	+0,9	-0,8	-0,8	-	+1,0
Аэробов с протеями	+0,6	+0,7	+0,5	-0,8	+0,6	+0,5	+0,6	-0,9
Протеи – грибы рода Candida	+0,7	+0,6	+0,5	+0,9	+0,8	+0,7	+0,5	+0,9
Новые парные корреляции:								
Бифидобактерии – бактероиды		+0,7	+0,8	+0,9		+0,7	+0,9	+0,8
Бифидобактерии – E.coli				+0,8			-0,8	+0,9
Бифидобактерии – стафилококки							-0,7	
Лактобациллы – анаэробы		+0,7	+0,9	+1,0		+0,8	+0,8	1
Лактобациллы – протеи			-0,8				-0,9	
Лактобациллы – стафилококки		-0,6	-0,7	-0,9		-0,7		
Бактероиды – аэробы				+1,0			+0,9	+1,0
Бактероиды – стафилококки				-0,8			-0,8	-0,9
Бактероиды - грибы рода Candida			-0,8	-0,9		-0,5	-0,9	
Анаэробы – протеи		-0,7	-0,8	-0,8				-0,9

Продолжение таблицы 2

Анаэробы – грибы рода Candida			-0,9					-0,9
E.coli – протеи				-0,9				-0,9

Примечания:
1. 2,1±0,3 — Недействующая.
2. 8,2±1,1 — Пороговая.
3. 32,4±1,5 — Действующая доза битоксибациллина в мг/м 3.

Синергизм бифидобактерий и лактобацилл в группе контроля и в опытных группах с грибами рода *Candida* свидетельствует о слабой иммуногенности представителей защитной анаэробной аутофлоры и участии ее в формировании колонизационной резистентности кишечника (таблица 2). Синергизм с условно-патогенной аутофлорой кишечника собственного микробиоценоза препятствует проникновению в слизистую оболочку условно-патогенных/патогенных микроорганизмов извне, более агрессивных по сравнению с грибами рода *Candida,* имеющихся в незначительных количествах в микробиоте кишечника. В связи с вероятностью существенного нарастания бактериальной микрофлоры собственного микробиоценоза кишечника грибы рода *Candida* сдерживают ее избыточный рост вместе с представителями защитной анаэробной аутофлоры.

Анализ парных корреляций между представителями аутофлоры кишечника у подопытных животных при воздействии минимальной дозы битоксибациллина выявил исчезновение и возникновение новых прямых и обратных взаимосвязей во все сроки исследования. Синергизм защитной анаэробной аутофлоры между собой в разные сроки исследования свидетельствует об активации защитной микробиоты в отношении нарастания стафилококков, протеев и грибов рода *Candida,* что подтверждает появление антагонизма бифидобактерий, лактобацилл, анаэробов и бактероидов против вышеуказанной микрофлоры. Следовательно, представители микробиоценоза кишечника, как неспецифического фактора защиты организма, реагируют на воздействие минимальной дозы антигена (таблица 2).

Оценка парных корреляций между представителями микрофлоры кишечника у подопытных животных при воздействии пороговой дозы битоксибациллина выявила исчезновение взаимосвязей во все сроки исследования. Появление обратных новых и парадоксальных взаимосвязей указывает на нарастание протеев, стафилококков, *E.coli* с измененными биологическими свойствами, грибов рода *Candida* и бактероидов в течение 4 месяцев поступления препарата (таблица 2). Появление синергизма защитной анаэробной микрофлоры между собой, антагонизма защитной анаэробной аутофлоры в отношении нарастания представителей условно-патогенной микробиоты сохраняет микробиоценоз кишечника в состоянии относительного динамического равновесия. Оценка состояния микробиоценоза кишечника через 1 и 2 месяца поступления препарата свидетельствует о снижении функции экологического барь-

ера, а в остальные сроки воздействия – не только о снижении функции экологического барьера, но и напряжении регуляторных механизмов факторов неспецифической защиты организма, не выходящих за пределы его компенсаторных возможностей.

Изменения микробиоценоза кишечника указывают на мобилизацию защитной анаэробной микрофлоры в ответ на воздействие пороговой дозы антигена с появлением сильного синергизма и антагонизма в группе новых взаимосвязей, что полностью компенсирует изменения количественного состава микробиоты, исчезновение и появление парадоксальных парных корреляций по сравнению с группой контроля. Микробиоценоз кишечника, как неспецифический фактор защиты организма, полностью справляется с антигенной нагрузкой на данном уровне воздействия препарата.

Анализ парных корреляций между представителями микробиоты кишечника у подопытных животных при воздействии действующей дозы битоксибациллина выявил исчезновение парных корреляций во все сроки исследования. Возникновение новых и парадоксальных взаимосвязей в аутофлоре кишечника свидетельствует о существенном нарастании стафилококков, протеев, грибов рода Candida, E.coli с измененными биологическими свойствами и бактероидов в течение 4 месяцев воздействия препарата. Анализ этих взаимосвязей показал, что антагонизм к условно-патогенной микробиоте проявляла защитная анаэробная микрофлора.

Появление сильного синергизма защитной анаэробной микрофлоры между собой и с кишечными палочками, сильного синергизма естественных антагонистов в течение 4-х месяцев воздействия препарата противостоит выраженному токсическому действию битоксибациллина (таблица 2).

Прямая *линейная функциональная зависимость* (R=+1,0) между лактобациллами и анаэробами, выявляемая в течение всего срока поступления препарата, указывает на мобилизацию представителей защитной анаэробной микрофлоры против существенного нарастания условно-патогенной микробиоты. Появление прямых *линейных функциональных зависимостей* лактобацилл, анаэробов и бактероидов с аэробами через 4 месяца воздействия препарата указывает на тотальную мобилизацию защитных сил организма в ответ на действие токсической дозы антигена (таблица 2).

Анализ состояния микробиоценоза кишечника через 1 и 2 месяца поступления битоксибациллина в действующей дозе препарата свидетельствует о существенном снижении функции экологического барьера, а через 3 и 4 месяца поступления – не только о существенном снижении функции экологического барьера, но и перенапряжении регуляторных механизмов факторов неспецифической защиты организма, выходящих за пределы его компенсаторных возможностей. Вместе с тем, тотальная мобилизация защитных сил организма, свя-

занная с появлением сильного синергизма и антагонизма между представителями микробиоты кишечника во все сроки воздействия препарата в действующей дозе, позволяет микробиоценозу кишечника восстановить количественный состав микрофлоры за 1 месяц восстановительного периода. Это позволяет утверждать, что микрофлора кишечника является наиболее стабильным фактором неспецифической защиты организма, способным противостоять выраженному токсическому действию антигена микробного происхождения.

Коррекция изменений микробиоценоза кишечника подопытных животных на всех уровнях воздействия препарата происходит за счет синергизма защитной анаэробной и аэробной микрофлоры между собой и антагонизма с условно-патогенной бактериальной и грибной микробиотой в разных вариантах в течение всего срока поступления препарата (таблица 2).

Заключение. Изучение механизма действия биоинсектицидов на микробиоценоз кишечника белых беспородных крыс по изменениям среднестатистических значений показателей микрофлоры кишечника и исследованием динамики взаимосвязей между ее представителями методом парных корреляций в долгосрочном эксперименте по мере увеличения уровней воздействия препаратов позволило усовершенствовать методологию оценки их риска воздействия на микробиоту кишечника с обоснованием новых биомаркеров эффекта. Полученные результаты сопоставимы с данными исследований других авторов, так как показали, что «уровень корреляций между параметрами изменяется в сторону повышения при увеличении адаптационной нагрузки. Приспособительный эффект наблюдается не только и не столько на самих показателях (последние могут варьировать в широких пределах), а в системе взаимосвязей между ними» [7]. Мы полагаем, что нарушение механизмов, поддерживающих равновесие в системе «прокариот-эукариот» является чувствительным биомаркером эффекта, поскольку микробиоценозы макроорганизма являются первичным неспецифическим барьером, изменения в которых происходят раньше, чем на других системных уровнях.

Выводы.

1. При отсутствии или незначительных изменениях среднестатистических значений показателей количественного состава аутофлоры кишечника на уровне ПДК, недействующих и пороговых доз препаратов, метод парных корреляций позволяет выявлять механизм действия биоинсектицидов на микробиоценозы кишечника подопытных животных на минимальных уровнях воздействия.

2. Микрофлора кишечника является наиболее стабильным фактором неспецифической защиты организма, способным противостоять выраженному токсическому действию антигенов микробного происхождения.

3. Анализ динамики взаимосвязей между представителями микробиоценоза кишечника в долгосрочном эксперименте по мере увеличения уровней воздействия препаратов позволил обосновать новые чувствительные и гигиенически значимые биомаркеры эффекта с оценкой степени напряженности компенсаторных механизмов при интоксикации.

4. Обоснованные биомаркеры эффекта обладают критерием вредности, позволяют выявлять механизмы действия биоинсектицидов с эффективным использованием полученных экспериментальных данных и могут быть применены для оценки риска воздействия и обоснования гигиенических регламентов.

Литература

1. Зайцев, В. М. Прикладная медицинская статистика / В. М. Зайцев, В. Г. Лифляндский, В. И. Маринкин. – СПб. : ООО "ФОЛИАНТ", 2006. – 432 с.

2. Методические рекомендации по токсикометрии / под ред. чл.-корр. АМН СССР проф. И. В. Саноцкого. – М. : Секретариат СЭВ, 1987. – 162 с.

3. Микельсаар, М. Э. Методика определения количественного состава микрофлоры кала / М. Э. Микельсаар, А. А. Ленцнер, Л. А. Гольянова // Лаб. дело. – 1972. – № 1. – С. 41 – 45.

4. Дисбактериоз желудочно-кишечного тракта / В. М. Бондаренко [и др.] // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 1998. – Т. 7. – № 1. – С. 66 – 70.

5. Комплексная диагностика, лечение и профилактика дисбиоза кишечника в клинике внутренних болезней : мет. рекомендации / С. Д. Митрохин [и др.]. – М., 1997. – 45 с.

6. Орленкович, Л. Н. Оценка риска воздействия биоинсектицидов на микробиоценоз кишечника материнского организма и потомства в эксперименте / Л. Н. Орленкович // Медицина труда и пром. экология. – 2012. – № 2. – С. 12 – 18.

7. Разжевайкин, В. Н. Применение метода корреляционной адаптометрии в медико-биологических задачах. Исследование операций (модели, системы, решения) / В. Н. Разжевайкин, М. И. Шпитонков, А. Н. Герасимов. – М. : ВЦ РАН, 2002. – 155 с.

Поступила 06.07.2012

NEW EFFECT BIOMARKERS FOR BIOINSECTICIDES RISK INFLUENCE ESTIMATION ON GUT MICROBIOCENOSIS

Orlenkovich L.N.

«Labour Medicine, Ltd», Scientific Research Institute of

Occupational and Environmental Health of Pauls Stradin Riga Medical University, Riga, Latvia

It is carried out research of a bioinsecticides influence on rats gut microbiocenosis in continuous exposure conditions by estimation of indices average values changes and pair correlations method. The pair correlations method allowed to reveal the mechanism of preparations action on gut microflora in the minimal dozes. Gut microbiota effectively resists to a toxic action of a microbic origin antigenes. The new sensitive and hygienic significant effect biomarkers for estimation of biopreparations risk influence on gut microflora are proved. These observations can be used at a substantiation of hygienic safety standards.

Keywords: gut microbiota, bioinsecticid, synergism and antagonism of gut microflora representatives, dynamics of intestinal microbiota interrelations indices, hygienic reglamentation.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ОТРАСЛЕЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА В УКРАИНЕ

Сердюк А.М., Махнюк В.М.

Институт гигиены и медицинской экологии им. А.Н. Марзеева НАМН Украины, г. Киев, Украина

Реферат. Объектом исследования были новые законодательные акты, нормативные документы санитарного и градостроительного законодательства, государственная санитарно-эпидемиологическая экспертиза, проекты строительства.

Ключевые слова: новые законодательные акты, санитарное законодательство, градостроительное законодательство, государственная санитарно-эпидемиологическая экспертиза, проекты строительства, гигиеническая декларация.

Введение. В соответствии с Указами Президента Украины «Об оптимизации системы центральных органов исполнительной власти», «О Положении о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Украины» и «О Положении о Министерстве здравоохранения Украины» [1–3] государственная санитарно-эпидемиологическая служба Украины является центральным органом исполнительной власти и наделена полномочиями по реализации государственной политики в сфере обеспечения санитарного и эпидемического благополучия населения страны.

Права граждан на жизнь и здоровье людей (ст.ст. 3, 27, 49, 50 Конституции Украины) признаются наивысшей социальной ценностью в Украине [4].

Реализация указанных положений Конституции в соответствии со ст. 39 Закона Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения» осуществляется Государственной санитарно-эпидемиологической службой Украины путем проведения государственного санитарно-эпидемиологического надзора, суть которого заключается в деятельности органов, учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы по контролю за соблюдением юридическими и физическими лицами требований санитарного законодательства с целью предупреждения, выявления, уменьшения или устранения вредного влияния опасных факторов на здоровье населения [5].

Функция государственной санитарно-эпидемиологической службы по осуществлению предупредительного госсанэпиднадзора в Украине на всех его этапах (при отводе земельного участка под строительство, проектировании, строительстве объектов и вводе их в эксплуатацию) отменена новыми градостроительными законами 2010–2011 гг., в частности Законом Украины «О регулировании градостроительной деятельности» [6].

Основанием для принятия указанных градостроительных законов было создание благоприятных условий ведения бизнеса и упрощение разрешительных процедур в строительстве, развитии строительной и смежных отраслей.

Законом Украины "О регулировании градостроительной деятельности" и другими градостроительными законами внесены изменения в статьи 1, 11, 12, 15, 41, 42 Закона Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения», которыми отменены государственные функции учреждений Государственной санитарно-эпидемиологической службы Украины.

При этом новым градостроительным законом на замену функций предупредительного госсанэпиднадзора введены новые (статьи 20, 21 и 31), не присущие санэпидслужбе функции: совещательная, рекомендательная, общественная, ограничивающие соблюдение требований санитарного законодательства в обязательном порядке. Хотя требования государственных санитарных норм и правил и других нормативных документов санитарного законодательства есть обязательными для выполнения предприятиями, учреждениями, организациями и предпринимателями. При невыполнении требований санитарного законодательства нарушители подлежат дисциплинарному или административному взысканию, а деяния против здоровья населения, совершенные вследствие нарушения санитарного законодательства, влекут за собой уголовную ответственность согласно закону.

Инициаторами реформ предложены новые подходы к регулированию градостроительной деятельности в стране, новая процедура государственной экспертизы градостроительной документации и проектов строительства.

Новая процедура заключается в централизации экспертных работ в структурных подразделениях Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, в штате которых предусмотрены все эксперты по направлениям экспертных работ, в том числе эксперты по вопросам санитарного и эпидемического благополучия населения.

Ранее указанная деятельность выполнялась территориальными санитарно-эпидемиологическими станциями и экспертными комиссиями Минздрава в соответствии с Законом Украины "Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения" и приказами МЗ Украины, в частности приказом от 14.03.2006 № 120 «Порядок проведения государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы» [7]. Другими министерствами и ведомствами проводились другие виды экспертных работ, в частности по экологии – территориальными государственными правлениями охраны окружающей природной среды.

Таким образом, по мнению инициаторов указанной реформы градостроительной отрасли, новый порядок проведения экспертизы устранит основной сдерживающий фактор – чиновничий подход при проведении экспертных работ и будет способствовать внедрению прозрачной процедуры экспертизы с персонификацией ответственности всех участников, осуществляющих градостроительную деятельность. В связи с этим принят соответствующий Закон Украины «О внесении изменений в некоторые законодательные акты Украины относительно усиления ответственности и совершенствования государственного регулирования в сфере градостроительной деятельности» [8], которым усилена ответственность проектантов, экспертов и строителей за нарушение требований законодательства, в том числе санитарного законодательства, и увеличены соответственно штрафные санкции (до 90 тыс. гривен).

По новой градостроительной классификации объектов строительства, о которой говорится в Постановлении Кабинета Министров Украины «Об утверждении Порядка отнесения объектов строительства к IV и V категории сложности» от 27.04.2011 г. № 557 определены пять категорий сложности объектов строительства. Отнесение объекта строительства к соответствующей категории сложности осуществляется проектировщиком и заказчиком. При этом I, II и III категории сложности объектов не подлежат обязательной экспертизе. Пунктом 3 этого постановления определяется категория сложности объекта строительства на основании класса последствий такого объекта строительства. Согласно Руководства по отнесению объектов строительства к категориям сложности [9], категория сложности определяется на основании трех классов последствий объекта строительства (СС1, СС2, СС3):

– класс последствий СС1 соответствуют I и II категории сложности;

– класс последствий СС2 отвечают III и IV категории сложности;

– класс последствий СС3 соответствует V категории сложности.

Класс последствий определяется по шести признакам: количество лиц, которые постоянно находятся на объекте; количество лиц, которые периодически находятся на объекте; количество лиц, которые периодически находятся вне объекта; объем возможного экономического ущерба; потеря объектов культурного наследия; прекращение функционирования коммуникаций транспорта, связи, энергетики и инженерных сетей, в случае разрушения объекта.

Как пример, в соответствии с этой классификацией односекционный 16-этажный 96-квартирный относится к классу последствий СС2, имеет III категорию сложности и не подлежит обязательной экспертизе.

Согласно указанному выше постановлению Кабинета Министров Украины от 27.04.2011 г. № 557 к V категории сложности относятся все объекты, которые отнесены к объектам повышенной опасности в соответствии с Законом Украины «Об объектах повышенной опасности» (№ 2245-14).

Руководством по отнесению объектов строительства к категориям сложности рекомендуется применять в работе: ГСН А.2.2-3-2004 «Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации для строительства»; ГСН В.1.2-14–2009 «Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений, строительных конструкций и оснований»; Постановление Кабинета Министров Украины «Об утверждении Порядка отнесения объектов строительства к IV и V категории сложности» от 27.04.2011 г. № 557 и другие нормы в области градостроительства.

Санитарные нормы и правила, в частности «Государственные санитарные правила планирования и застройки населенных мест. ГСП № 173-96», «Государственные санитарные правила охраны атмосферного воздуха населенных мест (от загрязнения химическими и биологическими веществами). ГСП -201-97» и другие, в Руководстве не упоминаются.

Кроме того, ни один из критериев и нормативных документов, на которые есть ссылки в указанном Руководстве, не касаются вопросов санитарного и эпидемического благополучия населения, учтены только аварийные ситуации, экономические потери при разрушении зданий, однако нанесенный ущерб здоровью и жизни человека не рассчитывается, не нормируется и даже не упоминается.

Не определено по процедуре, кем будет определяться профессиональная пригодность и квалификация экспертов по вопросам санитарного и эпидемического благополучия, которые зачислены в штат экспертных организаций и привлекаются к рассмотрению и согласованию проектов строительства IV и V категории сложности. Поскольку деятельность специалистов госсанэпидслужбы по проведению государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов строительства является составляющей различных медицинских специальностей в сфере профилактической медицины, а именно: общей гигиены, коммунальной гигиены, радиа-

ционной гигиены, гигиены детей и подростков, гигиены питания и гигиены труда. Предложенный механизм привлечения к рассмотрению проектной документации только экспертов экспертных организаций полностью игнорирует квалификацию опытных специалистов учреждений и учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы и не может рассматриваться как приемлемый.

Цель работы – провести научное исследование действующего санитарного и градостроительного законодательства по вопросу осуществления предупредительного санитарно-эпидемиологического надзора.

Материал и методы исследований. Анализ существующего санитарного и градостроительного законодательства, санитарно-эпидемиологическая экспертиза проектов строительства.

В результате проведенных исследований изучены и проанализированы новые законодательные акты и нормативные документы санитарного и градостроительного законодательства, касающиеся проведения предупредительного государственного санитарно-эпидемиологического надзора и государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы.

Установлено, что функции предупредительного государственного санитарно-эпидемиологического надзора упразднены, и есть необходимость внесения изменений в Закон Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения», которые касаются осуществления нового предупредительного государственного санитарно-эпидемиологического надзора за объектами, а именно за строительством объектов с низким и средним эпидемическим риском – по гигиеническим декларациям, и внедрение подхода, ориентированного на оценку риска влияния объектов I-II класса безопасности на здоровье населения.

Результаты и их обсуждение. Для дальнейшего обеспечения устойчивого уровня санитарного и эпидемического благополучия населения, предупреждения неконтролируемого потенциального риска загрязнения окружающей среды населенных пунктов опасными факторами, а также возникновения и распространения инфекционных болезней и массовых неинфекционных заболеваний в Украине, а в итоге реального риска окружающей среды для здоровья будущих поколений, требуется урегулирование вопроса осуществления предупредительного государственного санитарно-эпидемиологического надзора на законодательном уровне.

По результатам международного аудита деятельности системы государственной санитарно-эпидемиологической службы соседних и других государств в условиях реформирования определена необходимость законодательного введения декларативного принципа для субъектов с низким и средним эпидемическим риском, принятие ориентированного на риск

подхода в осуществлении государственного санитарно-эпидемиологического надзора за объектами I и II класса опасности по санитарной классификации.

С целью восстановления полномочий должностных лиц Государственной санитарно-эпидемиологической службы Украины по осуществлению предупредительного надзора необходимо внести изменения в Закон Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения». Эти изменения касаются возобновления проведения санитарно – эпидемиологической оценки земельных участков под застройку и другие виды землепользования, проведение государственного санитарно-эпидемиологического надзора за соблюдением требований санитарного законодательства при проектировании и строительстве объектов; вынесение решений о соответствии требованиям санитарных норм объектов и сооружений, которые вводятся в эксплуатацию.

При внедрении декларативного принципа для субъектов с низким и средним эпидемическим риском на этапе отвода земельных участков под строительство таких объектов необходимо учитывать назначение объекта строительства и требования градостроительных ограничений (соблюдение санитарно-защитных зон, водоохранных зон и др.).

Предоставление земельных участков под застройку должно осуществляться после проведения их санитарно-эпидемиологической оценки территориальными органами Государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Строительство объектов I-III категории сложности (по градостроительной классификации), которые являются также объектами низкого и среднего эпидемического риска осуществляется в соответствии с проектом строительства (строительным паспортом) и гигиенической декларации. В гигиенической декларации должно быть подтверждено соответствие объекта строительства требованиям нормативных документов, в том числе требованиям санитарного законодательства, и наличие технических условий на подключение к сетям инженерного обеспечения. При отсутствии инженерных сетей необходимо обеспечение их автономными системами в установленном законодательством порядке. К объектам низкого и среднего эпидемического риска можно отнести: жилые объекты малой и средней высотности, объекты торговли, объекты бытового обслуживания, спортивные объекты, учреждения досуга и культовые учреждения, объекты социальной защиты, дома для научно-исследовательских учреждений, проектных, общественных организаций и управлений.

Владельцы указанных объектов должны предоставлять гигиенические декларации в территориальные органы Государственной санитарно-эпидемиологической службы.

Деятельность субъектов хозяйствования, которая относится к низкой или средней степени риска с позиций санитарного и эпидемического благополучия населения, осуществляется на основании зарегистрированной гигиенической декларации.

Регистрация гигиенической декларации должна осуществляться территориальными органами государственной санитарно-эпидемиологической службы на безвозмездной основе в течение пяти рабочих дней со дня поступления декларации.

Осуществление деятельности без регистрации указанной декларации запрещается.

Субъект хозяйствования в соответствии с законом несет ответственность за полноту и достоверность данных, указанных в предоставленной им гигиенической декларации, а также за осуществление деятельности без зарегистрированной декларации.

Объекты I-III категории сложности (по градостроительной классификации), к которым относятся: детские дошкольные, общеобразовательные учебные, лечебно-профилактические, санаторно-курортные, оздоровительные учреждения, учреждения социальной защиты населения (школы-интернаты, дома инвалидов, дома для людей пожилого возраста и др.); объекты общественного питания являются объектами повышенного эпидемического риска и не могут строиться только по гигиеническим декларациям. Такие объекты требуют проведения обязательного государственного санитарно-эпидемиологического надзора территориальными органами Государственной санитарно-эпидемиологической службы Украины на этапе их проектирования, строительства и введения в эксплуатацию.

Застройка приусадебных, дачных и садовых участков с постройками не выше 2 этажей с площадью до 300 м² может осуществляться на основании строительного паспорта застройки (без разработки проекта) и должна соответствовать требованиям санитарного законодательства. По желанию владельцев указанных объектов может проводиться санитарно-эпидемиологическая оценка проектных документов строительства с целью обеспечения общественного здоровья.

Проекты строительства и реконструкции промышленных и сельскохозяйственных объектов I-V классов опасности по санитарной классификации, которые могут неблагоприятно влиять на окружающую среду и здоровье населения, подлежат обязательному государственному санитарно-эпидемиологическому надзору учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы Украины за проектированием и строительством таких объектов.

Установление санитарно-защитных зон для производств с новыми технологиями, а также изменение санитарно-защитных зон для предприятий I-III класса опасности осуществляется экспертными комиссиями и утверждается главным государственным санитарным врачом Украины в установленном порядке.

Введение ориентированного на риск подхода к осуществлению государственного санитарно-эпидемиологического надзора за объектами требует внесения изменений в Закон Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения». Такие

изменения должны касаться, в первую очередь, объектов I-II класса опасности, поскольку эти объекты создают неблагоприятное влияние на окружающую среду и требуют проведения оценки степени возможного риска их влияния на здоровье населения.

Требуется разработка и внедрение методики оценки риска опасных факторов окружающей среды на здоровье населения в практику государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Заключение. С целью повышения эффективности работы государственной санитарно-эпидемиологической службы и улучшения санитарного и эпидемического благополучия населения Украины, а также осуществления предупредительного государственного санитарно-эпидемиологического надзора за объектами строительства по декларативному принципу (для субъектов хозяйствования с низким и средним эпидемическим риском) и внедрение подхода, ориентированного на оценку риска для здоровья населения для объектов I-II классов опасности, возможно лишь при условии возобновления составляющей профилактической медицины – предупредительного государственного санитарно-эпидемиологического надзора на всех его этапах.

Литература

1. Об оптимизации системы центральных органов исполнительной власти [Электронный ресурс]: Указ Президента Украины от 09.12.2010 №1085/2010. – Режим доступа: www.president.gov.ua/documents/1085-2010_20101209. – Дата доступа: 16.06.2012.

2. О Положении о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Украины [Электронный ресурс] : Указ Президента Украины от 6 апреля 2011 № 400/2011. – Режим доступа: www.president.gov.ua/documents/400-2011_20110406. – Дата доступа: 16.06.2012.

3. О Положении о Министерстве здравоохранения Украины [Электронный ресурс]: Указ Президента Украины от 13 апреля 2011 № 467/2011.– Режим доступа: www.president.gov.ua/documents/467-2011_20110413. – Дата доступа: 16.06.2012.

4. Конституция Украины от 28.06.1996 № 254к/96-ВР // Ведомости Верховной Рады Украины (ВВР). – 1996. – № 30. – С. 141.

5. Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения [Электронный ресурс]: Закон Украины от 24 февраля 1994 г. № 4004-XII. – Режим доступа: http://zakon1.rada.gov.ua/documents/4004-12=19940224. – Дата доступа: 16.06.2012.

6. О регулировании градостроительной деятельности [Электронный ресурс]: Закон Украины от 17 февраля 2011 № 3038-VI.– Режим доступа: http://zakon1.rada.gov.ua/documents/3038-06=20110217. – Дата доступа: 16.06.2012.

7. Порядок проведения государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы [Электронный ресурс]: приказ МЗ Украины от 14.03.2006 № 120.– Режим доступа: http://moz.gov.ua/documents/nakaz-120_20060314. – Дата доступа: 16.06.2012.

8. О внесении изменений в некоторые законодательные акты Украины относительно усиления ответственности и совершенствования государственного регулирования в сфере градостроительной деятельности : Закон Украины от 22 декабря 2011 № 4220-VI.

Поступила 04.07.2012

NEW APPROACHES TO THE PERFORMANCE OF PREVENTIVE SANITARY-AND-EPIDEMIOLOGICAL SUPERVISION UNDER CONDITIONS OF THE REFORM IN THE BRANCHES OF PUBLIC HEALTH AND TOWN PLANNING IN UKRAINE

Serdiuk A.M., Makhniuk V.M.

A.N. Marzeiev Institute for Hygiene and Medical Ecology, Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

New legislative documents, standards legislative documents for sanitary and town planning legislation, state sanitary-and-epidemiological examination, construction designs are the subject of the study.

Performance of the scientific research of the existing sanitary and town planning legislation for the carrying out of sanitary-and-epidemiological examination is a subject of the work.

Analysis of the existing sanitary and town planning legislation, sanitary-and-epidemiological examination of the construction designs is a research method.

As a result of the performed research the existing new legislative documents, standards of sanitary and town planning legislation for the carrying out of the preventive state sanitary-and-epidemiological supervision and state sanitary-and-epidemiological examination have been studied and analyzed. A necessity of the changes in the Law of Ukraine «On the provision of sanitary-and-epidemiological well-being of the population» was designated. These changes concern with the carrying out of the preventive State sanitary-and-epidemiological supervision for the objects constructing according to the hygienic declarations (for the subjects with low and medium epidemiological risks) and introduction of the approach oriented on risk assessment of the impact of the of I-II risk classes objects on the health of population.

Keywords: new legislative documents, sanitary legislation, town planning legislation, state sanitary-and-epidemiological examination, construction designs, hygienic declaration.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОКСИКОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗАВИСИМОСТИ «КОНЦЕНТРАЦИЯ-ВРЕМЯ-ЭФФЕКТ»

*Соколов С.М., * Чеботарев П.А., Позняк И.С.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Полоцкий государственный университет, г. Полоцк*

Реферат. Проведено обоснование применения зависимости «концентрация-время-эффект» для определения токсичности и опасности веществ методом множественной регрессии и вероятностного подхода, что позволяет получить более полную информацию о взаимодействии организма и вредного вещества, повышает точность определяемых токсикометрических параметров для установления гигиенических нормативов.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие вещества, токсикометрические параметры, вероятность.

Введение. Основным инструментом управления качеством окружающей среды являются гигиенические нормативы. По мере дальнейшего совершенствования и развития гигиенического регламентирования, все большее значение приобретает вероятностный подход, не только как метод статистической обработки результатов исследований, но и как теоретическая основа решения важнейших вопросов гигиенического регламентирования. Определение токсикометрических параметров на вероятностной основе – наиболее эффективный путь получения их количественной однозначности, повышение надежности устанавливаемых гигиенических регламентов, возможности прогнозирования токсичности и опасности веществ, количественной их оценки, а также выявление зависимости биологических эффектов от структуры веществ.

Материал и методы исследований. На основании ранее проведенных экспериментальных исследований по установлению токсикометрических параметров проведен анализ различных статистических подходов к установлению критериальной значимости альтернативных признаков при переходе от градированной формы учета эффектов методом линейной и множественной регрессии.

Результаты и их обсуждение. Большинство показателей биологического действия, используемых для установления пороговых величин, учитываются в градированной форме. Вместе с тем, градированная форма учета эффекта не всегда позволяет определять токсикометрические параметры на вероятностной основе, особенно при воздействии малых концентраций [1].

В связи с этим возникает необходимость определения пороговых величин, по показателям, учитываемым в альтернативной форме. Кроме того, определение минимально действующей по градированным изменениям тех или иных функциональных показателей состояния организма при действии химических веществ является недостаточно обоснованным [2].

Это обстоятельство приобретает особое значение при воздействии факторов малой интенсивности, какими в большинстве случаев являются загрязнения атмосферного воздуха в реальных условиях [2].

Более того, токсикометрические параметры, определенные в альтернативной форме на вероятностной основе, в большей степени адекватны форме учета многих показателей состояния здоровья населения. Для перехода от градуированной формы учета эффекта к альтернативной, предложены различные статистические подходы к установлению критериальной значимости принимаемого альтернативного признака.

В качестве критериев для перехода от градуированной формы учета эффекта к альтернативной используется верхняя и нижняя доверительные границы исследуемого показателя, средняя величина показателя от опытной выборки ± 2G, а также коэффициент вариации [2–3].

Выявление значимых изменений у каждого подопытного животного позволяет подсчитать число особей, у которых наступают значимые изменения показателя к определенному времени воздействия изучаемой концентрации, с последующим определением кумулятивной частоты (вероятности) наступления значимых изменений у подопытных животных в процессе ингаляционного воздействия каждой концентрации изучаемых веществ.

В соответствии с кумулятивными частотами строятся кривые, зависимости степени вероятности появления изучаемого эффекта от времени воздействия концентрации. С помощью кривых «время-эффект» можно получить данные о времени развития определенного эффекта (16,5 %; 84 %) при воздействии различных концентраций каждого вещества (зависимость «концентрация-время») и на основании этой зависимости определить пороговые концентрации, вызывающие эффект различной степени выраженности к определенному времени (концентрация-эффект). При этом кривые зависимости «время-эффект» и «концентрация-эффект» аппроксимировались прямой на логарифмической пробитной сетке, а зависимость «концентрация-время» – на прямой на двойной логарифмической сетке. Аппроксимация кривых прямыми линиями осуществлялась с помощью метода наименьших квадратов.

Использованная методическая схема эксперимента также позволяет устанавливать параметры всех трех факторов, определяющих взаимодействие организма и вредного вещества, связь между которыми может быть представлена в виде поверхности, в трехмерном пространстве [4].

Указанная зависимость представлена нами математически как:

$$P=\frac{A+Clq(K/Ko)}{B+Дlq(K/Ko)}+\frac{lq(T/To)}{B+Дlq(K/Ko)} \quad (1),$$

где Р – эффект в пробитах, для стандартной пробитной сетки Р (1 %)=0; К – концентрация, мг/м^3; Ко – единица измерения времени; Т – время, час; Ко – единица измерения концентраций; А, В, С, Д – коэффициенты, определяемые методом множественной регрессии на основе данных эксперимента. Из уравнения (1) следует, что зависимость «концентрация-эффект» линейна при условии Дlq (К/Ко) <<В. Уравнение (1) при выше указанном условии можно представить как:

$$P=\frac{A}{B}-\frac{CB+AД}{B2}\,lq\,(K/Ko+\frac{1}{B}\,lq(T/To)+\frac{Д}{B2}\,lq\,(T/To)lq\,(K/Ko) \quad (2)$$

уравнение (1) можно представить относительно lq (Т/То) как:

lq= (Т/То) = А+ВР+Clq (К/Ко) + ДРlq (К/Ко) (3)

Из уравнения (3) следует, что тангенс угла наклона прямой «концентрация-время» зависит от эффекта, выраженного в пробитах и выражается как С+ДР.

Для нахождения концентрации К, которая вызывает эффект Р, за определенное время (например 4 месяца), используется уравнение:

$$K=Ko\times 10\times\frac{Lq(T/To)\times A-BP}{C+ДP}+ДP \quad (4)$$

В таблице 1 представлены данные, полученные при изучении ингаляционного воздействия бутилакрилата.

Таблица 1 – Токсикометрические параметры, установленные в хроническом эксперименте

Параметры		Величина параметра	Стандартные отклонения параметра
Коэффициенты регрессии	А	2,9482	2,9766
	В	1,1504	0,0398
	С	0,8825	0,0282
	Д	0,0024	0,0004

Продолжение таблицы 1

Углы наклона прямых «концентрация-время»	16 % 50 % 84 %	142,11 144,92 148,05	0,4501 0,2910 0,6814
Пороги хронического действия	16 % 50 % 84 %	0,0473 0,1021 0,3009	0,0048 0,0060 0,0390

Проведенный расчет изменений суммационно-порогового потенциала (далее – СПП) (таблица 1) методом множественной регрессии позволил установить высокую степень корреляции – 0,996. Такое высокое значение коэффициента свидетельствует о наличии жесткой функциональной связи величин эффекта, времени и концентрации.

Сравнительная характеристика токсиметрических параметров, установленных методом линейной и множественной регрессии представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Основные токсиметрические параметры бутилакрилата, установленные методом множественной и одномерной линейной регрессии

Показатель	Степень вероятности, %	Углы наклона зависимости «концентрация-время»		Пороговая концентрация, мг/м^3	
		множественная регрессия	одномерная линейная регрессия	множественная регрессия	одномерная линейная регрессия
СПП	16 50 84	142,11 144,90 148,05	142,68 144,74 148,05	0,047 0,101 0,301	0,047 0,101 0,293
Активность каталазы	16 50 84	145,79 151,72 158,73	145,47 151,20 157,00	0,061 0,091 0,187	0,059 0,096 0,169
Активность перокидазы	16 50 84	140,07 146,49 154,41	139,79 146,96 155,67	0,067 0,133 0,451	0,072 0,129 0,393

Из таблицы 2 следует, что различие в углах наклона не превышает 1,7°, а пороговые концентрации отличаются не более чем в 2 раза. Учет взаимосвязи всех трех факторов, отражающих взаимодействие вещества и организма, позволяет получать более точную информацию. Необходимо отметить, что обработка результатов токсикологического эксперимента указанным методом осуществляется в 1 этапе (таблица 3).

Таблица 3 – Величина углов наклона прямых «концентрация-время», установленных методом множественной и линейной регрессии

Показатели	Степень вероятности поступления эффекта, %	Доверительные интервалы углов наклона зависимости «концентрация-время»	
		метод множественной регрессии	метод одномерной линейной регрессии
СПП	16	142,11±0,02	141,68±7,94
	50	144,90±0,59	144,74±1,35
	84	148,05±1,39	148,05±1,82
Активность каталазы	16	145,79±1,11	145,47±1,77
	50	151,72±0,78	151,20±0,84
	84	158,73±1,43	157,00±2,07
Активность периоксидазы	16	140,07±1,27	139,79±1,87
	50	146,49±0,82	146,46±1,18
	84	154,41±2,11	155,67±2,46

Из таблицы 3 следует, что доверительный интервал углов наклона значительно меньше, нежели установленный на основе зависимости «концентрация-время-эффект».

Указанная методика была также использована для оценки результатов эпидемиологических исследований распространенности злокачественных новообразований среди рабочих, контактировавших с винилхлоридом [5].

На основе указанного метода рассчитаны допустимые уровни воздействия соединения для воздуха рабочей зоны (вероятность появления эффекта 0,1 %) (таблица 4).

Таблица 4 – Нормированный стаж работы (годы) в зависимости от воздействующей концентрации винилхлорида (мг/м^3)

Т (годы)	К, (мг/м^3)
5	2,71
10	1,51
15	1,07

Из таблицы 4 следует, что при среднесменной концентрации винилхлорида в воздухе рабочей зоны 2,71 мг/м^3, продолжительность работы не должна превышать 5 лет. Ориентируясь на стаж 15 лет, можно рекомендовать среднесменную допустимую концентрацию вещества на уровне 1,0 мг/м^3.

Заключение. Применение зависимости «концентрация-время-эффект» для определения токсичности и опасности веществ позволяет получить более полную информацию о взаимодействии организма и вредного вещества, повышает точность определяемых токсикометрических параметров для установления гигиенических нормативов.

Литература

1. Сперанский, С. В. Простой пример интеграции данных хронического эксперимента / С. В. Сперанский // Гигиена и санитария. – 1982. – № 11. – С. 64 – 68.

2. Каган, Ю. С. О вероятностном подходе установления пороговых и неэффективных доз при действии химических веществ / Ю. С. Каган // Гигиена и санитария. – 1998. – № 12. – С. 74 – 78.

3. Михеев, М. И. Возможность вероятностной оценки пороговых доз и концентрации однократного воздействия при исследовании токсичности химических веществ / М. И. Михеев // Гигиена и санитария. – 1982. – № 11. – С. 64 – 68.

4. Толоконцев, Н. А. Зависимость между количеством воздействующего яда и эффектом / Н. А. Толоконцев // Количественная токсикология. – Л., 1973. – С. 23 – 51.

5. Федотова, И. А. Вероятностный подход к оценке результатов эпидемиологического исследования при гигиеническом регламентировании химических канцерогенов / И. А. Федотова, П. А. Чеботарев // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1988. – № 7. – С. 10 – 13.

Поступила 19.06.2012

PREDICTION OF TOXIC AND METRIC PARAMETERS OF AIR POLLUTION ON THE BASIS OF DEPENDENCE «CONCENTRATION-TIME EFFECT»

*Sokolov S.M., * Chebotarev P.A., Poznyak I.S.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** Polotsk State University, Polotsk*

The study of dependence «concentration-time-effect» to determine the toxicity and hazards of substances by multiple regression and probabilistic approach, which allows getting more information about the interaction of organism and harmful substances, increases the accuracy of toxic-defined parameters for the establishment of hygiene standards.

Keywords: air, pollutants, toxic metric parameters, probability.

УЛЬТРАЗВУК ИСТОЧНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО, МЕДИЦИНСКОГО И БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ И МЕРЫ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ЕГО НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Соловьева И.В., Запорожченко А.А., Худницкий С.С., Быкова Н.П.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В статье рассматриваются источники ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения и меры по улучшению условий труда и сохранению здоровья работников, работающих на оборудовании, генерирующем ультразвук.

Ключевые слова: воздушный ультразвук, контактный ультразвук, промышленные источники ультразвука, изделия медицинского назначения, изделия бытового назначения, здоровье.

Введение. Ультразвук в настоящее время широко используется в промышленности, в изделиях медицинского назначения, а также в изделиях бытового назначения.

В технике и промышленности ультразвук используют для дефектоскопии отливок, сварных швов, пластмасс и физико-химических исследований веществ: определения плотности, упругости и структуры. Низкочастотный ультразвук применяют для промывки, обеззараживания, эмульгации, измельчения твердых веществ в жидкостях, для резания, сварки металла, пайки, лужения, полирования, пропитки и сушки пористых изделий, очистки, дегазации, дробления, сверления хрупких материалов, заточки. Промышленные установки работают преимущественно на частотах 16–44 кГц (реже – до 80 кГц). К источникам ультразвука промышленного назначения, использующим ультразвук, относятся: универсальные и специализированные станки, прошивочные станки, станки размерной обработки, станки совмещенные электроэрозионные, станки совмещенные электрохимические, искательные головки ультразвуковых дефектоскопов.

В производственных условиях кратковременное и периодическое контактное воздействие ультразвука имеет место при удержании инструмента, обрабатываемой детали, загрузке изделий в ванны, выгрузке их и других операциях. В промышленных условиях для получения ультразвука используются установки, состоящие из генераторов высокочастотного переменного тока и магнитострикционного преобразователя. Последний, изготовленный из магнитного материала, под действием переменного электротока изменяет свои геометрические размеры, то есть вибрирует, создавая колебания с частотой, равной частоте переменного тока. Доведя частоту переменного тока до определенного уровня, с помощью такой установки можно получить и звук, и ультразвук. Эти установки не дают строго определенных частот колебаний, поэтому с их помощью не удается получить чистого ультразвука рабочей частоты; как правило, образуются колебания с частотой несколько выше и ниже основной, рабочей, то есть получается определенный диапазон колебаний. В промышленности чаще всего используются частоты, находящиеся на границе со звуковой частотой от 18 до 24 кГц. Именно поэтому в производственных условиях, где применяется ультразвук, последний сопровождается образованием шума (обычно высокочастотного).

Ультразвук нашел широкое применение в медицине для диагностики и лечения многих заболеваний. К источникам ультразвука медицинского назначения относятся сканеры медицинской ультразвуковой аппаратуры и физиотерапевтическое оборудование.

К источникам бытового назначения относятся: ультразвуковые стиральные машины, охранная сигнализация, аппаратура для отпугивания животных, насекомых и грызунов, устройства для резки и сварки различных материалов, устройства для пайки и лужения, приборы бытового медицинского назначения.

Ультразвук способен распространяться во всех средах: в газообразной, включая и воздух, жидкой и твердой. При применении ультразвука для производственных целей создаваемые его источником колебания чаще всего передаются через жидкую среду (при очистке, обезжиривании и т. п.) или через твердую (при сверлении, резании, шлифовании и т. п.). Однако, и в том и в другом случае, некоторая часть энергии, генерируемая источником ультразвука, переходит в воздушную среду, в которой также возникают ультразвуковые колебания.

При распространении в жидкой среде ультразвук вызывает кавитацию этой жидкости, то есть образование в ней мельчайших пустотных пузырьков (вследствие периодического его сжатия и разрежения под действием ультразвуковых колебаний), немедленно заполняемых парами этой жидкости и растворенных в ней веществ, и их сжатие (захлопывание). Этот процесс сопровождается образованием шума.

Ультразвуковые колебания непосредственно у источника их образования распространяются направленно, но уже на небольшом расстоянии от источника (25–50 см) эти колебания переходят в концентрические волны, заполняя все рабочее помещение ультразвуком и высокочастотным шумом.

При работе на ультразвуковых установках значительных мощностей рабочие предъявляют жалобы на головные боли, которые, как правило, исчезают по окончании работы; неприятный шум и писк в ушах (иногда до болезненных ощущений), которые сохраняются и после окончания работы; быструю утомляемость; нарушение сна (чаще сонливость днем); иногда ослабление зрения и чувство давления на глазное яблоко; плохой аппетит; сухость во рту и одеревенелость языка; боли в животе и др. При обследовании этих рабочих у них выявляются некоторые физиологические сдвиги во время работы, выражающиеся в небольшом повышении температуры тела (на 0,5–1,0 °) и кожи (на 1,0–3,0 °), сокращении частоты пульса (на 5–10 ударов в минуту), понижении кровяного давления — гипотонии (максимальное давление до 85–80 мм рт. ст., а минимальное – до 55–50 мм рт. ст.), несколько замедленных рефлексах и др. У рабочих с большим стажем иногда обнаруживаются отдельные отклонения со стороны здоровья, то есть клинические проявления: исхудание (потеря веса до 5–8 кг), стойкое расстройство аппетита (отвращение к пище вплоть до тошноты или булимия),

нарушение терморегуляции, иннервации кистей рук (притупление кожной чувствительности), снижение слуха и зрения, расстройство функций желез внутренней секреции и др. Все эти проявления следует расценивать как результат совместного действия ультразвука и сопровождающего его высокочастотного шума. При этом контактное облучение ультразвуком вызывает более быстрые и ярко выраженные изменения в организме работающих, чем воздействие через воздушную среду. С увеличением стажа работы с ультразвуком нарастают и явления его неблагоприятного воздействия на организм. У лиц со стажем работы в этих условиях до 2–3 лет обычно редко выявляются какие-либо патологические изменения даже при интенсивных дозах воздействия ультразвука. Кроме того, степень неблагоприятного воздействия ультразвука зависит от его интенсивности и продолжительности облучения, как разовой, так и суммарной за рабочую смену.

При систематическом продолжительном контакте с источниками ультразвука у медицинских работников наблюдались профессиональные заболевания – парезы кистей и предплечий. Изменение в состоянии здоровья работающих при воздушном пути передачи ультразвука является следствием одновременного действия ультразвука и шума, интенсивность которого в области частот 8–16 кГц может достигать 10 дБ и более. Нарушения здоровья проявляются преимущественно в форме астеновегетативных реакций с жалобами на головную боль, расстройство сна, раздражительность, утомляемость и объективными признаками снижения слуха, вестибулярных нарушений.

Настоящая статья освещает результаты работы, связанной с разработкой мер по ограничению неблагоприятного влияния ультразвука на работающих, а также разработкой нормативной и методологической базы по измерению и гигиенической оценке ультразвука, ввиду того, что действующие в настоящее время санитарные нормы не в полной мере соответствуют современным требованиям и отсутствуют методики измерения ультразвука производственного и медицинского оборудования.

Материал и методы исследований. Целью данной работы являлась разработка мер по улучшению условий труда и сохранению здоровья работников, работающих на производственном оборудовании, в том числе медицинском, где генерируется ультразвук или ультразвук возникает как сопутствующий фактор, а также разработка научно обоснованных изменений и дополнений в нормативную и методическую базу по гигиенической оценке ультразвука на рабочих местах и в бытовых условиях с целью ограничения его неблагоприятного влияния на работающих и население.

Объектом исследований являлись ультразвук и другие физические факторы, генерируемые источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

– проведен анализ отечественной и зарубежной нормативной документации, регламентирующей параметры физических факторов при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения, а также методов измерений и гигиенической оценки воздушного и контактного ультразвука для этих источников;

– проведены исследования по оценке специфических особенностей измерений ультразвука для оборудования, в котором генерируется ультразвук для выполнения технологических процессов, контроля и измерений, и оборудования, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор, а также медицинского ультразвукового оборудования;

– обобщены полученные результаты исследований и обосновано внесение изменений и дополнений в действующую нормативную и методическую базу по гигиенической оценке ультразвука;

– разработаны мероприятия по улучшению условий труда и сохранению здоровья работников, работающих на производственном оборудовании, в том числе медицинском, где генерируется ультразвук или ультразвук возникает как сопутствующий фактор.

Результаты и их обсуждение. Проведенный анализ отечественной и зарубежной нормативной документации, регламентирующей параметры физических факторов при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения, а также методов измерений и гигиенической оценки воздушного и контактного ультразвука, и исследования по оценке специфических особенностей измерений ультразвука для оборудования, в котором генерируется ультразвук, показали, что особенности контактного ультразвука требуют расширения спектра изучаемых параметров. Наличие контактного ультразвука влечет за собой возбуждение воздушного ультразвука, шума и локальной вибрации на правах сопутствующих факторов. В связи с этим при наличии контактного ультразвука обязательны измерения следующих акустических и вибрационных характеристик:

– для воздушного ультразвука – уровни звукового давления в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0 кГц;

– для шума – уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2,0; 4,0; 8,0 кГц;

– для локальной вибрации – 1,0; 2,0; 4,0; 8,0 кГц.

На основании проведенных исследований внесены изменения и дополнения в действующие нормативные и методические документы по гигиенической оценке параметров фи-

зических факторов. Таким дополнением является расширение нормируемого диапазона частот локальной вибрации для источников контактного ультразвука медицинского назначения и разработки методов измерений локальной вибрации расширенного частотного диапазона.

Измерение уровней воздушного ультразвука необходимо проводить в нормируемом частотном диапазоне с верхней граничной частотой не ниже рабочей частоты источника. Для источников, в которых ультразвук генерируется как сопутствующий фактор, контроль следует производить в нормируемом частотном диапазоне с верхней частотой не ниже 20 кГц.

Разработаны требования к измерениям и гигиенической оценке воздушного и контактного ультразвука на рабочих местах, основными положениями которых являются:

– требования к частотному диапазону измерений;
– требования к измерительной аппаратуре;
– требования к условиям проведения измерений;
– требования к количеству точек проведения измерений;
– требования к количеству замеров;
– требования к уровню помех при измерениях.

Важным аспектом при измерениях контактного ультразвука является измерительный тракт для измерений уровней контактного ультразвука в зоне контакта рук или других частей тела человека с источником ультразвуковых колебаний. Так измерительный тракт при измерениях контактного ультразвука должен состоять из:

– датчика, чувствительность которого позволяет регистрировать ультразвуковые колебания с уровнем колебательной скорости на поверхности не ниже 80 дБ;
– лазерного интерферометра;
– усилителя;
– схемы обработки сигналов, включающей фильтры низкой и высокой частот;
– милливольтметра;
– дифференцирующей цепочки и импульсного милливольтметра.

Измерение контактного ультразвука может быть выполнено современными ультразвуковыми промышленными дефектоскопами.

Для улучшения условий труда и сохранения здоровья работников, работающих на производственном оборудовании, в том числе медицинском, где генерируется ультразвук или ультразвук возникает как сопутствующий фактор, разработаны меры по предупреждению неблагоприятного действия ультразвука и сопровождающего его шума на организм работающих, которые сведены к конкретным мероприятиям. Основные положения мер по предупреждению неблагоприятного действия ультразвука заключаются в следующем:

– работающим с источниками промышленного и медицинского назначения запрещается непосредственный контакт человека с рабочей поверхностью источника ультразвука и с контактной средой во время возбуждения в ней ультразвуковых колебаний. В целях исключения контакта с источниками ультразвука необходимо применять:

– дистанционное управление источниками ультразвука;

– автоблокировку, то есть автоматическое отключение источников ультразвука при выполнении вспомогательных операций (загрузка и выгрузка продукции, белья, медицинского инструментария и другое, нанесения контактных смазок и другого);

– приспособления для удержания источника ультразвука или предметов, которые могут служить в качестве твердой контактной среды;

– нарукавники, рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные) для защиты рук от воздействий контактного ультразвука в твердых и жидких средах, а также от контактных смазок;

– стационарные ультразвуковые источники, генерирующие уровни звукового давления, превышающие нормативные значения, должны оборудоваться звукопоглощающими кожухами и экранами и размещаться в отдельных помещениях или звукоизолирующих кабинах; для защиты работников от неблагоприятного влияния воздушного ультразвука следует применять противошумы; ручные ультразвуковые источники должны иметь форму, обеспечивающую минимальное напряжение мышц кисти и верхнего плечевого пояса оператора, и соответствовать требованиям технической эстетики, поверхность ручных источников ультразвука в местах контакта с руками должна исключать возможность охлаждения рук работников;

– при систематической работе с источниками контактного ультразвука в течение более 50 % рабочего времени необходимы регламентированные перерывы для проведения физиопрофилактических процедур (тепловых гидропроцедур, массажа, ультрафиолетового облучения), а также лечебной гимнастики, витаминизации и другое; общеукрепляющие процедуры (витаминизация, ультрафиолетовое облучение, комплексы гимнастических упражнений и другое) необходимо проводить и работникам в условиях воздействия низкочастотного воздушного ультразвука.

При использовании ультразвуковых источников в бытовых условиях (стиральные машины, охранная сигнализация, приспособления для отпугивания животных, насекомых и грызунов, устройства для резки и сварки различных материалов и другое) важно, чтобы требования по их применению и безопасной эксплуатации были изложены в прилагаемой к изделию инструкции, а пользователям следует четко выполнять требования по их применению и безопасной эксплуатации, изложенные в прилагаемой к изделию инструкции.

Заключение. На основании проведенных исследований для улучшения условий труда и сохранения здоровья работников, работающих на производственном оборудовании, в том числе медицинском, где генерируется ультразвук или ультразвук возникает как сопутствующий фактор, внесены изменения и дополнения в действующие нормативные и методические документы по гигиенической оценке ультразвука в части расширения нормируемого диапазона частот локальной вибрации для источников контактного ультразвука медицинского назначения и разработки методов измерений локальной вибрации расширенного частотного диапазона. Разработаны мероприятия по предупреждению неблагоприятного действия ультразвука и сопровождающего его шума на организм работающих.

Литература

1. Каспарова, А. А. Гигиена труда и промышленная санитария / А. А. Каспарова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1981. – 368 с.

2. Справочник по гигиене труда / под ред. Б. Д. Карпова, В. Е. Ковшило. – 2-е изд., доп. и перераб. – Л. : Медицина, 1979. – 448 с.

3. Гигиеническое нормирование факторов производственной среды и трудового процесса / под ред. Н. Ф. Измерова, А. А. Каспарова. – М. : Медицина, 1986. – 240 с.

4. Гигиенические методы исследования физических факторов окружающей среды: метод. материалы / под ред. акад. АМН СССР А. П. Шицковой. – М., 1990. – 116 с.

Поступила 29.06.2012

ULTRASOUND OF INDUSTRIAL, MEDICAL AND HOUSEHOLD GOODS SOURCES AND THE MEASURE TO LIMIT ITS ADVERSE EFFECT ON HUMAN BODY

Solovjeva I.V., Zaporozhchenko A.A., Hudnitskij S.S., Bykova N.P.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The sources of ultrasonic industrial, medical and household goods, and measures to improve working conditions and preservation of the health of employees working with equipment that generates ultrasound have been considered in the paper.

Keywords: air ultrasound, contact ultrasound, industrial ultrasound sources, medical devices, household goods, health.

УДЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ЦЕЛЬНОМ МОЛОКЕ И ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДАХ И ГРИБАХ, ЗАГОТОВЛЕННЫХ В ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕЛЬЧИЦКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В ПЕРИОД 2000–2011 гг.

Сподабаева Е.П., Замбржицкий О.Н.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. В статье представлены результаты радиационного контроля удельного содержания цезия -137 в продукции (молоко, ягоды, грибы), заготовленной в частном секторе на территории Лельчицкого района Гомельской области в период 2000–2011 гг. Анализ результатов подтверждает положение о том, что формирование доз внутреннего облучения населения, проживающего на данной территории, связано в основном с потреблением лесной продукции (ягоды, грибы).

Ключевые слова: цезий-137, удельное содержание, доза внутреннего облучения, лесная продукция.

Введение. В результате аварии на Чернобыльской АЭС загрязнению цезием-137 подверглось 46,5 тыс. км^2 территории Беларуси. В настоящее время сельскохозяйственное производство ведется на 935,9 тыс. га земель, загрязненных цезием-137 с плотностью 37 кБк/м^2 и выше. Хотя после катастрофы наЧАЭС прошло более 26 лет, по-прежнему актуальными остаются исследования по содержанию в окружающей среде и продуктах питания радионуклидов цезия-137, так как он, являясь долгоживущим изотопом, еще в течение многих лет будет определять радиоактивное загрязнение сельскохозяйственной и лесной продукции [1]. Радионуклиды цезия-137 вносят основной вклад в формирование среднегодовых эффективных доз (СГЭД): до 95 % СГЭД облучения население получает именно от этого изотопа. При этом для подавляющего большинства жителей основная дозовая нагрузка приходится на внутреннюю составляющую (до 70 %) [2], то есть радионуклиды цезия-137 поступают в организм человека, в основном, с пищей.

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды, проводимый в Республике Беларусь с 1963 года, позволил установить, что некоторые районы, расположенные на территории Белорусского Полесья, отличаются повышенными уровнями перехода цезия-137 глобального происхождения (в результате экспериментальных испытаний ядерного оружия в атмосфере) из почвы в вышележащие цепочки миграции [3]. Это объясняется специфическими местными причинами: преобладанием песчаных почвообразующих пород, обилием водоемов и высоким уровнем грунтовых вод. Для большинства разновидностей дерново-подзолистых почв характерна кислая реакция, низкое содержание гумуса, кальция, магния, железа и других элементов. Все эти условия не способствуют фиксации цезия-137 в почве и

растения поглощают радионуклиды, находящиеся в подвижной форме в почвенном растворе вблизи корневых систем. Вследствие этого, население, проживающее на таких территориях, через продукты питания (молоко, хлеб, мясо, картофель) местного производства получало более высокие дозы внутреннего облучения по сравнению с населением других регионов республики. Содержание цезия-137 в организме некоторых жителей Полесья в 10-50 раз превышало среднесоюзные значения. Было установлено, что наиболее высокие коэффициенты перехода цезия-137 из почвы в продукты растительного и животного происхождения отмечаются на территории Лельчицкого района, земли которого на 80 % представлены песчаниками, супесчаниками и торфяниками.

Уровень внутреннего облучения жителей Лельчицкого района цезием-137 глобального происхождения на протяжении всего периода мониторинга (1971 и 1980 гг.) практически не менялся, составляя до аварии 91–95 мкЗв/год. Стабильный уровень доз внутреннего облучения населения, отмеченный в доаварийный период, может быть объяснен определенным балансом между поступлением цезия-137 в почву и его физическим распадом. После аварии на ЧАЭС годовая эффективная доза внутреннего облучения населения в 1992 году оказалась равной 1015 мкЗв (более чем в 10 раз выше, чем до аварии), а в 1998 году доза облучения существенно снизилась и составила 625 мкЗв/год [2]. Снижение дозы облучения в послеаварийный период может свидетельствовать об эффективности применяемых на территории района мер радиационной защиты, проводимых в общественном и частном секторах сельскохозяйственного производства. За 22 года после чернобыльской аварии был выполнен основной объем контрмер, проведенных в общественном и частном секторах сельскохозяйственного производства, и существенно снизились уровни загрязнения цезием-137 молока и другой сельскохозяйственной продукции в личных подсобных хозяйствах [4]. Практическое большинство сельского населения восстановило свое социальное поведение и пищевые привычки, которые сложились до аварии. Этому немало способствовал экономический кризис, возникший после распада СССР. По мнению авторов [5],примерно с середины 90-х годов наблюдается смещение формирования средних эффективных доз внутреннего облучения жителей, проживающих на загрязненных территориях, от продуктов, полученных в личных подсобных хозяйствах (молоко, картофель, овощи, мясо) к пищевым продуктам леса (грибы, ягоды, мясо диких животных). Это обусловлено резким снижением уровня загрязнения продуктов из личных подсобных хозяйств, в то время как загрязнение продуктов леса не уменьшается, а в отдельные годы даже увеличивается, и невозможностью применения в лесных массивах противорадиационных мероприятий.

В настоящее время сбором и заготовкой дикорастущих ягод и грибов занимаются многие жители республики. Большинство сельских жителей загрязненных районов прожи-

вают в малых населенных пунктах, которые близко расположены к лесным массивам, где слабо развита инфраструктура и создается уклад жизни близкий к натуральному. Они не пользуются постоянно услугами организаций, которые осуществляют радиационный контроль лесной продукции(особенно предназначенной для личного потребления), поскольку, начиная с 90-х годов прошлого столетия их радиационная «настороженность» по отношению к лесу заметно снизилась [6].

Вместе с тем, по состоянию на начало 2012 года, около 62,33 % территории лесного фонда Лельчицкого лесхоза подвергнуты радиоактивному загрязнению цезием-137. Причем 36,3 % этой территории имеют уровень радиации 1–2 Ku/км^2,26,02 % –2–5 Ku/км^{2}и 4,66 % – 5–15 Ku /км^2.

Целью настоящей работы явилось проведение анализа показателей удельного содержания цезия-137 в цельном молоке и дикорастущих ягодах и грибах, заготовленных в частном секторе на территории Лельчицкого района Гомельской области за период 2000–2011 гг.

Материал и методы исследований.Для получения необходимой информации в работе использованы базы данных Лельчицкого ЦГЭ (за 2000–2010 гг.) и ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз» (за 2007–2011 гг.). Определение активности цезия-137 в исследуемых пробах продукции проведены с помощью приборов: гамма-радиометров РКГ-01А/1, РКГ-АТ1320А; РУБ-01П6.

Результаты и их обсуждение.В таблицах 1–3 представлены данные удельного содержания цезия-137 в цельном молоке,дикорастущих ягодах и грибах и другой продукции.

Таблица 1 – Удельное содержание цезия-137 (Бк/л) в цельном молоке, произведенном в частном секторе за 2000–2010 гг. (по данным ЦГЭ Лельчицкого района)

Год исследования	Количество проб	% проб с превышением нормы	Показатели уд.активности Cs-137 в пробах молока (Бк/л)		
			Норма по РДУ-99	Средняя активность	Максимальная активность
2000	2303	19,3	100,0	63,5	803,0
2001	2789	21,2		68,6	670,0
2002	2039	16,5		61,2	612,0
2003	1493	10,7		50,5	950,0
2004	1686	11,9		41,2	1257,0
2005	926	11,5		43,6	538,0
2006	1023	5,8		29,4	1067,0
2007	975	7,5		25,7	320,0
2008	815	4,0		19,8	167,0
2009	737	1,7		14,4	162,0
2010	591	0,3		8,9	139,5

Анализируя показатели из таблицы 1, можно отметить снижение (в 4,7 раза) числа случаев обращаемости населения в ЦГЭ Лельчицкого района по поводу радиационного контроля молока. Если в 2001 году было исследовано 2789 проб молока, то в 2010 всего 591 проба. Число проб молока (в %) с превышением удельного содержания цезия-137 по отношению к установленной РДУ-99 [7]норме также значительно снизилось (более чем в 64 раза). Необходимо отметить уменьшение показателей средних и максимальных значений активности цезия-137 в пробах молока за наблюдаемый период. Существенное снижение содержания данного радионуклида в цельном молоке еще раз подтверждает эффективность проводимых на территории района мер радиационной защиты населения.

Таблица 2 – Радиоактивное загрязнение продукции цезием-137 за 2007–2011 гг. (по данным ГЛХУ «Лельчицкий лесхоз»)

№ п/п	Наименование продукции	Норма по РДУ-99 (Бк/кг)	Образцы с превышением РДУ- 99, % В скобках (норма или число раз превышение средней уд.активности цезия-137 по отношению к норме)				
			2007	2008	2009	2010	2011
1.	Грибы свежие	370	84,0 (7,9)	87,5 (5,9)	89,1 (6,3)	85,15 (7,3)	87,13 (8,0)
2.	Грибы сушеные	2500	–	–	–	100,0 (2,7)	–
3.	Ягоды: черника	185	82,0 (2,7)	91,0 (3,0)	83,3 (2,4)	82,35 (2,3)	77,08 (2,2)
4.	Клюква	185	3,0 (Н)	2,5 (Н)	1,82 (Н)	2,63 (Н)	18,3 (Н)
5.	Молоко	100	0,0 (Н)	0,0 (Н)	2,6 (Н)	0,0 (Н)	0,0 (Н)
Примечание — – —Данные отсутствуют.							

Таблица 3 – Радиоактивное загрязнение цезием-137 дикорастущих ягод и грибов за 2000–2010 гг. (по данным ЦГЭ Лельчицкого района)

№ п/п	Наименование продукции	Норма по РДУ-99 (Бк/кг)	Средние значения уд.активности цезия-137 (Бк/кг), (норма по РДУ-99 или превышение – в число раз)										
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1.	Черника	185	3,3	2,7	1,5	2,7	1,9	1,6	2,2	1,35	2,9	2,7	2,3
2.	Клюква	-"-	Н	1,8	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
3.	Грибы: подосиновики	370	2,7	-	-	1,5	-	-	Н	-	4,2	-	1,1
4.	маслята	-"-	2,0	-	-	7,5	-	-	-	7,6	4,4	-	6,1
5.	белые	-"-	2,4	-	1,1	1,3	Н	-	Н	-	2,8	-	3,3
6.	опята	-"-	Н	-	-	-	-	-	Н	-	Н	-	Н

Продолжение таблицы 3

7.	лисички	-"-	4,1	1,3	Н	Н	1,06	Н	-	Н	3,2	2,8	-
8.	зеленки	-"-	Н	3,0	-	-	1,8	-	4,8	2,4	6,5	11,6	Н
9.	Грибы сушеные	2500	3,0	3,3	2,9	-	2,7	-	1,9	2,5	9,1	2,4	5,5
Примечание — - —Данные отсутствуют.													

Как известно, цезий-137 слабо мигрирует в лесных почвах и сосредоточен в настоящее время в основном в верхнем слое почвы (0-10см), что делает его доступным для грибов, лесных ягод и травы, идущей на корм диким животным.

Грибы отличаются высокой степенью накопления макро- и микроэлементови, особенно, цезия-137 по сравнению с растениями с которыми они находятся в симбиотических отношениях. При этом различия во влажностном режиме лесных почв в разные годы и показатели их кислотности в значительной степени влияют на вариацию коэффициентов перехода цезия-137 в грибы. Можно предполагать, что уровень загрязнения грибов за период с начала 90-х годов по настоящее время практически не изменился. Грибы играют важную роль в формировании доз внутреннего облучения, полученных от инкорпорации цезия-137. Инкорпорированный радионуклид может явиться причиной как генетических, так и соматических повреждений. На легких по механическому составу почвах с плотностью загрязнения цезием-137 до 1 Ku/км^{2}многие виды съедобных грибов не соответствуют требованиям РДУ-99, поэтому на таких лесных площадях заготовку грибов следует производить при условиях обязательного контроля. На территориях с плотностью загрязнения от 1до 2 Ku/км^2 заготовка грибов возможна только в случае специальной переработки заготовленной продукции.

Многолетний анализ средних величин удельной активности цезия-137 в съедобных грибах, собранных на загрязненных радионуклидами территориях в 90-х годах прошлого столетия, установил «ряд» поглощающих способностей основных видов грибов: свинушка тонкая > моховик желто-бурый > польский гриб > сыроежки (все виды) > лисички > белый гриб. Различия в накоплении этого радионуклида грибами по видовому признаку могут достигать десятки раз [8].

Данные радиологического контроля свежих грибов, собранных на территории Лельчицкого района, позволяют установить свой «ряд» поглощающей способности цезия-137 у грибов, которые собирало местное население в 2000–2011 годах: зеленка (подзеленка) > лисички > маслята > белый гриб > подосиновик > опята. Можно отметить невысокое содержание радионуклида у опят (значительно ниже требований РДУ-99), так как они чаще всего размножаются на стволах деревьев, не имеют контакта с землей и, вследствие этого, миграция цезия-137 в плодовые тела грибов не происходит.

В процессе сушки грибов в значительной мере увеличивается концентрация радионуклидов, а при пересчете на килограмм сухого веса грибов (Бк/кг), эти цифры еще более возрастают. Средние значения удельного содержания цезия-137 в образцах сухих грибов превышают нормируемый показатель по годам в 1,9–9,1 раза, причем 85,5 % образцов за годы регистрации не соответствовали требованиям РДУ-99 (2500 Бк/кг).

Анализируя средние значения удельного содержания цезия-137 в дикорастущих ягодах, можно отметить относительно стабильное проявление активности данного радионуклида за период наблюдения (11 лет) в образцах свежих ягод черники и клюквы. Ягоды черники значительно больше установленной РДУ-99 нормы (в 1,35–3,3 раза) накапливают радионуклиды цезия-137 по сравнению с ягодами клюквы. У ягод клюквы показатели удельного содержания радионуклидов по годам наблюдения практически соответствуют норме. Число проб черники, подвергнутых радиационному контролю за 2000–2010 гг., в 83,5 % случаев не соответствовали нормативному показателю, а для ягод клюквы только 27,1 %. Большая разница в содержании цезия-137 в ягодах черники и клюквы, по-видимому, связана с разными условиями произрастания этих растений.

Количество проб лесной продукции (ягоды и грибы) не соответствующие нормам радиационного контроля (в процентах) по годам наблюдений составляют от 25 % в 2002 году до 84,2 % в 2008 году.

Радиационный контроль другой продукции, произведенной в частном секторе (сметана, творог, говядина и свинина, картофель, овощи, ягоды и плоды), показал отсутствие образцов с превышение норм РДУ-99 за все годы периода наблюдения.

Заключение. Таким образом, можно предположить, что лесная продукция в настоящее время (как и раньше) является основным источником формирования годовых эффективных доз внутреннего облучения у населения, проживающего на территории Лельчицкого района. Вместе с тем, исходя из «беспороговой» концепции, положенной в основу принципа оптимизации, принятого в системе радиационной безопасности, следует стремиться к тому, чтобы эти дозы были как можно меньшими. Следовало бы принять меры по серьезной коррекции системы контроля пищевых продуктов на содержание цезия-137, направленной на обоснованное увеличение объема исследований, с целью приближения их непосредственно к потребителю. Необходим перевод радиационного контроля в русло мониторинга (особенно в районах с повышенными уровнями радиации), для того, чтобы регистрировать истинное содержание радионуклида в объектах исследований и управлять снижением доз внутреннего облучения, формирующихся у населения от цезия-137 [9].

Литература

1. Цыбулько, Н. Н. Содержание форм ^{137}Cs в дерново-подзолистой супесчаной почве разной степени гидроморфности / Н. Н. Цыбулько, С. С. Лазаревич, А. В. Ермоленко // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2009. – №1. – С. 63 – 66.

2. Тернов, В. И. Годовые дозы внутреннего облучения цезием-137 населения Лельчицкого района Гомельской области в период с 1971 по 1998 гг. / В. И. Тернов, А. А. Тернова, В. А. Матюшевская // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / ГУ «Республиканский науч.-практ. центр гигиены»; гл. ред. С. М. Соколов. –Минск, 2004. – Вып. 4.–С. 344 – 347.

3. Мирончик, А. Ф. Содержание в почве и накопление в продукции ^{90}Sr и ^{137}Cs глобального выпадения на территории Беларуси / А. Ф. Мирончик // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2009. – №1. – С. 131 – 140.

4. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь: Приказ Минсельхозпрода от 01.08.2002, № 300. – 61с.

5. Жученко, Ю. М. Сравнительный анализ оценок текущей средней годовой эффективной дозы населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях / Ю. М. Жученко, Л. А. Чунихин, Н. Г. Власова // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2009. – №2. – С. 43 – 52.

6. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. / Ин-т леса НАН Беларуси; под ред. В. А. Ипатьева. – Гомель, 1999. – 454с.

7. ГН 10-117-99. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). – Минск. – 1999. – 12 с.

8. Грицук, А. И. Перспективы эффективного использования грибной продукции в питании / А. И. Грицук, Л. П. Гаврилова // Здоровье и окружающая среда: материалы науч.-практ. конф. «Питание и здоровье. Безопасность и качество продуктов питания». / ГУ «Респ. науч.- практ. центр гигиены»; гл. ред. С. М. Соколов. – Барановичи: Баранов.укрупнен. типография, 2004. – Вып. 3.– С. 104 – 108.

9. Тернов, В. И. Гигиеническая оценка внутреннего облучения цезием – 137 населения Минского региона / В. И. Тернов, О. В. Бондаренко // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч. - практ. центр гигиены; гл. ред. Л. В. Половинкин. – Минск, 2011. – Вып. 17. – С. 48 – 52.

Поступила 15.06.2012

SPECIFIC CONTENT OF CESIUM–137 IN MILK, WILD BERRIES AND MUSHROOM-SHARVESTED IN THE PRIVATE SECTOR OF THE TERRITORY OF LELCHITSY REGION, GOMEL IN THE PERIOD OF 2000–2011

Spodabaeva E.P., Zambrzhitsky O.N.

The Belarusian State Medical University, Minsk

The article presents the results of radiation monitoring of specific content of cesium -137 in products (milk, berries, and mushrooms) harvested in the private sector of the territory of Lelchitsy region, Gomel, in the period of 2000 – 2011. The analysis of the results confirms that the formation of doses of internal radiation of the population living in this area is mainly due to the consumption of forest products (berries, mushrooms).

Keywords: cesium-137, specific content, internal dose, the forestproducts.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

Стефаненко А.Н., Замбржицкий О.Н.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Качество среды обитания – важнейший фактор, влияющий на здоровье человека. Одним из традиционно негативных источников, загрязняющих среду обитания, способных существенно нарушить санитарно-эпидемическое благополучие человека, являются сточные воды. Требования, предъявляемые к сбросу сточных вод в водные объекты, регламентируются санитарными нормами и правилами исходя из назначения их водопользования (питьевого, хозяйственно-бытового, рекреационного). Национальной стратегией социально-экологического развития Республики Беларусь до 2020 года предусматривается оздоровление естественной среды и рекреационных зон, где водным объектам и их гигиеническому обеспечению отводится важная роль, что связано также и с развитием туризма. Оценить качество водных объектов можно с помощью метода биоиндикации по состоянию их биоты в природных условиях. Для учета изменений водной среды под воздействием антропогенного фактора определяют состав индикаторных организмов-биоиндикаторов. Биоиндикаторы – виды, группы видов или сообщества зоопланктона, зообентоса водных объектов, по наличию и развитию которых судят о качестве воды и состоянию экосистемы.

Ключевые слова: биоиндикация, зоопланктон, зообентос, сточные воды.

Введение. Для малых и средних рек Европейской России известна шкала и метод оценки качества вод С.Г. Николаева [1]. Этот метод предполагает учет качественных и количественных показателей всех донных биосубстратов (зообентос) реки и определение беспозвоночных организмов до родов или семейств. По Николаеву речные воды делятся на 6 классов по качеству (приблизительно соответствующие градациям сапробности): 1 – очень чистые (ксеносапробные), 2 – чистые (олигосапробные), 3 – умеренно загрязненные (b-мезосапробные), 4 – загрязненные (a-мезосапробные), 5–грязные (b-полисапробные), 6 – очень грязные (a-полисапробные). Метод Николаева удовлетворительно применяется для рек шириной 7–10 и более метров (кроме самых малых), а также для средне- и сильнозагрязненных вод. К слабым загрязнениям воды он малочувствителен. Не рекомендуется применять его и для стоячих водоемов, в которых большинство рассматриваемых таксонов-биоиндикаторов не встречается вообще.

Цель работы: исследовать химический состав образцов сточных вод, поступающих на очистные сооружения и сбрасываемых в реку Бася(район промышленной зоны города Чаусы, Могилевская область), оценить влияние источников загрязнения на жизнеспособность водных беспозвоночных организмов, определить класс качества воды в реке с помощью метода биоиндикации.

Материал и методы исследований. Сбор и определение состава сообщества беспозвоночных организмов производили с помощью гидробиологического сачка или вручную. На карте города было определено место сбора биопроб – участок реки Бася на протяжении 0,6 км в зоне сброса сточных вод УКП «Жилкомхоз» (рисунок 1). Участок № 1– створ реки выше по течению на 300 метров от места сброса. Участок № 2– створ реки ниже по течению от места сброса на 300 метров. Участок № 3– створ канала от водосточных вод. Протяженность участков реки и отводного канала для сбора биоматериала составила около 10 метров.

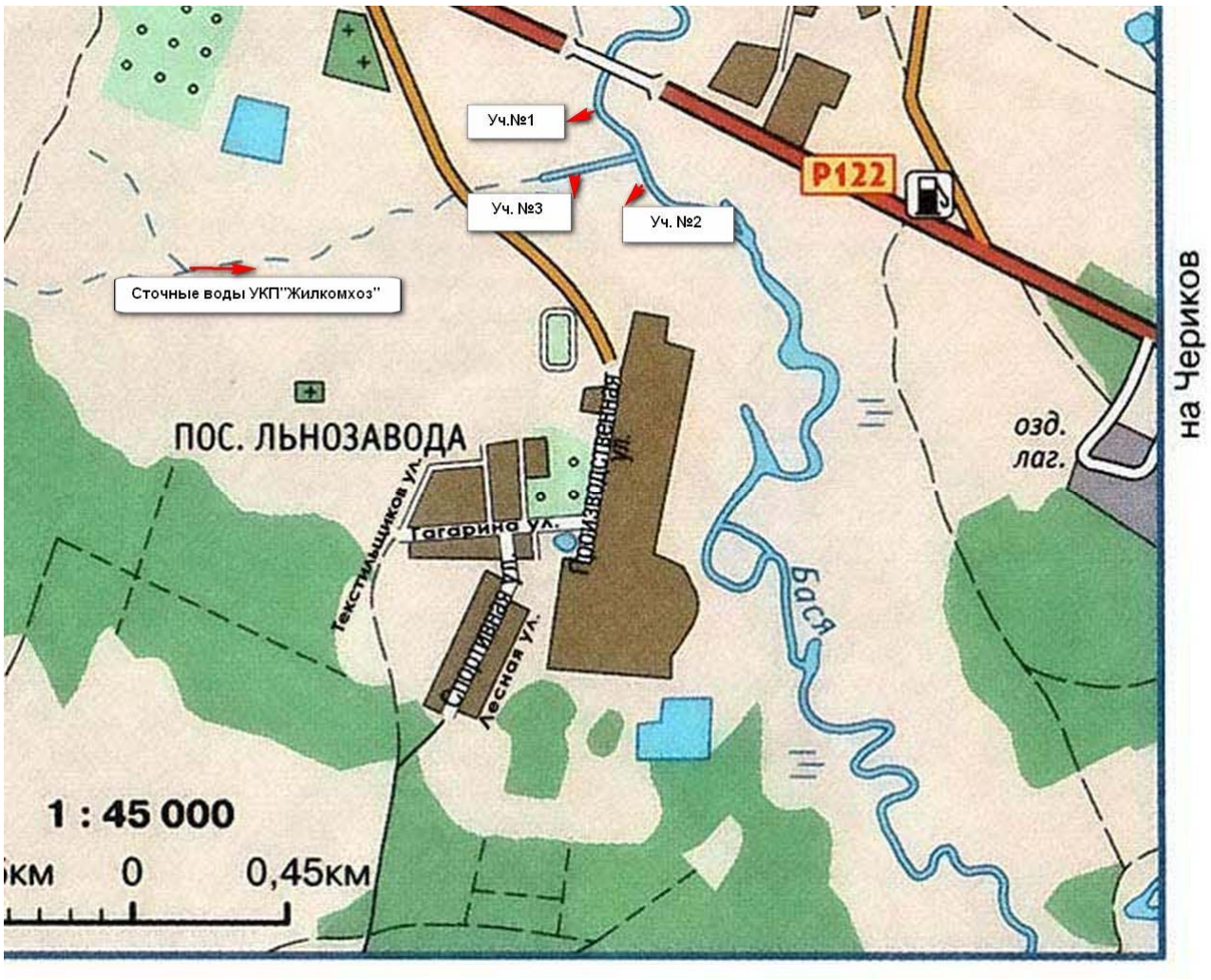


Рисунок 1 – Места сбора биоматериала на реке Бася

Условия для сбора биопроб были следующие: 1) отбор проб производили в осенний или весенний периоды времени года; 2) пробы не отбирали в местах с сильным течением и с большой концентрацией водной растительности. Для определения класса качества воды по методу С. Г. Николаева использовали информацию, размещенную в публикациях [1,2,3,5]. В качестве индикаторных организмов мы учитывали представителей только тех донных сообществ, которые имеют длительный жизненный цикл, малоподвижны и могут быть легко определены по атласу-определителю [4]. Распространение донных обитателей, на учете которых основан данный метод биоиндикации, связано с определенными биотопами. Условия обитания в них определяются скоростью течения воды, глубиной реки, особенностью (минеральный состав) речного грунта, наличием растительности. Самыми обычными для реки Бася являются участки с песчаным или заиленным дном, погруженной в воду древесиной, а также участки в различной степени заросшие погруженной, плавающей или воздушно-водной растительностью. Каждый биотоп населяет своеобразный комплекс (сообщество) донных (зообентос) обитателей. В их состав входят крупные, хорошо различимые невоору-

женным глазом организмы: губки, моллюски, ракообразные, пиявки, трубочник, личинки комаров, стрекоз, ручейников и других насекомых.

Определение уровня загрязнения вод по методу С.Г. Николаева производили с помощью шкалы (таблица 1), которая содержит шесть классов качества вод – от очень чистых (1-й класс) до очень грязных (6-й класс). Для каждого класса качества в ходе многолетних наблюдений были найдены свои индикаторные таксоны, которые в водах других классов встречаются не часто. Так, личинки веснянок, характерные для вод 1-го класса, в более загрязненных водах 2-го класса встречаются редко, а в водах 3-го класса – очень редко. Признаком же принадлежности вод к 6-му классу служит полное отсутствие крупных беспозвоночных.

При проведении оценочных действий нужно для каждого класса качества вод подсчитать число представителей только индикаторных таксонов, умножить его на значимость таксона, выбрать класс качества вод, набравший наибольшее число баллов.

Таблица 1 – Шкала качества вод

Индикаторный таксон	Условная значимость каждого таксона в классе, ед.	Класс качества вод
Личинки веснянок, личинки, ручейника рода-риакофила	50,0	1-й, очень чистые
Губки. Плоские личинки поденок. Личинки ручейника рода нейреклепсис. Личинки вилохвосток	25	2-й, чистые
Роющие личинки поденок. Личинки ручейников при отсутствии риакофил и нейреклепсисов. Личинки стрекоз красотки и плосконожки. Личинки мошек. Водяной клоп. Крупные двустворчатые моллюски. Моллюски-затворки	14,2	3-й, удовлетворительно чистые
Личинки стрекоз при отсутствии красотки и плосконожки. Личинки вислокрылок. Водяной ослик. Плоские пиявки Мелкие двустворчатые моллюски	20	4-й, загрязнённые
Мотыль (в массе). Крыски (личинки мух-пчеловидок). Трубочник (в массе). Червеобразные пиявки при отсутствии плоских	25	5-й, грязные
Макробеспозвоночных нет	–	6-й, очень грязные

Для оценки эффективности работы очистных сооружений по пути сброса сточных вод в реку были проведены физико-химические исследования образцов сточных вод (проба №1 – сточные воды, поступающие на очистку; проба № 2 – выпуск сточных вод после биопрудов;

проба № 3 – выпуск стоков в реку Бася)Могилевской областной лабораторией аналитического контроля, которая аккредитована на техническую компетентность и независимость проведения испытаний в Системе аккредитации Республики Беларусь. Аттестат № BY/112.02.1.0.0354 от 07.06.1999г. действителен до 01.02.2013г.

Результаты и их обсуждение. В таблице 2 отражены показатели химического состава образцов сточных вод. В качестве контрольных данных для сравнения мы использовали нормы (предельно допустимые концентрации)содержания химических веществ в водных объектах рыбохозяйственного назначения [6].

Таблица 2 – Химический состав образцов сточных вод

№ пп	Наименование показателей	Единицы измерений	Проба№ 1	Проба№ 2	Проба № 3	Норма по [6]
1	pH	Ед. pH	7,76	7,97	7,88	6,5–8,5
2	Азот аммонийный	Мг/дм^3	49,6	5,82	32,2	15,0
3	Азот нитритный	Мг/дм^3	<0,01	0,91	0,16	0,3
4	Азот нитратный	Мг/дм^3	0,113	0,111	0,161	2,0
5	БПК-5	МгО^2/дм^3	204,0	16,2	47,4	15,0
6	ХПК	Мг/дм^3	460,0	124,0	132,4	30,0
7	Нефтепродукты	Мг/дм^3	3,28	0,05	0,03	0,3
8	Взвешенные в-ва	Мг/дм^3	146,5	13,05	24,6	13,0
9	Сухой остаток	Мг/дм^3	724,5	486,5	673,7	600,0
10	Железо общее	Мг/дм^3	1,5	0,99	3,48	1,6
11	Хром общий	Мг/дм^3	0,014	0,009	0,004	0,003
12	Цинк	Мг/дм^3	0,076	0,051	0,032	0,05
13	Медь	Мг/дм^3	0,007	0,004	0,004	0,004
14	Никель	Мг/дм^3	0,006	0,002	0,001	0,04
15	Сульфаты	Мг/дм^3	52,0	33,3	20,3	100,0
16	Хлориды	Мг/дм^3	115,2	168,4	37,2	300,0
17	Фосфор фосфатный	Мг/дм^3	5,58	2,6	0,8	1,5
18	СПАВ (анион)	Мг/дм^3	0,563	0,025	1,025	0,4
19	Свинец	Мг/дм^3	0,004	0,001	0,001	
20	Марганец	Мг/дм^3	0,179	0,16	0,151	
21	Фосфор общий	Мг/дм^3	8,11	3,2	1,12	4,5
22	Азот общий	Мг/дм^3	102,3	13,31	4,76	5,0

Результаты физико-химических исследований образцов сточных вод показали их не соответствие нормативным требованиям по ряду показателей. Так вода, после прохождения очистных сооружений, не соответствовала требованиям по содержанию азота нитритов, цинка, фосфора, азота общего, ХПК (химическое потребление кислорода), БПК-5 (биохимическое потребление кислорода) и взвешенных веществ. По мере прохождения воды далее по отводному каналу на пути сброса сточных вод в реку, ее показатели качества заметно ухудшались: значительно возрастало содержание азота аммонийного (в 5,5 раза), СПАВ (анион.),

хрома, железа (в 3,5 раза), количество взвешенных веществ (в 1,9 раза), ХПК и БПК-5 (в 2,9 раза). То есть, отводной канал сам по себе является мощным дополнительным источником загрязнения реки Бася.

В таблицах 3 и 4 приведены результаты использования метода биоиндикации для определения качества воды на участках выше и ниже места сброса сточных вод в реку.

Таблица 3 – Определение качества воды реки на участке № 1

Класс качества вод	Индикаторные организмы (таксоны)	Условная значимость таксонов в пределах класса, ед	Количество обнаруженных таксонов	Суммарная значимость обнаруженных таксонов, ед.
1-й	-	-	-	-
2-й	Личинки ручейника рода нейреклепсис.	25	1	25
3-й	Личинки стрекоз красотки и плосконожки. Крупные двустворчатые моллюски.Водяной клоп. Личинки мошек.	14,2	4	56,8
4-й	Плоские пиявки. Мелкие двустворчатые моллюски	20	2	40
5-й	-	-	-	-
6-й	-	-	-	-

Таблица 4 – Определение качества воды реки на участке № 2

Класс качества вод	Индикаторные организмы (таксоны)	Условная значимость таксонов в пределах класса, ед	Количество обнаруженных таксонов	Суммарная значимость обнаруженных таксонов, ед.
1-й	-	-	-	-
2-й	-	-	-	-
3-й	-	-	-	-
4-й	Личинки стрекоз при отсутствии личинокрасотки и плосконожки. Плоские пиявки	20	2	40
5-й	Трубочник (в массе).Крыски (личинки мух-пчеловидок)	25	2	50
6-й	-	-	-	-

В таблице 5 представлены результаты определения классов качества воды на всех участках.

Таблица 5 – Определение классов качества воды на участках № 1, № 2, № 3

Класс качества вод	Условная значимость каждого таксона в классе, ед.	Участки					
		№ 1		№ 2		№ 3	
		а	б	а	б	а	б
1-й	50.0	-	-	-	-	-	-
2-й	25	1	25	-	-	-	-
3-й	14.2	4	56,8	-	-	-	-
4-й	20	2	40	2	40	-	-
5-й	25	-	-	2	50	-	-
6-й	-	-	-	-	-	-	-

Примечания:
1. а – Число обнаруженных таксонов.
2. б – Суммарная классовая значимость.

Таким образом, на участке реки № 1 выше по течению от места сброса в реку Бася сточных вод гидрофауна отличалась относительным разнообразием по сравнению с участкам № 2. Здесь было обнаружено 7 видов беспозвоночных: личинки ручейника, стрекозы красотки, мошек, водяной клоп, крупные и мелкие двустворчатые моллюски, плоские пиявки. Визуально вода в данном створе имеет чистый вид: нет взвешенных частиц, вода прозрачная, нет резких запахов, грунт чистый, представлен различными фракциями песка. Суммарная максимальная числовая значимость таксонов 56,8 (таблица 5), что позволяет отнести воду на участке № 1 к 3-му классу качества (удовлетворительно чистая). На участке реки № 2 ниже по течению от места сброса сточных вод ощущался отчетливый запах, вода была мутной, с большим количеством мелких взвешенных частиц, грунт глинистый, с большим количеством скользкого ила. Здесь было определено всего 4 вида беспозвоночных: личинки стрекоз при отсутствии красотки и плосконожки, плоские пиявки, трубочник (в массе), крыски (личинки мух-пчеловидок). Суммарная максимальная числовая значимость таксонов составляет 50,0, что позволяет отнести воду на участке № 2 к 5-му классу качества (грязная). На участке № 3 (створ канала отвода сточных вод) не было обнаружено ни одного донного организма. Класс качества воды – 6-ой (вода очень грязная).

Заключение. С помощью метода биоиндикации установлено, что качество воды реки Бася колеблется от удовлетворительно чистой до грязной. Вследствие неудовлетворительной работы очистных сооружений и повышенной загрязненности отводного канала, не выполняются требования, предъявляемые к сбросу сточных вод в водные объекты, которые регламентируются санитарными нормами и правилами. Сточные воды не должны оказывать острого и хронического токсического действия на индикаторные организмы зообентоса и зоопланктона реки. Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения не должны превышать установленных нормативов.

Литература

1. Метод биологического анализа уровня загрязнения малых рек Тверской области / С.Г. Николаев [и др.]. – М., 1992. – 46 с.

2. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. – 62 с.

3. Унифицированные методы исследования качества вод. Индикаторы сапробности. - М. : Секретариат СЭВ, 1977. – 120 с.

4. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. - Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 360 с.

5. Чеснокова, С. М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды / С. М. Чеснокова. – Владимир : Изд-во гос. ун-та, 2007. – 84 с.

6. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 24.12.2009 №70/139.

Поступила 15.06.2012

WATER QUALITY EVALUATION USING BIOINDICATION METHOD

Stefanenko A.N., Zambrzhitsky O.N.

The Belarusian State Medical University, Minsk

Objective: to determine pollution source influence on river water quality, determine water quality index, evaluate water cleaning machinery work. The object of the research was river Basya, located in Chaussy distr., Mogilev reg. Methods used: bioindication, literature analysis, documentation of the district ecological department. Three areas were studied: №1 – above the river flow from the pollution source, № 2 – below the river flow, № 3 – in pollution source. Area № 1 was characterized by great diversity of indicatory organisms, area № 2 has only 1 species, area № 3 does not have organisms at all. All species were counted in laboratory. The next step was to determine water quality index: six-grade quality scale was used. Each scale characterized by proper indicatory organisms. Data wasfilled in table with the following processing. Results: area № 1 matched 3rd quality index, area № 2 quality index varies from 4 to 5. Conclusion: 1) in Basya r. water quality varies from contaminated to dirty with displacements. 2) Water cleaning machinery does not match standarts. Complex of actions should be held to save water quality and to provide population with clean water. Reducing of contaminated dumping, introduction of water recycle usage and water cleaning machinery improvment should be in the basis of these actions.

Keywords: bioindication, zooplankton, zoobenthos, sewage.

РАДИОАКТИВНЫЙ СТРОНЦИЙ-90 В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ПРОИЗВОДИМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*Тернов В.И., * Буткевич В.В.*

Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск

** Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, г. Минск*

Реферат. В статье анализируются результаты санитарного надзора за содержанием радиоактивного стронция-90 в пищевых продуктах, произведенных в 2003–2010 гг. на территории Гомельской области. Показано, что содержание радионуклида в исследованных пищевых продуктах (молоко, хлеб, картофель, овощи) не превышает нормативных уровней. По степени накопления стронция-90 пищевые продукты располагаются в следующем порядке: овощи>мясо>хлеб>картофель>молоко. В динамике в основных пищевых продуктах отмечается слабовыраженная тенденция к снижению уровней накопления изотопа. Современные уровни содержания стронция-90 в пищевых продуктах, произведенных на территории Гомельской области все еще выше таковых, имевших место в 1985 году. Используемая в практике госсаннадзора Гомельской области система радиационного контроля пищевых продуктов мало пригодна для использования его результатов для оценки уровней поступления и накопления изотопа в организме жителей. Это, в свою очередь, не позволяет рассчитать и дать гигиеническую оценку значимости доз внутреннего облучения (далее – ДВО), создаваемых этим радионуклидом. Делается вывод о необходимости коррекции организационно-методических подходов к ведению госсаннадзора за радиоактивностью пищевых продуктов, обусловленных присутствием стронция-90. Такая коррекция должна идти по пути создания возможности использования получаемых данных радиационного контроля для ведения мониторинга за ДВО, формирующихся у населения за счет стронция-90.

Ключевые слова: радиоактивный стронций-90, содержание в пищевых продуктах, радиационный надзор и мониторинг, гигиеническая значимость, дозы внутреннего облучения, оптимизация.

Введение. В настоящее время радиационная обстановка в Республике Беларусь, обусловленная загрязнением территорий радиоизотопами, выброшенными из 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС (далее – ЧАЭС), определяются в основном радиоактивным цезием-137, за счет которого формируется до 90 % всей дозы «аварийного» облучения населения. При этом характерно, что на ДВО приходится до 70 % от всей «цезиевой» дозы. Полагают, что другие радиоизотопы, оказавшись в окружающей среде, создают около 10 % от общей дозы. В числе этих дозообразующих элементов главенствующая роль отводится стронцию-90.

Из сказанного становится понятным, почему оценке гигиенической значимости присутствия стронция-90 в среде обитания населения уделяется существенно меньше внимания, чем цезию-137. Действительно, количество стронция-90, выброшенного из реактора, кратно меньше, чем цезия-137, область его распространения и обнаружения в значимых количествах на объектах контроля в основном ограничивается территориями, расположенными в зоне отчуждения. Немаловажную роль играет то обстоятельство, что обнаружить и измерить изотоп в объектах окружающей среды методически сложно. В итоге, оценке гигиенической значимости присутствия стронция-90 в окружающей среде посвящены весьма малочисленные исследования [1,2,4]. Однако, при этом необходимо подчеркнуть, что стронций-90 в силу ряда радиотоксикологических характеристик обязательно должен оставаться в поле радиационного контроля. Напомним, что стронций-90 является «чистым» бета-излучателем с эффективной энергией излучения равной 1,13 Мэв, имеет период полураспада 28,4 года. Изотоп избирательно накапливается в костной ткани и прочно фиксируется там: период биологического полувыведения его равен $1{,}8 \times 10^5$ суткам. Энергия излучения стронция-90 такова, что облучается не только сама костная ткань, но и рядом расположенный костный мозг, тем самым повышая уровень риска развития стохастических эффектов (лейкемии, остеосаркомы).

Оценить реальную степень гигиенической значимости или уровня биологической опасности стронция-90 можно лишь через знания о реальных уровнях его накопления в критической (костной) системе с последующим расчетом на этой основе доз облучения, как этой ткани, так и клеток костного мозга.

При этом определить (рассчитать) ДВО от стронция-90 можно двумя путями: то ли путем определения уровня годового поступления его в организм, то ли методом прямого измерения радионуклида в костной ткани.

Работа ставила своей целью проанализировать возможности использования данных контроля содержания стронция – 90 в пищевых продуктах, производимых в Гомельском регионе, осуществляемого в рамках ведения государственного санитарного надзора, для расчета фактических ДВО, формирующихся в организме населения от данного радионуклида.

Материал и методы исследований. В разработку включены отчетные материалы многолетней (2003–2010 гг.) практики ведения радиационного контроля за содержанием стронция-90 в пищевых продуктах, осуществляемой санэпидслужбой Гомельского региона. За указанный период службой отобрано и проанализировано на содержание изотопа 563 пробы пищевых продуктов, в перечень которых входили: молоко, хлеб ржаной и пшеничный, мясо говяжье и свиное, картофель и овощи (морковь, капуста, свекла). Пробы отбирались в г. Гомеле и пяти районах области (Хойнинский, Брагинский, Лельчицкий, Светлогорский и Наровлянский).

Результаты и их обсуждение. Исходя из цели работы и учитывая малую выборку по отдельным населенным пунктам (1–3 пробы в год), результаты, полученные за 2 года по отдельным районам, объединялись с расчетом средних величин содержания стронция-90, характерных в целом для всего Гомельского региона (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика содержания стронция-90 в пищевых продуктах, производимых на территории Гомельской области (Бк/кг, л)

Исследованные продукты	Периоды наблюдения							
	2003–2004 гг.		2005–2006 гг.		2007–2008 гг.		2009–2010 гг.	
	n	m±M	n	m±M	n	m±M	n	m±M
Молоко	16	0,73±0,21	22	0,80±0,12	26	0,70±0,18	29	0,50±0,15
Мясо говяжье	17	1,02±0,25	24	1,84±0,28	20	1,93±0,37	18	0,91±0,20
Мясо свиное	17	1,03±0,21	20	1,44±0,23	17	1,13±0,25	21	0,82±0,18
Хлеб ржаной	13	0,94±0,15	15	1,23±0,18	18	0,91±0,29	24	0,62±0,17
Хлеб пшеничный	17	0,83±0,21	15	1,20±0,19	23	1,01±0,24	28	0,69±0,16
Картофель	11	1,01±0,22	13	1,25±0,24	13	0,97±0,21	13	066±0,15
Морковь	12	4,30±0,57	12	3,28±0,61	11	3,32±0,67	12	1,38±0,27
Капуста	13	3,31±0,40	12	1,56±0,22	12	1,05±0,22	12	0,95±0,17
Свекла	12	4,76±0,37	12	4,35±0,71	12	4,31±0,75	11	4,60±0,81

При этом выявлено, что удельная активность стронция-90 в исследованных продуктах в отдельные временные периоды колебалась в достаточно широких пределах, не позволяя выявить какую-либо четкую закономерность как по активности отдельных видов пищевых продуктов, так и по срокам наблюдения. В целом, по основным пищевым продуктам прослеживается лишь тенденции к снижению содержания стронция-90 в большинстве исследованных образцов. По удельной активности изотопа пищевые продукты распределялись в следующем порядке: овощи > мяса > хлеб > картофель > молоко. Если сравнивать полученные результаты с таковыми, полученными в 1994 г. [2], то можно констатировать, что активность стронция-90 в пищевых продуктах к 2010 году заметно (в 1,4–5 раза) снизилась. Практически важным является факт отсутствия проб с уровнями стронция-90, превышающими установленные нормативы [3].

Уместным представляется полученные результаты сопоставить с данными радионуклидного мониторинга пищевых продуктов, полученными до аварии на ЧАЭС (таблица 2). При этом напомним, что до аварии на ЧАЭС присутствие стронция-90 в среде обитания было обусловлено глобальным распространением радиоактивных продуктов, поступивших в среду обитания в результате испытаний ядерного оружия [4].

Таблица 2 – Стронций-90 в продуктах питания населения в 1985 и 2009-1200 гг. (Бк /кг, л)

Год наблюдения	Вид продукта				
	Хлеб ржаной	Хлеб пшеничный	Молоко	Мясо говяжье	Картофель
1985 (средние данные по республике)	0,33±0,20	0,22±0,20	0,11±0,10	0,07±0,02	0,19±0,10
2009–2010 (Гомельский регион)	0,62±0,17	0,69±0,16	0,50±0,15	0,91±0,20	0,66±0,15

Такое сопоставление свидетельствует о том, что и сегодня уровни накопления стронция-90 в пищевых продуктах, производимых в Гомельском регионе, остаются существенно выше «фонового», доаварийного.

Такой факт позволяет высказать мнение, что на современном этапе развития радиационной гигиены проведение лишь радионуклидного контроля пищевых продуктов уже не достаточно, т.к. гигиеническая значимость присутствия в среде обитания любого источника ионизирующей радиации должна оцениваться не столько по содержанию изотопа в объектах надзора, сколько по дозовому критерию. Только он позволяет более взвешенно обосновывать, разрабатывать и реализовывать меры радиационной защиты, основанные на принципе оптимизации ее. При этом под оптимизацией следует понимать стремление снизить дозу облучения до реально достижимого низкого уровня [5].

Рассматривая с этих позиций производимый на территории Гомельской области санитарный надзор за содержание стронция-90 в пищевых продуктах, следует отметить, что данные его практически невозможно использовать для цели мониторинга ДВО. Обусловлено это разными причинами, главной из которых является организационно-методологическая несовместимость данных, получаемых в рамках реализации санитарного контроля с таковыми, необходимыми для ведения дозового мониторинга. Здесь нужны иные подходы, предполагающие существенную корректировку действующей практики санитарного надзора за содержанием радионуклидов в пищевых продуктах, суть которой сводится к переходу надзорной деятельности в плоскость мониторинга со всеми вытекающими из этого изменениями организационного и методического плана.

Заключение. Таким образом, проведенный анализ данных радиационного контроля содержания стронция-90 в пищевых продуктах, проводимый санитарно-эпидемиологической службой на территории Гомельского региона, свидетельствует, что присутствие в них радиоизотопа не превышает нормируемых значений. Вместе с тем, современный уровень концентрации стронция-90 в исследованных продуктах все еще заметно выше фонового, доава-

рийного уровня. Дальнейшая оптимизация мер радиационной защиты населения, в том числе и от такого источника облучения как стронций-90, невозможна без создания системы, направленной не только на контроль за уровнем присутствия его в объектах надзора, но и на оценку доз облучения населения (дозовый мониторинг). Действующая система радиационного контроля пищевых продуктов, решая задачи надзора, не позволяет без ее серьезной коррекции использовать его данные для цели дозового мониторинга. А без такого мониторинга невозможна реализация на практике коренного принципа радиационной защиты – «принципа оптимизации».

Литература

1. Погодин, Р. И. Оценка динамики накопления стронция-90 в организме жителей Гомельской области в 1991–1994 годах / Р.И.Погодин, О.М.Хромченкова, Т. М. Сходкина // Материалы международного конгресса. – Гомель, 1994. – С. 84.

2. Погодин, Р. И. Содержание стронция-90 в основных компонентах рациона жителей Гомельской области в условиях Чернобольской аварии / Р. И. Погодин, О. М. Хромченкова, С. В. Лещева // Проблемы экологии и природопользования в Гомельском регионе / под ред. В. В. Валетова. – Минск, 1996. – С. 212 – 221.

3. ГН 10-117-99. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99).

4. Тернов В. И. Основы радиационной гигиены: учебно-методическое пособие (В. И. Тернов – Минск, БелМАПО, 2007, – 229с.

5. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер. с англ. Под ред. И. Ф. Киселева и Н. К. Шандалы. М. :изд. ПКФ «Алана», 2009, – 343с.

Поступила 20.06.2012

RADIOACTIVE STRONTIOM-90 IN FOODSTUFFS PRODUCED AT THE TERRITORY OF THE GOMEL REGION

*Ternov V.I., * Butkebich V.V.*

The Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk

** The Republican Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk*

The article presents the results of sanitary inspection over the content of radioactive Strontium-90 in foodstuffs produced at the territory of the Gomel region during 2003–2010. The radionuclide content in the examined foodstuffs (milk, bread, potatoes, vegetables) has been shown to be within the normal values. According to the level of Strontiom-90 accumulation, the foodstuffs

can be presented in the following order: vegetables>meat>bread>potatoes>milk. The dynamic observation shows that there is a slight decreasing tendency as to the levels of isotope accumulation on major foodstuffs. The present levels of Strontium-90 content in foodstuffs produced at the territory of the Gomel region are still higher as compared with those of 1985. The system of foodstuffs radiation control used by the state sanitary inspection of the Gomel region is hardly suitable for assessing the levels of isotope penetration and accumulation in the body. This, in its turn, does not allow calculating and giving a hygienic assessment of significant internal radiation doses from this radionuclide. Therefore, it should be concluded that organizing and methodical approaches for conducting state sanitary inspection over the radioactivity of foodstuffs due to Strontium-90 need to be corrected. In this way, the data obtained as a result of radiation control should be used for monitoring internal radiation doses due to Strontium-90 in the population.

Keywords: radioactive Strontium-90, content in foodstuffs, radiation control and monitoring, hygienic significance, internal radiation doses, optimization.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ОНКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА КАК ЭТАП МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Тонко О.В., * Логинова А.Ю., Коломиец Н.Д., * Долгина Ю.Н.*

Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск

**Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова, п. Лесной*

Реферат.Полный отказ от проведения микробиологического мониторинга больничной среды ведет к циркуляции патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в стационаре, поэтому существует необходимость контроля уровней микробной обсемененности объектов больничной среды. Система бактериологического контроля объектов внешней среды онкологического стационара может быть упрощена. Плановый санитарно-микробиологический контроль больничной среды малоинформативен. Исследования следует проводить по эпидемическим показаниям, ориентированным на активное выявление внутрибольничных штаммов микроорганизмов.

Ключевые слова: микробиологический мониторинг, онкологический стационар, производственный контроль, эпидемические показания.

Введение. Инфекция – одна из основных причин заболеваемости и летальности больных в онкологической клинике. Гнойно-септические инфекции (далее – ГСИ) являются частым осложнением у онкологических больных, что приводит к госпитализации пациентов или увеличению сроков пребывания в стационаре, а также может привести к острой дисфункции органа (тяжелый сепсис) и в конечном итоге к смерти.

В современной литературе в последнее десятилетие уделяют внимание нарушениям правил больничной гигиены как факторам, влияющим на развитие и распространение инфекционных заболеваний в стационарах, с целью изучения влияния гигиенических факторов внутрибольничной среды на формирование инфекционных заболеваний и разработки комплекса профилактических мероприятий. Значение окружающей среды в качестве резервуара для микроорганизмов, причастных к передаче инфекций в больницах, все чаще признается важным и актуальным [1].

Главным элементом повышения безопасности пациентов является снижение риска внутрибольничных инфекций за счет улучшения больничной гигиены [2–3]. Одной из специфических задач оперативного эпидемиологического анализа в стационарах является выявление циркулирующих штаммов микроорганизмов, выделенных из эпидемически значимых объектов окружающей среды. Объем санитарно-бактериологических исследований определяется эпидемиологической необходимостью, исследования проводятся в плановом порядке и по эпидемиологическим показаниям. Суждение о принадлежности выделенных возбудителей ГСИ к госпитальному штамму основывается на данных об этиологической значимости этого микроба в возникновении патологического процесса, результатах типирования и эпидемиологическом подтверждении его роли в распространении заболеваний [4].

Целью настоящей работы являлось изучение циркуляции патогенных и условно-патогенных микроорганизмов на объектах внешней среды в онкологическом центре.

Материал и методы исследований. Микробиологический контроль микробной обсемененности воздушной среды, объектов внешней среды, стерильности медицинских изделий проводился в соответствии с утвержденной нормативно-технической документацией РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова.

Отбор проб с поверхностей различных объектов внешней среды осуществлялся методом смывов, уровень обсемененности воздуха – аспирационным методом в соответствии с Инструкцией 4.2.–2006 «Методы микробиологического контроля санитарно-гигиенического состояния помещений в организациях здравоохранения и стерильности изделий медицинского назначения».

Идентификацию выделенных культур микроорганизмов осуществляли по общепринятым методикам, применяемым в микробиологических лабораториях с изучением комплекса

признаков и использованием мануального метода и автоматического микробиологического анализатора VITEK-2 Compact.

При статистической обработке использован статистический пакет IBMSPSSStatistics 19.

Результаты и их обсуждение. С целью изучения циркуляции патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в онкологическом центре, как этап микробиологического мониторинга, проводится бактериологический лабораторный контроль объектов внешней среды в структурных подразделениях. Санитарно-бактериологические исследования проводятся в соответствии с планом производственного контроля:

– микробиологический контроль микробной обсемененности воздушной среды – с периодичностью 1 раз в месяц обследуются процедурные, перевязочные, манипуляционные, смотровые, операционные;

– микробиологический контроль микробной обсемененности объектов внешней среды – с периодичностью 1 раз в месяц обследуются процедурные, перевязочные, манипуляционные, смотровые, операционные;

– бактериологический контроль стерильности медицинских изделий и условий стерилизации медицинских изделий с периодичностью 1 раз в месяц обследуется центральное стерилизационное отделение (далее – ЦСО).

По эпидемическим показаниям перечень и объем исследований определялся в соответствии с конкретной эпидемической ситуацией.

Проведен ретроспективный анализ данных микробиологического контроля объектов больничной среды, воздуха, стерильности медицинских изделий и условий стерилизации медицинских изделий за 2010–2011 годы.

Всего в клинических отделениях за 2 года отобрано 6355 смывов с объектов внешней среды, в том числе в рамках производственного контроля – 6053 или 95,2 % и по эпидемическим показаниям – 302 или 4,8 % (таблица 1).

Таблица 1 – Микробиологический контроль микробной обсемененности объектов внешней среды по отделениям в 2010–2011 гг.

Отделения	Число исследований							
	2010 год				2011 год			
	производственный контроль		по эпидпоказаниям		производственный контроль		по эпидпоказаниям	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Хирургические отделения/ всего исследований:	*1500*	*44,2±0,9*	*101*	*76,5±3,7*	*1150*	*38,8±0,9*	*140*	*82,4±2,9*
онкологическое (гинекологическое) отделение № 1	160	4,7	-	-	100	3,4±0,3	10	5,9±1,8

Продолжение таблицы 1

онкологическое (гинекологическое) отделение № 1	100	2,9	-	-	100	3,4±0,3	10	5,9±1,8
онкологическое отделение (реконструктивной хирургии (с палатами нейрохирургии)	160	4,7±0,4	16	12,1±2,8	120	4,1±0,4	10	5,9±1,8
онкологическое (проктологическое)	100	2,9	-	-	100	3,4±0,3	10	5,9±1,8
онкологическое (абдоминальное)	180	5,3	-	-	120	4,1±0,4	10	5,9±1,8
онкологическое (урологическое)	200	5,9±0,4	30	22,7±3,6	150	5,1±0,4	40	23,5±3,3
онкологическое (маммологическое)	180	5,3±0,4	35	26,5±3,8	100	3,4±0,3	20	11,8±2,5
онкологическое (торакальное) отделение № 1	180	5,3±0,4	-	-	100	3,4±0,3	10	5,9±1,8
онкологическое (торакальное) отделение № 2	180	5,3±0,4	20	15,2±3,1	100	3,4±0,3	10	5,9±1,8
онкологическое отделение (опухолей головы и шеи)	60	1,8	-	-	60	2,0±0,3	10	5,9±1,8
Химиотерапевтические отделения/ всего исследований:	*200*	*5,9*	-	-	*240*	*8,1±0,5*	*10*	*5,9±1,8*
онкологическое (химиотерапевтическое)	100	2,9	-	-	120	4,1	-	-
отделение интенсивных противоопухолевых химиотерапевтических методов лечения	100	2,9	-	-	120	4,1±0,4	10	5,9±1,8
Радиологические отделения/ всего исследований:	*180*	*5,3*	-	-	*180*	*6,1±0,4*	*10*	*5,9±1,8*
Радиологическое отделение №1	60	1,8	-	-	60	2,0±0,3	10	5,9±1,8
Радиологическое отделение № 2	60	1,8	-	-	60	2,0±0,3	-	-
Радиологическое отделение № 3	60	1,8	-	-	60	2,0±0,3	-	-
Центральный операционный блок	*1296*	*38,2*	-	-	*1200*	*40,5*	-	-
Отделение анестезиологии и реаниматологии с палатами реанимации и интенсивной терапии	*145*	*4,3±0,3*	*31*	*23,5±3,7*	*400*	*13,5±0,6*	*10*	*5,9±1,8*
ЦСО	*120*	*3,5*	-	-	*100*	*3,4±0,3*	-	-
Диагностические отделения	*72*	*2,1*	-	-	*32*	*1,1*	-	-
Всего	3393	100	132	100	2962	100	170	100

Наибольшее число контрольных исследований микробной обсемененности окружающей среды проведено в хирургических отделениях. При этом на долю плановых исследований в этих отделениях приходилось от 38,8±0,9 % в 2011 году до 44,2±0,9 % в 2010 году, а

доля внеплановых обследований в этих отделениях была практически в 2 раза большей и составила от 76,5±3,7 % в 2010 году до 82,4±2,9 % в 2011 году от всех исследований по эпидпоказаниям (P≤0,05).

Частота смывов с условно – патогенной и патогенной микрофлорой в клинических отделениях в 2010 году составила 5,2 % (175 нестандартных проб из 3393), в 2011 – 6,3 % (187 из 2962 исследований) (таблица 2).

Таблица 2 – Частота нестандартных проб, выявленных в ходе микробиологического контроля микробной обсемененности воздушной среды, объектов внешней среды, стерильности медицинских изделий за 2010–2011 гг.

Вид исследований	Число исследований					
	2010 год			2011 год		
	Всего	Нестандартных проб		Всего	Нестандартных проб	
		абс.	%		абс.	%
Всего взято смывов:	3393	175	5,2	2962	187	6,3
– в рамках производственного контроля	3261	130	4,0	2792	160	5,7
– по эпидпоказаниям	132	45	34,1	170	17	10,0
Всего отобрано проб воздуха:	858	40	4,7	765	40	5,2
– из них не соответствует по общему количеству микрофлоры в 1м^3		8	0,9		1	0,13
– из них не соответствует по S.aureus в 1м^3		0	-		1	0,13
– из них не соответствует по плесневым и дрожжевым грибам в 1м^3		32	3,7		38	5,0
Всего исследовано инструментария на стерильность	1512	0	-	1492	0	-

Доля нестандартных проб при исследовании объектов внешней среды в ходе производственного контроля составила 4,0±0,3 % в 2010 году и 5,7±0,4 % в 2011 году, при этом частота проб с условно – патогенной и патогенной микрофлорой по эпидемическим показаниям составила 10,0±2,3 % в 2011 и 34,1±4,1 % в 2010 году (P≤0,05).

Из 1623 проб воздуха, отобранных в клинических отделениях до работы за 2 года, 80 проб не соответствовали нормируемым показателям (4,9 %), из них 70 проб (87,5 %) по плесневым и дрожжевым грибам, 9 (11,3 %) по общему микробному числу, 1 (1,3 %) по золотистому стафилококку.

При исследовании инструментария на стерильность нестандартных проб не выявлено.

Выводы.

1. Наибольшее число контрольных исследований микробной обсемененности окружающей среды как в ходе производственного контроля, так и по эпидемическим показаниям в онкологическом центре проводится в хирургических отделениях.

2. Частота проб с условно – патогенной и патогенной микрофлорой по эпидемическим показаниям превышала в несколько раз долю нестандартных проб при исследовании объектов внешней среды в ходе производственного контроля.

Таким образом, микробиологический мониторинг, ориентированный на активное выявление внутрибольничных штаммов патогенов, проводимый по эпидемическим показаниям, более полно отражает эпидемическую ситуацию в стационаре. Изменение подходов к бактериологическому лабораторному контролю объектов внешней среды в структурных подразделениях позволит сделать его более эффективным и снизить затраты на его проведение.

Литература

1. CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) / Guidelines for environmental infection control in health-care facilities: Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Committee (HICPAC) // Morbidity and Mortality: Weekly Report. – 2006. – Vol. 52, № 10, – P. 1 – 42.

2. Conly, J. M. Physical plant design and engineering controls to reduce hospital-acquired infections / J. M. Conly, B. L. Johnston // Can. J. Infect. Dis. Med. Microbiol. – 2006. – Vol. 17, № 3. – P.151 – 153.

3. Morrison, J. Development of a resourse model for infection prevention and control programs in acute, long term, and home care setting / J. Morrison // Conference proceedings of the Infection Prevention and Control Alliance. Am. J. Infect. Control. – 2004. – Vol. 32. –P.2 – 6.

4. Оценка потенциального риска возникновения внутрибольничных инфекций и алгоритм проведения микробиологического мониторинга в учреждениях родовспоможения: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 24.12.2011 / О. В. Тонко и [др.]; БелМАПО, – Минск, 2011. – 37 с.

Поступила 01.06.2012

ROUTINE BACTERIOLOGICAL CONTROL OF ENVIRONMENTAL OBJECTS ONCOLOGY HOSPITAL AS A STAGE MICROBIOLOGICAL MONITORING

*Tonko O.V., *Loginova A.U., Kolomiets N.D., *Dolgina U.N.*

The Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk

**N.N. Aleksandrov Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology, Lesnoy*

A complete rejection of the microbiological monitoring of the hospital environment contributes to the circulation of microorganisms in the hospital, so there is a need to monitor levels of microbial contamination of hospital environment objects. The system bacteriological monitoring of

environmental objects oncology clinic can be simplified. Routine sanitary and microbiological control of the hospital environment little information. Studies should be conducted on epidemic indications, focused on active detection of nosocomial strains of microorganisms.

Keywords: microbiological monitoring, oncology clinic, production control, epidemic indication.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Тотанов Ж.С., Черепанова Л.Ю., Ташметов К.К.,
Глубоковских Л.К., Шайсултанов К.Ш.
Научный центр гигиены и эпидемиологии им. Х. Жуматова
г. Алматы, Республика Казахстан

Реферат. В работе представлены результаты изучения содержания тяжелых металлов в почве сельских территорий крупного зерносеющего региона и особенности их миграции из почвы в зерновые культуры на различных стадиях вегетации.

Ключевые слова: окружающая среда, почва, вода, тяжелые металлы, сельскохозяйственный регион.

Введение. Одним из распространенных видов антропогенного загрязнения окружающей среды является поступление в почву тяжелых металлов. Актуальность проблемы заключается в том, что поступление токсикантов в организм человека происходит чаще всего по сложным системам: почва – растение – человек; почва – растение – животное – человек; почва – вода – человек; почва – атмосферный воздух – человек. Загрязнение объектов окружающей среды тяжелыми металлами в сельской местности происходит в основном за счет применения пестицидов и минеральных удобрений, содержащих в своем составе тяжелые металлы, такие как ртуть, свинец. Также значительный вклад в загрязнение почвы вносят продукты сгорания топлива местных котельных, орошение земледельческих угодий сточными водами, внесение в почву в качестве удобрений ила станций очистки сточных вод, автомобильные выхлопы отработанных газов сельхозтехники [1].

В Республике Казахстан огромные территории отводятся под различные сельскохозяйственные культуры. Ежегодно для увеличения урожайности в почву вносятся самые различные пестициды, минеральные удобрения, которые, имея в своем составе определенное количество тяжелых металлов, загрязняют ими почвенный покров. Кроме того, эти токси-

канты, поступая из почвы в растения, передаются по трофическим цепям и, попадая в продукты питания, в итоге оказывают вредное воздействие на здоровье человека. Присутствие тяжелых металлов в пищевых продуктах в количествах, в 2-3 раза превышающих фоновые, нежелательно, а в превышающих ПДК – недопустимо. В связи с этим изучение загрязнения почв, вод, растений и сельскохозяйственной продукции различными химическими токсикантами является крайне актуальным, так как позволяет судить о качестве сельскохозяйственной продукции и ее экологической чистоте.

Целью данного исследования явилось изучение содержания тяжелых металлов в почве зерносеющих районов Акмолинской области и возможности накопления их в растениях пшеницы, выращенной в данном регионе на разных этапах вегетации.

Материал и методы исследований. Для выполнения поставленной цели был проведен анализ содержания тяжелых металлов в почве и зерновых культурах, выращенных на сельскохозяйственных площадях трех зерносеющих районов Акмолинской области Казахстана, где производство товарного зерна является традиционным видом хозяйственной деятельности. Для исследования были выбраны районы, удаленные от крупных промышленных предприятий и магистральных автострад. Всего обследованием были охвачены территории 12 зерносеющих хозяйств: 4 хозяйства по Атбасарскому району, 3 – по Аккольскому району и 5 хозяйств по Зерендинскому району.

Отбор проб почвы и растений пшеницы в разные стадии вегетации производился с мая по сентябрь месяцы. Всего было отобрано 612 проб. Определение содержания тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Mo, Ni, Cr, V, Mn, Fe) в отобранных образцах проводили с применением атомно-эмиссионного спектрального метода. Всего выполнено 5508 элементоопределений тяжелых металлов.

Результаты и их обсуждение. Распределение тяжелых металлов по поверхности почвы определяется многими факторами. Оно зависит от особенностей источников загрязнения, метеорологических особенностей, геохимических факторов и ландшафтной обстановки региона в целом [2].

Географически Акмолинская область расположена в центральной части Республики Казахстан и является ее зерновой житницей. Климатические условия региона являются определяющим фактором специализации сельскохозяйственного производства и оказывают существенное влияние на условия окружающей среды и здоровье населения. Характерной особенностью климата Акмолинской области является резкая континентальность, которому присущи холодная длительная зима, быстро сменяющаяся жарким засушливым летом. Наряду с этим, в каждом сезоне наблюдаются значительные колебания температуры воздуха, в результате которых суточные амплитуды достигают 30 °С. Годовое количество осадков в среднем составляет 300 мм и из года в года колеблется в достаточно широком диапазоне.

Температура и влажность почвы, ее кислотность (pH среды), бактериальная обсемененность, содержание гумуса являются ведущими факторами, от которых зависит токсичность, миграция, детоксикация, образование метаболитов тяжелых металлов в почве. Кислые почвы обладают значительно меньшей способностью удерживать тяжелые металлы, чем нейтральные. Щелочная среда почвы, а также способность сорбироваться минеральными и органическими веществами является одной из основных причин накопления ТМ в верхних слоях почвы. В связи с этим нами также определялась реакция почвы и содержание в ней гумуса [3]. Почвы исследованных районов имеют слабощелочную среду (их pH не превышает 8,5), а концентрация гумуса колеблется в пределах от 2 % до 4,5 %. Они обладают потенциальной способностью сорбировать и накапливать тяжелые металлы. В этой связи представляется особенно необходимым проводить постоянный аналитический контроль концентрации тяжелых металлов в почве.

В таблице 1 представлены средние значения содержания тяжелых металлов в почве исследуемых районов Акмолинской области.

Таблица 1 - Среднее содержание тяжелых металлов в почве зерносеющих районов Акмолинской области

Место отбора проб (район)	Содержание металлов, мг/кг								
	Pb	Zn	Cu	Mo	Ni	Cr	V	Mn	Fe*
Атбасарский	16,3	74,8	18,3	1,4	66,1	62,4	107,1	617,6	4,4
Зерендинский	19,7	79,5	18,2	1,5	68,1	66,7	111,6	637,8	4,4
Аккольский	21,4	101,7	22,6	1,4	65,0	59,2	95,0	735,8	4,5
ПДК**	32 вал., в т.ч. 20 общ.	23 тр.	23 общ.	-	4 общ.	6 общ.	150 общ.	1500 общ.	-
Среднее содержание в почвах мира***	2–40	30–220	1–100	2	10–40	20	100	100–4000	3,8

Примечания:
1. * — Содержание железа в почве приведено в процентах.
2. ** — Приведены по Е.И.Гончарук, Г.И. Сидоренко [4] Условные обозначения лимитирующих показателей: вал.- валовый; тр. – транслокационный; общ. – общесанитарный.
3. *** — Приведены по Э.И. Грановскому, Б.А. Неменко [5].

Из данных таблицы видно, что среднее содержание тяжелых металлов существенно ниже максимальных кларковых значений. Исключение составляют хром, никель и железо, концентрация которых превышает этот показатель в 3,1, 1,7 и 1,2 раза соответственно, что, по-видимому, объясняется геохимическими процессами почвообразования в изучаемом регионе. При сравнении полученных данных с предельно допустимыми концентрациями тяже-

лых металлов в почве, можно отметить существенные различия. Так, марганец, свинец, ванадий и медь содержатся в исследуемых почвах в концентрациях ниже ПДК в 2,3, 1,7, 1,4 и 1,2 раза соответственно. В то же время, никель, хром и цинк в несколько раз превышают их средние концентрации в почвах мира.

Однако нужно указать, что пороговые концентрации для всех ТМ в почве (кроме цинка) приведены в таблице по общесанитарному показателю вредности, который характеризует процессы изменения биологической активности почвы и показателей ее самоочищения от органических загрязнителей. А для цинка - лимитирующий показатель установлен по транслокационному показателю вредности, определяющему ту максимальную концентрацию этого элемента в почве, при которой накопление его в фитомассе растений к моменту сбора урожая не превысит установленных ПДК.

Для оценки степени опасности загрязнения почвы тяжелыми металлами на основании полученных результатов по содержанию ТМ в почве нами был произведен расчет комплексного показателя ее загрязнения (К), по известной формуле [5]:

$$K=\sum^{n} C_i / ПДК_i ,$$

где

n – число определяемых элементов

C_i – фактическое содержание металла в почве

Определение комплексного показателя загрязнения почвы тяжелыми металлами проводили для каждого класса опасности в отдельности. Комплексный показатель загрязнения почвы К должен быть меньше или равен числу определяемых элементов ($K \leq n$) в тех случаях, когда почвы относительно «чистые».

Рассчитанный, по приведенной выше формуле, комплексный показатель загрязнения почвы (К) для каждого элемента 1-го и 2-го классов опасности суммировался внутри класса. Результаты исследований и расчет загрязнения почвы по всем трем исследуемым районам тяжелыми металлами первого класса опасности (свинец, цинк) приведены в таблице 2.

Как видно из данных таблицы во всех изученных районах этот показатель меньше двух ($K<2$) и почву исследованных районов по содержанию в ней свинца и цинка можно считать чистой, т.е. отнести к категории загрязнения – «допустимая». При этом более чистыми оказались пробы почв из Атбасарского района, затем Зерендинского и Аккольского.

Таблица 2 - Комплексный показатель загрязнения почв районов Акмолинской области металлами 1-го класса опасности (свинец, цинк)

Район	К	Число определяемых элементов	Категория загрязнения
Атбасарский	1,07	2	Допустимая
Зерендинский	1,24	2	Допустимая
Аккольский	1,59	2	Допустимая

Расчетные показатели загрязнения почвы тяжелыми металлами второго класса опасности (кобальт, никель, медь, марганец, ванадий) представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Комплексный показатель загрязнения почв районов Акмолинской области тяжелыми металлами 2-го класса опасности (кобальт, никель, медь, марганец, ванадий)

Район	К	Число определяемых элементов	Категория загрязнения
Атбасарский	6,03	5	Умеренная
Зерендинский	6,92	5	Умеренная
Аккольский	7,68	5	Умеренная

Данные таблицы показывают, что для ТМ 2-го класса опасности комплексный показатель загрязнения почвы всех исследуемых районов Акмолинской области больше 5 (при количестве определяемых элементов равному 5). Это значит, что по содержанию кобальта, никеля, меди, марганца и ванадия их нельзя отнести к категории чистых. Вместе с тем, поскольку величина этого показателя меньше 15, то по содержанию тяжелых металлов 2-го класса опасности почвы описанных выше районов Акмолинской области нужно отнести к категории - умеренно загрязненных.

Свинец, цинк, молибден, ванадий и кобальт относятся к группе металлов антропогенного происхождения. В сельской местности эти металлы могут поступать в окружающую среду в виде пыли и золы при сжигании каменного угля в целях отопления. Кроме того, источником молибдена и цинка являются применяемые удобрения, а свинца – выхлопные газы автотранспорта.

На основании проведенных исследований и расчетов, а также анализа полученных результатов можно заключить, что по содержанию свинца и цинка, т. е. тех ТМ, которые являются ведущими загрязнителями окружающей среды, почвы изученных районов являются относительно чистыми (концентрация указанных ТМ в них меньше ПДК). Это подтверждает и, рассчитанный нами, комплексный показатель загрязнения почв изученных районов Акмолинской области.

Превышение среднемирового уровня концентраций ТМ в пробах почв всех исследованных районов отмечается только по таким элементам, как никель, хром, кобальт и железо. Поскольку в данных районах отсутствуют крупные промышленные предприятия, а, следовательно, пылевые и газовые выбросы, которые могут содержать указанные загрязнители, то относительно высокая их концентрация, по-видимому, связана с природными аномалиями и биогеохимическими процессами почвообразования.

Для выявления степени миграции тяжелых металлов из почвы в растения было определено их содержание в зерне пшеницы, выращенной на исследуемых территориях. Анализ проводился в сравнении с предельно допустимыми концентрациями, а в случае их отсутст-

вия – со средним содержанием или кларковыми уровнями. Полученные результаты, приведенные в таблице 4, показали, что, несмотря на повышенное содержание ряда тяжелых металлов в почве как по кларку (хром, никель, железо), так и в сравнении с ПДК (хром, никель, цинк), концентрации всех исследуемых ТМ в зерне пшеницы оказались существенно ниже допустимого уровня для зерновых культур. Так, содержание свинца – в 1,7; цинка – в 2,7; меди – в 2,5; молибдена – в 1,8; никеля – в 1,6; хрома – в 1,2; железа – в 1,5 раза меньше ПДК, а содержание марганца - в 1,5 раза ниже установленного среднего показателя.

Таблица 4 - Среднее содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы районов Акмолинской области

Место отбора проб (район)	Содержание металлов, мг/кг								
	Pb	Zn	Cu	Mo	Ni	Cr	V	Mn	Fe
Атбасарский	0,32	17,76	2,99	0,27	0,21	0,47	0,36	25,83	32,99
Зерендинский	0,29	19,69	4,54	0,28	0,40	0,45	0,23	27,94	36,13
Аккольский	0,28	17,14	4,65	0,28	0,31	0,34	0,45	23,77	31,48
ПДК	0,5	50,0	10,0	0,5	0,5	0,5	-	-	50,0
Кларковое содержание	-	-	-	-	-	-	0,15	40,0	-

При этом нужно отметить, что по содержанию тяжелых металлов образцы зерна пшеницы, выращенной в трех районах Акмолинской области, между собой существенно не отличаются, что объясняется однотипным процессом миграции химических элементов из почвы в растения в близких почвенно-климатических и погодных условиях данного региона. При этом концентрации исследованных ТМ во всех случаях ниже ПДК.

Известно, что мобильность тяжелых металлов и, следовательно, токсичность их для растений в условиях загрязнения зависит от многих компонентов и свойств почвы, обуславливающих ее буферность и защитные свойства. Возможности перевода токсикантов в малоподвижное состояние неодинаковы у разных почв. Кислые почвы, содержащие небольшое количество ила и гумуса, обладают меньшей способностью удерживать тяжелые металлы. Так, цинк, никель и медь, демонстрируя энергичную миграцию в кислых почвенных растворах, малоподвижны в нейтральных и слабощелочных почвах, особенно в форме катионов [1].

Поскольку почвы исследуемых районов Акмолинской области, по результатам наших исследований, имеют нейтральную и слабощелочную среду (pH не превышает 8,5), а концентрация гумуса колеблется в пределах от 4 % до 8,5 %, то достаточно низкое содержание хрома, никеля, цинка и железа в зерне пшеницы при избытке этих химических элементов в почве, вполне объяснимо.

Поступление тяжелых металлов в растения происходит в течение всего вегетационного периода. Известно, что степень накопления разных ТМ в отдельных частях растений неодинакова. Нами изучена закономерность распределения тяжелых металлов в пшенице по

фазам развития растения, а именно, в ростках (стадия кущения и выхода в трубку) и в зерне (стадия спелости). Накопление ТМ в пшенице было показано на примере таких металлов как свинец, цинк и медь, первый из которых является приоритетным загрязнителем, подлежащим первоочередному контролю в пищевых продуктах.

На основании результатов анализа установлено, что подвижность тяжелых металлов в исследуемых почвах невелика. Концентрация всех определенных элементов в наземных частях растений пшеницы значительно ниже, чем в пахотном слое почвы (таблица 5).

Как выяснилось, свинец обнаруживает наименьшую способность мигрировать из почвы в растения; его содержание в зеленой массе ростков пшеницы в среднем по трем районам в 66 раз ниже, чем в почве полей, на которых она выращена. Так же выявлено, что содержание свинца в зерне пшеницы в 1,7 раза меньше по сравнению с его концентрацией в зеленой массе растения. В то же время, поступление меди и цинка из почвы в растения, по всей видимости, происходит быстрее, так как концентрация этих элементов в зеленой массе ростков пшеницы в среднем только в 4–6 раз меньше чем в почве. Относительно накопления цинка в зерне пшеницы наблюдается следующая картина: содержание его в ростках пшеницы составило в среднем 18,2 мг/кг, а в зерне – 21,1 мг/кг, т. е увеличилось в 1,2 раза.

Таким образом, в отношении накопления свинца и цинка в зерне пшеницы наблюдалась обратная зависимость – концентрация свинца в зерне пшеницы в 1,7 раза уменьшается, а цинка – в 1,2 раза возрастает по отношению к концентрации этих элементов в зеленой массе данного злака. Что касается меди, то средняя концентрация этого металла на исследуемых стадиях развития растения оставалась примерно на одном уровне (4,06 мг/кг – ростки, 3,81 мг/кг – зерно). Однако надо заметить, что в Атбасарском и Аккольском районах наблюдалась тенденция к увеличению меди в зерне по сравнению с зеленой массой растений пшеницы.

Таблица 5 - Содержание тяжелых металлов в почве и пшенице зерносеющих районов Акмолинской области

Район	Содержание металлов, мг/кг								
	Pb			Cu			Zn		
	почва	рост-ки	зерно	почва	рост-ки	зерно	почва	ростки	зерно
Атбасарский	16,27± 2,12	0,32± 0,05	0,13± 0,01	18,33± 2,12	3,00± 0,46	3,16± 0,24	67,90± 5,80	17,76± 2,65	23,9 ±4,29
Зерендинский	19,68± 2,48	0,28± 0,05	0,17± 0,02	18,24± 2,95	4,53± 0,67	3,26± 0,71	79,46± 11,80	19,69± 2,88	20,29 ±3,21
Аккольский	21,41± 2,47	0,28± 0,04	0,20± 0,02	20,50± 1,95	4,65± 0,80	5,01± 0,74	101,68 ±10,48	17,14± 2,73	19,02 ±3,12
Среднее по 3 районам	19,12± 2,36	0,29± 0,043	0,17± 0,15	19,02± 2,34	4,06± 0,64	3,81± 0,32	83,01± 9,36	18,20± 2,75	21,07 ±3,54
*	-	0,30	0,20	-	4,10	6,30	-	34,10	51,12

Продолжение таблицы 5

ПДК	32	-	0,5	23	-	10,0	23	-	50,0

Примечание: —* — По Шестаковой Г.А., Грановскому Э.И. и др. Снижение поступления свинца, цинка и меди в растения пшеницы, выращенной в условиях антропогенной биогеохимической провинции //Гигиена окружающей среды. – Алма-Ата, 1985. – С. 21 – 27.

Заключение. Анализ проведенных исследований по загрязнению приоритетными тяжелыми металлами объектов окружающей среды и зерновой сельскохозяйственной продукции крупного зерносеющего региона позволил сделать следующие выводы:

1. Почвы исследованных районов обладают потенциальной способностью сорбировать и накапливать тяжелые металлы, что обусловлено их слабощелочной реакцией и низкой концентрацией гумуса, что диктует необходимость проводить постоянный аналитический контроль концентрации в почве тяжелых металлов.

2. Имеет место загрязнение почвы всех исследованных районов Акмолинской области такими тяжелыми металлами, как: никель, хром, кобальт, железо. Поскольку в данных районах отсутствуют крупные промышленные предприятия, а, следовательно, пылевые и газовые выбросы, которые могут содержать указанные загрязнители, то относительно высокая концентрация их, по-видимому, связана с природными аномалиями и биогеохимическими процессами почвообразования.

3. Комплексный показатель опасности загрязнения почв исследованных районов металлами 1-го класса опасности (свинец, цинк) характеризует степень загрязнения почв как «допустимая»; а тяжелыми металлами 2-го класса опасности (кобальт, никель, медь, марганец, ванадий) – как «умеренно загрязненная»; имеет место повышенное содержание в почве никеля, хрома, кобальта и железа от 1.1 до 3 раз их естественного содержания в почве, что можно объяснить биогеохимическими процессами почвообразования.

4. Уровень накопления тяжелых металлов в образцах зерна пшеницы существенно ниже предельно допустимых нормативов и по всем трем районам Акмолинской области между собой существенно не отличается.

Литература

1. Мудрый, И. В. Тяжелые металлы в системе почва-растение-человек (обзор) / И. В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 1997. – № 1. – С. 14 – 17.

2. Рощин, А. В. Загрязнение окружающей среды металлами // Металлы. Гигиенические аспекты: сб. науч. тр. – М., 1999. – С.125 – 128.

3. Перцовская, А. Ф. Влияние тяжелых металлов на биосистемы почвы в зависимости от ее pH / А. Ф. Перцовская, Е. Л. Паникова, Н. Л. Великанов // Гигиена и санитария. – 1987. – № 4. – С.14 – 17.

4. Гончарук, Е. И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве / Е. И. Гончарук, Г. И. Сидоренко. – М. : Медицина, 1986. – 320 с.

5. Грановский, Э. И. Современные методы определения тяжелых металлов и их применение для биологического мониторинга / Э. И. Грановский, Б. А. Неменко. – Алма-Ата, 1990.– 95 с.

Поступила 24.07.2012

PECULIARITIES OF HEAVY METAL MIGRATION IN THE SOIL-PLANT SYSTEM UNDER THE CONDITIONS OF HIGH AGRICULTURE

Totanov Zh.S., Cherepanova L.Yu., Tashmetov K.K., Glubokovskikh L.K., Shaisultanov K.Sh., Khabdulina Z.K.

Scientific Centre of Hygiene and Epidemiology Named after Kh. Zhumatov, Almaty, Republic of Kazakhstan

The article presents the results of study of heavy metal content in the soil of rural territories of a large grain-sowing region. Peculiarities of heavy metal migration from soil to cereal crops at different stages of vegetation development are shown.

Keywords: environment, soil, heavy metal, agricultural region.

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫМИ ТОМОГРАФАМИ

Худницкий С.С., Кушнерова М.В., Арбузов И.В., Соловьева И.В., Быкова Н.П., Запорожченко А.А., Жилевич И.М.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В статье рассматриваются особенности измерения постоянного магнитного поля (далее – ПМП), создаваемого магнитно-резонансными томографами (далее – МРТ), с использованием различных типов («С», «М») датчиков в трех осях (X, Y, Z), обосновывается необходимость получения результирующего (полного) вектора магнитной индукции ПМП, дается гигиеническая оценка результатов измерений, проводится сравнение результатов измерений в зависимости от типа датчика («С», «М»), оси измерения по отношению к полному (результирующему) вектору ПМП.

Ключевые слова: ПМП, магнитная индукция, полный (результирующий) вектор ПМП, методология измерения ПМП, гигиеническая оценка

Введение. Интенсивное развитие технологий, разработка новых материалов, совершенствование компьютерной техники привели в последние три десятилетия к появлению целого ряда принципиально новых неинвазивных методов исследования, которые позволяют тем или иным способом увидеть сечение органов, изучить их анатомическое строение, взаиморасположение и провести необходимые измерения. К таким методам, в частности, относится МРТ, основанная на явлении ядерно-магнитного резонанса (далее – ЯМР).

Технология МРТ достаточно сложна: используется эффект резонансного поглощения атомами электромагнитных волн. Человека помещают в создаваемое аппаратом магнитное поле. При этом молекулы в организме разворачиваются согласно направлению магнитного поля. После этого радиоволной проводят сканирование. Изменение состояния молекул фиксируется на специальной матрице и передается в компьютер, где проводится обработка полученных данных. В отличие от компьютерной томографии МРТ позволяет получить изображение патологического процесса в разных плоскостях. Магнитно-резонансный томограф по своему внешнему виду похож на компьютерный. Исследование проходит так же, как и компьютерная томография и обычно занимает не менее 1 часа.

Развитие МРТ привело к созданию систем МР-томографов, которые построены на открытых сверхпроводящих магнита: вертикального типа с напряженностью 0,6–2 Тл. Одновременно продолжается совершенствование МР-систем открытого типа на постоянных магнитах с напряженностью на уровне 0,3 Тл при весе магнита до 20 тонн. Еще одной тенденцией является создание малых МР-систем для исследования конечностей для диагностики остеопороза. Малый диаметр магнита позволяет существенно удешевить систему при высоком качестве изображения.

Наивысшим достижением в области МРЕ по-прежнему являются сверхпроводящие томографы с напряженностью 3–4 Тл, позволяющие проводить исследования всего тела. Особенно большое расширение диагностических возможностей в таких системах достигается при исследовании головного мозга. Широко развивается МР-антиография, создаются магнитно-контрастные препараты на базе соединений гадолиния.

Технические характеристики МРТ

В зависимости от величины постоянного магнитного поля различают несколько типов магнитно-резонансных томографов:

– со слабым полем – 0,1–0,5 Тл;

– со средним полем – 0,5–1,0 Тл:

– с сильным полем 1,0–2,0 Тл;

– со сверхсильным полем – > 2,0 Тл.

По принципу действия различают три основных вида магнитов, применяемых для создания постоянного МП: постоянные, резистивные и сверхпроводящие.

Наиболее чувствительными к воздействию ПМП являются системы, выполняющие регуляторные функции (нервная, сердечно-сосудистая, нейроэндокринная и др.). Отечественными учеными описаны изменения в состоянии здоровья лиц, работающих в условиях воздействия ПМП 20–100 мТл.

Эти изменения проявляются в форме вегетососудистых дистоний, астено-вегетативного и периферического вазовегетативного синдромов или их сочетания и характеризуются вегетативными, трофическими, сенситивными расстройствами в дистальном отделе рук, изредка сопровождающимися легкими двигательными и рефлекторными нарушениями. Для работающих в условиях повышенных уровней ПМП характерны субъективные жалобы астенического характера, функциональные сдвиги со стороны сердечно-сосудистой системы (брадикардия, иногда тахикардия, изменение на ЭКГ зубца Т), тенденция к гипотонии. В картине крови отмечается тенденция к снижению количества эритроцитов и содержания гемоглобина, а также умеренный лейко- и лимфоцитоз.

Материал и методы исследований. Целью данной работы являлась разработка новой методологии измерения и гигиенической оценки магнитной индукции постоянного магнитного поля вокруг МРТ. Исследования проводились в г.г. Минск, Витебск, Гродно, Могилев, Гомель, в которых установлены различные по интенсивности ПМП МРТ от 0,14 до 1,5 Тл. Измерения магнитной индукции ПМП проводились прибором ТП2-2У с помощью одноосевых датчиков (зондов) типа «М» и «С» в пяти зонах вокруг МРТ (1. внутри магнита, 2. в зоне контакта рук персонала с панелью управления, 3. в зоне у магнита, 4. в зоне в центре стола пациента, 5. в зоне ног пациента (см. рисунок 1). МРТ – 0,14; 0,2; 1,0; 1,5 Тл

Т. 2 – при контакте рук персонала с панелью управления

Т. 1 – внутри магнита

Т. 3 – зона у магнита

Т. 4 – зона в центре стола пациента

Т. 5 – в зоне ног пациента

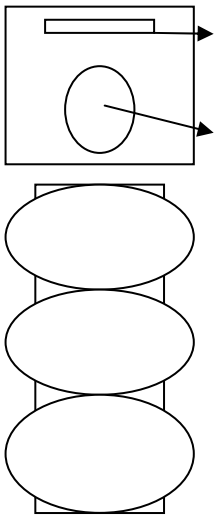


Рисунок 1 – Схема расположения точек измерения ПМП вокруг МРТ

Таблица 1 – Магнитно-резонансный томограф «Образ» (Россия) – 0,14 Тл, магнитная индукция ПМП

Место измерения, точка	Круглый датчик «С» (соленоид), мТл				Плоский датчик «М» (магнит), мТл			
	Ось измерения			Полный результирующий вектор	Ось измерения			Полный результирующий вектор
	X	Y	Z		X	Y	Z	
1	100,4	8,8	23,2 Δ	114 11,4	25, 4	105,2	38,1 Δ	125 20,2
2	24,3	6,4	18,2 Δ	30,2 6,1	16, 7	17,1	14,3 Δ	25 8,1
3	13,8	5,0	13,7 Δ	20,4 6,6	10, 3	8,0	2,5 Δ	13,4 3,2
4	2,2	6,1	2,6	6,85	4,7	2,8	5,1	7,48
5	2,2	3,4	2,2	4,69	2,8	2,3	31	4,9
ПДУ	10 мТл				10 мТл			

Таблица 2 – Магнитно-резонансный томограф – 0,2 Тл, Россия, магнитная индукция ПМП

Место измерения, точка	Круглый датчик «С» (соленоид), мТл				Плоский датчик «М» (магнит), мТл			
	Ось измерения			Полный результирующий вектор	Ось измерения			Полный результирующий вектор
	X	Y	Z		X	Y	Z	
1	37,7	32,3	198,3 Δ	204,4 6,1	170	38	31 Δ	176,9 6,9
2	15,6	6,8	8,4 Δ	25,8 10,2	16,2	4,15	25,7 Δ	30,7 5,0
3	13,7	5,8	4,2 Δ	15,5 1,7	10,4	1,81	14,5 Δ	18,0 3,5
4	2,62	2,26	2,54	4,5	2,95	2,29	1,98	4,36
5	1,86	1,77	1,98	3,5	2,09	2,07	1,97	3,74
ПДУ	10 мТл				10 мТл			

Таблица 3 – Магнитно-резонансный томограф 0,2 Тл GE, США, магнитная индукция ПМП

Место измерения, точка	Круглый датчик «С» (соленоид), мТл				Плоский датчик «М» (магнит), мТл			
	Ось измерения			Полный результирующий вектор	Ось измерения			Полный результирующий вектор
	X	Y	Z		X	Y	Z	
1	37,7	32,3	190,3 Δ	205,7 15,4	170	39	31 Δ	195,9 25,9
2	16,8	4,9	24,7 Δ	28,5 4,0	16,2	4,5	25,7 Δ	30,7 4,3
3	13,7	5,8	4,2 Δ	17,5 3,0	10,4	4,8	17,5 Δ	19,8 2,3
4	2,62	2,26	2,54	4,95	2,95	2,29	1,98	4,52
5	1,86	1,77	1,98	3,54	20,9	2,07	1,97	3,74
ПДУ	10 мТл				10 мТл			

Таблица 4 – Магнитно-резонансный томограф 1,0 Тл (Philips), магнитная индукция ПМП

Место измерения, точка	Круглый датчик «С» (соленоид), мТл				Плоский датчик «М» (магнит), мТл			
	Ось измерения			Полный результирующий вектор	Ось измерения			Полный результирующий вектор
	X	Y	Z		X	Y	Z	
1	95,2	854,1	135,2 Δ	997,6 143,5	169,2	68,4	853,3 Δ	995,4 143,1
2	45,1	9,9	175,9 Δ	254,7 88,8	63,3	59,2	178,8 Δ	250,3 81,5
3	193	118	106 Δ	225,1 107,1	47,3	333	35,5 Δ	360,4 27,4
4	3,85	7,3	9,85	19,8	4,8	8,7	9,37	20,2
5	2,23	3,05	2,24	6,78	1,8	2,9	2,0	5,84
ПДУ	10 мТл				10 мТл			

Таблица 5 – Магнитно-резонансный томограф 1,5 Тл (Philips), магнитная индукция ПМП

Место измерения, точка	Круглый датчик «С» (соленоид), мТл				Плоский датчик «М» (магнит), мТл			
	Ось измерения			Полный результирующий вектор	Ось измерения			Полный результирующий вектор
	X	Y	Z		X	Y	Z	
1	1288,7	436,7	125 Δ	1365,7 77,0	753,7	1235,3	496,7 Δ	1585,7 360,4
2	62,7	187,3	86,8 Δ	215,7 28,4	61,1	119,3	298 Δ	326,8 28,8
3	111,1	31,0	69,7 Δ	243,7 74,0	164,7	287,0	69,7 Δ	338,2 51,2
4	3,5	9,5	5,4	11,5	5,3	6,7	7,8	11,5
5	0,6	2,3	0,3	2,66	1,4	0,6	0,7	1,6
ПДУ	10 мТл				10 мТл			

Результирующий (полный) вектор ПМП с учетом всех осей (X+Y+Z)

Измерение 2 датчиками обязательно или изотропным (3-х осевым) датчиком

Измерения проводились каждым из зондов «М» и «С» отдельно путем поиска максимального значения в каждой из осей X, Y, Z и в каждой из пяти зон. Результирующий (полный) вектор магнитной индукции ПМП рассчитывали по формуле:

$$PB = \sqrt{(x)^2+(y)^2+(z)^2}$$

Расчет полного результирующего вектора был обоснован на том, что в любой точке пространства человек подвергается воздействию ПМП не по одной из осей (X, Y, Z), а воз-

действию во всех осях, в связи с чем необходим расчет полного вектора ПМП и последующее его сравнение с ПДУ.

Результаты и их обсуждение. При измерении магнитной индукции ПМП от МРТ – 0,14 Тл максимальные уровни регистрируются по оси X – 100,4 мТл при измерении датчиком «С» и по оси «У» – 105,2 мТл при измерении датчиком «М» внутри магнита. В зоне контакта рук персонала с панелью управления уровни магнитной индукции ПМП снижаются и составляют от 14 до 24,3 мТл, а в зоне у магнита составляют от 2,5 до 13,8 мТл.

В центре стола пациента уровни магнитной индукции ПМП составляют от 2,2 до 6,1 мТл. В зоне ног пациента уровни магнитной индукции ПМП не превышают 2,2–3,4 мТл.

Полный, результирующий вектор магнитной индукции ПМП регистрируется внутри магнита и достигает 104–125 мТл и отличается от максимального уровня, регистрируемого на одной из осей (X, У), на 11,4–20,2 мТл (см. таблицу 1).

При измерении магнитной индукции ПМП от МРТ – 0,2 Тл максимальные уровни регистрируются по оси Z – 190,3-198,3 мТл при измерении датчиком «С» и по оси «X» - 170 мТл при измерении датчиком «М» внутри магнита. В зоне контакта рук персонала с панелью управления уровни магнитной индукции ПМП снижаются и составляют от 8,4 до 25,7 мТл, а в зоне у магнита составляют от 4,8 до 17,5 мТл.

В центре стола пациента уровни магнитной индукции ПМП составляют от 1,98 до 2.95 мТл. В зоне ног пациента уровни магнитной индукции ПМП колеблются в пределах от 1,77 до 2,1 мТл.

Полный результирующий вектор магнитной индукции ПМП регистрируется внутри магнита МРТ 0,2 Тл и достигает 196–204,4 мТл и отличается от максимального уровня, регистрируемого по одной из осей (Z, X), на 7,0-26,0 мТл (см. таблицы 2–3).

При измерении магнитной индукции ПМП от МРТ – 1,0 Тл максимальные уровни регистрируются на оси У – 854,1 мТл при измерении датчиком «С» и по оси Z – 853,3 мТл при измерении датчиком «М» внутри магнита. В зоне контакта рук персонала с панелью управления МРТ уровни магнитной индукции ПМП снижаются и составляют 45,1–178,8 мТл (при ПДУ – 10 мТл). В зоне у магнита уровни магнитной индукции ПМП в зависимости от датчика колеблются в пределах от 106 до 193 мТл – зонд «С» и от 47,3 до 333 мТл – зонд «М». В зоне контакта руки персонала с панелью управления уровни магнитной индукции ПМП снижаются и составляют от 45,1 до 178,8 мТл. В центре стола пациента уровни магнитной индукции ПМП составляют от 3,85 до 9,85 мТл. В зоне ног пациента уровни магнитной индукции ПМП не превышают 2,23–3,05 мТл. Полный, результирующий вектор магнитной индукции ПМП регистрируется внутри магнита и достигает 995,4–997,6 мТл и отличается от максимального уровня, регистрируемого по одной из осей (У, Z), на 143,1–243,5 мТл (см. таблицу 4).

При измерении магнитной индукции ПМП от МРТ – 1,5 Тл максимальные уровни регистрируются по оси Х – 1288,7 мТл при измерении датчиком «С» и по оси У – 1235,3 мТл при измерении датчиком «М» внутри магнита.

В зоне контакта рук персонала с панелью управления МРТ уровни магнитной индукции ПМП снижаются и составляют от 61,1 до 298 мТл.

В зоне у магнита уровни магнитной индукции ПМП составляют от 69,7 до 287 мТл.

В центре стола пациента уровни магнитной индукции ПМП составляют от 3,5 до 9,5 мТл.

В зоне ног пациента уровни магнитной индукции ПМП не превышают 0,6-2,3 мТл.

Полный, результирующий вектор магнитной индукции ПМП регистрируется внутри магнита и достигает 1365,7–1585,7 мТл и отличается от максимального уровня, регистрируемого по одной из осей (Х,У), на 7,1- 360,4 мТл (см. таблицу 5).

Заключение. В результате проведенных исследований установлено следующее.

1. Превышение ПДУ магнитной индукции ПМП при работе МРТ зарегистрировано внутри магнита, в зоне контакта рук персонала с панелью управления, у магнита.

2. Величина превышения ПДУ магнитной индукции ПМП больше у МРТ с напряжением 1,0 и 1,5 Тл по сравнению с МРТ – 0,14 и 0,2 Тл.

3. Различия в уровнях магнитной индукции ПМП при измерении по осям (Z, X, У) и по полному результирующему вектору ПМП могут достигать от 11,4 до 360,4 мТл.

4. Гигиеническая оценка магнитной индукции ПМП по полному результирующему вектору ПМП является более адекватной и обоснованной, т.к. учитывает одновременное воздействие на человека ПМП во всех трех осях (Z, X, У).

5. К неблагоприятным для обслуживающего персонала факторам при работе МРТ следует отнести постоянное магнитное поле, переменное электрическое и переменное магнитное поле, электрическое и магнитное поле тока промышленной частоты 50 Гц, электрическое и магнитное поле радиочастотного диапазона, шум (в том числе и тонального характера), лазерное излучение.

Литература

1. Электромагнитная безопасность человека / Ю. Р. Григорьев [и др.] / Рос. нац. комитет по защите от неионезирующих излучений. – М., 1999. – 145 с.

2. Измеров, Н. Ф. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль / Н. Ф. Измеров, Г. А. Суворов.– М. : Медицина, 2003. – 560с.: ил.

3. Российская энциклопедия по медицине труда / под ред. Н. Ф. Измерова. – М. : Медицина, 2005. – 653 с.

4. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). – Health Physics Society, [ICNIRP], 1998. (Руководство Международной комиссий по защите от неионизирующих излучений).

Поступила 06.07.2012

NEW METHODICAL APPROACHES TO THE MEASUREMENT OF MAGNETIC INDUCTION OF THE CONSTANT MAGNETIC FIELD PRODUCED BY MAGNETIC RESONANCE TOMOGRAPHY

Hudnitskij S.S., Kushnerova M.V, Arbuzov I.V., Soloveva I.V., Bykova N.P., Zaporozhchenko A.A., Zhilevich I.M.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

Characteristics of the measurement of a constant magnetic field created by magnetic resonance tomography (MRT), using different types of («C», «M») sensors in three axes (X, Y, Z), the necessity of obtaining the result (complete) of magnetic induction vector CMF provides hygienic evaluation of the measurement results, a comparison of measurement results, depending on the type of sensor («C», «M»), the measuring axis relative to the total (resultant) vector CMF.

Keywords: CMF, magnetic induction, a complete (result) vector CMF, methodology of measurement, hygienic assessment.

АНАЛИЗ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В Г. СОЛИГОРСКЕ И СОЛИГОРСКОМ РАЙОНЕ

Чаховский П.А., Аверкин Ю.И., *Веялкин И.В.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова,п. Лесной*

Реферат. В работе представлены сведения по онкологической заболеваемости в г. Солигорске и Солигорском районе.Рассчитаны стандартизованные по возрасту показатели онкозаболеваемости. Высказана гипотеза о наличии причинно-следственной связи онкологической заболеваемости с состоянием окружающей среды.

Ключевые слова: онкологическая заболеваемость, окружающая среда, канцерогены.

Введение. Исследования в области эпидемиологии рака показали, что причиной 90–95 % злокачественных новообразований являются канцерогенные факторы окружающей среды и образа жизни.

Приоритетным направлением в борьбе против рака является его первичная профилактика. Первичная профилактика направлена на предотвращение развития рака и должна быть основана на научно доказанных выводах о причинах и механизме развития опухоли, сделанных в результате экспериментальных и эпидемиологических исследований. Эффективность первичной профилактики в снижении заболеваемости злокачественными новообразованиями, причины которых известны, не вызывает сомнений. Снижение воздействия на человека канцерогенных факторов приведет к снижению заболеваемости раком, этиологически связанным с подобным воздействием [1–2].

Основой для научной разработки действенных мер, направленных на снижение заболеваемости и первичную профилактику рака, являются результаты онкоэпидемиологических исследований, направленных на оценку частоты распространения злокачественных опухолей и установление соотношения между вариациями частоты рака и условиями местной среды, что дает возможность выявить экологические факторы, отрицательно действующие на определенные группы населения, а также формировать программы по целенаправленной профилактике рака.

Успешно функционирующая в Республике Беларусь система обязательной регистрации новых случаев злокачественных новообразований позволила накопить сведения о 970 000 онкологических больных, взятых на учет, начиная с 1970 года. Такой значительный по объему материал дает возможность получить статистически достоверные сведения о территориально-временных особенностях распространения злокачественных новообразований среди населения Беларуси и ее отдельных территорий, определить основные закономерности динамики заболеваемости основных групп населения отдельными локализациями рака и, таким образом, обеспечить основу для установления факторов среды, оказывающих наибольшее влияние на формирование уровней онкологической заболеваемости. Кроме того, эти сведения позволяют не только рационально проводить нынешние мероприятия противораковой борьбы, но и с учетом изменяющейся (в сторону старения населения) демографической ситуации в Республике Беларусь и динамики заболеваемости раком отдельных локализаций среди основных групп населения осуществлять краткосрочный и долгосрочный прогнозы числа новых случаев злокачественных новообразований в этих группах. Так как невозможно избежать в обозримом будущем развития демографического перехода и старения населения, необходимо своевременно учитывать их последствия и заранее адаптировать возможности

системы здравоохранения и социального обеспечения к тому, что в ближайшие годы потребность в оказании онкологической помощи населению и облегчении участи заболевших раком будет неуклонно возрастать.

Установление причин (факторов), обуславливающих столь избыточный рост числа онкологических больных в г. Солигорске, даст возможность разработать подходы к мероприятиям в области профилактики рака.

Цель исследования – оценить онкологическую ситуацию в г. Солигорске и Солигорском районе.

Материал и методы исследований. Объектом исследования явились данные Белорусского республиканского канцер-регистра о заболевших онкологическими заболеваниями в г. Солигорске и Солигорском районе. Были рассчитаны грубые интенсивные показатели заболеваемости и стандартизованное по возрасту, календарному времени и месту жительства соотношение заболеваемости (SIR – по отношению к уровням заболеваемости в соответствующей популяции Республики Беларусь).

Результаты и их обсуждение. За период с 1970 по 2010 годы вСолигорском районе было установлено 13060 случаев злокачественных новообразований (6710 у мужчин, 6350 у женщин). При этом отмечается значительный рост числа ежегодно выявляемых случаев рака со 107 в 1970 г. до 699 в 2010 г. Среднегодовой темп прироста (АРС) равен 4,7 %. При этом АРС для мужчин (АРС = 5,29 %) выше, чем для женщин (АРС = 4,18 %). При проведении сравнения с республиканскими среднегодовыми темпами прироста отмечается более интенсивный рост числа ежегодно выявляемых случаев злокачественных новообразований **в** Солигорском районе. Так, в Республике Беларусь за исследуемый период среднегодовой темп прироста составил 2,94 % (2,77 % – у женщин и 3,12% – у мужчин).

В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями значительных различий между республиканскими и районными показателями не отмечено. В 70–80-х гг. как в Республике Беларусь, так и в Солигорском районе и г. Солигорске первые места в структуре заболеваемости занимали опухоли желудка, легких и кожи у мужчин и желудка, шейки матки, молочной железы у женщин. В 90-х гг. как вСолигорском районе и г. Солигорске, так и в Республике Беларусь отметились изменения в структуре заболеваемости: у мужчин на первое место вышли злокачественные новообразования легкого, у женщин – молочной железы, кожи, желудка. В 2000 годы продолжали наблюдаться изменения в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями в сравниваемых группах: у мужчин в этот период первые места занимают опухоли легкого, кожи, желудка, предстательной железы, у женщин – молочной железы, кожи, желудка, тела матки.

Подавляющее количество случаев злокачественных новообразований отмечается в г. Солигорске и среди сельского населения Солигорского района. В Старобине и Красной Слободе отмечается на порядок меньшее количество случаев в год, чем в Солигорске и районе, и при этом не отмечается значительного роста заболеваемости. В связи с этим далее мы будем описывать показатели заболеваемости в г. Солигорске и Солигорском районе, как наиболее статистически значимые и информативные.

При анализе распределения злокачественных новообразований по локализациям у женщин за период с 1970 по 2010 годы видно, что в г. Солигорске первое место в структуре заболеваемости всегда занимал рак молочной железы, однако если в 70-х годах второе и третье место делили опухоли шейки матки и желудка, то к 2010 г. на второе и третье места вышли новообразования кожи и ободочной кишки. Данная тенденция в целом характерна для процессов, происходящих в структуре заболеваемости городского населения республики. Наиболее высокие темпы прироста отмечаются для рака молочной железы, кожи и тела матки. Следует отметить, что четко выраженного снижения заболеваемости женщин г. Солигорска не отмечается ни для одной из локализаций. В то же время отмечается некоторая стабилизация в заболеваемости раком желудка. В последние 10 лет у женщин достоверно высокие показатели заболеваемости отмечаются для доброкачественных новообразований молочной железы (SIR 1,1(1–1,2)) и мочеполовых органов и рака ободочной кишки (SIR 1,3(1–1,5)).Приближаются к достоверно высоким показателям заболеваемость раком кожи (SIR 1,1(1–1,3)). В 1989–1991 годы достоверно высокая заболеваемость отмечалась только для злокачественных новообразований желчного пузыря (3,9(1,6–8,1)) и не уточненной первичной локализации (SIR 4,1(1,1–10,6)).

При анализе распределения злокачественных новообразований по локализациям у мужчин за период с 1970 по 2010 гг. видно, что если в 70-х годах у мужчин в г. Солигорске первое, второе и третье места в структуре заболеваемости занимали опухоли легких, желудка и ободочной кишки, то к 2010 г. первое место заняли опухоли предстательной железы, второе – рак кожи, третье – рак легких, что было вызвано резким ростом заболеваемости этими злокачественными новообразованиями с середины 90-х. Данная тенденция в целом характерна для процессов, происходящих в структуре заболеваемости городского населения республики, однако темпы прироста рака предстательной железы в последние пять лет значительно превосходят республиканские. Наиболее высокие темпы прироста отмечаются для злокачественных новообразований легких, кожи и предстательной железы. В 2010 г. рак предстательной железы занимал первое место в структуре заболеваемости. Следует отметить, что четко выраженного снижения заболеваемости мужчин г. Солигорска не отмечается ни для одной из локализаций. У женщин отмечается некоторая стабилизация в заболеваемо-

сти раком желудка. В последние 10 лет у мужчин достоверно высокие показатели заболеваемости характерны для злокачественных новообразований кожи (SIR 1,2(1,1–1,4)), предстательной железы (SIR 1,5(1,3–1,7)), плевры (SIR2,4(1,1–4,8)) и вторичных злокачественных новообразований других локализаций (SIR 3,4(1,7–6,1)).Приближаются к достоверно высоким показателям заболеваемость раком мочевого пузыря (SIR 1,2(1–1,5)), яичка (SIR 1,6(1–2,5)) и все новообразования (SIR 1,1(1–1,1)). В 1989–1991 гг. достоверно высокая заболеваемость отмечалась только для злокачественных новообразований почки (SIR 2(1,1–3,3)) и не уточненной первичной локализации (SIR 4,1(1,8–8,1)).

Анализ показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями у сельских жителей Солигорского района.

При анализе распределения злокачественных новообразований по локализациям у женщин за период с 1970 по 2010 годы установлено, что в 70-х годах в структуре заболеваемости первое место у женщин сельской местности Солигорского района занимал рак желудка, второе, третье и четвертое место занимали рак шейки матки, кожи и молочной железы соответственно. Однако к настоящему времени в структуре заболеваемости на первое место вышли рак молочной железы, кожи, желудка и яичников. Наиболее высокие темпы прироста отмечаются для рака молочной железы, кожи и ободочной кишки. Отмечается четко выраженное снижение заболеваемости женщин сельской местности Солигорского района раком желудка и шейки матки.

При анализе распределения злокачественных новообразований по локализациям у мужчин сельской местности Солигорского района за период с 1970 по 2010 гг. установлено, что если в 70-х годах у мужчин в г. Солигорске первое, второе и третье места в структуре заболеваемости занимали соответственно опухоли желудка, легких и кожи, то к 2010 г. первое место заняли злокачественные новообразования легких, второе – предстательной железы и третье – рак желудка.Наиболее высокие темпы прироста отмечались для злокачественных новообразований легкого и предстательной железы. При этом также следует обратить внимание на рост числа случаев рака кожи и опухолей мочевого пузыря и почки. В отличие от жителей г. Солигорска, у сельских жителей было более выраженное снижение числа заболевших раком желудка.

Анализ показателей заболеваемости мезотелиомой плевры жителей Солигорского района.

По результатам проведенного анализа почти для всех групп характерна достоверно высокая заболеваемость мезотелиомой плевры, довольно редким видом опухоли, которую часто ассоциируют с определенными факторами риска: асбестовой пылью, радиоактивным излучением и рядом профессиональных вредностей. Проведено более детальное исследова-

ние. В таблице 1 представлены наблюдаемые, ожидаемые числа случаев мезотелиомы плевры и их соотношение в исследуемых группах. Как видно из таблицы, достоверно высокие различия по сравнению с республиканскими уровнями заболеваемости отмечаются практически по всех группах. Так, если в 2000–2004 гг. количество выявленных случаев было невелико и достоверных различий отмечено не было, то в 2005–2009 годах было отмечено намного большее число случаев, что привело к появлению статистически значимых высоких показателей заболеваемости. Аналогичная ситуация прослеживается и за весь период с 2000 по 2010 годы. Статистически значимые различия в уровнях заболеваемости отмечаются среди мужчин города и села и женщин села.

Для более детального анализа городского населения нами были рассчитаны показатели стандартизованного соотношения заболеваемости мезотелиомой плевры в г. Солигорске.

Таблица 1 – Наблюдаемые, ожидаемые числа случаев заболевших мезотелиомой плевры жителей Солигорского района и их стандартизованное по возрасту соотношение заболеваемости

	$E_{2000-04}$	$O_{2000-04}$	SIR(95%ДИ)	$E_{2005-09}$	$O_{2005-09}$	SIR(95%ДИ)	$E_{2000-10}$	$O_{2000-10}$	SIR (95%ДИ)
женщины город	0,9	2	2,1 (0,3-7,6)	1,0	2	2,1 (0,3-9,1)	2,2	5	2,3 (0,7-5,4)
женщины село	0,4	1	2,3 (0,1-12,8)	0,4	3	7 (1,5-22,1)	0,9	4	4,5 (1,2-11,5)
мужчины город	1,6	2	1,3 (0,2-4,5)	1,7	6	3,5 (1,3-9)	3,6	9	2,5 (1,1-4,7)
мужчины село	0,7	1	1,5 (0-8,1)	0,7	4	6,1 (1,7-17)	1,4	6	4,2 (1,5-9,1)

В таблице 2 приведены наблюдаемые, ожидаемые числа заболевших мезотелиомой плевры жителей г. Солигорска и их стандартизованное по возрасту соотношение заболеваемости. Как видно из таблицы, достоверно высокие различия в заболеваемости отмечаются только для мужчин жителей г. Солигорска и за периоды с 2005–2009 и 2000–2010 годы.

Таблица 2 – Наблюдаемые, ожидаемые числа случаев заболевших мезотелиомой плевры жителей г. Солигорска и их стандартизованное по возрасту соотношение заболеваемости

	$E_{2000-04}$	$O_{2000-04}$	SIR (95%ДИ)	$E_{2005-09}$	$O_{2005-09}$	SIR(95%ДИ)	$E_{2000-10}$	$O_{2000-10}$	SIR (95%ДИ)
женщины	0,8	2	2,4 (0,3-8,7)	0,8	1	1,2 (0-8,3)	1,9	4	2,1 (0,6-5,4)
мужчины	1,4	2	1,4 (0,2-5)	1,5	5	*3,3 (1,1-9,1)*	3,2	8	*2,5 (1,1-4,9)*

Мезотелиома плевры встречается чаще у мужчин и у жителей города, чем села. В республике отмечается в год порядка 50 случаев.

Анализ показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями г. Солигорска и Солигорского района с учетом профессионального «маршрута» заболевших.

В работе было проведено исследование взаимосвязи заболевших злокачественными новообразованиями работников с распределением их по профессиональным группам. Статистическая значимость определялась при помощи критерия χ^2.Исследование строилось на сравнении распределения профессий среди онкологических больных.

При анализе распределения злокачественных новообразований по профессиональным группам у мужчин, заболевших злокачественными новообразованиями, достоверно высокие различия отмечены при установлении диагноза рака желудка у трактористов, рака прямой кишки у работников инженерно-технической службы (ИТС), рака поджелудочной железы у работников центрального строительного управления (ЦСУ), рака легкого у рабочих и животноводов, рака кожи слесарей, водителей, плотников и ИТС, рака предстательной железы у работников ИТС, рака почки у машинистов и у работников ИТС. Достоверно низкие различия отмечены при установлении диагноза рака желудка у строителей, рака гортани у рабочих, рака легкого у работников ИТС, служащих и водителей, рака кожи у рабочих, рака мочевого пузыря у слесарей. В отношении других локализаций рака и профессий работников достоверных различий отмечено не было.

При анализе распределения злокачественных новообразований по профессиональным группам у женщин, достоверно высокие различия отмечены при установлении диагноза рака желудка, легких и прямой кишки у колхозниц, меланомы кожи у учителей, рака кожи у работников ИТС, рака молочной железы у бухгалтеров, инженеров и швей, рака щитовидной железы у медработников. Достоверно низкие различия отмечены при установлении диагноза рака молочной железы у рабочих и колхозниц, строителей, рака гортани у рабочих, рака легкого у работников ИТС, служащих и водителей, рака кожи у рабочих, рака мочевого пузыря у слесарей. В отношении других локализаций рака и профессий работников достоверных различий отмечено не было.

Заключение. В результате проведенного сравнительного анализа заболеваемости злокачественными новообразованиями жителей г. Солигорска и городского населения Республики Беларусь установлено следующее.

1. Статистически достоверные различия онкозаболеваемости в последние десятилетия были характерны для рака предстательной железы, плевры и кожи у мужчин и рака ободочной кишки у женщин.

2. Отмеченный в Солигорске прирост онкозаболеваемости может быть вызван не только общим процессом старения населения и началом более интенсивного выявления злокачественных новообразований, но может быть обусловлен воздействием некоторых экологических и профессиональных факторов, на что указывает высокий риск развития злокачественных новообразований плевры.

3. Статистически значимых различий в онкозаболеваемости лиц отдельных профессий отмечено не было. Хотя статистически недостоверное превышение было отмечено для рака губы, полости рта у работников коллективных хозяйств и пищевода у водителей.

Литература

1. Рак репродуктивных органов : эпидемиология, факторы риска / Л. Ф. Писарева [и др.]; НИИ онкологии ТНЦ СО РАМН. – М., 2003. – С. 56 – 71.

2. Таранов, А. Г. Лабораторная диагностика опухолевых заболеваний / А. Г. Таранов // Новости «Вектор-Бест» : инф. бюл. – 2000. – № 2 (16).

Поступила 29.05.2012

ANALYSIS OF ONCOLOGICAL DISEASES IN SOLIGORSK AND SOLIGORSK REGION

*Chakhovsky P.A., * Averkin U.I., *Veyalkin I.V.*

TheRepublican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** N.N. Aleksandrov Republican Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology, Lesnoy*

The data on cancer incidence in Soligorsk and Soligorsk region have been presented. It has been hypnotized a cause-effect relationship between cancer incidence to environment.

Keywords:cancerincidence, the environment, carcinogens.

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ЗДОРОВЬЯ И РИСКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ СРЕДЫ

Чеботарев П.А., Галеева М.Ю.

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк

Реферат. Изучено влияние физических факторов и факторов микроклимата на организм студентов при работе в помещениях с видеодисплейными терминалами. Установлено,

что дополнительное воздействие электромагнитного поля на организм, создает риск повышенного информационного воздействия и способствует изменению регуляторных механизмов, оказывающих влияние на процессы адаптации студентов при обучении в высших учебных учреждениях.

Ключевые слова: факторы низкой интенсивности, состояние здоровья, группы здоровья, степень адаптации.

Введение. Современная система образования является обязательной составляющей компонентой современной жизни и человека. Значимость обучения при возрастающей численности студентов нельзя недооценивать при комплексной социально-гигиенической оценке здоровья населения, в том числе развития предпатологических состояний. Применяемые методики, методы обучения, технические материалы, оборудование определяют условия среды, в которых проходит процесс обучения, оказывают воздействие на потенциал здоровья через факторы обучения.

Здоровье является необходимой предпосылкой для полной реализации всех интеллектуальных и физических возможностей человека. Состояние здоровья человека подвержено динамичным изменениям в соответствии с изменениями факторов среды (Брехман И.И., 1990). По В.П. Казначееву здоровье можно определить не как состояние, а как процесс, основанный на взаимодействии функциональных резервов организма, которые взаимосвязаны в единой приспособительной реакции и имеют свою структурную основу. Особенности структуры здоровья могут отражать воздействие факторов окружающей среды, которые вызывают минимальные и проходящие изменения и не могут послужить причиной заболевания, но являются условиями их развития в будущем [1]. Изучение структуры здоровья отдельных групп и коллективов позволяет выявить неблагоприятные сдвиги в состоянии здоровья, возникающие при воздействии комплекса факторов среды, и своевременно провести необходимые мероприятия, включая целенаправленное оздоровление и профилактику.

Изучение, сохранение и укрепление здоровья учащейся молодежи находится в центре внимания ученых и исследователей на протяжении многих лет. Современная среда учебных аудиторий насыщается передовыми технологиями современного мира. По мнению ведущих ученых на настоящий момент недостаточно изучены как особенности состояния здоровья современной популяции студенческой молодежи, так и факторы, формирующие его на этапе профессиональной подготовки. К выпускникам высшей школы, современным специалистам на сегодняшний день предъявляются высокие не только профессиональные требования, но и дополнительные требования по знанию базовых программ. Применение видеодисплейных терминалов является необходимостью не только в профессиях операторского профиля, но и в целом для инженерно-технических работников всех отраслей деятельности. Развитие ком-

пьютерной техники привело к организации рабочих мест, оснащенных электронными устройствами, генерирующими и излучающими широкий спектр электромагнитных полей. Электромагнитное излучение является как фактором урбанизированной среды, так и фактором производственной (учебной) среды. С учетом вышесказанного, молодые люди по возрастной структуре до 25 лет относятся к первой группе риска [2].

Обучение студентов проходит в условиях, созданных в высшем учебном заведении, в котором студенты проводят значительную часть времени суток. Изменения состояния здоровья обусловлены в значительной степени процессами адаптации студентов к условиям обучения в высшем учебном заведении на фоне сочетанного воздействия как учебной нагрузки, так и факторов социальной среды. Обоснованием выбора исследования структуры здоровья в группе студентов являются данные увеличения общей заболеваемости студентов и хронической заболеваемости за последние время, изменение структуры заболеваемости.

Цель исследования: провести гигиеническое исследование уровня факторов учебной среды с последующей оценкой неблагоприятных сдвигов процессов здоровья студентов при работе с видеодисплейными терминалами.

Материал и методы исследований. Для реализации поставленной цели проведены количественные измерения физических факторов среды и факторов, источником которых являются видеотерминалы для комплексной оценки фактических условий обучения в аудиториях. Количественные показатели на рабочих местах измерялись в обычном режиме работы, при включенной всей вычислительной техники. Комплекс фактических измерений включал оценку параметров микроклимата, уровня аэроионов, уровня шума, уровня неионизирующих излучений (электрического и магнитного полей, электростатические поля у экрана, инфракрасного и ультрафиолетового излучений), параметров освещенности. Статистическая обработка результатов включала определение среднего уровня физических факторов, ошибки средних величин, показателей достоверности Стьюдента (показатели подчиняются нормальному распределению).

С целью изучения функциональных возможностей организма в качестве объекта исследования выбрана структура заболеваемости студентов. Структура здоровья, отражающая количество лиц с различной степенью адаптации организма к условиям окружающей среды к общей численности обследованных, является весьма чувствительным показателем воздействия производственных, профессиональных и социально-гигиенических факторов. В качестве критерия оценки функциональных систем организма выбран медицинский показатель – группа здоровья. С целью изучения состояния здоровья студентов были использованы медицинские карты студентов, данные предоставленные здравпунктом и трех поликлиник, обслуживающих студентов УО «Полоцкий государственный университет» с 2006 по 2011 гг.

Результаты и их обсуждение. При отборе факторов риска в первую очередь учитывались возможные причинно-следственные связи, проведены количественные исследования не только факторов, источником которых являются видеодисплейные терминалы, но и факторов среды (аудиторий). Предварительно данные проверены на подчинению закону нормального распределения, однородность показателей. По факторам «освещение, температура и влажность» показатели ассиметрии (от – 0,18 до 0,75) свидетельствуют о распределении количественных данных около средней величины. Для показателей значения электромагнитного излучения и аэроионов отмечено асимметричное распределение данных около средней величины, что в данном случае указывает на значительные отклонения от нормируемых величин.

Среди выявленных физических факторов, с гигиенической точки зрения, наибольшее значение имеют факторы, характеризующиеся превышением ПДК или ПДУ. Отбор наиболее значимых факторов, которые можно определить как факторы риска на результативный показатель – состояние здоровья, проводился по критерию надежности по Стьюденту. Критерии значимости определены для всех аудиторий, в которых проводилась оценка уровня физических факторов. К наиболее значимым факторам риска отнесены:

- электромагнитное излучение по электрической составляющей (для частотного диапазона 5 Гц-2 кГц) уровень составил 26,29±7,5 (p=0,001); для частотного диапазона 2-400 кГц – 0,59±2,8 (p=0,01), для магнитной составляющей для частотного диапазона 2–400 кГц – 5,08±3,69 (p=0,001);
- параметры микроклимата (температура и влажность);
- уровень искусственной освещенности (324,48±18,48, p=0,001);
- уровень аэроионизации.

Уровень значимости фактора определен как произведение отклонения от соответствующего гигиенического фактора на процент рабочих мест, не соответствующих нормативно-гигиеническому уровню. Уровни значимости факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни значений физических факторов и показатели микроклимата в помещениях с видеодисплеями

Наименование фактора	% рабочих мест (помещений), не соответствующих уровню по нормативно-гигиеническому критерию	Отклонение от нормативного критерия	Статистический уровень значимости фактора
Освещение	51,76	5,3	274,3
Электромагнитное излучение:	18,97	12,49	245,65
– по электрической составляющей;	16,07 (5 Гц-2 кГц) 2,91 (2-400 кГц)	6,48 6,012	236,4
– по магнитной составляющей	5,78 (2-400 кГц)	1,6	9,25

Продолжение таблицы 1

Параметры микроклимата (температура; влажность)	12	4,22	50,64
Шум	5,88	1,5	8,82
аэроионизация	98	3	294
Электростатическое поле	-	-	1
Ультрафиолетовое излучение	-	-	1
Инфракрасное излучение	-	-	1

По параметру «освещение» отклонение от нормативного уровня определялось к минимальному и максимальному значению уровня освещенности. По параметру «электромагнитное излучение» отклонение от нормативных уровней определено в двух частотных диапазонах. По параметрам микроклимата (температура и влажность) отклонение рассчитывалось относительно оптимальных значений верхней или нижней границы нормативного значения. По параметрам «электростатическое поле, ультрафиолетовое и инфракрасное излечение» уровень значимости принят за единицу, поскольку выявленные фактические уровни соответствуют гигиеническим критериям.

Формирование новых форм обучения и изменение стереотипа поведения во многом определяет напряжение механизмов регуляции и служит причиной нарушения механизмов адаптации и приводит к ее срыву, о чем свидетельствует увеличение заболеваемости студентов на первых годах обучения [3]. Развитие донозологической диагностики позволило выделить на грани нормы и патологии ряд переходных состояний, характеризующихся различной степенью адаптации организма к условиям окружающей среды.

Работа с персональным компьютером выполняется в специфических условиях и сопровождается психоэмоциональным напряжением, поскольку работа с персональным компьютером – это в первую очередь, воспроизведение визуальной информации на дисплее, которая должна быстро и точно восприниматься пользователем. Профессиональные задачи, решаемые при помощи видеодисплейных терминалов, можно разделить на два типа: общие для всех и специфичные для разных видов труда [4]. Необходимость обеспечения надежности данного типа трудовой деятельности значительно повышает уровень нервно-психического напряжения, данные особенности трудовой деятельности определяют необходимость контроля функциональных систем организма.

Отмечено увеличение числа случаев заболеваемости студентов и числа дней нетрудоспособности за исследуемый период (2006–2011 гг.) в 1,5 раза. Из материалов исследования отмечено, что число случаев заболеваний на 100 студентов изменялось за исследуемый период от 28,7 до 67,67 случаев, число дней нетрудоспособности увеличилось до 358,4, продолжительность одного случая – от 5,3 до 6,5 дней. Однако данные по заболеваемости с вре-

менной утратой трудоспособности не влияют в целом на структуру распределения по группам здоровья, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение студентов по группам здоровья за 2006–2011 гг.

Год	Распределение студентов по группам здоровья					
	Д-1		Д-2		Д-3	
	а	%	а	%	а	%
2006	2714	63,1	832	19,3	751	17,46
2007	2332	52,2	837	18,75	1295	29,0
2008	2522	52,8	1002	21,0	1245	26,1
2009	2588	50,0	1569	30,3	1020	19,7
2010	2930	51,0	1839	32	978	17
2011	3258	51,2	1955	30,6	1158	18,2

По данным таблицы 2 с 2006 по 2011 гг. отмечено уменьшение количества студентов, относящихся к группе здоровья Д-1, и неоднозначные изменения распределения численности студентов в группах здоровья Д-2 и Д-3.

Для выявления риска влияния факторов учебного процесса и факторов учебной среды, которые в совокупности оказывают влияние на здоровье, проведен анализ распределения по группам здоровья в динамике обучения за тот же исследуемый период. В таблице 3 представлены данные по распределению по группам здоровья с учетом специальности.

Таблица 3 – Распределение студентов по группам здоровья в динамике обучения, %

Год обучения	Гуманитарная специальность			Техническая специальность			Информационная специальность		
	Д-1	Д-2	Д-3	Д-1	Д-2	Д-3	Д-1	Д-2	Д-3
1 год	33,7	19,6	46,7	55,0	6,0	39,0	56,4	20,5	20,5
2 год	34,4	24,7	40,9	46,0	7,0	42,0	48,7	25,6	23,1
3 год	31,1	30,0	38,9	45,0	8,0	38,0	48,7	23,1	25,6
4 год	38,6	24,1	37,4	47,0	10,0	36,0	48,7	12,8	28,2

Для студентов гуманитарной специальности относительно начального (на момент поступления) распределения по группам здоровья прослеживается увеличение количества студентов, относящихся к первой группе здоровья, и уменьшение по третьей группе здоровья. Изменения количества учащихся в группе здоровья Д-2 в сторону ее увеличения (в основном за счет уменьшения количества группе Д-1) на второй и третий год обучения можно объяснить стрессовой компонентой на втором году обучения и увеличением предметов специализации на третьем, что привело, вероятно, к незначительному напряжению механизмов адаптации. На третий и четвертый год обучения для студентов информационной специальности, в отличии от двух других, характерно увеличение количества студентов, относящихся к тре-

тьей группе здоровья, за счет изменения здоровья в сторону ухудшения у студентов группы здоровья Д-2. Анализ перераспределения по группам здоровья в динамики обучения указывает на более выраженные изменения со стороны функциональных возможностей организма для студентов технической и информационной специальностей, что косвенно свидетельствует о более значительном воздействии или большей интенсивности факторов учебной среды.

Заключение. Организм человека представляет собой открытую биологическую систему, осуществляющей обмен с внешней средой веществом и энергией, а также информацией по средствам электромагнитного взаимодействия субклеточных и клеточных структур во внутренней среде. Электромагнитное взаимодействие формирует и определяет пространственно-временной клинический статус и определяет функциональные возможности организма, задействованные в адаптационных механизмах регуляции. Выявлено, что современные условия обучения и труда предполагают дополнительное электромагнитное воздействие на организм при работе в помещениях с видеодисплейными терминалами. В исследовании определены фактические уровни электромагнитного поля, которые создают, в некоторых случаях, риск повышенного информационного воздействия на студентов и могут способствовать изменению регуляторных механизмов и их влиянию, в том числе, на процессы адаптации студентов при обучении в высших учебных учреждениях.

Литература

1. Агаджанян, А. Н. К вопросу о состоянии автоматизированных систем профосмотров студентов и обработка научных данных / А. Н. Агаджанян, В. А. Кичичин // Медико-социальные аспекты охраны здоровья студентов. – Красноярск : Издательство Красноярского ун-та, 1988. – С. 117 – 125.

2. Дунаев, В. Н. Гигиеническая оценка риска комплекса антропогенных факторов физической и химической природы для здоровья населения: автореф. дис. … д-ра мед. наук 14.00.07 / В. Н. Дунаев. – Оренбург, 2006. – 43 с.

3. Антипова, С. И. Анализ заболеваемости и смертности подростков Республики Беларусь в 2005–2009 гг. / С. И. Антипова, И. И. Савина // Вопросы организации и здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск : БелЦМТ. – 2010. – № 4. – С. 42 – 58.

4. Зезюля, О. Г. Гигиенические, экологические и психофизиологические аспекты операторского труда / О. Г. Зезюля // Здоровье подрастающего поколения и окружающая среда. – Киров : Диамант, 2007.– 310 с.

Поступила 28.05.2012

ESTIMATION OF HEALTH STRUCTURE AND RISK OF THE STATE OF HEALTH

AT INFLUENCE OF THE COMPLEX OF ENVIRONMENT FACTORS

Tchebotaryov P.A., Galeeva M.Yu.

Polotsk State University, Novopolotsk

No doubt, modern education system is an obligatory component of modern life. The importance of training, while increasing amount of students, should be considered in the complex of social and hygienic health assessment of the population, including development of prepathological conditions. Applied techniques, methods, training, technical materials and equipment define environment conditions in which training process takes place affect health potential through training factors.

In this article we have studied hygienic factors of training conditions that, to our opinion, are underestimated from a position of their influence on formation of reserve potential level of basic structurally functional elements.

Keywords: factors of low intensity, the state of health, health groups, adaptation degree.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Шевчук Л.М., Соколов С.М., Суворова И.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Представлены результаты интегральной гигиенической оценки территориально-промышленных комплексов при многокомпонентном загрязнении атмосферного воздуха. Показано, что градация загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами соответствует уровням риска здоровью населения и данным эпидемиологических исследований по классам болезней, обусловленных повреждающим действием загрязняющих химических веществ (далее – ЗХВ) в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие химические вещества (ЗХВ), оценка риска здоровью населения гигиенические нормативы, эффект суммации.

Введение. Экспериментально доказано, что в многокомпонентных воздушных смесях ЗХВ активно взаимодействуют друг с другом и в значительной мере подвергаются химическим и физическим преобразованиям. С увеличением количества загрязнителей в составе

воздушной смеси значимость токсического действия каждого компонента пропорционально возрастает, а для оценки воздействия на здоровье населения многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха требуется изучение взаимодействия веществ в концентрациях, близких к гигиеническим нормативам.

Более ранними исследованиями установлено, что количество ЗХВ в атмосфере населенных пунктов достигает нескольких десятков, с помощью хромато-масс-спектрометрии в атмосферном воздухе городов крупных городов Республики Беларусь обнаружено более 260 ЗХВ [1]. На практике это приводит к тому, что благодаря эффектам суммации повреждающее действие ЗХВ усиливается и наносится ущерб здоровью населения, несмотря на то, что изолированные концентрации отдельных компонентов не превышают гигиенических нормативов содержания ЗХВ в атмосферном воздухе. Проблема многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха и его воздействия на здоровье населения исследовалась рядом ученых и освещена в многочисленных научных публикациях. Однако до настоящего времени ни у нас в стране, ни на международном уровне не согласованы единые термины, методические приемы, математические методы оценки воздействия многокомпонентного загрязнения атмосферы на здоровье населения. В классической теории различают однонаправленное и разнонаправленное действие ЗХВ в многокомпонентных смесях, а для оценки эффектов используется один критерий – аддитивность (больше, меньше) без количественного определения. В руководстве по оценке риска смесей веществ (US EPA, 2001) эффект воздействия может быть оценен по сумме уровней экспозиции отдельных компонентов смеси как аддитивность доз или по сумме эффектов как аддитивность эффектов. Если смесь действует сильнее или слабее действия суммы изоэффективных доз компонентов, необходимо вводить коэффициент, характеризующий величину отклонения от аддитивности изоэффективных доз компонентов. Метод аддитивности доз является основой формулы Аверьянова: сумма отношений концентраций каждого компонента смеси не должна превышать единицы. Модификация этой формулы (Б.А. Кацельсон, С.М. Новиков, 1993) дает возможность оценить не только характер, но и степень выраженности аддитивного действия, так как учитывает коэффициенты, характеризующие величину отклонения от аддитивности изоэффективных доз компонентов в бинарных смесях [2].

Тенденция к увеличению количества выбросов (в 2000 г. масса выбросов ХВ в атмосферу в Республике Беларусь составила 1341,0 тыс. т., в 2005 г. – 1418,0 тыс. т., в 2009 г. – 1594,0 тыс. т.) привела к тому, что в индустриальных центрах с развитой транспортной системой и промышленностью концентрации ЗХВ в атмосфере поддерживаются на уровне 1 $ПДК_{мр}$ в течение суток [3]. По биологическому действию это соответствует более значимым эффектам на органы и системы, так как нормируемое отношение среднесуточных и макси-

мально разовых концентраций составляет 1:4. На практике это требует использования методов оценки степени загрязнения атмосферного воздуха как по максимальным, так и по усредненным концентрациям ЗХВ.

Во многих отечественных и зарубежных литературных источниках ведущим фактором, принимаемым во внимание при выборе наиболее эффективного способа защиты населения от выбросов ХВ, считается фактор загрязнения атмосферного воздуха. Анализ международного опыта показал, что каждая страна имеет определенные уровни развития технологии производства, свое правовое поле, а также собственные нормативные требования к качеству атмосферного воздуха жилых территорий, на основании которых принимается решение о способах защиты населения от выбросов ЗХВ. Адекватность мероприятий по защите здоровья населения от выбросов ЗХВ в значительной степени зависит от того, отвечают ли этим требованиям методы изучения эффектов влияния на здоровье и оценки полученных результатов.

Материал и методы исследований. Для проведения исследований были избраны 32 территориальных промышленных комплекса, расположенные в 21 населенном пункте Республики Беларусь. Первый этап работы включал сбор, анализ, статистическую обработку данных по уровням загрязнения атмосферного воздуха, качественному компонентному составу выбросов.

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких ЗХВ проводилась по величине суммарного показателя загрязнения «Р» в соответствии с «Методическими рекомендациями по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценке риска для здоровья населения» МР 113-9711, утвержденными Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 10 февраля 1998 года. Расчет и оценка степени загрязнения атмосферного воздуха проводились по значениям максимальных концентраций ЗХВ с учетом фона в приземном слое атмосферы на границе санитарно-защитных зон предприятий (далее – СЗЗ) и на территории жилой зоны. Фоновые концентрации ЗХВ установлены по результатам наблюдений ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» с 2006г. по 2009г. и согласованы с Областными центрами гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха использованы расчеты рассеивания выбросов ЗХВ в долях $ПДК_{мр}$.

Территории, на которых проживает население, подверженное действию ЗХВ определены на основании расчетов степени загрязнения атмосферного воздуха по максимальным приземным концентрациям ЗХВ в долях ПДКмр на границе СЗЗ, в жилой зоне и графических материалов.

Оценка риска влияния ЗХВ на здоровье населения проведена в соответствии с Инструкцией 2.1.6.11-9-29-2004 «Оценка риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух», утвержденной постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 05.08.2004г. № 63.

По изолиниям, соответствующим 1 ПДК$_{мр}$, определены границы территорий, на которых происходит рассеивание выбросов ЗХВ до нормативных уровней качества атмосферного воздуха (1 ПДК$_{мр}$). На рисунке 1 показана промплощадка предприятия и прилегающая территория с умеренной (III) степенью загрязнения атмосферного воздуха, в том числе жилая застройка.

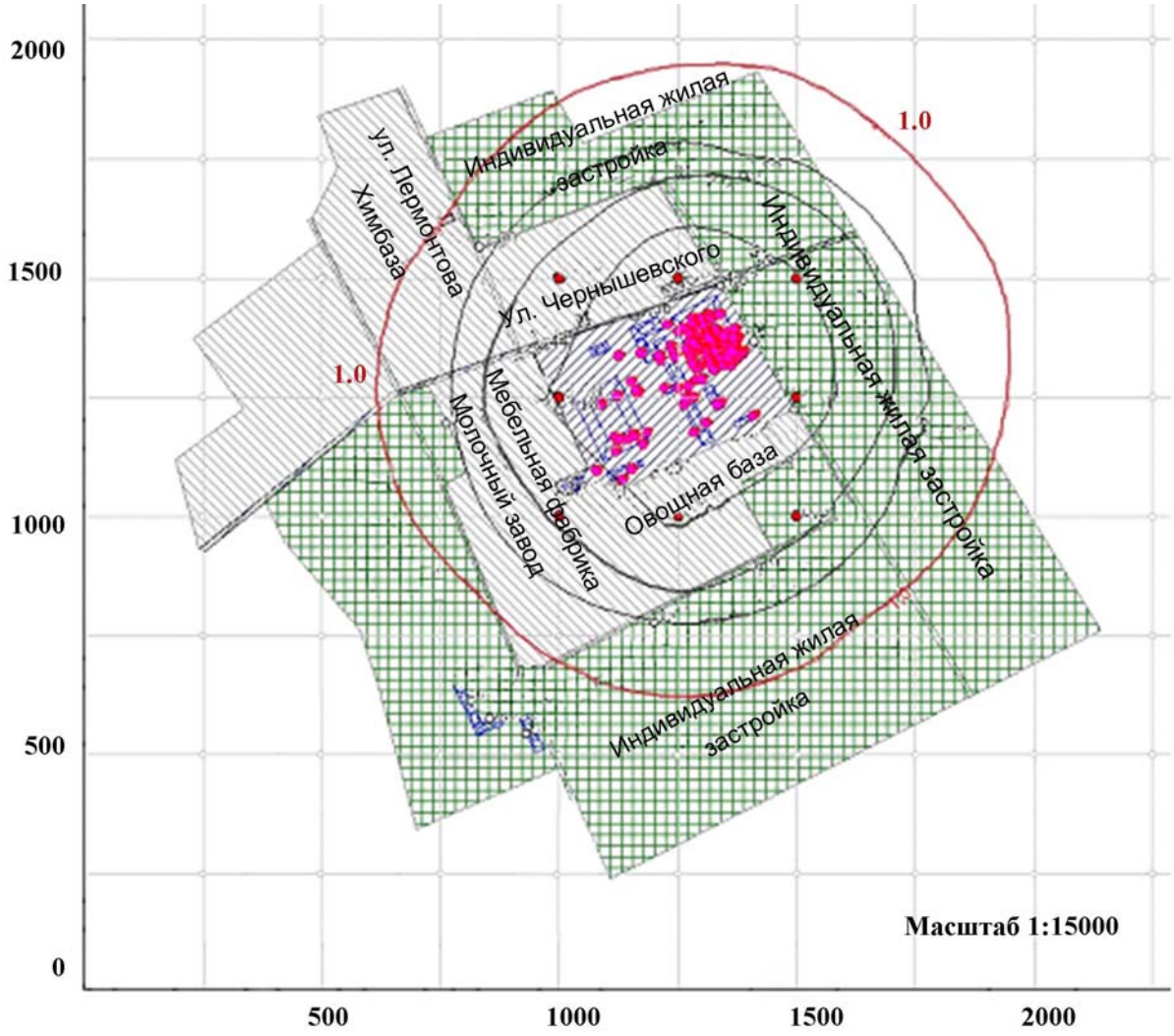


Рисунок 1 – Изолинии 1 ПДК$_{мр}$ для группы веществ из 25 ингредиентов

Результаты и их обсуждение. Проведена гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по максимальным приземным концентрациям ЗХВ с учетом выбросов самих предприятий и фоновых значений ЗХВ на жилых территориях, прилегающих к границам СЗЗ 32 предприятий. Степень загрязнения атмосферного воздуха по значениям макси-

мальных приземных концентраций ЗХВ имеет существенные различия по значению показателя «Р»: от 0,52 (I – допустимая) до 46,28 (V – опасная) (таблица 1). Определены территории жилых зон со степенью загрязнения атмосферного воздуха выше допустимого уровня, расположенные у границ СЗЗ предприятий.

Таблица 1 – Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха выше допустимого уровня по величине суммарного показателя загрязнения «Р»

Расположение территории по отношению к предприятию	Кол-во ЗХВ в воздухе	Допустимое значение показателя «Р» при данном числе ЗХВ	Фактическое значение показателя «Р»	Фактическая степень загрязнения атм. воздуха
граница СЗЗ	9	до 1,9	2,24	слабая (II)
жилая зона	17	до 3,1	3,51	слабая (II)
жилая зона	25	до 4,4	6,52	умеренная (III)
жилая зона	33	до 4,4	12, 52	сильная (IV)
граница СЗЗ	33	до 4,4	14,86	сильная (IV)
граница СЗЗ	18	до 3,1	12,85	сильная (IV)
граница СЗЗ	20	до 4,4	14,88	сильная (IV)
граница СЗЗ	26	до 4,4	30,41	опасная (V)
жилая зона	27	до 4,4	38,38	опасная (V)
граница СЗЗ	27	до 4,4	46,28	опасная (V)

Проведены исследования по оценке риска влияния на здоровье населения ЗХВ в атмосферном воздухе, обусловленных выбросами 32 объектов. Контрольные зоны определены с учетом количества проживающего населения, результатов моделирования рассеивания выбросов 36 приоритетных загрязняющих веществ в атмосферный воздух по расчетным вариантам от 12 до 4 для каждого предприятия. Интегрированные данные по качественному и количественному составу выбросов ЗХВ, функциональному зонированию территорий, административной принадлежности предприятий позволили определить для эколого-эпидемиологических исследований г. Борисов и г. Бобруйск (опыт), г. Смолевичи и г. Вилейка (контроль).

Выполнен ретроспективный анализ уровней заболеваемости населения в динамике за период 2002–2009 годы в отношении заболеваний, преимущественно обусловленных повреждающим действием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. За исследуемый период 2002–2009гг. наибольшие среднегодовые уровни общей заболеваемости на 1 тыс. детского населения выявлены в г. Борисове (2423,3±91,9; $p<0,01$) и г. Бобруйска (1879,7±78,4; $p<0,01$).

В структуре первичной заболеваемости детей доминируют болезни органов дыхания: в г. Борисове – 1794,3±79,4; $p<0,01$, в г. Бобруйске – 1408,4±68,0; $p<0,01$. Суммарные среднегодовые показатели заболеваемости детского населения в экспонированной группе в целом

составляли 2197,3±93,2; p<0,01 и по классу болезней органов дыхания – 543,8±78,4; p<0,01, что достоверно выше, чем у неэкспонированной группе – 1340,7±159,1 и 998,5±137,5 соответственно (рисунок 2).

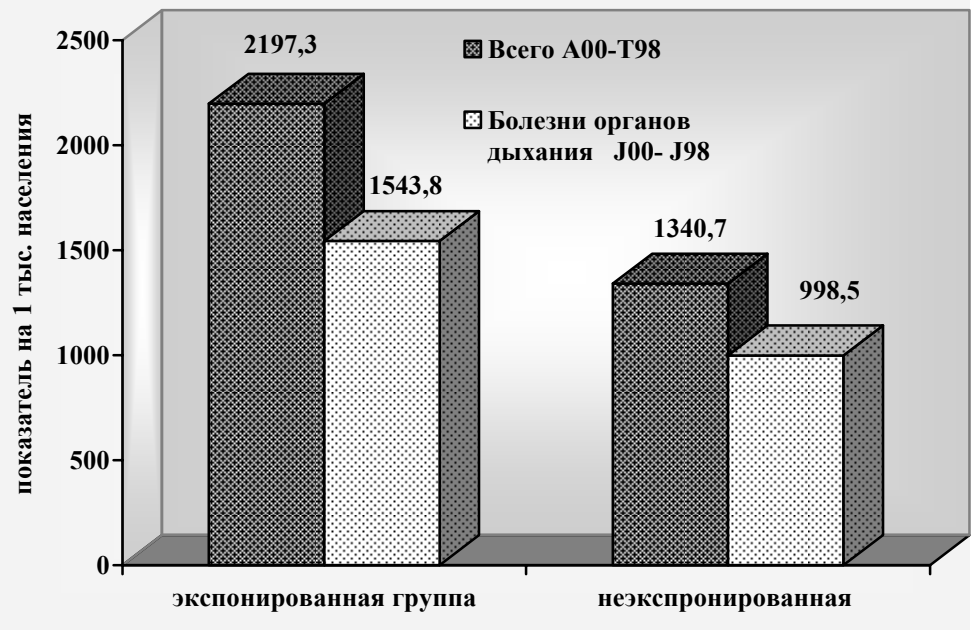


Рисунок 2 – Уровни первичной заболеваемости детского населения в целом и по классу заболеваний органов дыхания экспонированной и неэкспонированной групп сравнения за 2002–2009 гг. (суммарные среднегодовые показатели на 1 тыс. населения)

На территории г. Бобруйска с сильной (IV) степенью загрязнения атмосферного воздуха установлена выраженная тенденция к росту первичной заболеваемости детей в целом (пол. № 1, R^2=0,7259; пол. № 3, R^2=0,5814). Выявлено отсутствие тенденции к росту в контрольной группе детей (пол. № 7, R^2=0,0009). Заболеваемость детей экспонированных групп также характеризуются выраженной устойчивой тенденцией к росту с коэффициентами детерминации R^2=0,6091 и R^2=0,7086, соответственно (рисунок 3).

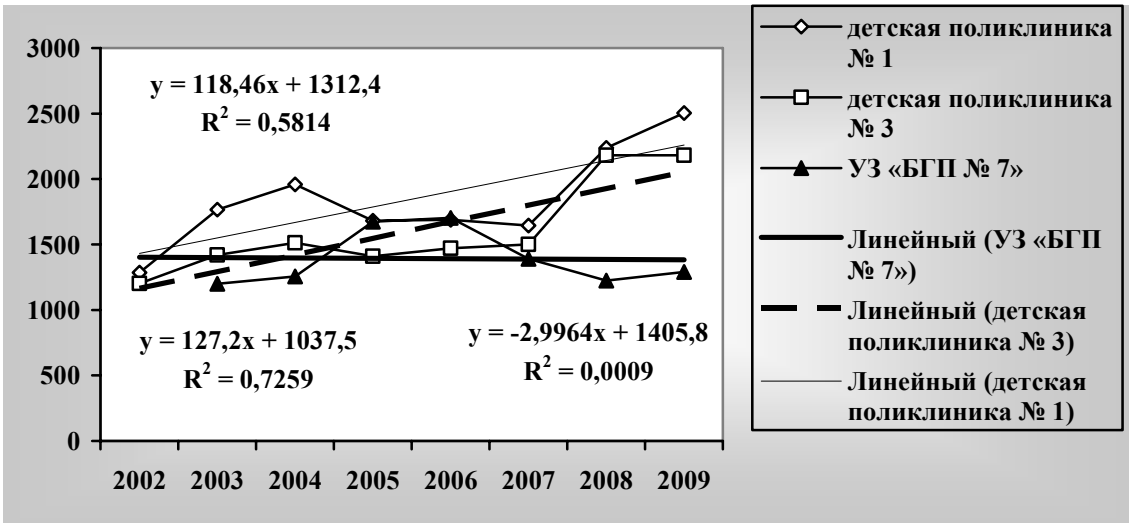


Рисунок 3 – Уровни первичной заболеваемости детского населения в целом и по отдельным поликлиникам г. Бобруйск за 2002–2009 гг. (показатели на 1 тыс. детского населения)

Заболеваемость детей контрольной группы (пол. № 7) не имела тенденций к росту (болезни органов дыхания – R^2=0,02). В г. Борисове на территориях с опасной (V), сильной (IV), умеренной (III) степенью загрязнения атмосферного воздуха уровни первичной заболеваемости детского населения (пол. № 2) были достоверно превышены (болезни системы кровообращения, нервной системы, врожденные аномалии) при аналогичном характере динамических процессов.

Наибольшие уровни первичной заболеваемости детского населения по отдельным классам болезней, обусловленных повреждающим действием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, установлены по классам болезней кроветворных органов (23,3±9,7), нервной системы (15,0±7,8), эндокринной системы (14,4±7,6), врожденные аномалии (12,5±7,1) (экспонированный контингент); наибольший показатель выявлен со стороны болезней системы кровообращения неэкспонированного детского населения.

Установлено, что в сравнении с контрольной группой наблюдается устойчивая тенденция к росту первичной заболеваемости исследуемых групп населения как по уровням первичной заболеваемости в целом, так и по отдельным классам болезней на фоне более высоких показателей заболеваемости по классам болезней, обусловленных повреждающим действием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Одновременно величины риска, превышающие приемлемые уровни рефлекторного действия (Risk 0,16–0,50 – неудовлетворительный), установлены на территории жилой застройки, прилегающей к границам машиностроительного завода и предприятия по производству обуви (по оксиду углерода 0,39–0,43, по твердым частицам 0,17–0,19). Индексы опасности (далее – ИО) для критических органов и систем (кроветворные органы, нервная система,

сердечно-сосудистая система, органы дыхания), с учетом всех компонентов выбросов, составили 3,73–5,01 при допустимом значении 1,0.

Установлены уровни опасного риска рефлекторного действия (Risk>0,50) на территории жилой застройки, прилегающей к границам предприятий по производству хрусталя и плит МДФ, со значениями: 0,81 по твердым частицам; 0,57 по формальдегиду; 0,68 по аммиаку; 0,85 по фенолу. ИО для критических органов и систем составили 2,96–12,5. Величины риска на уровне «неудовлетворительный» и «опасный» свидетельствуют о возможных систематических жалобах населения на дискомфортные состояния (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.) при тенденции к росту общей заболеваемости, которая, как правило, носит достоверный характер, а на уровне «опасный» возможно появление патологии, специфически связанной с типом воздействующего фактора. ИО на уровне 1,0–5,0 свидетельствуют о тенденции к росту фонового уровня заболеваемости, а при значениях >5,0 о достоверном превышении фонового уровня заболеваемости, обусловленной повреждающим действием основных загрязняющих веществ.

Заключение. Одновременное присутствие комплекса ЗХВ, включающего от 9 до 27 компонентов, обусловило превышение допустимого уровня загрязнения атмосферного воздуха на границе СЗЗ и в жилой зоне, прилегающей к границам СЗЗ предприятий, со значением показателя Р от 2,24 (II – слабая) до 46,28 (V – опасная), что свидетельствует о недостаточных планировочных мероприятиях, разработанных без учета качественного и количественного состава выбросов в атмосферу, значений предельно допустимых концентраций ЗХВ и характера их комбинированного действия.

Анализ динамических процессов развития болезней органов дыхания и заболеваемости в целом на территориях с опасной (V), сильной (IV), умеренной (III) степенью загрязнения атмосферного воздуха в г. Борисов и г. Бобруйск установлена тенденция роста заболеваемости в целом (R^2=0,7259; R^2=0,5814), заболеваемости по классу болезней органов дыхания (R^2=0,6091 и R^2=0,7086) при отсутствии тенденции роста в контрольной групп.

Величины риска, превышающие приемлемые уровни (16-50% – неудовлетворительный), установлены на территории жилой застройки, прилегающей к граница СЗЗ машиностроительного завода и предприятия по производству обуви со значениями: по оксиду углерода 39–43 %, по твердым частицам 17–19 %. Уровни опасного риска определены для населения, проживающего на территории жилой застройки, прилегающей к границам СЗЗ предприятия по производству плит МДФ, со значениями: по твердым частицам 81 %, по формальдегиду 57 %, по аммиаку 68 %, по фенолу 85 %. Уровни чрезвычайно опасного риска определены на территории жилой застройки, прилегающей к границам СЗЗ хрустального завода со значением по свинцу 95,1–100 %.

При оценке комбинированного действия выбросов ЗХВ установлено, что ИО для критических органов и систем у населения, проживающего на территории жилой застройки, прилегающей к границам СЗЗ предприятия по производству плит МДФ, составили от 2,96 до 12,5, у населения, проживающего у границы СЗЗ предприятия по производству хрусталя – от 2,18 до 5,6. ИО для критических органов и систем у населения, проживающего на территории застройки, прилегающей к границам СЗЗ машиностроительного завода и предприятия по производству обуви с учетом всех компонентов выбросов, составили 3,73–5,01, что свидетельствует о неприемлемых уровнях риска, возможных жалобах населения на дискомфортные состояния и превышении фонового уровня заболеваемости, обусловленной повреждающим действием основных ЗХВ.

Литература

1. Чеботарев, П. А. Охрана атмосферного воздуха углеводородами нефтяного генеза и оценка риска их влияния на состояние здоровья населения / П. А. Чеботарев. – Барановичи : Баран. укруп. тип., 2005. – 154 с.

2. Жолдакова, З. И. Методы оценки комбинированного действия веществ / З. И. Жолдакова, Н. В. Харчесникова // Гигиена и санитария. – 2012. – № 2. – С. 86 – 88.

3. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. / Нац. стат. ком. Республики Беларусь ; [редкол. В. С. Метеж [и др.]. – Минск : [б.и], 2011. – 236 с.

Поступила 15.08.2012

HYGIENIC ASSESSMENT OF INTEGRATED PLANNING DECISIONS TO PROTECT PUBLIC HEALTH FROM THE EMISSIONS OF CHEMICALS

Shevchuk L.M., Sokolov S.M., Suvorova I.V.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

It is shown the results of hygienic evaluation of the integral territorial-industrial complexes in multicomponent air pollution. It is shown that the gradation of air pollution by chemicals consistent levels of risk to public health and epidemiological data on the types of disease caused by the action of polluting chemicals (hereinafter – PC) in ambient air.

Keywords: atmospheric air, polluting chemicals (PC), risk assessment, health hygiene standards, the effect of summation.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЯДА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАЗАХСТАНА ОСТРЫМИ КИШЕЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ И ГЕПАТИТОМ А

Шуратов И.Х., Оракбай Л.Ж., Джумагалиева А.Б., Кенжебаева А.Т.

Научный центр гигиены и эпидемиологии им. Х. Жуматова,

г. Алматы, Республика Казахстан

Реферат. Проведен анализ заболеваемости населения урбанизированных территорий острыми кишечными инфекциями и гепатитом А. Обоснован выбор острых кишечных инфекций в качестве нозологии, отражающей влияние санитарно-экологического фактора на заболеваемость.

Ключевые слова: заболеваемость, урбанизированные территории, гепатит, острые кишечные инфекции.

Введение. Инфекционные и паразитарные заболевания, возбудители которых передаются энтеральным путем, к числу которых относятся острые кишечные инфекции (далее – ОКИ), гепатит А (далее – ГА) и паразитарные заболевания достаточно широко распространены в разных странах [1-3]. В этом плане Казахстан с его обширной территорией и разнообразными климато- географическими условиями не является исключением [4-5].

За 20 лет независимого развития во всех регионах республики ранее сложившиеся отрасли хозяйства получили новый стимул дальнейшего индустриально-инновационного развития, появились новые промышленные и сельскохозяйственные производства, усилился приток населения – одним словом на глазах происходила урбанизация территорий.

Представлял большой научно–практический интерес изучить заболеваемость населения на ряде урбанизированных территорий населенных пунктов кишечными инфекциями.

Материал и методы исследований. Материалом для анализа служили данные официальных статистических отчетов о заболеваемости населения инфекциями. Департаментов государственного санитарно-эпидемиологического надзора (далее – ДГСЭН) изучаемых областей, городов, управлений государственного санитарно-эпидемиологического надзора (далее – ГСЭН) районов [1-6].

Для изучения были выбраны пять разных регионов республики, различающиеся по характеру хозяйственной и социально – экономической деятельности. В регионе нефти и газа изучали заболеваемость населения в гг. Актау и Жанаозен; фосфорного производства – в г. Тараз, пп. Созак, Шалакорган (ЮКО); цветной металлургии - в г. Усть-Каменогорске и пос. Глубокое; черной металлургии – в г. Темиртау и пос. Чкалово; топливно-энергетическом регионе - в г. Экибастуз и п. Солнечный.

Эпидемиологический анализ проводили по ранее описанной методике [6].

Результаты и их обсуждение. По каждому региону анализировали динамику заболеваемости населения ОКИ и ГА за 2005-2010 гг. по соответствующей области в сравнении с республиканскими данными, а также вычисляли среднегодовые показатели заболеваемости по РК, области и изучаемым населенным пунктами. Результаты анализа приведены на рисунках (рисунки 1–2).

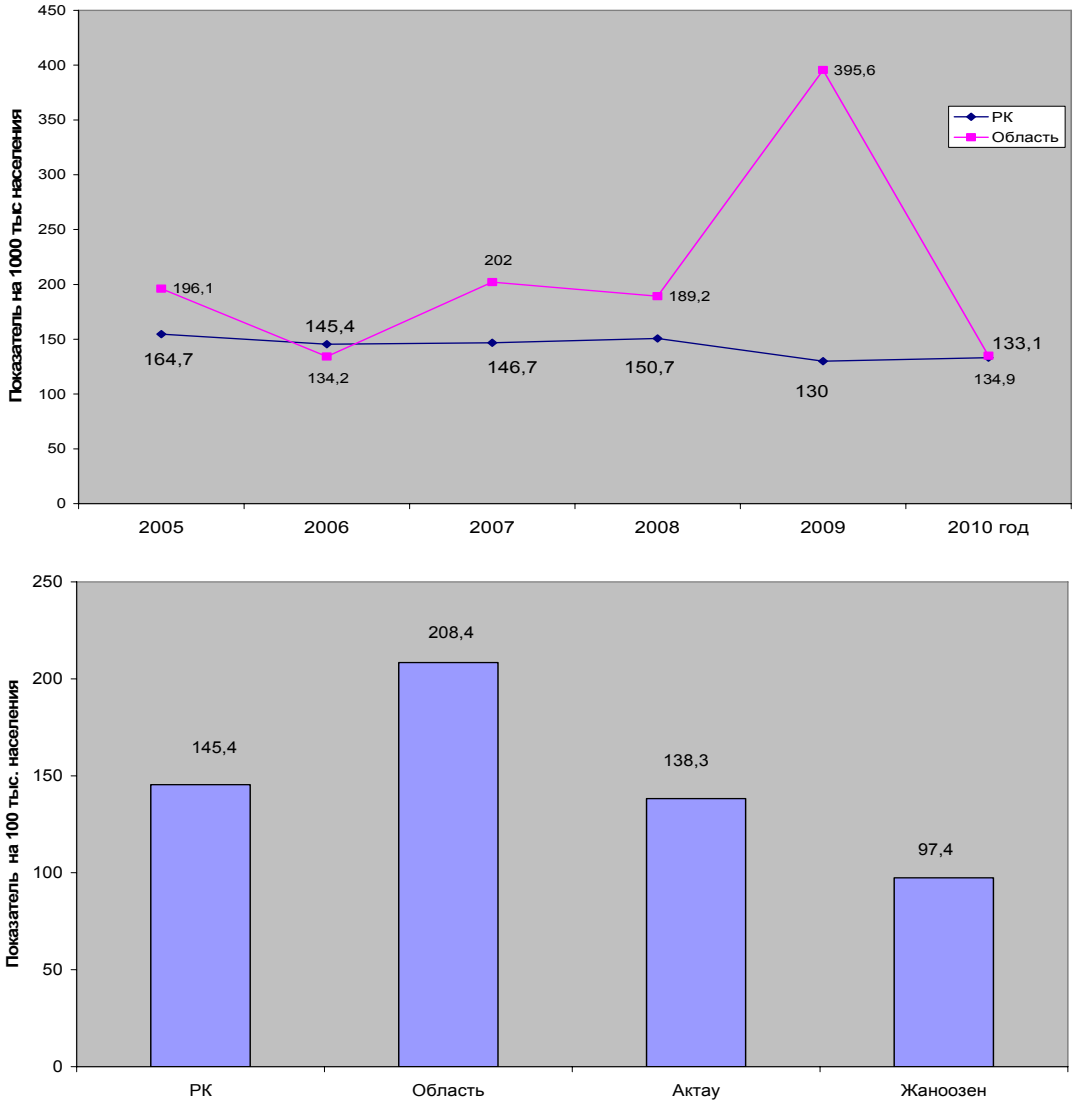
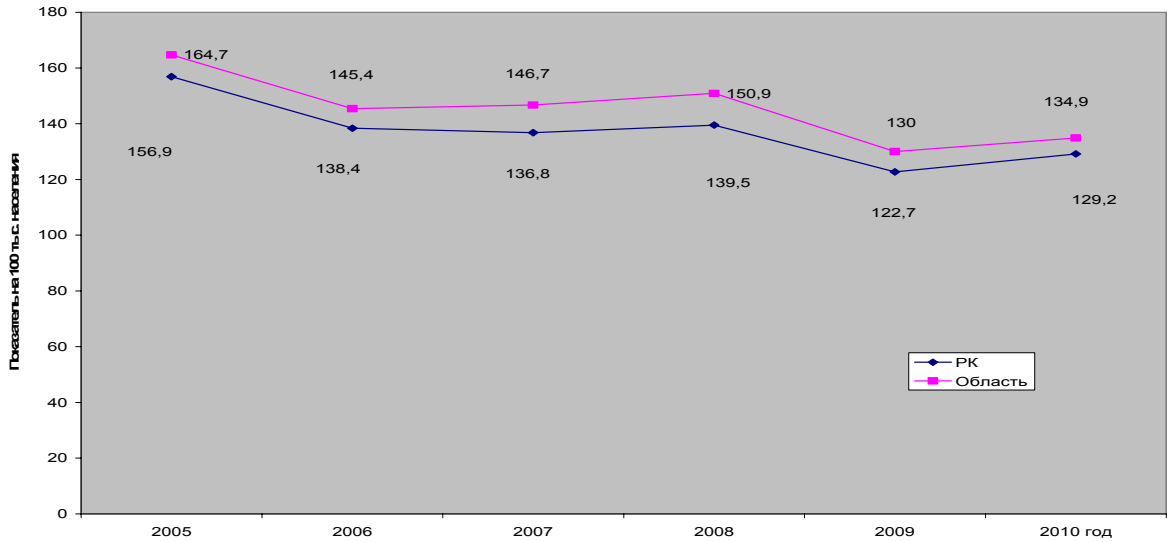


Рисунок 1 – Заболеваемость группой ОКИ в Мангистауской области

Как видно, на фоне слабо выраженной тенденции к снижению заболеваемости ОКИ в РК в Мангистауской области наблюдаются значительные колебания показателей по годам. Наиболее высокий показатель отмечен в 2009 г. (395,6) и относительно низкий – в 2010 (133,1). Среднегодовой показатель по области (208,4) в 1,4 раза превышающий средний показатель по РК (145,4), очевидно, обусловлен указанным повышением заболеваемости в об-

ласти в 2009 г. В то же время, среднегодовые показатели заболеваемости ОКИ в г. Актау (138,3) и в г. Жанаозен (97,4) были значительно ниже, чем по области и РК.



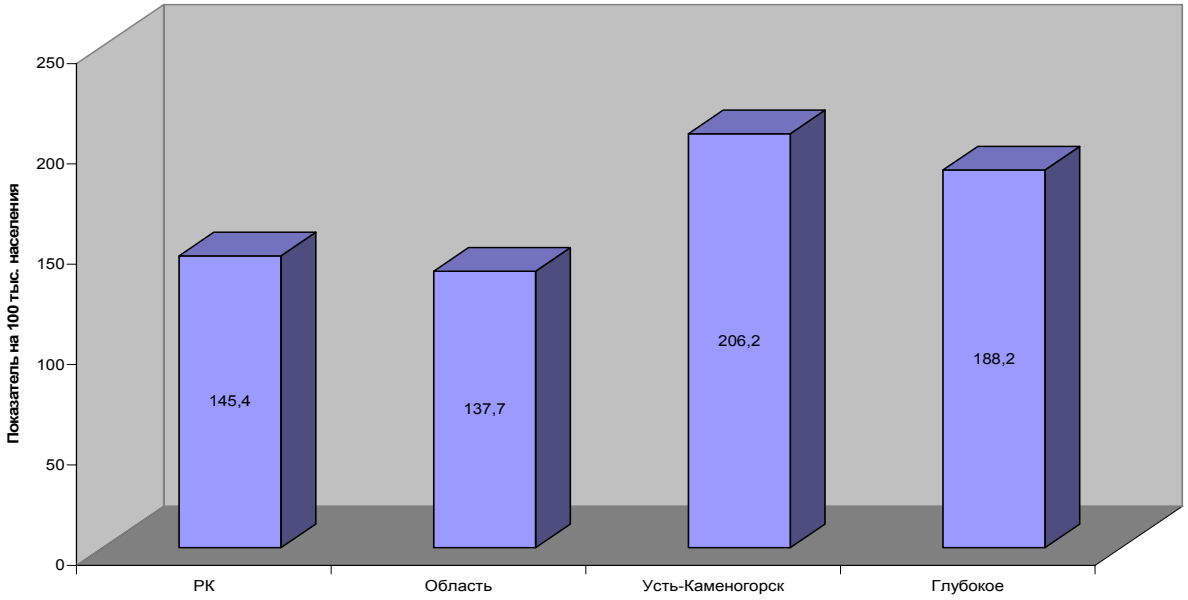


Рисунок 2 – Заболеваемость группой ОКИ в Восточно-Казахстанской области и РК

Видно, что характер заболеваемости ОКИ в ВКО и РК почти идентичный, имеет аналогичную тенденцию. Среднегодовые показатели по области и РК также очень близки. Однако показатели заболеваемости ОКИ в г. Усть-Каменогорске и п. Глубокое выше, чем по области.

Очевидно, имеются определенные условия в этих населенных пунктах, поддерживающие выраженный уровень заболеваемости.

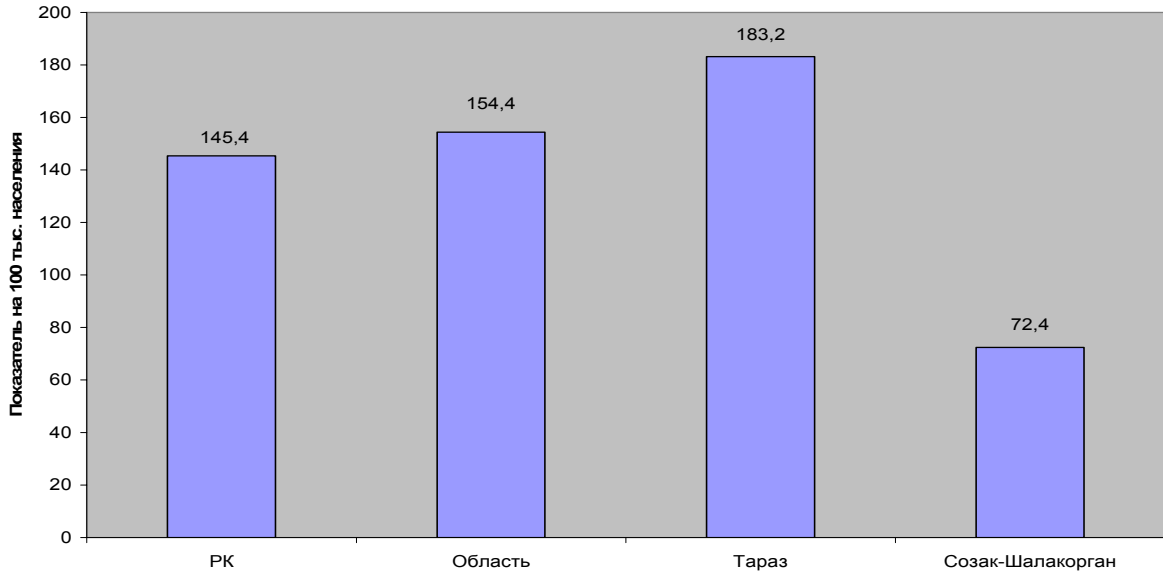


Рисунок 3 – Заболеваемость группой ОКИ в Жамбылской области

Как видно из рисунка 3, динамика заболеваемости ОКИ в Жамбылской области проявляет слабую тенденцию к снижению с небольшим подъемом до 227,2 в 2008г. Среднегодовой показатель, по г. Тараз (183,2) несколько превышает областной уровень. В пос. Созак-Шалакорган среднегодовой показатель намного ниже (72,4). По-видимому, в условиях города, пути передачи ОКИ функционируют более интенсивно, чем на селе.

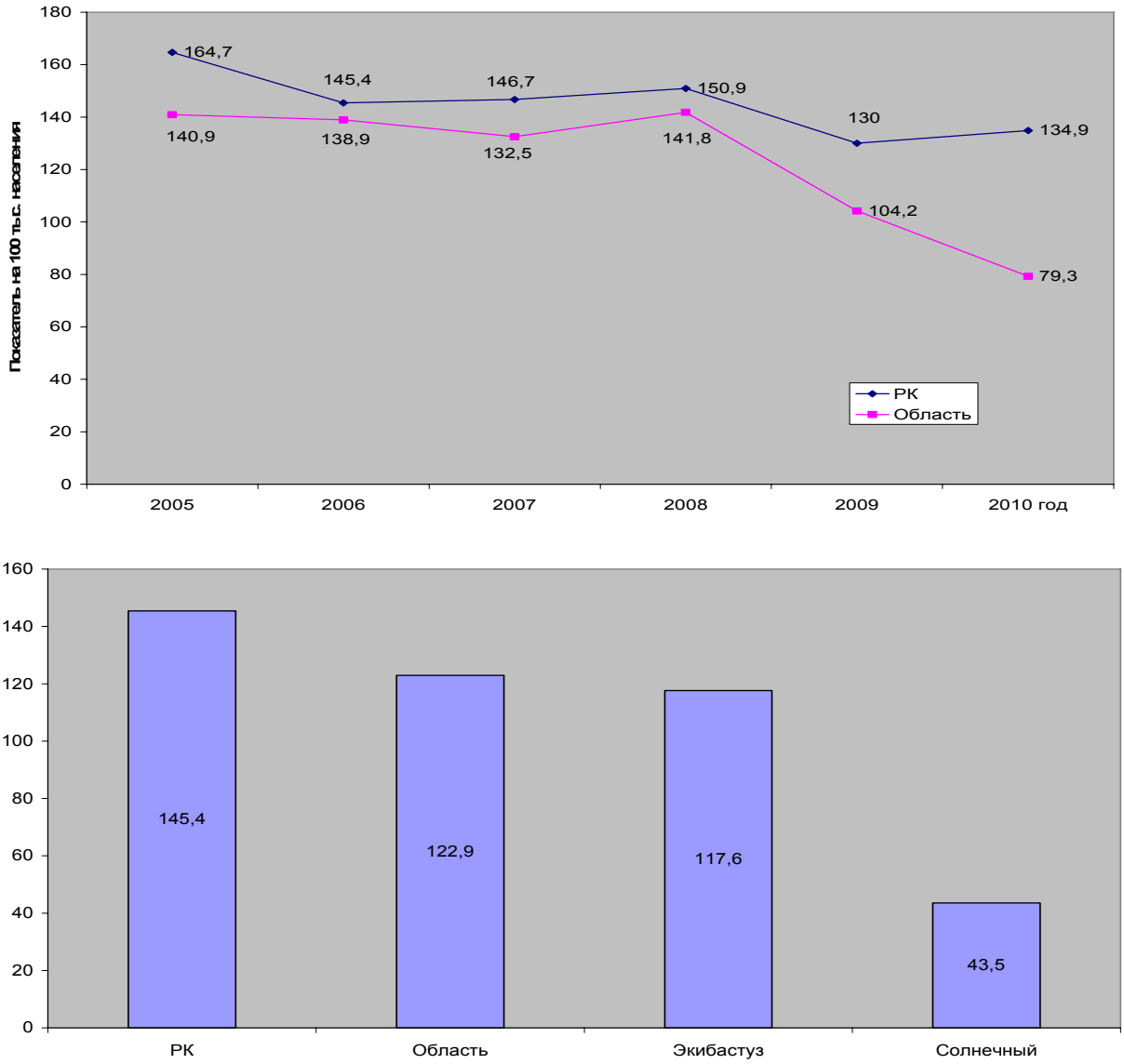


Рисунок 4 – Заболеваемость группой ОКИ в Павлодарской области

Заболеваемость ОКИ в Павлодарской области имеет выраженную тенденцию к снижению от 140,9 в 2005 г. до 79,3 в 2010 г. Среднегодовые показатели по области ниже, чем по РК, а показатели по населенным пунктам (г. Экибастуз и п. Солнечный 117,6 и 43,5 соответственно) ниже, чем по области (122,9).

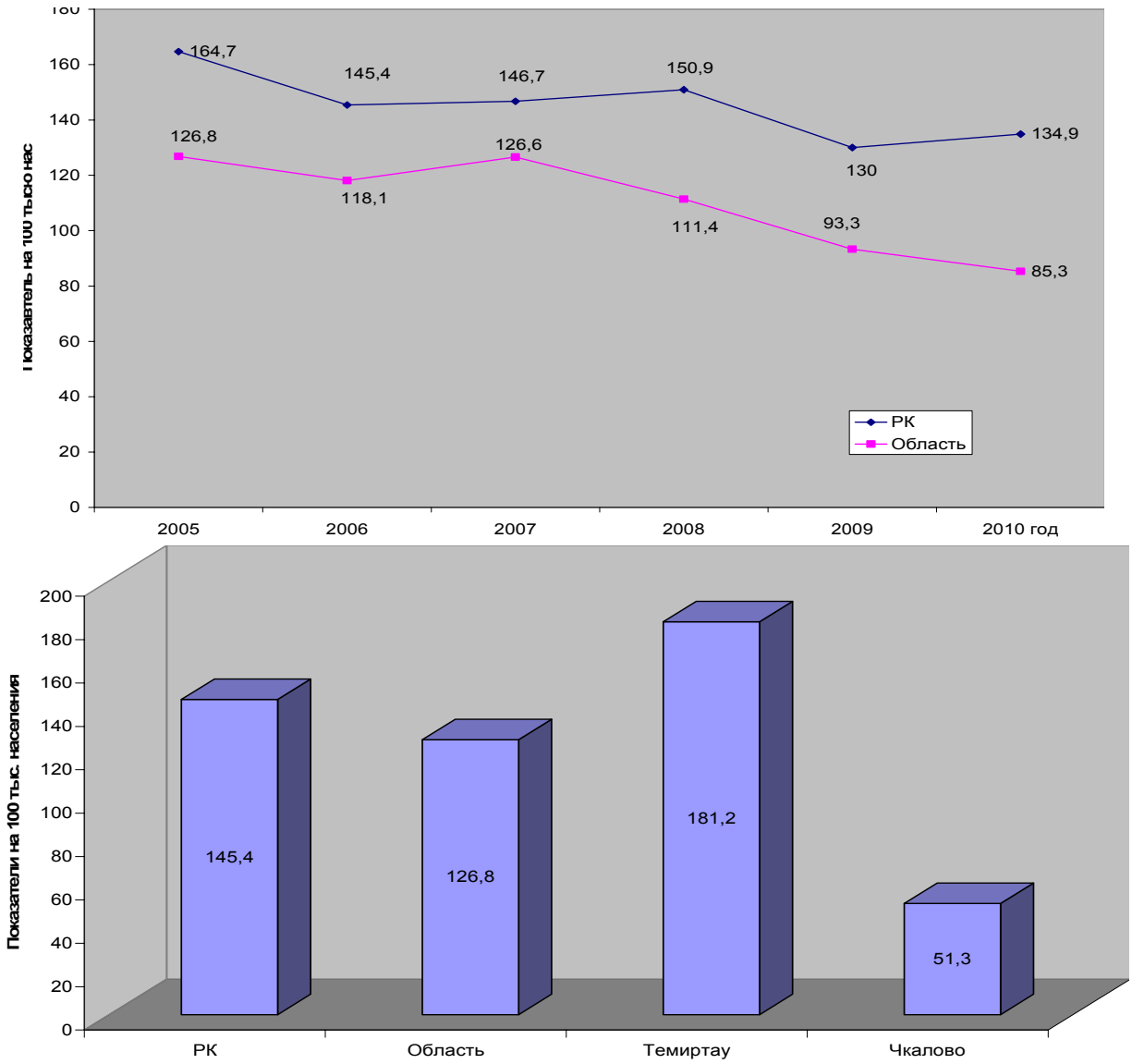


Рисунок 5 – Заболеваемость группой ОКИ в РК и Карагандинской области

Как следует из рисунка 5, динамика и тенденция заболеваемости населения ОКИ в Карагандинской области имеет одинаковый характер с заболеваемостью в Павлодарской области, показатели по годам даже ниже, чем в Павлодарской области. Среднегодовой показатель заболеваемости (126,8) ниже, чем по РК. Однако такой показатель в г. Темиртау (181,2) выше, чем по области, а в пос. Чкалово (51,3) - значительно ниже. Различия, видимо, можно обосновать разной интенсивностью функционирования путей передачи в городе и селе.

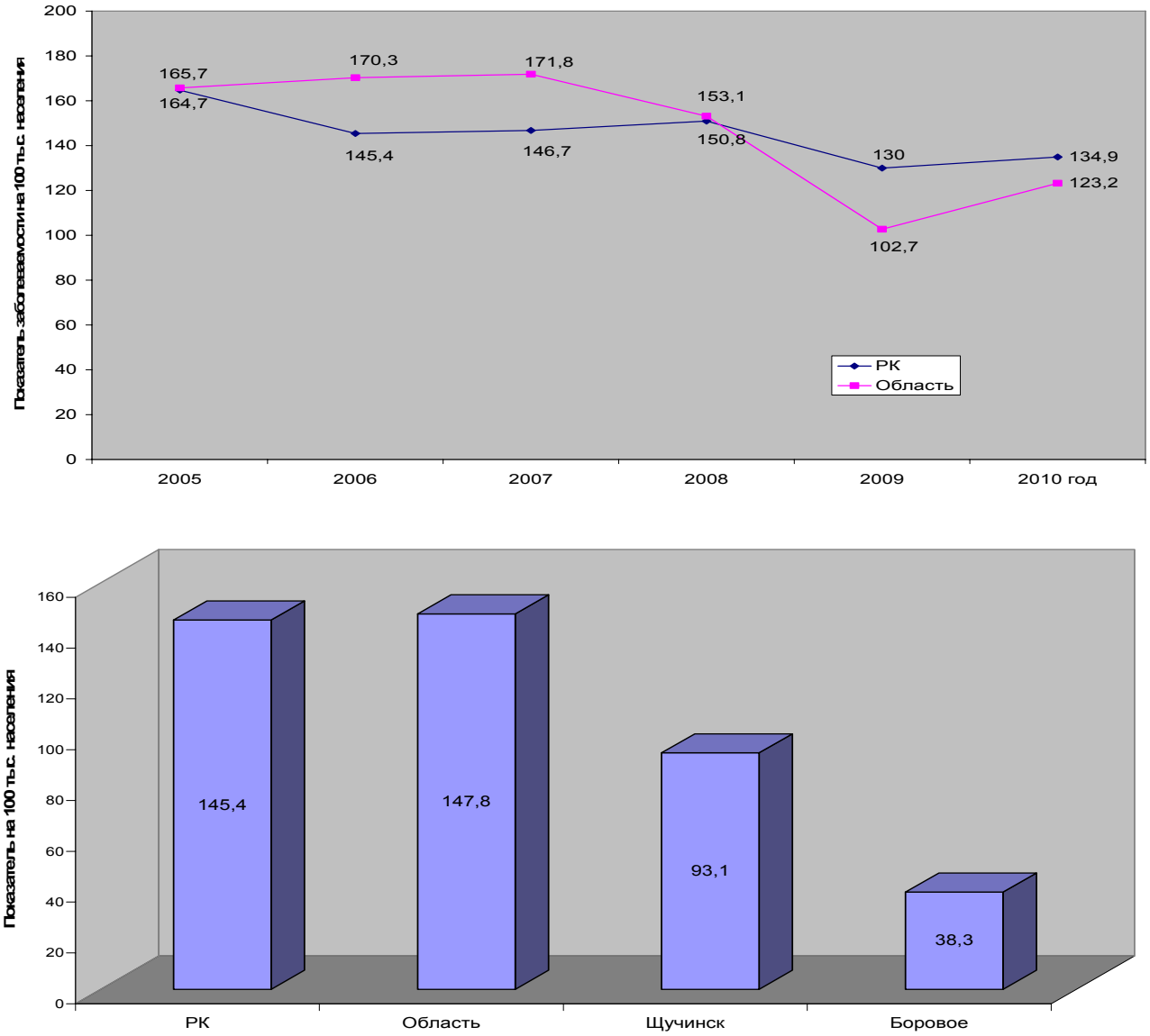


Рисунок 6 – Заболеваемость группой ОКИ в РК и Акмолинской области

Следует отметить, что населенные пункты (г. Щучинск и п. Боровое) Акмолинской области были определены, как контрольные по отношению к исследуемым городам и селам. Они располагаются в курортной зоне, вдали от промышленных центров. Однако, надо заметить, что приток населения (отдыхающих) в эту зону не меньше, чем в промышленную.

Как следует из рисунка 6, заболеваемость ОКИ по городам имеет слабо выраженную тенденцию к снижению. Среднегодовой показатель почти как аналогичный показатель по РК: 147,8 и 145,4; по г. Щучинску – 93,1; по пос. Боровое – 38,3, что значительно ниже, чем по области.

Анализировали показатель заболеваемости населения изучаемых территорий вирусным гепатитом А. Сводные данные этих исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Заболеваемость населения урбанизированных территорий вирусным гепатитом А

Регионы, населенные пункты	Показатели заболеваемости						Среднегодовые показатели ($^0/_{0000}$)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Восточно-Казахстанская обл.	8,7	9,8	31,4	27,4	11,0	3,6	15,4
г. Усть-Каменогорск	-	-	-	-	-	-	16,1
п. Глубокое	-	-	-	-	-	-	14,3
Жамбылск обл.	65,1	62,6	97,0	61,5	60,0	37,3	63,9
г. Тараз	-	-	-	-	-	-	64,6
п. Созак-Шалакорган	-	-	-	-	-	-	47,8
Карагандинская обл.	59,8	34,0	28,2	14,5	11,6	14,6	27,0
г. Темиртау	-	-	-	-	-	-	15,3
п. Чкалово	-	-	-	-	-	-	5,4
Мангистауская обл.	14,8	7,1	13,3	13,2	6,5	4,2	9,8
г. Актау	-	-	-	-	-	-	9,2
г. Жанаозен	-	-	-	-	-	-	4,8
Павлодарская обл	7,8	5,1	1,8	1,2	3,3	13,7	5,3
г. Экибастуз	-	-	-	-	-	-	15,1
п. Солнечный							7,6
Акмолинская обл.	15,4	13,7	25,7	9,5	7,5	11,0	13,8
г. Щучинск	-	-	-	-	-	-	11,5
п. Боровое	-	-	-	-	-	-	8,4

Как видно из данных таблицы 1, ежегодные показатели заболеваемости населения по областям невысокие, наблюдается постепенное их снижение. Исключение составляет Павлодарская область, где в 2010 г. за счет водной вспышки гепатита А в г. Экибастуз в результате контаминации водопроводной воды, отмечен подъем заболеваемости. Постепенное снижение и незначительные показатели очевидно, напрямую связаны с постоянно проводимой вакцинацией определенного количества лиц в областях. Ни в одном из населенных пунктов на изучаемых урбанизированных территориях показатели заболеваемости не превышали среднеобластные значения.

Заключение. Заболеваемость ОКИ наиболее реально отражает состояние совокупности санитарно – экологических и социально-экономических факторов, как одного из факторов саморегуляции эпидемического процесса [7].

В свете сказанного, в качестве нозологии, отражающей влияние санитарно-экологического фактора, обоснованно предлагаем использовать заболеваемость ОКИ на урбанизированных территориях.

Литература

1. Эпидемический процесс, как социально – экологическая система. – М., 1986. – 175 с.
2. Бессмертный, Б. С. Оценка эффективности мероприятий по профилактике инфекционных болезней / Б. С. Бессмертный, Л. Б. Хейфен. – М., 1986.
3. Некоторые спорные вопросы эпидемиологии кишечных инфекций / А. М. Зарицкий [и др.] // Журн. микробиол. – 1976. – №11. – С. 39 – 46.
4. Состояние заболеваемости острыми кишечными инфекциями и гепатитом А в Актюбинской области / К. А. Альжанова [и др.] // Материалы III-съезда врачей и провизоров Казахстана. – Астана, 2007. – Т III. – С. 11 – 15.
5. Пасичник, В. П. Организация противоэпидемических мероприятий по профилактике инфекционных заболеваний / В. П. Пасичник, Р. М. Сеитова, С. К. Аульбекова // Материалы III-го съезда врачей и провизоров Казахстана. – Астана, 2007. – Т. III. – С. 197 – 200.
6. Ретроспективный эпидемиологический анализ инфекционной заболеваемости : мет. рекомендации / М. Н. Омарова [и др.]. – Астана, 2004. – 59 с.
7. Шуратов, И. Х. Эпидемический процесс как единая социально-биологическая автоволновая система / И. Х. Шуратов // Здравоохранение Казахстана. – 1991. – № 35. – С. 38 – 41.

Поступила 31.05.2012

ANALYSIS OF THE INCIDENCE OF SOME OF THE POPULATION OF URBAN AREAS OF KAZAKHSTAN ACUTE INTESTINAL INFECTIONS AND HEPATITIS A

Shuratov I.H., Orakbay L.Zh., Dzhumagalieva A.B., Kenjebayeva A.T.
Scientific Centre of Hygiene and Epidemiology Named after Kh. Zhumatov,
Almaty, Republic of Kazakhstan

The analysis of the morbidity of the population of urban areas with acute intestinal infections and hepatitis A. The choice of acute intestinal infections in a nosology that reflects the impact of sanitary and environmental factors on disease.

Keywords: incidence, urban area, hepatitis, acute intestinal infection.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

*Щербинская И.П., * Филонов В.П., * Семенов И.П., * Мараховская С.В.,*
*** Кулеша З.В., *** Жевняк И.В.*
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск
** Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*
*** Гродненский зональный центр гигиены и эпидемиологии, г. Гродно*
**** Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, г. Минск*

Реферат. В статье освещены актуальные вопросы вентиляции жилых зданий, приведены действующие гигиенические требования к вентиляционным установкам, микроклиматическим параметрам, а также строительные требования к данным параметрам при проектировании и строительстве жилых зданий.

Ключевые слова: вентиляция, запахи, плесень, гигиенические требования.

Введение. Правильно организованный воздухообмен в зданиях является одним из главных условий борьбы с загрязнением воздуха помещений. Качество воздуха закрытых помещений зависит от многих факторов, к которым, в первую очередь, относятся физиологические процессы жизнедеятельности организма человека, дыхание, выделение пота и продуктов его разложения, кухонные плиты, нагревательные приборы. В процессе эксплуатации жилых и общественных зданий в воздухе увеличивается содержание двуокиси углерода, изменяются параметры влажности, температурный режим. Одной из актуальных проблем современных зданий является появление запахов. Постоянная замена воздуха помещений свежим, восстановление его первоначальных свойств и является задачей вентиляции и вентиляционных устройств. В профилактике воздушно-капельных инфекций воздухообмен более действенная мера нежели применение физических и химических средств дезинфекции воздуха. Исключительно велико значение активного воздухообмена в сохранении зданий и предупреждении развития сырости [1].

Материал и методы исследований. Использован метод гигиенического анализа материалов статистической отчетности органов госуправления, материалы собственных исследований и данные гигиенической оценки условий проживания населения, выполненные центрами гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья республики.

Результаты и их обсуждение. Основные гигиенические требования к вентиляционным устройствам, включая и установки кондиционирования, заключается в том, что они должны: обеспечивать и поддерживать совместно с системами отопления комфортную температуру и влажность, осуществлять возможно полную циркуляцию воздуха в пространстве

помещения, не допуская повышение скоростей воздуха, предупреждать накопление посторонних запахов, различных газо- и парообразных примесей в воздухе, бесперебойно функционировать в течение эксплуатации, быть бесшумными, легкими в обслуживании, быть безопасными [1]. В зависимости от способа подачи воздуха в помещение различают естественную и искусственную механическую вентиляцию, а в зависимости от способа организации воздухообмена местную и общеобменную. В соответствии с требованиями Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 25 августа 2009 г. (п. 17), система отопления и вентиляции должна обеспечивать гигиенические нормативы качества воздуха, уровней шума и вибрации в жилых помещениях жилого дома, установленные требованиями технических нормативно-правовых актов [2]. Система вентиляции в жилом доме должна содержаться в исправном и чистом состоянии, должен быть обеспечен свободный доступ к решеткам вентиляции, закрывать (заклеивать) решетки вентиляции в помещениях жилых домов запрещается (п. 18) [2]. Требования к объемно-планировочным решениям основных и вспомогательных помещений жилых зданий, к размещению помещений общественного назначения в жилых зданиях, их инженерному обеспечению устанавливаются в соответствии со Строительными нормами Республики Беларусь «Жилые здания» 3.02.04-03 (далее – СНБ 3.02.04-03), которые распространяются на проектирование жилых зданий высотой до 25 этажей включительно: квартирного типа и общежитий; специальных для престарелых и инвалидов; квартирного типа с частью квартир для семей, в составе которых имеются инвалиды, передвигающиеся на креслах-колясках; одноквартирных и блокированных [3]. В соответствии с п.8.6 СНБ 3.02.04-03 в жилых зданиях следует предусматривать отопление, вентиляцию с естественным побуждением и, при необходимости, противодымную вентиляцию. Допускается устройство систем приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Кроме того, в квартирах допускается применять системы квартирного отопления, а также автономные системы вентиляции, которые не должны влиять на работу общей системы вентиляции многоквартирного жилого дома [3].

Удаление воздуха из жилых комнат квартир и жилых ячеек общежитий следует предусматривать через вытяжные каналы кухонь, санитарных узлов и сушильных шкафов, для чего в этих помещениях следует предусматривать возможность перетекания удаляемого воздуха. Компенсацию удаляемого воздуха для помещений с нормируемой вытяжкой следует предусматривать: для жилых комнат – за счет поступления наружного воздуха, для других помещений – как за счет поступления наружного воздуха, так и за счет перетекания воздуха из других помещений квартиры (п. 8.9) [3]. В пределах одной квартиры или ячейки в общежитии допускается осуществлять удаление воздуха одним каналом с подключением к нему

следующих помещений: кухня, ванная или душевая; уборная, ванная (душевая) и сушильный шкаф (п. 8.10) [3]. В зданиях повышенной этажности, как правило, применяются системы с каналами-спутниками, подсоединяемыми к магистральным каналам с припуском в 1-5 этажей. Те и другие каналы размещаются в вентиляционных блоках или приставных коробках. Возмещение удаляемого из квартир загрязненного воздуха должно осуществляться за счет наружного воздуха, поступающего в помещения через неплотности в наружных ограждениях (в основном через оконные проемы, в меньшей степени - через стыковые соединения стеновых панелей и непосредственно через массив стен). Предполагается, что при этом имеет место следующая схема воздухообмена: под действием ветра или гравитационного напора (за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха) наружный воздух поступает через неплотности в окнах и стенах в квартиру, проходит через открытые двери комнат в кухню, а также в ванную, туалет (двери которых имеют в нижней части щели), загрязняясь по пути продуктами жизнедеятельности людей, и затем удаляется из квартиры через вытяжные отверстия. Неорганизованное поступление воздуха через наружные ограждения может осуществляться только в том случае, если они воздухопроницаемы. Степень их воздухопроницаемости определяется, в основном, конструкцией окна и ограничивается гигиеническими требованиями к скорости поступления холодного воздуха в жилое помещение. Вытяжная вентиляция рассчитывается на определенные наружные условия. Такими расчетными условиями являются температура наружного воздуха – 5 °С и отсутствие ветра. Эта температура обусловлена гигиеническими соображениями – она является пределом, ниже которого открывание окон и форточек нежелательно (кроме кратковременного проветривания). Выше 5 °С считается возможным круглосуточное проветривание. В связи с этим имеются два варианта расчета: при – 5 °С располагаемый напор для расчета сети вытяжных каналов определяется с учетом потери напора на преодоление сопротивления закрытых окон, при 5 °С сопротивление окна не учитывается [1]. Значительная воздухопроницаемость внутренних ограждений квартир является фактором, оказывающим отрицательное влияние на вентиляцию здания при любом решении последней. В настоящее время с целью снижения теплопотерь осуществляется система утепления зданий, однако при этом необходимо помнить, что воздушный режим зданий неразрывно связан с их тепловым режимом и в значительной степени определяется последним. Поэтому чрезвычайно важным элементом организации рационального воздухообмена в жилых зданиях является: правильное определение теплового баланса здания в целом, а также распределение тепловых нагрузок по вертикали. Вентиляция жилых зданий повышенной этажности в подавляющем большинстве случаев не устойчива. Следствием этого является несоблюдение комфортных условий микроклимата в жилых помещениях, колебание температуры воздуха, возникновение сквозняков и появление обширных зон

дискомфорта вблизи окон, нежелательное снижение относительной влажности в помещениях, загрязнение воздушной среды квартир продуктами жизнедеятельности людей и сгорания газа, не удаляемыми своевременно. Дискомфортность условий в жилых зданиях повышенной этажности сочетается с большим перерасходом тепла на отопление зданий по сравнению с расчетным их теплопотреблением (вследствие повышенного против нормы среднего воздухообмена) [1].

Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий в соответствии с СНБ 3.02.04-03 представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетная температура воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

<table>
<tr><th rowspan="2">Наименование помещений</th><th rowspan="2">Расчетная температура воздуха в холодный период года, °С</th><th colspan="2">Кратность воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения</th></tr>
<tr><th>приток</th><th>вытяжка</th></tr>
<tr><td>1. Жилая комната в квартире или в общежитии</td><td>18(20)</td><td>По расчету для компенсации удаляемого воздуха</td><td>3 м^3/ч – на 1 м^2 жилых комнат</td></tr>
<tr><td>2. Кухня в квартире или в общежитии:
с электроплитами</td><td rowspan="2">18</td><td rowspan="2">По расчету для приточно-вытяжной механической вентиляции</td><td>Не менее 60 м^3/ч</td></tr>
<tr><td>с газовыми плитами</td><td>Не менее:
60 м^3/ч – при двухконфорочных плитах;
75 м^3/ч – при трёхконфорочных плитах;
90 м^3/ч – при четырёхконфорочных плитах;</td></tr>
<tr><td>3. Ванная</td><td>25</td><td>—</td><td>25 м^3/ч</td></tr>
<tr><td>4. Уборная индивидуальная</td><td>18</td><td>—</td><td>25 м^3/ч</td></tr>
<tr><td>5. Совмещенный санитарный узел</td><td>25</td><td>—</td><td>50 м^3/ч</td></tr>
<tr><td>6. Совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревом</td><td>18</td><td>—</td><td>50 м^3/ч</td></tr>
</table>

Действующие параметры вентиляции были установлены с учетом функционального назначения зданий и помещений. Так, например, для расчета вентиляции жилищ была использована величина выделения человеком углекислоты. Впервые научно обоснованные требования воздухообмена в жилых помещениях были предложены М. Петтенкофером и К. Флюгге. Они исходили из физиологических величин выделения человеком углекислоты в течение часа. М. Петтенкофер предложил считать гигиенической нормой содержания угле-

кислоты в жилых помещениях 0,07 %, К. Флюгге – 0,1 %. Необходимо помнить и об антропотоксинах, среди них находятся такие вещества, как диметиламин, сероводород, уксусная кислота, ацетон, фенол, винилацетат, толуол, винилацетон, диэтиламин и многие другие. Установлено, что концентрация этих веществ находится в прямой зависимости от воздухоподачи. В 60-х годах гигиеническими исследованиями, включавшими физиологические наблюдения, было доказано, что для обеспечения комфорта воздухообмен в помещении должен составлять не менее 60–90 $м^3$/ч на человека. В.Е. Константиновой был обоснован для жилых квартир следующий режим вентиляции: круглосуточный воздухообмен путем естественной вытяжной вентиляции (из расчета 3 $м^3$/ч на человека на 1 $м^2$ жилой площади) и периодическое поступление больших объемов наружного воздуха через оконные проемы.

Однако нормирование по двуокиси углерода, как показало время, не решают проблем с температурно-влажностным режимом помещений. Во внутренней среде жилых зданий мы сталкиваемся с повышенной влажностью в ванной комнате (80–85 %), пониженной влажностью (20–30 %) в жилых комнатах, кухонные помещения являются источником запахов. Результатом несоответствия микроклиматических параметров установленным гигиеническим нормативам является увеличение числа жалоб жителей на неудовлетворительные условия проживания (плесень, запахи, микроклимат).

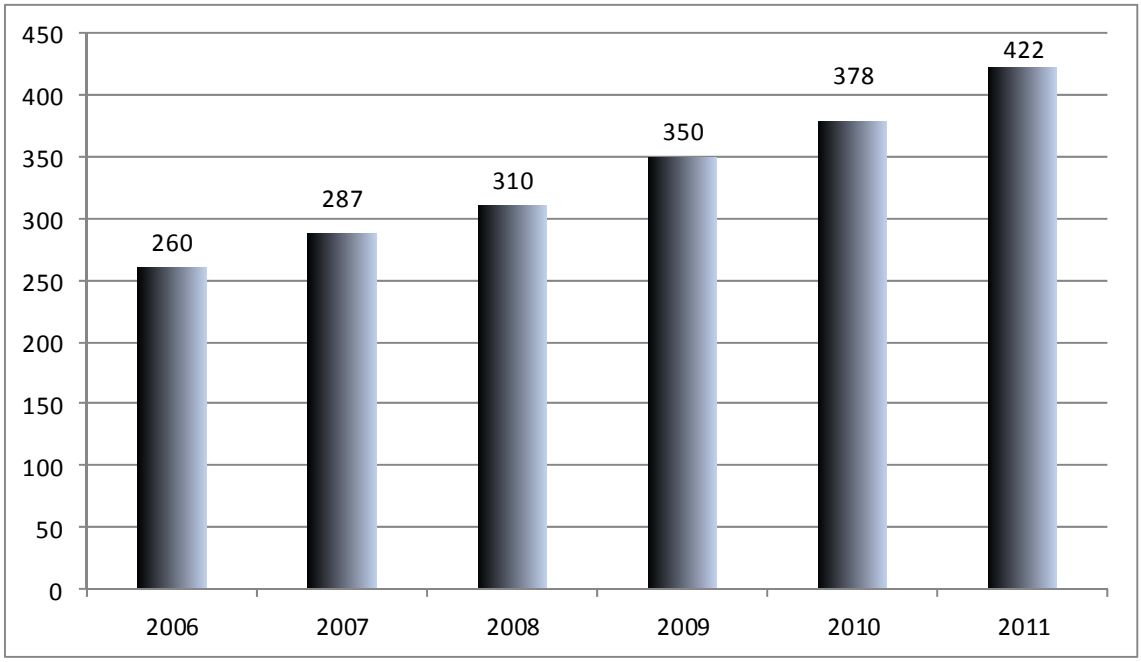


Рисунок 4 – Количество жалоб жителей на неудовлетворительные условия проживания (плесень, запахи, микроклимат) за период 2006–2011 гг.

Выводы. Таким образом, характерными недостатками воздухообмена жилых зданий являются:

– неэффективность существующих систем вытяжной вентиляции;

– отсутствие активной вентиляции в помещениях с избыточным влаговыделением (ванная комната, кухня);

– несоответствие параметров микроклимата гигиеническим требованиям.

В настоящее время возникла настоятельная необходимость научно обоснованного пересмотра установленных микроклиматических параметров в жилых зданиях, что не может быть реализовано без актуализации подходов и мер при устройстве и оборудовании вентиляции зданий.

Литература

1. Губернский, Ю. Д. Экологические основы строительства жилых и общественных зданий / Ю. Д. Губернский, В. А. Лещиков В., Ю. А. Рахманин. – М., 2004. – 252 с.

2. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы. Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь № 95 от 25 августа 2009 г.

3. Строительные нормы Республики Беларусь 3.02.04-03. Жилые здания. – Минск, 2003.

Поступила 19.06.2012

HYGIENIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF VENTILATION IN RESIDENTIAL BUILDINGS

*Shcherbinskaja I.P., * Filonov V.P., * Semenov I.P., * Marachovskaja S.V.,*
*** Kulesha Z.V., *** Zhevnjak I.V.*
The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk
** The Belarusian State Medical University, Minsk*
*** Grodno area centre of hygiene and epidemiology, Grodno*
**** The Republican Center of Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk*

The important issues of ventilation in residential buildings, acting hygiene requirements for ventilation systems, microclimatic parameters and construction requirements for these parameters at designing and constructing residential buildings have been highlighted in the paper.

Keywords: ventilation, smells, mould, hygienic requirements.

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ

Анисович М.В., Ильюкова И.И., * Афонин В.Ю., * Войтович А.М.,*
*** Кардаш О.Ф., ** Жуйко Е.Н., ** Булгак А.Г.*
Научно-производственный центр «Институт фармакологии и биохимии НАН Беларуси», г. Минск
** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*
*** Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск*

Реферат. Приводятся результаты цитофлуометрического исследования лимфоцитов периферической крови пациентов с различной патологией сердечно-сосудистой системы. Отмечается, что на параметры клеточного цикла и процент клеток с повреждениями ДНК влияет характер и степень выраженности заболевания, а также время года забора периферической крови.

Ключевые слова: клеточный цикл, апоптоз, гиподиплоидные клетки, микроядра, сердечно-сосудистые заболевания.

Введение. На сегодняшний день сердечно-сосудистые заболевания (далее – ССЗ) являются одной из главных причин инвалидности и смертности населения всех развитых стран. Оценка известных факторов риска развития и прогнозирования ССЗ (уровень липидов крови, курение, повышенное артериальное давление, гиподинамия, метаболический синдром) имеет свои ограничения, что определяет поиск новых возможностей прогнозирования, оценки риска, диагностики, профилактики и лечения.

В настоящее время выявлена связь генетических нарушений с риском развития ишемической болезни сердца (далее – ИБС). Так известно, что гены XPD и XRCC1, ответственные за репарацию ДНК, ген метилентетрагидрофолат редуктазы (MTHFR) (генотип TT), ответственный за метаболизм гомоцистеина, обуславливают повышенный риск развития ИБС [2]. Кроме того, при ИБС отмечаются нарушения на хромосомном уровне: обнаружены делеции, транслокации, инверсии и мозаицизм [4]. Однако генотипирование является дорогостоящим и не всегда доступным методом. В то же время при генотипах CT и CC гена MTHFR, аллели 751Gln гена XPD, аллели 399Gln гена XRCC1 выявляется повышение уровня микроядерных клеток по сравнению с другими генотипами [3]. В выполненных ранее исследованиях показано увеличение количества клеток с микроядрами (далее – КЛМЯ) в культивируемых лимфоцитах периферической крови при заболеваниях сердечно-сосудистой систе-

мы [1]. При этом число культивируемых КЛМЯ у больных ИБС больше, чем у пациентов с поражением клапанов сердца не атеросклеротического генеза.

Актуальность исследования в данном направлении объясняется также связью повышения уровня КЛМЯ с воспалением. Данный тест позволяет не только констатировать воспалительные изменения, но и дает возможность косвенно судить о причинах, вызывающих нарушение репаративных процессов, так как интенсивность и характер гибели клеток прямо или косвенно влияет на уровень клеток с микроядрами [5]. В то же время диагностическое и прогностическое значение микроядерного теста в клинике кардиологии не определено.

Цель работы – изучить клиническое применение микроядерного теста при сердечно-сосудистой патологии.

Материал и методы исследований. Анализировались данные пациентов с ИБС (всего 24 пациента, из них мужчин – 17), артериальной гипертензией (далее – АГ) (26, из них мужчин – 15), дилатационной кардиомиопатией (далее – ДКМП) (18). Средний возраст пациентов составлял 51 (44; 57) лет, класс сердечной недостаточности (далее – СН) по NYHA - 1(0; 3). Контролем служила кровь здоровых доноров (22) среднего возраста 48 (41; 55) лет. Забор крови осуществляли в различные сезоны: осенне-зимний (31) и зимне-весенний (59).

Анализ содержания ДНК проводили в клетках, предварительно фиксированных в этаноле. Образцы клеток отмывали дважды фосфатно-солевым буфером (далее – ФСБ), фиксировали в охлажденном 70 % этаноле и хранили при -20 °С до проведения анализа. Фиксированные в этаноле клетки отмывали ФСБ, обрабатывали раствором РНК-азы (150 Ед/мл) и окрашивали раствором пропидиум иодида (PI) («Sigma») в концентрации 50 мкг/мл в течение 30 мин при комнатной температуре.

Полученные образцы изучали на приборе «Cytomics FC 500» (Becton Coulter, USA). Для возбуждения флуоресценции использовали аргоновый лазер (длина волны 488 нм, 1000 W). Измерения проводили при скорости до 2000 клеток в 1 с. В одной пробе анализировали не менее 30 000 клеточных ядер. С использованием специальных компьютерных программ дифференцировали клетки по содержанию ДНК - диплоидные (2n2c), тетраплоидные (2n4c) и гиподиплоидные (апоптотические) (менее 2n2c). Анализ распределения клеток на ДНК-гистограмме по фазам клеточного цикла проводили по программе Cell FIT. Процент апоптотических клеток рассчитывали на основании измерения гиподиплоидной ДНК, окрашенной PI в концентрации 250 мкг/мл. Регистрировали апоптотические клетки с содержанием ДНК менее 2n2c. Микроядра выделяли по интенсивности флуоресценции. При оценке выделялись два пула ядер: первый пул с диплоидными и тетраплоидными ядрами, второй с микроядрами. На основании полученных данных рассчитывали % клеток с микроядрами по количеству ДНК, исходя из предположения, что одна клетка – одно микроядро.

Результаты и их обсуждение. В результате проведения цитофлуометрического анализа гетерогенной клеточной популяции периферической крови индивидуумов двух различных групп в осенне-зимний и зимне-весенний период было установлено, что у здоровых лиц в зимне-весенний период процент клеток с признаками апоптоза и КЛМЯ ниже, чем в осенне-зимний период (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение лимфоцитов периферической крови здоровых доноров по стадиям клеточного цикла в различные сезонные периоды

Группы (кол-во человек)	Апоптоз, %	G_1, %	S, %	G_2/M, %	КлМя, %
Доноры 1 (осенне-зимний период) (10)	4,18±0,58*	96,85±0,46	1,48±0,38	1,67±0,20	0,37±0,07*
Доноры 2 (зимне-весенний период) (12)	1,45±0,20	96,37±0,37	0,14±0,04	3,49±0,34	0,13±0,03
Примечание — * — Различия между донорами P<0,01.					

Повышенный уровень апоптоза с одновременным увеличением КЛМЯ у доноров 1 указывает на возможную элиминацию клеток с потенциальными повреждениями ДНК на фоне их вероятной реализации в цитогенетические повреждения при усилении клеточной пролиферации в зимнее-весенний период. Данные межсезонные различия могут быть тесно связаны с кинетикой элиминации лимфоцитов. Процессы пролиферации и элиминации клеток значительно варьируют в зависимости от различных факторов природы. В литературе имеются данные об увеличении числа клеток с микроядрами в осенний период [7]. На примере индуцированных ионизирующей радиацией цитогенетических повреждений описаны популяции лимфоцитов с коротким периодом жизни (около года) и долгоживущих клеток, составляющих около 60 % лимфоцитов циркулирующей крови, способных сохранять хромосомные повреждения нестабильного типа на протяжении многих лет [6]. Следовательно, для оценки цитогенетических показателей в различных выборках необходим контроль, соответствующий времени наблюдения, т.к. в зимне-весенний период наблюдается уменьшение числа клеток, несущих видимые повреждения ДНК в виде микроядер.

При анализе данных пациентов с ИБС в зависимости от класса СН установлено, что уровень апоптотических клеток, оцениваемых по содержанию ДНК как гиподиплодные, при 2-3 классе СН достоверно ниже, чем у доноров (таблица 2). У пациентов с СН 1 класса, кроме того, достоверно меньше, чем у доноров уровень КЛМЯ (таблица 2). Отмеченные различия в уровнях

клеток с признаками апоптоза и КлМя можно объяснить как разницей в гетерогенности клеточных популяций, так и количеством клеток, находящихся на стадии деления. Так, у пациентов с ИБС достоверно меньше клеток на стадии синтеза (стадия S) по сравнению с донорами 1. Полученные данные подтверждают ранее проведенные исследования, что у пациентов с тяжелой СН количество клеток с повреждениями ДНК выше [1].

Таблица 2 − Распределение лимфоцитов периферической крови по стадиям клеточного цикла у пациентов со стенозирующим атероскерозом коронарных артерий и различным классом СН в осенне-зимний период

Группы (кол-во человек)	Апоптоз, %	G_1, %	S, %	G_2/M, %	КлМя, %
Пациенты с ИБС	2,04±0,35	97,79±0,24	0,15±0,05	2,06±0,26	0,12±0,02
Пациенты с ИБС с СН 1	0,74±0,11	96,95±0,21	0,10±0,07	2,95±0,22	0,02±0,005
Пациенты с ИБС с СН 2	2,42±0,64#	98,27±0,29	0,24±0,11	1,49±0,30	0,13±0,03#
Пациенты с ИБС с СН 3	2,37±0,53#	97,75±0,44	0,13±0,05	2,13±0,47	0,16±0,02#
Доноры 1 (10)	4,18±0,58*	96,85±0,46	1,48±0,38*	1,67±0,20	0,37±0,07*
Примечания: 1. * — Различия с донорами P<0,01. 2. # — Различия с пациентами СН1 P<0,04.					

В зимне-весенний период 2011 г. нами был проведен анализ периферической крови работников Минского автомобильного завода (далее – МАЗ). Из таблицы 3 видно, что у лиц с ССЗ наблюдается повышенный уровень КЛМЯ, однако из-за высокой вариации данного показателя достоверные различия не отмечаются.

Таблица 3 − Распределение лимфоцитов периферической крови по стадиям клеточного цикла крови работников МАЗ с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ)

Группы (кол-во человек)	Апоптоз, %	G_1, %	S, %	G_2/M, %	КлМя, %
АГ и ИБС	1,05±0,15	96,46±0,43	0,11±0,03	3,41±0,41	0,20±0,06
Доноры 2	1,45±0,20	96,37±0,37	0,14±0,04	3,49±0,34	0,13±0,03
Выборка индивидуумов мужского пола					
АГ	0,76±0,10	95,65±0,49	0,14±0,03	4,21±0,47	0,15±0,06
ИБС	0,78±0,18	96,03±0,80	0,11±0,06	3,87±0,76	0,27±0,13
Доноры 2	1,41±0,21*	96,23±0,43	0,13±0,05	3,64±0,41	0,09±0,02
Примечание — * — Различия с донорами P<0,01.					

Также можно отметить достоверные различия в числе гиподиплоидных клеток (апоптоз) между здоровыми лицами и пациентами с ИБС или АГ. В то же время отличий между анализируемыми группами по стадиям синтеза и деления клеточного цикла не получено, что требует дальнейшего изучения процессов элиминации КЛМЯ у индивидуумов с начальными

стадиями развития патологии сердечно-сосудистой системы для объяснения происходящих генетических нарушений.

Для изучения «природы» микроядер (Мя) у больных ДКМП (зимне-летний период) был проведен анализ данных по апоптозу и распределению клеток по клеточному циклу в зависимости от уровня КлМя (таблица 4). Для этого больных ранжировали на три группы: 1 – уровень с КлМя колебался в пределах от 0,05–0,15 %; 2 – 0,20–0,29 %; 3. – 0,37–1,06. Из таблицы видно, что деление больных на группы не привело к изменению анализируемых параметров, кроме процента клеток на стадии S. Уменьшение уровня таких клеток в группе 3, где наибольший уровень КлМя, свидетельствует об отсутствии ареста и/или репарации клеток на данной стадии (S).

Таблица 4 − Распределение лимфоцитов периферической крови по стадиям клеточного цикла у мужчин с ДКМП в зависимости от уровня КлМя

Группы (кол-во человек)	Апоптоз, %	G_1, %	S, %	G_2/M, %	КлМя, %
1 (9)	1,26±0,17	97,31±0,26	0,22±0,04*	2,47±0,28	0,10±0,01
2 (10)	1,30±0,25	97,70±0,72	0,51±0,28	1,80±0,64	0,23±0,02
3 (4)	1,56±0,29	97,10±0,92	0,06±0,04*	2,84±0,92	0,67±0,09
Примечание — * — Различия между группами P<0,03.					

При сравнении данных микроядерного теста пациентов с ДКМП и кардиомиопатией ишемического генеза (ХСН) следует отметить сопоставимость всех оцениваемых молекулярно-биологических параметров, кроме процента КлМя. Из таблицы 5 видно, что уровень таких клеток достоверно выше у больных с ДКМП, чем у ХСН.

Таблица 5 − Распределение лимфоцитов периферической крови по стадиям клеточного цикла у больных с ДКМП и ХСН

Группы (кол-во человек)	Апоптоз, %	G_1, %	S, %	G_2/M, %	КлМя, %
ХСН (9)	2,05±0,55	97,87±0,39	0,23±0,09	1,90±0,43	0,12±0,02*
ДКМП (23)	1,40±0,15	97,29±0,42	0,20±0,06	2,51±0,42	0,37±0,07*
Примечание — * — Различия между группами P<0,002.					

В результате можно сделать вывод о том, что у больных с ДКМП уровень повреждений ДНК в клетках выше, чем у здоровых доноров и больных с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) 3-го класса по FC NYHA, и характер данных повреждений связан с альтерациями контроля клеточного цикла у пациентов с наследственными нарушениями.

Таким образом, число клеток с микроядрами имеет тенденцию к увеличению у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Используемый в работе метод проточной цитофлуометрии для учета клеток с повреждениями ДНК может служить дополнительным критерием оценки влияния генетической и/или эпигенетической предрасположенности к развитию сердечно-сосудистой патологии, а также для формирования групп риска прогрессирующего течения заболевания.

Заключение. В результате выполненных исследований установлено следующее:

1. У больных ДКМП уровень лимфоцитов периферической крови с микроядрами выше, чем у здоровых доноров и больных ХСН.

2. Сокращение числа лимфоцитов периферической крови в S стадии клеточного цикла у больных с сердечными заболеваниями свидетельствует о нарушении процессов репарации ДНК.

3. Для оценки цитогенетических показателей в различных выборках необходим контроль, соответствующий времени (сезону) наблюдения.

Литература

1. Evidence for DNA damage in patients with coronary artery disease / N. Botto [et al.] // Planta Med. – 1991. – Vol.57, N 1. – P. 1 – 7.

2. DNA repair gene XRCC1 and XPD polymorphisms and their association with coronary artery disease risks and micronucleus frequency / M. Guven [et al.] // Heart Vessels. – 2007. – Vol. 22, N6. – P. 355 – 360.

3. Methylenetetrahydrofolate reductase gene C677T polymorphism, homocysteine, vitamin B12, and DNA damage in coronary artery disease / M.G. Andreassi [et al.] // Hum. Genet. – 2003. – Vol.112, N2. – P. 171 – 177.

4. Andreassi, M. G. Genetic instability, DNA damage and atherosclerosis / M. G. Andreassi, N. Botto. // Cell Cycle. – 2003. – Vol. 2, N 3. – P. 224 – 227.

5. Сравнительная характеристика апоптоза периферических лейкоцитов при вирусных и аутоиммунных заболеваниях печени / А. О. Буеверов [и др.] // Рос. журн. гастроэнтерол. гепатол. колопроктологии. – 2009. – Т. 19, № 4. – С. 41 – 47.

6. Bogen, K. T. Reassessment of human peripheral T-lymphocyte lifespan deduced from cytogenetic and cytotoxic effects of radiation / K. T. Bogen // Int. J. Radiat. Biol. – 1993. – Vol. 64, N2. – P. 195 – 204.

7. Cytogenetic damage in buccal epithelia and peripheral lymphocytes of young healthy individuals exposed to ozone / C. Chen [et al.] // Mutagenesis. – 2006. – Vol. 21, N 2. – P. 131 – 137.

Поступила 29.05.2012

MOLECULAR-BIOLOGIC AND CYTOGENETIC PARAMETERS OF PERIFERAL MOMOLECULAR BIOLOGICAL AND CYTOGENIC INDICES OF PERIPHERAL BLOOD IN PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR PATHOLOGY

*Anisovich M.V., * Iluykova I.I., * Afonin V.Yu., * Voitovich A.M., ** Kardash V.F.,*
*** Zhujko A.N, ** Bulgak A.G.*
Scientific Production Center «Institute of Pharmacology and Biochemistry, NAS of Belarus», Minsk
** The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*
*** The Republican Scientific and Practical Center of Cardiology, Minsk*

The results of a peripheral blood cytoflowmetry study in patients with different cardiovascular pathology have been presented in the paper. It is shown, that parameters of a cellular cycle and percent of cells with DNA damages are influenced with genetic predisposition, character and a stage of disease as well as a season of blood sampling.

Keywords: cellular cycle, apoptosis, hypodiploid cells, micronucleus, cardiovascular diseases.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В КУЛЬТУРЕ ЛИМФОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

*Анисович М.В., * Ильюкова И.И., * Афонин В.Ю., * Войтович А.М.,*
** Наджарян Л.А., * Власенко Е.К.*
Научно-производственный центр «Институт фармакологии
и биохимии НАН Беларуси», г. Минск
** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. Приводятся результаты экспериментального исследования эффектов наночастиц серебра методом проточной цитофотометрии в культуре лейкоцитов здоровых индивидуумов. Для объяснения полученных результатов были проведены эксперименты с нитрозомочевиной, обладающей мутагенными свойствами, и водным нанодисперсным раствором куркумина, обладающим антиоксидантным и цитостатическим действием.

Ключевые слова: клеточный цикл, апоптоз, гиподиплоидные клетки, микроядра, наночастицы серебра, нитрозомочевина, куркумин.

Введение. Метод проточной цитометрии широко применяется в различных сферах биологии и медицины. Он приходит на смену классическим цитогенетическим методам с использованием световой микроскопии и позволяет повысить скорость и объемы экспериментальных исследований. В настоящее время идет адаптация метода проточной цитометрии к оценке безопасности веществ для создания новых фармакологических препаратов [1–2] с использованием классических культур клеток для рутинных цитогенетических методов исследования. Однако данные инновации сталкиваются с рядом проблем, такой, в частности, как природа микроядер, возникающих после митоза или при апоптозе [3].

Цель работы – оценить в эксперименте реакцию клеток лимфоцитов человека на введение в среду культивирования наночастиц серебра и изучить их молекулярно-биологические и цитогенетические эффекты в сравнении с известным прямым мутагеном – нитрозомочевиной и нанодисперсным раствором куркумина.

Материал и методы исследований. Лимфоциты крови от 10 доноров культивировали по стандартному полумикрометоду [4] в течение 48 часов. Наночастицы серебра (Sigma), нитрозомочевину (Sigma) и комплекс полифенолов (далее – КП) куркумы добавляли на 24 **часу** культивирования. Модифицированный водный нанодисперсный раствор экстракта куркумина был разработан в ГУ НПЦ «Институт фармакологии и биохимии НАН Беларуси» [5]**.**

Образцы проб ДНК клеток периферической крови и культуры лимфоцитов анализировали на проточном цитофлуориметре Cytomics FC500 («Beckman Coulter»). Метод анализа указан в статье «Изучение молекулярно-биологических и цитогенетических показателей периферической крови у индивидуумов с сердечно-сосудистыми заболеваниями» **(**Анисович М.В. и соавт.)**.**

Результаты и их обсуждение. В результате проведения цитофлуометрического анализа гетерогенной клеточной популяции периферической крови и культуры лейкоцитов человека можно отметить, что добавление фактора роста – фитогемагглютинина (далее – ФГА) приводит к достоверному изменению, как параметров клеточного цикла (таблица 1), так и уровня цитогенетических повреждений, реализующихся в проценте гиподиплоидных клеток (апоптоз) и клеток с микроядрами (далее – КлМя) (таблица 2). При этом необходимо отметить, что без ФГА происходит, хотя и недостоверное увеличение числа КлМя, что указывает на апоптотическую природу части данной фракции клеток. Поэтому можно сделать вывод, что увеличение числа КлМя в культуре клеток происходит двумя путями: через реализацию нестабильных повреждений хромосом, а также спонтанных нарушений митоза при усиленной активации пролиферации; через накопление апоптотических тел в среде культивирования при гибели делящихся и неделящихся клеток [3].

Таблица 1 – Распределение лимфоцитов периферической крови здоровых доноров по стадиям клеточного цикла

Вариант	G_1	S	G_2/M	S+G_2/M
до культивирования	96,85±0,46	1,48±0,38	1,67±0,20	3,15±0,46
после культивирования без ФГА	95,50±0,01	0,90±0,30	3,61±0,30	4,51±0,01
после культивирования с ФГА	78,33±4,95	15,60±6,04	6,08±2,23	21,67±4,95
F-тест для дисперсии	$P_{2-3}<0,001$	$P_{1-3}<0,001$ $P_{2-3}<0,02$	$P_{1-3}<0,001$ $P_{2-3}<0,05$	$P_{1-3}<0,001$ $P_{2-3}<0,001$
t-тест с учетом дисперсии	$P_{1-3}=0,002$ $P_{2-3}=0,007$	$P_{1-3}<0,05$ $P_{2-3}<0,04$	$P_{1-2}=0,003$	$P_{1-3}=0,005$ $P_{2-3}=0,007$
Примечание — Различия для F-теста указываются только в случае различий в t-тесте.				

Таблица 2 – Цитогенетические показатели лимфоцитов периферической крови здоровых доноров

Вариант	Апоптоз, %	КлМя, %
до культивирования	4,18±0,58	0,37±0,07
после культивирования без ФГА	2,03±0,90	1,81±0,50
после культивирования с ФГА	12,57±2,54	9,48±0,82
F-тест для дисперсии		$P_{1-3}<0,001$
t-тест с учетом дисперсии	$P_{1-3}<0,001$; $P_{2-3}=0,003$	$P_{1-3}<0,001$; $P_{2-3}=0,002$

В результате анализа мутагенного действия нитроза мочевины (далее – МНМ) было установлено, что клеточный цикл является более чувствительным к данному веществу, чем цитогенетические показатели (таблица 3). Так, если самая низкая доза мутагена не влияет на параметры клеточного цикла по сравнению с контролем, то сам факт ее присутствия в среде культивирования влияет на структуру выборки. Известно, что мишенью для химических мутагенов является стадия синтеза ДНК (стадия S), при отсутствии различий с контролем дозы 1,0 и 5,0 мМ МНМ достоверно снижают число клеток на данной стадии по сравнению с дозами 0,1 и 0,5 мМ МНМ. Это связано с нивелированием межиндивидуальных различий в росте клеток доноров в присутствии мутагена и аресте клеток в переходе со стадии G_1 в стадию S. Необходимо отметить также перестройку стадии синтеза ДНК и деления (S+G_2/M), где происходит снижение числа клеток при дозах 0,5 и 1,0 мМ МНМ и некотором увеличении при максимальной **дозе** за счет увеличения числа клеток на стадии G_2/M, где происходит формирования микроядер митотической природы (таблица 4).

Таблица 3 – Распределение лимфоцитов периферической крови здоровых доноров по стадиям клеточного цикла после культивирования в присутствии метил нитроза мочевины

Вариант	G_1	S	G_2/M	S+G_2/M
0 (контроль)	78,33±4,95	15,60±6,04	6,08±2,23	21,67±4,95
0,1 мМ МНМ	78,58±3,30	17,43±4,20	3,99±1,41	21,42±3,30

Продолжение таблицы 3

0,5 мМ МНМ	85,11±2,61	10,84±3,06	4,06±1,89	14,89±2,61
1,0 мМ МНМ	94,15±0,64	3,25±0,81	2,60±1,09	5,85±0,64
5,0 мМ МНМ	89,87±1,96	3,09+1,59	7,04±1,24	10,14±1,96
F-тест для дисперсии	$P_{1-3}<0,04$ $P_{1;\ 2-4}<0,001$ $P_{1-5}<0,01$	$P_{1\ -\ 3}<0,04$ $P_{1;\ 2;\ 3-4}<0,001$ $P_{2;\ 3;\ 4\ -5}<0,05$	$P_{1-4}<0,001$	$P_{1-3}<0,03$ $P_{1;\ 2;\ 5-4}<0,001$ $P_{1;4-5}<0,01$
t-тест с учетом дисперсии	$P_{1-4}<0,02$ $P_{2-4}<0,001$ $P_{3-4}<0,01$ $P_{2-5}<0,01$	$P_{2;\ 3-4}<0,01$ $P_{2-5}<0,01$ $P_{3\ -5}<0,05$	$P_{4-5}<0,02$	$P_{1;\ 2;\ 3-4}<0,02$

Таблица 4 – Цитогенетические показатели крови здоровых доноров после культивирования в присутствии метил нитрозомочевины

Вариант	Апоптоз, %	КлМя, %
0 (контроль)	12,57±2,54	9,48±0,82
0,1 мМ МНМ	11,87±1,91	9,98±1,17
0,5 мМ МНМ	14,42±1,78	10,91±1,93
1,0 мМ МНМ	7,87±0,95	10,18±0,88
5,0 мМ МНМ	11,01±1,05	19,15±1,57
F-тест для дисперсии	$P_{1\ -\ 4;\ 5}<0,01$; $P_{2;\ 3-4}<0,04$	$P_{1-3}<0,01$; $P_{1-5}<0,04$
t-тест с учетом дисперсии	$P_{3-4}<0,01$	$P_{1-5}<0,001$

В результате анализа мутагенного действия нитрозомочевины было установлено, что высокий уровень клеток на стадии G_2/M может характеризовать процессы как пролиферации (таблица 1), так и процессы повреждения хромосом или аппарата деления клетки (таблицы 3–4).

При проведении анализа действия наночастиц серебра было установлено, что максимально выбранная доза приводит к достоверному увеличению числа клеток с микроядрами и снижению апоптоза, регистрируемого по числу клеток с гиподиплоидным количеством ДНК (таблица 5), при этом существенных изменений в параметрах клеточного цикла не произошло (таблица 6).

Таблица 5 – Цитогенетические показатели крови здоровых доноров после культивирования в присутствии нанодисперсных растворов серебра и КП

Вариант	Апоптоз, %	КлМя, %
0(контроль)	12,57±2,54	9,48±0,82
Ag 0,5 мг/мл	3,15±0,72	73,79±13,84
Ag 0,1 мг/мл	7,82±0,70	16,22±2,21
Ag 0,01 мг/мл	8,06±1,41	10,42±1,68
КП	9,22±1,55	10,67±3,76
Ag 0,1 мг/мл + КП	8,50±0,95	7,94±1,16

Продолжение таблицы 5

F-тест для дисперсии	$P_{1-2;\,3}<0,002$; $P_{1-4}<0,05$; $P_{1-6}<0,005$	$P_{1-2;\,5}<0,001$; $P_{1-3}<0,01$; $P_{2-3}<0,001$
t-тест с учетом дисперсии	$P_{1-2}=0,005$; $P_{2-3;4}<0,01$	$P_{1-2}<0,005$; $P_{1-3}<0,02$; $P_{3-6}<0,01$

Таблица 6 – Распределение лимфоцитов периферической крови здоровых доноров по стадиям клеточного цикла после культивирования в присутствии нанодисперсных растворов серебра и КП

Вариант	G_1	S	G_2/M	S+G_2/M
0(контроль)	78,33±4,95	15,60±6,04	6,08±2,23	21,67±4,95
Ag 0,5 мг/мл	80,87±3,25	14,51±4,47	4,34±2,42	18,85±3,04
Ag 0,1 мг/мл	83,88±2,51	8,24±3,74	7,88±2,17	16,12±2,51
Ag 0,01 мг/мл	86,83±1,32	9,72±1,94	3,45±0,96	13,17±1,32
КП	90,57±2,18	4,94±1,82	4,49±1,28	9,43±2,18
Ag 0,1 мг/мл + КП	92,15±1,10	3,14±1,33	4,71±1,25	7,85±1,10
F-тест для дисперсии	$P_{1-3,5}<0,03$ $P_{1-4,6}<0,001$ $P_{3-6}<0,03$	$P_{1-4,5,6}<0,01$ $P_{1-6}<0,001$	$P_{1-2,3}<0,01$ $P_{1-4,5,6}<0,001$	$P_{1-3,5}<0,03$ $P_{1-4,6}<0,001$ $P_{3-6}<0,03$
t-тест с учетом дисперсии	$P_{1-5,6}<0,05$ $P_{3-6}<0,02$			$P_{1-5,6}<0,05$ $P_{3-6}<0,02$

Увеличение числа КлМя при максимальной дозе может объясняться присутствием двух и более микроядер в клетке, а также тем, что микроядра имеют апоптотическую природу и частично представляют собой апоптотические тела (apoptotic bodies) [3]. Известен также иной путь формирования других клеточных элементов, эмитирующих микроядра, – это экструзия хроматина на S стадии клеточного цикла [6]. Так на этой стадии может происходить «отпочковывание» части ядра, содержащее интерстициальную ДНК, без характерных для микроядер участков центромеры и/или теломеры. Однако, нельзя исключать истинно высокого уровня микроядер (до 50%), который наблюдается при действии наночастиц серебра на другие клеточные культуры [7]. Так одновременное введение в культуру наночастиц и полифенолов куркумы [5], ограничивающих формирование микроядер из аберраций хромосом в лимфоцитах человека in vitro [8], привело к снижению числа КлМя (таблица 5), имеющих митотическую природу, что подтверждается накоплением клеток (7,88±2,17%) на стадии G_2/M клеточного цикла (таблица 6). Введение куркумина в среду с наночастицами серебра также достоверно снижает число делящихся клеток на стадии S+G_2/M (таблица 6).

Таким образом, исследования на однородном клеточном материале с использованием комплекса тестов, позволяющих описывать реализацию возможных повреждений ДНК в молекулярно-биологические и цитогенетические эффекты, можно использовать для оценки мутагенных и цитотоксических эффектов потенциально опасных веществ различной природы.

Литература

1. Nicolette, J. [et al.] // Environ. Mol. Mutagen. – 2011. – Vol.52, N 3. – P. 355 – 362.
2. A flow cytometry based in vitro micronucleus assay in TK6 cells-Validation using early stage pharmaceutical development compounds / M. Lukamowicz [et al.] // Environ. Mo. Mutagen. – 2011. – Vol.52, N 3. – P. 363 – 372.
3. Shi J., Bezabhie R., Szkudlinska A. // Mutagenesis. – 2010. – Vol. 25, N 1. – P. 33 – 40.
4. Hungerford P. A. // Stain Techn. – 1965. – Vol. 40, N 6. – P. 333 – 338.
5. Анисович М. В. [и др.] // Материалы международной научно-практической конференции «Белорусские лекарства. – Минск, 2010. – С. 24 – 26.
6. Lindberg H. K. [et al.] // Mutat. Res. – 2007. – Vol. 617, N 1–2. – P. 33 – 45.
7. Kawata K., Osawa M., Okabe S. // Environ. Sci. Technol. – 2009. – Vol. 43, N 15. – P. 6046 – 6051.
8. Srinivasan M., Rajendra Prasad N., Menon V. P. // Mutat. Res. – 2006. – Vol. 611, N 1–2. – P. 96 – 103.

Поступила 29.05.2012

EVALUATION OF THE SILVER NANOPARTICLES EFFECTS IN HUMAN LYMPHOCYTES CULTURE (EXPERIMENTAL STUDY)

Anisovich M.V., Afonin V.Yu ., Iluykova I.I., Voitovich A.M.,
Nadzharyan L.A., Vlasenko E.K.
Scientific Production Center «Institute of Pharmacology and Biochemistry,
NAS of Belarus», Minsk
** The Belarusian Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*

The results of experimental studies of silver nanoparticles effects by flow cytophotometry in the culture of white blood cells of healthy individuals have been presented. There were performed the experiments with nitrosourea possessing mutagenic properties, and aqueous nanodispersed solution of curcumin possessing antioxidant and cytotoxic activities to explain the results.

Keywords: cell cycle, apoptosis, gipodiploid cells, micronuclei, silver nanoparticles, nitrosourea, curcumin.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Богданов Р.В., Половинкин Л.В., Соболь Ю.А., Ушков А.А.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В статье приведены результаты токсикологических исследований теплоносителей «ТЭГ-30» и «ТЭГ-40», предназначенных для использования в системах отопления жилых и производственных зданий. По результатам экспериментов показано, что теплоносители относятся к 4 классу опасности, не обладают кумулятивными свойствами, способны оказывать слабое раздражающее действие на кожные покровы белых крыс и слизистые оболочки глаз.

Ключевые слова: теплоноситель, «ТЭГ-30», «ТЭГ-40», токсикологическая оценка.

Введение. В настоящее время в автономных системах отопления наибольшее распространение, как в России, так и за рубежом, получили антифризы на основе водных растворов этиленгликоля, считающиеся наиболее оптимальными по техническим характеристикам.

При использовании в качестве теплоносителя воды, обладающей наилучшей совокупностью теплофизических свойств, имеет место ряд существенных недостатков. Вода, содержащая в своем составе различные соли и примеси, вызывает не только коррозию оборудования, но и образование солевых отложений и биологических обрастаний на теплопередающих поверхностях, что отрицательно сказывается на техническом состоянии и работоспособности всей системы отопления. Кроме того, вода в качестве теплоносителя может применяться только при положительных температурах.

В этой связи, весьма интересной является разработка и производство отечественных теплоносителей, которые бы соответствовали лучшим мировым аналогам и способствовали импортозамещению, а также внедрению в жилищно-коммунальное хозяйство Республики Беларусь энергосберегающих технологий.

Материал и методы исследований. Токсикологическому исследованию подвергали теплоносители для локальных систем отопления «ТЭГ-30», «ТЭГ-40», разработанные научно-исследовательским институтом физико-химических проблем БГУ. Теплоносители представляют собой водный раствор глицерина или глицеринсодержащей фазы с добавлением модифицирующих присадок.

Токсикологические исследования проводили согласно требованиям действующих нормативно-методических документов [1].

Изучение острой пероральной токсичности и опасности теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» проводили путем однократного введения композиций в желудок белых крыс. В эксперименте вводили нативные образцы теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» с помощью иглы зонда внутрижелудочно в дозах 5000–15000 мг/кг. Каждую дозу вещества испытывали на 6 животных с последующим наблюдением в течение 14 суток и учетом характера симптомов интоксикации, количества погибших животных, срока их гибели и описанием макроскопических изменений со стороны внутренних органов.

Статическую ингаляционную затравку теплоносителями проводили в максимальной насыщающей концентрации однократно с использованием половозрелых белых крыс в количестве по 6 особей в группе, которых помещали в 20 литровые бутыли на 4 часа.

Изучение местно-раздражающих свойств веществ проводили путем их однократных аппликаций в нативном виде на кожу правого бока спины экспериментальных животных (белые крысы) в дозе 20 мг/см^2, поверхность аппликации составляла 4х4 см, левый бок спины животных служил для контроля.

Исследование раздражающего действия на слизистые глаз проводилось на кроликах (3 штуки) путем однократного внесения в нижний конъюнктивальный свод правого глаза исследуемого вещества в нативном виде в количестве 50–100 мкл, левый глаз при этом служил в качестве контрольного (закапывалось 1–2 капли дистиллированной воды). Визуальное наблюдение за состоянием слизистой и конъюнктивы глаз подопытных животных проводилось в течение двух недель.

Кумулятивные свойства изучали методом Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича (1984) в условиях 30 суточного (по 5 раз в неделю) введения теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» в желудок белых крыс в дозе 1500 мг/кг, что составляет $^1/_{10}$ от максимально введенной в остром опыте, контрольные животные получали дистиллированную воду в эквивалентных количествах. Количество животных в подопытных и контрольной группах составляло по 6 особей. По окончанию острого эксперимента для выявления закономерностей проявления токсических свойств композиций регистрировали морфофункциональные показатели организма подопытных животных [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**–5].

Статистическая обработка результатов эксперимента проводилась с помощью программы «STATISTICA 6.0», для оценки достоверности различий между группами, использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение.

Оценка параметров острой токсичности при однократном поступлении в желудок. Экспериментами по изучению токсичности и опасности при остром пероральном поступлении теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» установлено, что внутрижелудочное

введение веществ вызывает незначительное угнетение животных, адинамию, смертельных эффектов на всем протяжении наблюдений не наблюдалось, DL_{50} более 15000 мг/кг. Вышеуказанное позволяет по параметрам острой внутрижелудочной токсичности отнести теплоносители «ТЭГ-30» и «ТЭГ-40» к малоопасным химическим веществам (4 класс опасности, по ГОСТ 12.1.007-76) [2].

Оценка местно-раздражающих свойств. Однократная аппликация нативных теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» на кожные покровы белых крыс (экспозиция 4 часа, площадь 4х4 см, доза 20 мг/см^2) вызывает слабое раздражение кожных покровов, проходящее на 1–2 сутки эксперимента (I_{cut} – 0,3–1,2 балла). Клинические симптомы интоксикации и гибель животных на протяжении всего периода наблюдения (14 дней) не отмечались. Следовательно, в условиях однократного воздействия нативные теплоносители «ТЭГ-30» и «ТЭГ-40» способны оказывать слабое раздражающее действие на кожные покровы белых крыс без признаков резорбции и относятся к 1 классу по выраженности местного раздражающего действия.

Оценки потенциальной опасности развития острого отравления. Статическая ингаляционная затравка белых крыс (по 4 часа в сутки) в 20 литровых бутылях парами теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» гибели и клинических симптомов интоксикации не вызывает. Следовательно, теплоносители не представляют опасности при ингаляционном воздействии.

Оценка раздражающего действия на слизистые оболочки глаз. Введение теплоносителей в нижний конъюнктивальный свод глаз кроликов вызывает слабовыраженные признаки раздражения слизистых оболочек глаз ($I_{ir.}$= до 3 баллов).

Оценка кумулятивных свойств. Субхроническое внутрижелудочное введение теплоносителей в дозе 1500 мг/кг на протяжении всего эксперимента гибели животных не вызывало.

Вместе с тем, по результатам эксперимента нами проведено изучение морфофункциональных показателей организма белых крыс. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1– Морфофункциональные показатели белых крыс после повторного (30-суточного) внутрижелудочного введения ТЭГ-30 (опыт 1) и ТЭГ-40 (опыт 2), M±m, (n_1=n_2=n_3=6)

Изучаемые показатели	Группы сравнения		
	контроль	опыт 1	опыт 2
Физиологические показатели:			
Масса тела, г.	175,8±2,01	175,8±2,01	175,8±1,54
Масса тела (10 суток), г.	215,0±1,83	200,8±2,39*	206,2±2,17*
Масса тела (забой), г.	248,7±1,91	218,2±4,04*	223,0±6,15*
Относительные коэффициенты массы внутренних органов			
Печень, кг$^{-3}$/кг	28,49±0,04	28,57±1,38	26,55±1,29

Изучаемые показатели		Группы сравнения		
		контроль	опыт 1	опыт 2
Сердце, $кг^{-3}/кг$		3,05±0,11	3,22±0,08	3,29±0,12
Почки, $кг^{-3}/кг$		5,85±0,17	5,91±0,25	5,81±0,19
Селезенка, $кг^{-3}/кг$		3,81±0,27	4,24±0,33	4,23±0,49
Легкие, $кг^{-3}/кг$		8,27±1,12	7,74±0,79	8,83±0,89
Желудок, $кг^{-3}/кг$		6,59±0,38	6,88±0,58	7,11±0,24
Гематологические показатели периферической крови				
Содержание гемоглобина, г/л		124,8±3,11	123,0±3,08	125,5±4,45
Содержание эритроцитов в крови, $10^{12}/л$		6,63±0,30	6,54±0,23	6,69±0,25
Гематокрит		0,34±0,01	0,39±0,01	0,34±0,01
Абсолютное содержание лейкоцитов, $10^{9}/л$		20,38±3,03	18,83±1,50	20,5±1,72
Средний объем эритроцитов, $мкм^3$		52,42±1,40	51,90±1,29	51,72±0,48
Среднее содержание гемоглобина, %		18,93±0,46	18,87±0,28	18,78±0,17
Среднее концентрация гемоглобина в эритроците, г/л		361,3±1,68	363,5±3,71	362,8±2,9
Количество тромбоцитов, $10^{9}/л$		284,5±40,2	407,2±101,3	302,8±50,8
Средний объем тромбоцитов, $мкм^3$		6,48±0,11	6,50±0,11	6,60±0,09
Ширина распределения тромбоцитов, %		15,4±0,09	15,3±0,12	15,52±0,11
Тромбоцитарная масса, мл/л		1,84±0,25	2,61±0,59	1,99±0,32
Морфологический состав лейкоцитов				
Лимфоциты	%	72,22±2,74	71,02±2,08	78,45±2,47
	$10^{9}/л$	14,59±2,06	13,48±1,31	15,97±1,45
Нейтрофилы	%	19,10±2,02	20,37±2,48	13,33±2,20
	$10^{9}/л$	3,93±0,78	3,76±0,39	2,74±0,49
Моноциты	%	3,18±0,47	3,75±0,44	2,73±0,53
	$10^{9}/л$	0,65±0,16	0,67±0,05	0,55±0,10
Эозинофилы	%	4,25±0,81	4,10±0,90	4,58±0,92
	$10^{9}/л$	0,97±0,30	0,79±0,19	0,91±0,16
Базофилы	%	1,33±0, 34	0,90±0,18	1,03±0,34
	$10^{9}/л$	0,25±0,11	0,16±0,04	0,33±0,09
Биохимические показатели крови				
Глутатионредуктаза, мкМ/г Hb мин.		2,71±0,12	3,63±0,42	4,31±0,37*
Глутатионтрансфераза, мкМ/г Hb мин.		1,20±0,10	0,98±0,07	1,16±0,06
Супероксиддисмутаза (СОД), мкг/мл		50,27±3,65	50,58±1,42	54,61±3,39
SH-групп, мкм/мг Hb		141,0±6,36	125,7±6,04	122,8±4,82*
Глютатион восстановленный, мкм/мл		19,87±0,89	17,67±0,85	17,28±0,69*
Флюоресценция битирозина, усл. ед.		0,189±0,008	0,218±0,012	0,247±0,010*
Флюоресценция триптофана, усл. ед.		21,13±0,045	20,58±0,514	20,25±0,455
Глюкоза, мМоль/л		5,11±0,07	5,33±0,07	5,38±0,06*
Мочевина, мМоль/л		4,79±0,21	5,86±0,37*	4,72±0,27
Хлориды, мМоль/л		111,6±1,47	114,0±1,80	105,8±2,8
Белок, г/л		54,6±1,80	56,7±1,80	61,6±2,58

Продолжение таблицы 1

Липиды, г/л	3,31±0,15	2,83±0,11*	3,55±0,08
Аланинтрансфераза (АЛТ), мкм/л	0,105±0,008	0,115±0,008	0,105±0,008
Аспартатаминотрансфераза (АСТ), мкм/л	0,19±0,005	0,19±0,004	0,19±0,004
Показатели функционального состояния почек			
Диурез, $л^{-3}$/сут	10,38±0,43	9,18±0,66	8,68±0,74
Содержание мочевины в моче, мМоль/л	378,0±0,00	327,8±12,5*	340,2±9,68*
Экскреция мочевины с мочой, мМоль/сутки	3,90±0,15	2,96±0,24*	2,90±0,23*
Содержание белка в моче, г/л	0,281±0,008	0,295±0,037	0,256±0,034
Экскреция белка с мочой, г/сутки	2,83±0,18	2,66±0,35	2,09±0,16*
Содержание хлоридов в моче, мМоль/л	104,6±1,50	92,7±1,30*	94,3±1,20*
Экскреция хлоридов с мочой, г/сутки	1,09±0,05	0,85±0,06*	0,81±0,07*
Примечание — * — Статистически значимые изменения по сравнению с контролем при $p<0,05$.			

Как видно из таблицы 1 по результатам субхронического внутрижелудочного введения теплоносителей отмечается ряд статистически значимых изменений морфофункциональных показателей организма экспериментальных животных.

Изменение биохимических показателей служит наиболее чувствительным ранним проявлением нарушений обменных процессов при воздействии поллютантов различной природы. Из приведенных в таблице данных следует, что все показатели антиоксидантной системы как ферментативной, так и не ферментативной, после воздействия теплоносителя «ТЭГ-30» находятся в пределах контрольных величин. Рассматривая результаты антиоксидантной системы при субхроническом внутрижелудочном введении теплоносителя «ТЭГ-40», можно отметить, что наблюдается достоверное увеличение активности глутатионредуктазы на 51,2 % и уменьшение содержания тиоловых групп в гемолизатах крови на 12,9 %, что указывает на некоторое напряжение со стороны процессов перекисного окисления липидов.

Флуоресценция остатков триптофана при воздействии обоих теплоносителей находится на уровне показателей контрольной группы. Флуоресценция битирозина после длительного внутрижелудочного введения теплоносителя «ТЭГ-40» статистически значимо увеличивается на 30,1 % по сравнению с показаниями контрольной группы.

Содержание мочевины в крови первой опытной группы достоверно увеличивается на 22,3 % по отношению к значениям контрольных величин. Содержание мочевины в моче и экскрекция её с мочой после воздействия обоих теплоносителей достоверно снижается, что указывает на функциональное изменение со стороны фильтрационной функции клубочковой зоны почек.

Анализируя содержание хлорид ионов в сыворотке и моче, можно отметить, что в сыворотке существенных сдвигов показателей содержания хлоридов не происходит. Как следует из таблицы 1, статистически значимые изменения содержания хлоридов ионов наблюдаются в моче, которые характеризуют функциональное состояние различных отделов канальцевой мочевыделительной системы.

Для оценки углеводного обмена, нами определялось содержание глюкозы в сыворотке крови. Из полученных результатов следует, что после внутрижелудочного введения теплоносителя «ТЭГ-30» содержание этого показателя находится в пределах значений контрольной группы, а при воздействии «ТЭГ-40» содержание глюкозы в сравнении с контрольными значениями достоверно увеличивается на 5,4 %.

Другие изученные гематологические (содержание гемоглобина, эритроцитов, абсолютное содержание лейкоцитов, средний объем эритроцитов, среднее содержание гемоглобина, средняя концентрация гемоглобина в эритроците, количество тромбоцитов, средний объем тромбоцитов, ширина распределения тромбоцитов, тромбоцитарная масса, морфологический состав лейкоцитов), биохимические (АЛТ, АСТ), а также относительные коэффициенты массы органов у подопытных крыс находились в пределах колебания контроля.

В условиях подострого внутрижелудочного воздействия теплоносители «ТЭГ-30» и «ТЭГ-40» не обладают кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов ($К_{cum}$ более 5). Вместе с тем, наблюдаемые изменения ряда морфофункциональных показателей, характеризующих фильтрационно-концентрационную функцию почек и некоторых сторон антиоксидантной защиты организма, могут свидетельствовать о наличии у теплоносителей «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» способности к функциональной кумуляции.

Заключение. На основании проведенного исследования установлено следующее:

– по параметрам острой внутрижелудочной токсичности теплоносители для локальных систем отопления «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» относятся к малоопасным химическим веществам (4 класс опасности, по ГОСТ 12.1.007-76) и не представляют потенциальной опасности развития острого отравления опасности при ингаляционном воздействии;

– в условиях однократного воздействия теплоносители для локальных систем отопления «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» способны оказывать слабое раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и кожные покровы экспериментальных животных без признаков кожной резорбции;

– в условиях повторного внутрижелудочного воздействия, теплоносители «ТЭГ-30», «ТЭГ-40» не обладают кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов ($К_{cum}$ более 5). Вместе с тем, наблюдаемые изменения ряда морфофункциональных показателей, характеризующих фильтрационно-концентрационную функцию почек, могут свидетельствовать о способности изученных веществ к функциональной кумуляции.

Литература

1. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. «Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ».

2. ГОСТ 12.1.007-76. «ССТБ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

3. Carlberg, I. Purification and characterization of the flavoenzyme glutathione reductase from rat liver / I. Carlberg, B. Mannervik // J. Biol. Chem. – 1975. – Vol. 250, № 14. – P. 5475 – 5480.

4. Власова, С. Н. Активность глутатионзависимых ферментов эритроцитов при хронических заболеваниях печени у детей / С. Н. Власова, Е. И. Шабунина, И. А. Переслечина // Лаб. дело. – 1990. – № 8. – С. 19 – 22.

5. Карпищенко, А. И. Глутатион-зависимая система в некоторых тканях крыс в условиях острого отравления дихлоэтаном / А. И. Карпищенко // Токсиколог. вестн. – 1997. – № 3. – С. 17 – 22.

Поступила 15.06.2012

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF NEW DOMESTIC HEAT CARRIERS FOR LOCAL HEATING SYSTEMS

Bogdanov R.V., Polovinkin L.V., Sobol Y.A., Ushkov A.A.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The results of toxicological studies of heat carriers «TAG-30» and «TAG-40» for use in heating systems of residential and industrial buildings have been presented in the paper. According to the results of the experiments it has been shown that the substances using for the local heating systems «TAG-30», «TAG-40» do not possess cumulative properties, belong to the 4-th class of danger, and have a weak irritating effect on the skin of white rats and mucous shell of the eye.

Keywords: hygiene, toxicology, «TAG-30», «TAG-40», toxicological evaluation.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИИ ПРИ ХИМИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ НПВС

Борисевич С.Н., Верховенко Т В., Федосенко А. Л.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Препараты группы нестероидных противовоспалительных средств (далее – НПВС) широко применяются населением, отпускаются в аптеке преимущественно без ре-

цепта врача и нередко являются причиной острого отравления из-за передозировки. Отравления препаратами НПВС характеризуются симптоматикой, сходной с отравлениями некоторыми наркотиками, что затрудняет диагностику. Решающее значение в диагностике таких отравлений имеют результаты химико-токсикологического исследования, производимые в специализированных лабораториях. Метод микрокристаллоскопии дает возможность получить информацию о природе токсикантов в короткий срок при минимальном объёме образца, содержащего к тому же большое количество примесей. Нами осуществлен поиск условий микрокристаллоскопического определения шести препаратов этой фармакологической группы (анальгин, аспирин, индометацин, диклофенак, ибупрофен, напроксен). Кристаллы выразительной формы, имеющие аналитическое значение, получены для аспирина, индометацина и ибупрофена, что может быть использовано в химико-токсикологическом их исследовании.

Ключевые слова: химико-токсикологический анализ, микрокристаллоскопия, аспирин, индометацин, ибупрофен.

Введение. Препараты группы НПВС нередко являются причиной острого отравления. Они отпускаются в аптеке преимущественно без рецепта врача, широко применяются населением и вызывают отравления чаще всего из-за передозировки. По данным литературы, частота отравлений жаропонижающими и нестероидными противовоспалительными средствами составляет 23 % от всех случаев отравлений лекарствами [1–2]. Исход острого отравления зависит от того, насколько быстро будет поставлен диагноз, эффективно и целенаправленно оказана медицинская помощь пострадавшему. Отравления препаратами группы НПВС характеризуются симптоматикой, сходной с отравлениями некоторыми наркотиками, что затрудняет клиническую диагностику. Решающее значение в диагностике таких отравлений имеют результаты химико-токсикологического исследования, производимые в специализированных лабораториях.

Медицинская и химическая составляющие диагностики острых отравлений тесно связаны между собой. Только с помощью химических методов можно произвести определение токсикантов в различных объектах и поставить окончательный диагноз отравления. При проведении химико-токсикологического анализа необходимо получить как можно больше информации о природе токсикантов в короткий срок при минимальном объёме образца, содержащего к тому же большое количество примесей (например, биологическая жидкость) [3].

Этим требованиям удовлетворяет метод микрокристаллоскопии, который используется в химико-токсикологических лабораториях как подтверждающий. Аналитическая ценность микрокристаллоскопических реакций состоит в простоте и быстроте их выполнения, наглядности микроскопической картины и высокой чувствительности, позволяющей идентифицировать минимальное количество исследуемого вещества. В литературе нами не найдена информация о применении метода микрокристаллоскопии в анализе препаратов группы НПВС [4–5].

Целью нашей работы явился поиск условий микрокристаллоскопического определения 6 препаратов этой группы (анальгин, аспирин, индометацин, диклофенак, ибупрофен, напроксен).

Материал и методы исследований. Исследования выполнены с использованием лекарственных субстанций анальгина, аспирина, индометацина, диклофенака, ибупрофена, напроксена по следующей методике: несколько кристаллов исследуемого препарата помещают на предметное стекло, прибавляют 1 каплю реактива и наблюдают в микроскоп форму кристаллов образующегося продукта. Наблюдения производились ex tempore, через 20 мин, 1 час и 24 часа. Среди препаратов исследуемой группы есть вещество основного характера (анальгин) и вещества кислотного характера, содержащие карбоксильную группу (аспирин, диклофенак, ибупрофен, индометацин, напроксен). В качестве реактивов на анальгин использовались раствор Люголя, перманганат калия, фосфорно-молибденовая кислота, нитропруссид натрия и др. Для веществ кислотного характера мы использовали их способность выделяться из концентрированных минеральных кислот (серной и азотной) в кристаллической форме.

Результаты и их обсуждение. Положительный результат получен для трех препаратов из исследуемых: аспирин (с конц.H_2SO_4 и конц.HNO_3), индометацин (с конц.HNO_3) и ибупрофен (с конц.HNO_3). Другие препараты не дали кристаллов выразительной формы. Продукт взаимодействия аспирина с концентрированной серной кислотой дал кристаллы, представляющие собой единичные иглы и иглы, собранные в пучки (рисунок 1). В результате взаимодействия аспирина с концентрированной азотной кислотой были получены продолговатые призматические кристаллы преимущественно с односторонними концевыми гранями (рисунок 2). Продуктом взаимодействия ибупрофена с концентрированной азотной кислотой явилась совокупность крупных прозрачных кристаллов полигональной и кубической формы (рисунок 3). В результате взаимодействия индометацина с концентрированной азотной кислотой получены тонкие пластинки кубической формы (рисунок 4).

Размер и форма кристаллов не изменяются во времени. Реакции воспроизводимы и могут быть использованы в химико-токсикологическом анализе, в том числе при исследовании биожидкостей на наличие аспирина, ибупрофена и индометацина после проведения пробоподготовки.

Рисунок 1 – Кристаллы продукта взаимодействия аспирина с концентрированной серной кислотой

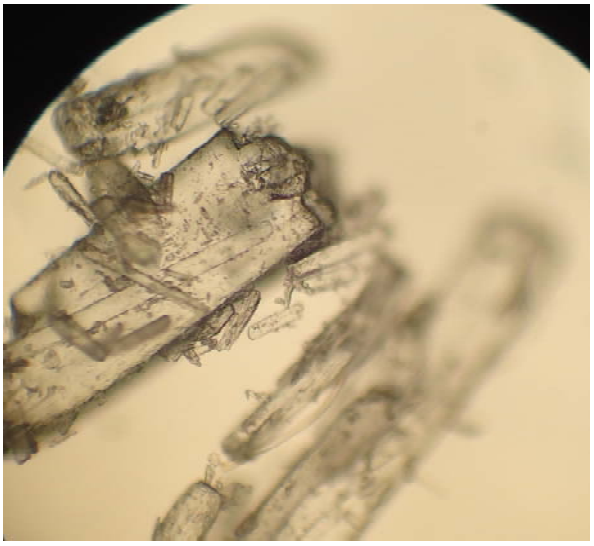


Рисунок 2 – Кристаллы продукта взаимодействия аспирина с концентрированной азотной кислотой

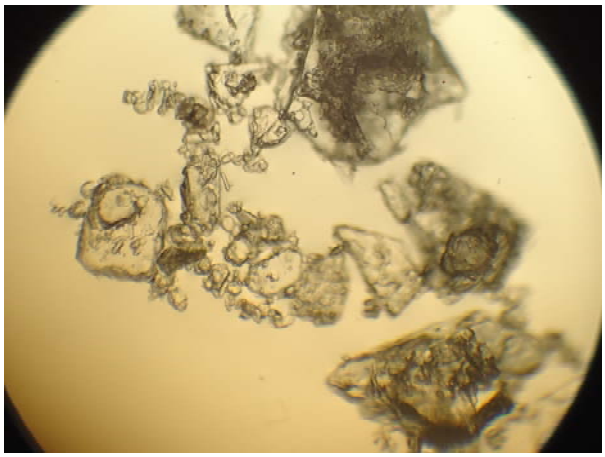


Рисунок 3 – Кристаллы продукта взаимодействия ибупрофена с концентрированной азотной кислотой

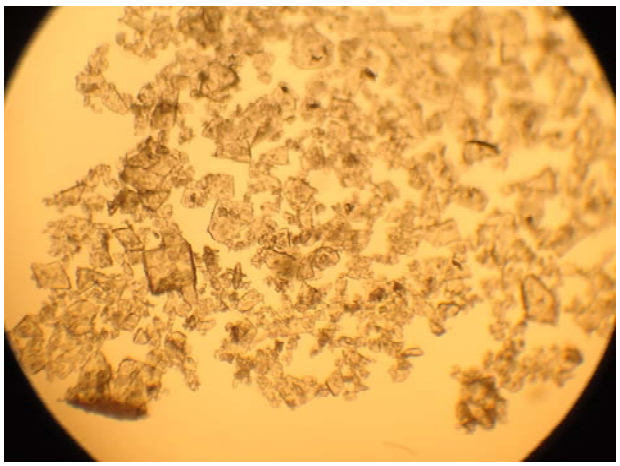


Рисунок 4 – Кристаллы продукта взаимодействия индометацина с концентрированной азотной кислотой

Заключение. Препараты группы НПВС нередко являются объектами химико-токсикологического анализа. В качестве подтверждающего в химико-токсикологических лабораториях используется метод микрокристаллоскопии. Нами предложена методика микрокристаллоскопического определения трех препаратов группы НПВС (аспирин, ибупрофен и индометацин), заключающаяся в выделении из концентрированных минеральных кислот их кислотных форм в кристаллическом виде. Реакции воспроизводимы и могут быть использованы в химико-токсикологическом анализе, в том числе при исследовании биологических жидкостей.

Литература

1. Клиническая токсикология детей и подростков / под ред. И. В. Марковой [и др.]. – СПб. : Интермедика, 1999. – 400 с.
2. Горошко, В. И. Поиск условий хроматографирования препаратов группы НПВС при их химико-токсикологическом исследовании. / В. И. Горошко, Д. А. Коржаль, С. Н. Борисевич // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск : ГУ РНМБ, 2010. – Вып.16. – С. 310 – 313.
3. Борисевич, С. Н. Организация лабораторной диагностики острых отравлений: учеб.-метод. пособие / С. Н. Борисевич. – Минск: БГМУ, 2012. – 92 с.
4. Позднякова, В. Т. Микрокристаллоскопический анализ фармацевтических препаратов и ядов / В. Т. Позднякова. – Москва : Медицина, 1968. – 228 с.
5. Борисевич, С. Н. Методы лабораторной диагностики острых отравлений: учеб.-метод. пособие / С. Н. Борисевич. – Минск: БГМУ, 2010. – 64 с.

Поступила 12.06.2012

MICROCRYSTALLOSCOPICAL METHOD FOR CHEMICAL AND TOXICOLOGICAL STUDIES OF NSAID PREPARATIONS

Barysevitch S.N., Verkhavenka T.V., Fedasenka A.L.
The Belarusian State Medical University, Minsk

Medications of NSAIDs are often the objects of chemical and toxicological analysis. Microcrystoscopy is used as a confirmatory method in chemical and toxicological laboratory. We have suggested the determination of aspirin, ibuprofen and indomethacin using this method, involving the separation of reaction products in crystalline form with concentrated mineral acids. All the reactions are reproducible and can be used in chemical and toxicological analysis, including the research of bioliquids.

Keywords: chemical and toxicological research, microcrystalloscopy method, aspirin, ibuprophen, indomethacine.

НИТРАТЫ В ВОДЕ ИСТОЧНИКОВ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО 6 ЛЕТ

*Будников Д.А., Бурая В.В., Дроздова Е.В., * Лойко Н.К., Веремейчик Е.В.*
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск,
**Червенский районный центр гигиены и эпидемиологии, Республика Беларусь*

Реферат. В статье проведен анализ структуры заболеваемости детского населения при содержании в питьевой воде нитратов 1,5-2 ПДК и выше. На фоне нитратного загрязнения возможно появление бессимптомных, донозологических форм метгемоглобинемии, которые, учитывая патогенез нитритно-нитратной интоксикации, проявляются увеличением коэффициентов заболеваемости детского населения анемиями, аллергическими состояниями, болезнями кожи и подкожной клетчатки, увеличением частоты случаев отдельных состояний, возникающих в перинатальном периоде.

Ключевые слова: нитраты, гигиенические нормативы, нитратное загрязнение нецентрализованных источников водоснабжения, заболеваемость.

Введение. Одной их глобальных проблем для Республики Беларусь является загрязнение питьевой воды нитратами [1]. Возрастающее загрязнение вод нитратами создает угрозу здоровью населения, использующего в качестве источников водоснабжения ненадлежащим образом обустроенные шахтные колодцы, питающиеся грунтовыми водами.

Данные социально-гигиенического мониторинга показывают, что на всех пахотных землях, территориях влияния животноводческих ферм и комплексов наблюдается постепенный рост содержания в подземных, главным образом, грунтовых водах ионов NO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+} и других элементов.

В Республике Беларусь в сельской местности 44 % населения использует воду из децентрализованных источников водоснабжения (в основном, колодцев).

В среднем по республике в 2009 г. в источниках децентрализованного водоснабжения содержание нитратов превышало ПДК до 2 раз в 19–25 % проб, в 7–10 % проб − от 2 до 3 раз, в 3–5 % проб − от 3 до 5 раз, в 2–3% случаев − в 5 раз и более.

Сравнительных анализ в разрезе областей показал, что наиболее неблагоприятная ситуация по нитратному загрязнению складывается в южных областях республики: Брестской (52–63 % нестандартных проб), Гродненской (39–55 %), Минской (26–49 %) и Гомельской (29–49 %).

Следует отметить, что загрязнение вод азотсодержащими соединениями распространено по стране неравномерно. В отдельных районах удельный вес нестандартных проб по загрязнению шахтных колодцев нитратами за период 2006–2011 гг. стабильно не превышает 16−30 % (Логойский, Червенский и Минский районы Минской области) 30−33 % (Ляховичский и Ивановский районы Брестской области). В противоположность этому в ряде районов ежегодно данный показатель был не ниже 50 %: Солигорском (64–82 %), Стародорожском (73–85 %), Слуцком (61–72 %) и Пуховичском (57–61 %) районах Минской области, Лунинецком (63–90 %), Пружанском (60–68 %) и Барановичском (50–78 %) районах Брестской области, Житковичском (63–88 %), Ельском (53–69 %) и Мозырском (59–79 %) районах Гомельской области, Слонимском (68–94 %) и Берестовицком (55–71 %) районах Гродненской области. Для этих же районов характерна более высокая доля нестандартных проб с наибольшей кратностью превышения ПДК («3-5 ПДК» и «5 ПДК и более»).

Согласно данным ВОЗ, при концентрации нитратов в питьевой воде менее 10 мг/л основным источником поступления их в организм служат овощи, при уровне нитратов в питьевой воде выше 50 мг/л, основным источником их суммарного потребления является питьевая вода [2].

Изоэффективный водно-оральный коэффициент токсичности 1,25.

В суммарной химической нагрузке для сельского населения с учетом применения пестицидов доля нитратов, поступающих с пищевыми продуктами и питьевой водой составляет 67,7 %. Нитратная нагрузка для взрослого населения и детей в возрасте 11–13 лет, 14–17 лет оценивается как потенциально опасная (от 1,24 до 2,33 усл.ед.), а для детей младше 11 лет возрастает до уровня опасной (3,06–6,66 усл. ед) [3].

Гигиенические нормативы азотсодержащих соединений в питьевой воде: ПДК нитраты – 45 мг/л; ПДК нитриты – 3 мг/л; ПДК аммиак – 2,0 мг/л., для расфасованной питьевой воды первой категории 20 мг/л, высшей 5 мг/л. В конечном **счете** аммиак, нитраты в результате метаболизма в организме переходят в нитриты и оказывают токсическое действие, аналогичное нитриту. ВОЗ рекомендует величину для нитратного азота, равную 10 мг/л, что в пересчете на нитрат составляет 50 мг/л [2].

Соотношение токсичности между нитратами и нитритами, исходя из уровня ПДК в питьевой воде, составляет 15.

Максимально недействующая доза для человека 3 мг/кг (27 мкМоль) массы тела, суммарное безопасное потребление 300–350 мг в сутки. Токсическая доза 18–68 мг NOз на 1 кг веса (в пересчете на N). Физиологическая концентрация метгемоглобина в состоянии покоя и отсутствия гипоксического состояния организма составляет 1–2 %.

Коэффициент запаса между максимально недействующей концентрацией и допустимой суточной дозой (ДСД) для человека составляет приблизительно 2,5 .

Коэффициент видовой чувствительности крысы/человек=2,6–3,3.

Коэффициент возрастной чувствительности дети/взрослый человек 3,8.

Поступающие с пищей нитраты всасываются в пищеварительном тракте, попадают в кровь и с ней в ткани. Через 4–12 ч большая их часть (80 % у молодых и 50 % у пожилых людей) выводится из организма через почки. Остальное их количество остается в организме и участвует в различных биохимических процессах.

Между здоровьем населения и факторами окружающей среды существует тесная взаимосвязь. Совокупное, протяженное во времени, и конечное действие факторов окружающей среды отражается на уровнях заболеваемости. При этом заболеваемость, являясь как бы передаточным механизмом действия факторов среды на человека, становится наиболее важным звеном в цепи познания закономерностей формирования уровней здоровья. Данные об уровнях и динамике заболеваемости позволяют дать оценку риска факторов окружающей среды для здоровья населения и осуществить целенаправленные профилактические мероприятия. Научными исследованиями доказано, что дети дошкольного возраста наиболее чувствительны к воздействию различных факторов окружающей среды.

Многолетний медико-экологический мониторинг более чем 10 тыс. школьников выявил особенности формирования синдрома экологической дезадаптации и высокий уровень преморбидных состояний у детей в зависимости от экологических условий региона проживания в стране. Изучение степени нитратной нагрузки на организм детского населения Беларуси с 1987–2001 гг. по данным нитратурии показало стабильно повышенный уровень нитратов (более 100 мг/л) у 11 % городских детей и у 22,1 % детей в сельских регионах с повышенным химическим загрязнением.

Частота синдрома Т-лимфоцитопении наблюдается более чем у половины детей, проживающих в условиях химического загрязнения, в то время как у детей из условно «чистого» региона этот синдром встречается в 2 раза реже. Причем, у последних чаще наблюдаются изолированные иммунологические синдромы, в то время как комбинированные изменения иммунной системы, имеющие 2–3 и более компонентный характер, регистрируются преимущественно у детей из экологически неблагоприятных регионов. Предполагается, что общим результатом воздействия окружающей среды на здоровье детей является развитие иммунного дисбаланса или вторичной иммунной недостаточности, которая имеет массовый характер в неблагополучных зонах, но не достигает выраженной степени тяжести [4].

В Республике Беларусь с 1987 г. отмечен рост первичной и общей заболеваемости детей по большинству классов болезней, а также постоянное увеличение числа детей с хронической патологией [5].

Поскольку на ближайшую перспективу колодезное водоснабжение в республике будет оставаться одним из важных источников удовлетворения питьевых нужд сельского населения, *целью исследований являлось* изучение влияния нитратной нагрузки на состояние здоровья детского населения с последующей разработкой мероприятий по совершенствованию мониторинга нитратов в питьевой воде.

Материал и методы исследований. Влияние нитратного фактора на здоровье сельского населения проведено на примере г.п. Смиловичи (Червенский район, Минская область).

Рассматривались заболевания, имеющие вероятное проявление специфического действия нитратно-нитритной интоксикации.

Заболеваемость изучали по первичной обращаемости методом документального наблюдения по учетной форме «амбулаторная карта» ф.025/у.

Дети были разбиты на несколько возрастных групп: от момента рождения до года (группа А), с 1 года до трех лет (группа Б), с 3 до 6 лет (группа В).

В зависимости от источника водоснабжения дети подразделялись на группы с шифром 1 (колодезное водоснабжение; группы с шифром 2 – артезианское водоснабжение).

Пример записи: колодезное водоснабжение, группа детей от 0 до 1 года – 1А, от 1 до 3 лет – 1Б, от 3 до 6 лет – 1В.

Артезианское водоснабжение: группа детей от 0 до 1 года – 2А, от 1 до 3 лет – 2Б, от 3 до 6 лет – 2В.

Дети проживали приблизительно в одинаковых социально-бытовых условиях, в районах проживания отсутствовали крупные промышленные предприятия, загрязняющие объекты окружающей среды.

Коэффициент заболеваемости (Р) рассчитывали по следующей формуле:

N (Число случаев заболеваний, встречающихся в группе населения на протяжении какого-то промежутка времени) Х 1000.

S (Сумма длительностей риска заболевания каждого лица в данной группе).

Величину S получают умножением средней численности данной группы населения за период наблюдения на его продолжительность.

Для оценки достоверности статистических величин вычисляли среднюю ошибку показателя (mp), определяли коэффициент достоверности (t), который равен отношению показателя Р к его средней ошибке, т.е. $t = \frac{P}{m_p}$; Чем выше t, тем больше степень достоверности. Для сравнения двух однородных показателей достоверность их различий определяли по формуле $t = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{m_{P_1}^2 + m_{P_2}^2}}$

Оценка величины потенциального риска немедленного действия и хронического неканцерогенного воздействия нитратов при поступлении из источников нецентрализованного водоснабжения по всем областям республики на основании данных мониторинга за период 2005-2010г проводили согласно Инструкции по применению «Экспресс оценка и прогнозирование риска влияния на население шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении» № 125-1106.

Результаты и их обсуждение. Качество питьевой воды колодцев в г.п. Смиловичи в 86,4 % исследованных проб по содержанию нитратов не соответствовали гигиеническому нормативу. В 27,3 % их содержание было на уровне 2 – 3 ПДК, в 9,1 % - на уровне 5 – 6 ПДК.

В артезианской воде централизованных источников водоснабжения нитраты определялись на уровне от 0,5 до 0,1 ПДК.

Проведен научный анализ литературных данных эпидемиологических исследований по основным нозологическим группам заболеваний, потенциально связанных с нитратным загрязнением. Установлено, что эпидемиологические доказательства связи между поглощаемыми с водой нитратами и раком являются недостаточными.

В настоящее время метгемоглобинемия является довольно редким заболеванием, регистрирующимся главным образом в сельской местности. При обзоре литературы о случаях метгемоглобинемии отмечается скудность данных, что может быть связана с отсутствием унифицированного подхода к диагностике заболевания, ведь даже в МКБ – 10 алиментарная метгемоглобинемия не выделена в отдельное заболевание, а классифицируется как «Другие метгемоглобинемии» (Д 74,8).

Принимая во внимание, что специфическая патология, в данном случае метгемоглобинемия, непосредственно указывает на источник возникновения данного заболевания за период 2005–2010 гг. были проанализированы материалы по заболеваемости под рубрикой «токсическое действие веществ, преимущественно немедицинского назначения» (Код по МКБ – 10 Т51–Т65; номер строки 19.12.).

Ни одного случая специфической патологии «Метгемоглобинемия» за период 2005 – 2010 гг. в Республике Беларусь не выявлено, что указывает на достаточный коэффициент запаса ПДК по критерию: содержание метгемоглобина в крови не превышает 5 % – 10 % (отсутствие клинических проявлений заболевания), и основываясь на практических результатах, можно утверждать, что потенциальный риск немедленного действия нитратов при их содержании в питьевой воде на уровне от 1 ПДК до 3 ПДК завышен и не соответствует фактическому материалу. Исключение составляют дети в возрасте до 1 года, что связано с коэффициентом возрастной чувствительности 3,8 и заложенным коэффициентом запаса между максимально недействующей дозой (МНД) для человека 3 мг/кг (27 мкмоль) и эндогенно образующимся нитратам в организме человека 11 мкМоль/кг массы.

На участке обслуживания Смиловичской районной больницы за период с 1997–2010 гг. не зарегистрировано ни одного клинического случая метгемоглобинемии.

В настоящее время наибольший интерес представляют безсимптомные, субклинические формы метгемоглобинемии, которые не имеют специфических симптомов интоксикации (например, цианоз), а проявляются целым рядом общесоматических проявлений, большей частью функционального характера. Эти симптомы трудно связать с каким-то одним химическим фактором внешней среды, так как они характерны для донозологического действия целого ряда ксенобиотиков и рассматриваются гигиенистами на основании многолетнего медико-экологического мониторинга как синдром экологической дезадаптации с высоким уровнем преморбидных состояний у детей в зависимости от экологических условий региона проживания.

Объективно для донозологической формы метгемоглобинемии характерно увеличение содержания метгемоглобина на 2–4 % по сравнению с нормой, молочной кислоты, холестерина, лейкоцитов, нарушение кислородтранспортной функции крови, которые клиницистами могут расцениваться как анемические состояния легкой степени тяжести.

В силу физиологических особенностей (наличие фетального гемоглобина, пониженной кислотности желудочного сока, относительно большее в пересчете на массу тела потребление воды (в 10 раз), незрелость иммунной системы, особенности механизмов защиты от окислительного стресса, недостаточного синтеза условно-незаменимой аминокислоты аргинина, которая является ключевым метаболитом в азотистом обмене, (орнитиновый цикл) и субстратом NO-синтазы при синтезе оксида азота, являющегося локальным тканевым гормо-

ном с множественными эффектами – от провоспалительного до сосудистых эффектов и стимуляции ангиогенеза) детей раннего возраста. Наиболее реальную опасность нитраты представляют для детского населения в возрастном диапазоне от момента рождения до 1 года и от 1 года до 3 лет.

В группе детей 1А (колодезное водоснабжение, содержание нитратов в среднем составляет до 2 ПДК, возраст детей до 1 года) коэффициент заболеваемости анемиями находился на втором ранговом месте и составил 162,2±32,3 ‰, в группе 1Б (возрастной интервал 1–3 года) 30,8±10,7 ‰ в группе 1В (возрастной интервал 3–6 лет) 2,6±2,5 ‰.

В группах 2А, 2Б (артезианское водоснабжение, содержание нитратов 0,2 ПДК, дети до 1 года и от 1 до 3 лет) коэффициент заболеваемости анемиями составил 72,2±28,4 ‰ (Δt=3,1), 6,0±6,0 ‰ (Δt=2,0). В возрастной группе старше трех лет (2В) случаев заболеваемости анемиями не зарегистрировано.

Сопоставление частоты обращаемости по данной нозологической форме заболеваний показывает, что дети в группах 1А и 1Б со статистически значимой достоверностью 99,7 % и 95 % в 2 раза чаще страдают болезнями крови и кроветворных органов, чем их ровесники в группах 2А и 2Б, а у детей старше 3 лет они встречаются спорадически.

Прослеживается четко выраженная тенденция снижения коэффициента заболеваемости анемиями с увеличением возраста детей независимо от характера источника водоснабжения. Принимая во внимание выраженный коэффициент возрастной чувствительности при нитратно-нитритной интоксикации, можно считать, что это является еще одним доказательством зависимости частоты случаев анемии у детей от содержания нитратов в питьевой воде.

При физиологической беременности снижается активность антиоксидантной защиты, повышается количество свободных радикалов кислорода. В то же время увеличивается образование оксида азота и его донатора аргинина, что необходимо для адекватного кровоснабжения плода**.** Гемические состояния, возникающие в результате увеличения содержания метгемоглобина в крови более 3-5%, изменение концентрации NO и активности свободнорадикальных соединений, наиболее сильно сказываются на тканях, где происходит интенсивное деление клеток. Поэтому, если во время беременности женщина использует воду с содержанием нитратов выше ПДК, возможны осложнения во время родов и морфо-функциональные нарушения у новорожденных.

Частота случаев патологии новорожденных (Р00–Р96), возникающих в перинатальном периоде в группе детей до 1 года у рожениц с децентрализованным водоснабжением, была в 1,6 раза больше, чем в группе детей до 1 года с централизованным (115,4±28,0 ‰ и 72,1±28,4 ‰ соответственно).

В качестве потенциальных соединений, образующихся в условиях повышенной нитрит-нитратной нагрузки, выступают метгемоглобин, суперокисидный анион-, феррильный-, нитрозильный-, гидроксильный, пероксинитритный анионы – радикалы и окись азота.

Таким образом, действие нитратно-нитритной интоксикации не сводится только к образованию метгемоглобина и реакциям, характерным для свободно-радикальных соединений; она нарушает (через избыточное образование NO) регуляцию в межклеточных взаимодействий и иммунологическую защиту организма.

Окислительное повреждение гемоглобина сопровождается увеличением количества свободных радикалов, активацией перекисного окисления липидов (ПОЛ), комплексным подавлением систем антиоксидантной защиты, что нарушает прооксидантно-антиоксидантное равновесие и морфофункциональный статус эритроцитов.

По литературным данным установлено, что у детей, проживающих в районах с повышенным содержанием нитратов в питьевой воде, чаще регистрируются заболевания, вызываемые вирусами и хламидиями (в 3,4 раза), болезни уха и сосцевидного отростка (в 2 раза), острые респираторные заболевания (в 3,8 раза), пневмонии и грипп (в 3,5 раза), инфекции кожи и подкожной клетчатки (в 6 раз), чем у детей, проживающих в контрольных населенных пунктах [6].

В наших исследованиях частота регистрации инфекционных заболеваний дыхательных путей (J00–J99) существенно не отличалась между опытными и контрольными группами детей и составляла соответственно 68,5 ‰, 84,6 ‰, 83,1 ‰ против 77,6 ‰, 81,3 ‰, 84,3 ‰.

Коэффициент заболеваемости в классе болезней кожи и подкожной клетчатки (класс L00–L99), так же, как и нарушения вовлекающие иммунный механизм (класс D50–D89), в опытной группе 1А был почти в два раза выше, чем в группе сравнения 2А (Δt=2,3 и Δt=2,0 соответственно).

В классе A00–B99 по некоторым инфекционным и паразитарным заболеваниям обращаемость населения в группах 1А и 2А была низкой и составляла 53,8±19,7 ‰ и 36,1±20,4 ‰. Всплеск частоты обращаемости по этим нозологическим формам (увеличение в 3,5 раза по сравнению с детьми в возрасте до 1 года) у городских жителей приходится на возрастной интервал от 1 до 3 лет (126,5±25,3 ‰), у сельского населения – от 3 до 6 лет (102,6±15,3 ‰). Приведенные данные показывают, что первичная обращаемость и частота инфекционных заболеваний находятся в определенной связи с регионом проживания и не связаны с качественным составом питьевой воды, а обусловлены другими социальными причинами.

Заключение. Таким образом, по результатам эпидемиологических исследований частоты и структуры заболеваемости детей по первичной обращаемости в различных возрастных интервалах до 6 лет можно сделать следующие выводы.

1. На территории Республики Беларусь за период с 2005 по 2010 гг. не регистрируются клинические формы метгемоглобинемии.

2. При содержании в питьевой воде нитратов 1,5- 2 ПДК и выше возможно появление бессимптомных, донозологических форм метгемоглобинемии, которые, учитывая патогенез нитритно-нитратной интоксикации, проявляются в наших исследованиях увеличением коэффициентов заболеваемости детского населения анемиями, аллергическими состояниями, болезнями кожи и подкожной клетчатки, увеличением частоты случаев отдельных состояний, возникающих в перинатальном периоде.

3. С увеличением возраста детей прослеживается четкая динамика снижения частоты проявления донозологических, бессимптомных (точнее, недиагносцируемых, из-за отсутствия клинического проявления специфических симптомов и проведения при профилактических осмотрах лабораторного контроля содержания метгемоглобина в крови и нитратов в моче) форм метгемоглобинемии.

4. Для объективизации эпидемиолого-статистического анализа заболеваемости целесообразно провести исследования по определению уровня метгемоглобина в крови, мочевины и нитратов в моче в зависимости от содержания ксенобиотика в питьевой воде.

5. Для управления ситуацией, связанной с нитратным загрязнением источников нецентрализованного водоснабжения предлагается усиление контроля за санитарно-техническим состоянием источников водоснабжения и соблюдением зон санитарной охраны, переход на артезианское водоснабжение, обеспечение детей в возрасте до 3 лет бутилированной водой первой и высшей категории (содержание нитратов 20 мг/л и 5 мг/л).

Литература

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2008 год). - Минск: Минприроды Респ. Беларусь, 2009. – 92 с.

2. Руководство ВОЗ по контролю качества питьевой воды. - Второе издание / ВОЗ, Женева. – 1994. – 196 с.

3. Котеленец, А.И. Оценка потенциальной и реальной опасности для человека и **био**ты средств защиты растений в Брасловском районе Витебской области и Хойникском районе Гомельской области за период с 1998 по 2000 годы/ А.И. Котеленец, С.Ю.Петрова, Д.А. Будников// Здоровье и окружающая среда: Сб.науч.трудов/ Под ред. С.М.Соколова, В.Г.Циганкова.-Мн.:УП «Технопринт», 2001.-с.146-150.

4. Хаитов, Р.М. Экологическая иммунология / Р.М. Хаитов, Б.В. Пинегин, Х.И. Истматов. - М.: ВНИРО, 1995. – 219 с.

5. Федюкевич М.И. Радиация, нитраты и человек / М.И. Федюкевич, В.А. Гордейко. – Минск, 1994. – С. 65

6. Балаболкин И.И. Современные проблемы детской аллергологии / И.И. Балаболкин // Педиатрия. – 1997. - № 2. - С. 5-8.

Поступила 31.05.2012

NITRATES IN THE SOURCES OF DECENTRALIZED WATER SUPPLIES IN BELARUS: HEALTH IMPACT ASSESSMENT FOR CHILDREN UNDER 6 YEARS OLD

*Budnikov D.A., Buraya V.V., Drozdova E.V., * Loyko N.K., Veremeychik E.V.*

Republican Scientific-Practical Center of Hygiene, Minsk

**Cherven Regional Center of Hygiene and Epidemiology*

Analysis of structure of morbidity rate of children population use drinking water which contains nitrates in the concentrations of 1.5-2.0 MPL is provided in this article. As a result of pollution of drinking water with nitrates asymptomatic prenosological forms of methemoglobinemia can be observed in children population. They can manifest as growth of morbidity rate of anemia, allergy and diseases of skin and subcutaneous.

Keywords*:* drinking water, nitrates pollution, morbidity rate, health impact assessment.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ СТИРОЛА И МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ПРИ СОВМЕСТНОМ ИНГАЛЯЦИОННОМ ПОСТУПЛЕНИИ В ПОДОСТРОМ ОПЫТЕ *IN VIVO*

Василькевич В.М., Половинкин Л.В., Соболь Ю.А.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В субхроническом эксперименте на лабораторных животных изучен характер комбинированного действия метилметакрилата и стирола. Белые крысы подвергались ингаляционному воздействию изучаемых веществ на протяжении 7 суток по 4 ч в сутки в концентрации равной 0,05 LC_{50}. Оценка характера комбинированного действия проводилась по изменению комплекса функциональных показателей. В результате поставленного эксперимента было установлено, что преимущественный характер комбинированного действия метилметакрилата и стирола менее чем аддитивный (антагонизм).

Ключевые слова: метилметакрилат, стирол, комбинированное действие.

Введение. Полимерные строительно-интерьерные материалы и продукция на их основе, а также лакокрасочные покрытия по распространенности использования в отделке и соз-

дании интерьера жилых, административных и общественных зданий занимают приоритетное место среди других материалов схожего функционального назначения. Однако эксплуатация полимерных материалов и лакокрасочных покрытий сопровождается выделением в окружающую среду вредных химических веществ, что обусловлено способностью полимеров к «физико-химической деградации» в результате тепловых, механических, химических и других видов внешнего воздействия [1–2] .

Среди огромного разнообразия строительно-интерьерных полимерных материалов необходимо выделить группу синтетических материалов, являющихся источником стирола (полиэфирные, полистирольные и акрилбутадиенстирольные пластики, а также некоторые другие полимеры). В воздух жилых помещений стирол может мигрировать из потолочных покрытий, виниловых обоев, декоративного слоистого пластика, пластмассовых конструктивных частей компьютерной и бытовой техники.

Дисперсия сополимеров метилметакрилата (далее – ММА) и стирола служит основой в промышленном получении интерьерных водно-дисперсионных лакокрасочных материалов, постепенно вытесняющих в гражданском строительстве краски на органических растворителях. Такие лакокрасочные материалы и некоторые акриловые полимеры получили широкое применение в отделке и создании интерьера помещений. При этом они способны выделять ряд летучих органических соединений, в том числе стирол и ММА, нередко в концентрациях, превышающих их гигиенические нормативы для атмосферного воздуха.

Таким образом, стирол и ММА присутствуют в воздушной среде помещений жилых, общественных и административных зданий и могут оказывать в длительной перспективе неблагоприятное воздействие на самочувствие, работоспособность и состояние здоровья человека.

В токсикологической литературе мало сведений, касающихся проблемы исследований характера комбинированной токсичности химических веществ, являющихся приоритетными загрязнителями воздуха помещений. Вместе с тем, такие загрязнители обладают различными механизмами и силой токсического действия, что при комбинированном воздействии может приводить к качественно новому токсическому эффекту образующейся смеси, отличному от изолированных эффектов, входящих в ее состав компонентов [5].

Поскольку в доступной литературе данные о характере комбинированной токсичности стирола и ММА отсутствуют, с гигиенических позиций представляется актуальным провести исследование воздействия бинарных смесей данных веществ на организм лабораторных животных.

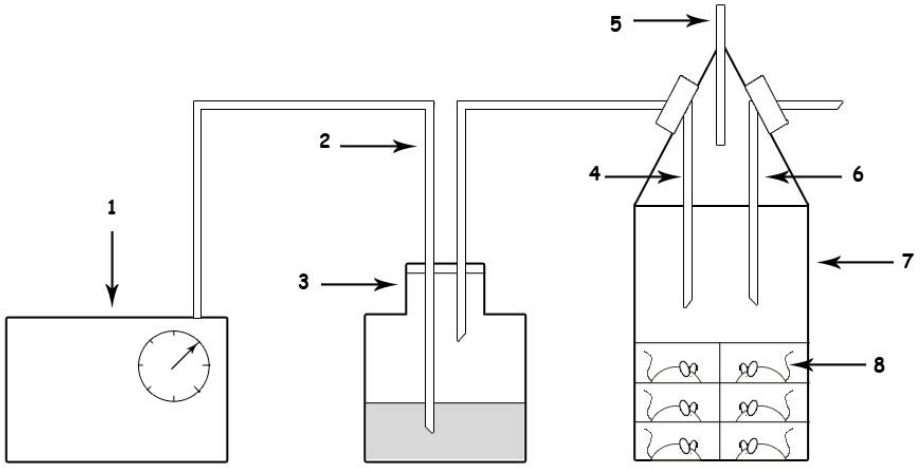
Материал и методы исследований. Для изучения комбинированного действия стирола и ММА в подостром опыте *in vivo* была применена ингаляционная динамическая затравка с использованием затравочных камер.

Ингаляционную затравку проводили на нелинейных беспородных белых крысах обоего пола (по 8 особей в каждой опытной группе, контрольная группа состояла из 16 особей

лабораторных животных) по 4 часа ежедневно в течение 7 дней. Животные вне эксперимента находились на стандартном рационе вивария. При работе с лабораторными животными соблюдались этические нормы и общепринятые правила проведения эксперимента.

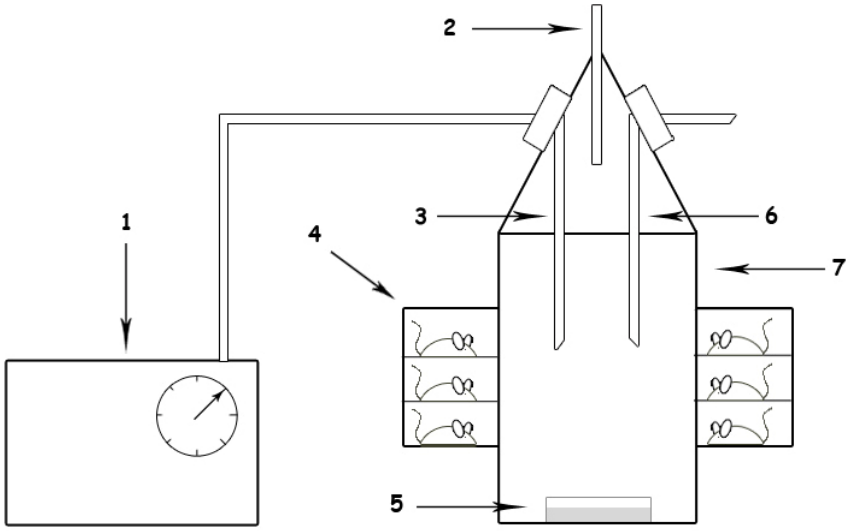
Схема эксперимента включала изучение изолированного действия на организм белых крыс ММА и стирола, а также двухкомпонентной комбинации ММА и стирола. Перед помещением животных в затравочную камеру проводился подбор концентраций веществ на уровне 0,05 LC_{50} (средне смертельной концентрации).

Моделирование ингаляционного поступления изучаемых химических веществ в организм подопытных животных осуществлялось с помощью затравочной камеры (внутренний объем 250 л). Затравка стиролом экспериментальных животных осуществлялась путем пропускания нагнетаемого компрессором воздуха через аппарат Боброва, заполненного стиролом (барботирование). Создание необходимых концентраций ММА, обладающего на порядок более высокой летучестью, нежели стирол, осуществлялось путем пассивного (самопроизвольного) испарения с поверхности «зеркала» нативного вещества с помещенной на дно затравочной камеры чашки Петри. Принципиальные схемы описанных устройств, использованных в нашем эксперименте, представлены на рисунке 1 и 2.



1 – компрессор, 2 ,4 – воздухопроводящие трубки, 3 – аппарат Боброва, 5 – вентиляционная трубка, 6 – аспирационный воздуховод (пробоотборник), 7 – затравочная камера, 8 – лабораторные животные.

Рисунок 1 – Принципиальная схема проведения ингаляционной затравки белых крыс паровоздушным аэрозолем стирола



1 – компрессор, 2 - вентиляционная трубка, 3 – воздухопроводящая трубка, 4 - лабораторные животные, 5 - чашка Петри с веществом, 6 - аспирационный воздуховод (пробоотборник), 7 – затравочная камера.

Рисунок 2 – Принципиальная схема проведения ингаляционной затравки белых крыс ММА

Отбор проб воздуха для контроля уровня содержания в камере изучаемых токсичных химических веществ проводили ежедневно после 1,5 и 3 ч. от момента начала затравки. Определение веществ в пробах воздуха осуществляли с применением газовой хроматографии и фотоколориметрически. В ходе эксперимента в затравочных камерах создавались следующие концентрации (M±m, мг/м^3): ММА – 854,6±10,9; стирол – 644,9±9,3, что соответствовало 0,05 LC_{50}веществ.

Для оценки токсического действия стирола и ММА использовали комплекс морфофизиологических, гематологических, биохимических показателей. Экспериментальных животных умерщвляли методом мгновенной декапитации.

Изучение показателей функционального состояния мочевыделительной системы проводили общепринятыми в лабораторной практике методами.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы «STATISTICA 6.0». Для проверки на нормальность распределения оцениваемых показателей использовался критерий Шапиро-Уилка. Данные в таблицах представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха, охватывающего 50 % наблюдений [P25, P75]. Достоверность различий оценивалась по непараметрическому критерию Манна-Уитни (U – критерий). Различия между контрольной и опытными группами считали достоверными при уровне статистической значимости $p<0,05$.

Для оценки комбинированной токсичности стирола и ММА выбирались наиболее специфичные и чувствительные функциональные показатели, изменения которых значимы для состояния организма подопытных животных. При оценке характера комбинированного действия веществ основывались на получивших широкое распространение в научной работе и практической деятельности рекомендациях Комитета экспертов ВОЗ (1981). Согласно этим рекомендациям, показателем степени выраженности комбинированного действия служит соотношение наблюдаемого эффекта в смеси и эффекта, который теоретически ожидается в случае суммации эффектов веществ по отдельности. Если соотношение статистически и токсикологически значимо больше или меньше чем 1,0, то говорят о потенцировании (синергизме) или антогонизме соответственно; если отличие его от 1,0 несущественно, то принимается гипотеза суммации. Также Комитетом экспертов ВОЗ унифицирована терминология классификации типов комбинированной токсичности: потенцирование (синергизм) принято обозначать как более чем аддитивное действие, антагонизм – как менее чем аддитивное, а суммация принимается за аддитивное действие [3].

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения комбинированного действия ММА и стирола представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфо-функциональные показатели при повторном ингаляционном воздействии ММА, стирола и их бинарной смеси

Изучаемые показатели, ед. изм	Контр. группа (n=16)	Группы сравнения, Me и квартиль		
		1 опытная группа ММА (n=8)	2 опытная группа стирол (n=8)	3 опытная группа ММА и стирол (n=8)
Физиологические показатели				
фон				
СПП исх, В	10,5 (3,67–11,13)	10,0 (10,0–10,5)	10,25 (9,88–10,6)	9,8 (9,5–10,0)
Температура исх, °С	38,5 (5,93–7,26)	38,8 (38,6–39,1)	38,5 (38,4–38,6)	38,6 (38,5–38,8)
ЧСС исх. уд/мин	428,0 (402,5–475,0)	428,0 (428,0–432,3)	428,0 (410,5–428)	428,0 (428,0–429,00
показатели при забое				
СПП, В	10,5 (9,94–11,19)	10,5 (9,4–10,5)	10,0 (9,38–10,5)	10,0 (9,5–10,5)
Температура, °С	38,4 (38,24–38,71)	38,2 (38,1–38,5)	38,25 (38,2–38,4)	38,9* (38,5–39,2)
ЧСС, уд/мин	414,0 (414,0–428,0)	436,5* (424,5–445,0)	414,0 (400,0–428,0)	429,5 (414,0–445,0)
Относительные коэффициенты массы внутренних органов				
фон				
Масса исх, г	152,5 (150,0–160,0)	150,0 (150,0–156,0)	165,0 (161,3–166,3)	150,0 (145,0–160,0)

Прдолжение таблицы 1

показатели при забое				
Масса забой, г	160,0 (155,5–165,0)	151,0 * (148,8–160,5)	157,0 (151,5–164,3)	145,0* (140,0–151,5)
ОКМ печени, кг$^{-3}$/кг	32,77 (31,8–34,2)	33,3 (31,8–34,8)	31,34 (29,5–36,68)	31,99 (30,77–33,02)
ОКМ почек, кг$^{-3}$/кг	1,08 (0,94–1,19)	1,10 (1,1–1,2)	1,07 (1,0–1,12)	0,99 (0,98–1,1)
ОКМ сердца, кг$^{-3}$/кг	3,94 (3,67–4,13)	3,80 (3,6–4,0)	4,00 (3,87–4,11)	4,00 (3,83–4,27)
ОКМ легких, кг$^{-3}$/кг	9,24 (8,13–11,32)	10,00 (8,06–12,46)	9,62 (8,84–11,68)	9,55 (8,42–10,7)
ОКМ селезенки, кг$^{-3}$/кг	5,50 (4,92–6,18)	5,70 (4,80–6,11)	4,75 (4,32–5,84)	4,50 (4,14–4,77)*
Примечание — * — Достоверные различия по сравнению с контрольной группой при уровне статистической значимости $p<0,05$.				

Из представленных в таблице 1 данных следует, что морфофункциональные показатели, характеризующие состояние организма лабораторных животных после ингаляции стиролом и ММА, а также их смесью отличаются от контрольной группы животных незначительно, за исключением массы животных, которая статистически значимо снижается в группах после воздействия ММА (на 6 %) и смеси веществ (на 10 %), что указывает на возможную реакцию организма на общетоксическое действие веществ.

Общая реакция периферической крови при ингаляции стиролом в конце эксперимента характеризуется картиной угнетения форменных элементов крови, что выражается достоверным, на фоне контроля лейкопении, уменьшением содержания нейтрофилов, эозинофилов, эритроцитов, гемоглобина и слабой тенденцией к сокращению пула тромбоцитов. В свою очередь, воздействие ММА приводит лишь к уменьшению содержания лейкоцитов и гемоглобина крови, а также к нейтрофильной воспалительной реакции, что можно связать с процессом неспецифической адаптации и нахождением подопытных животных в стадии напряжения компенсаторно-приспособительных механизмов защиты организма (таблица 2).

Таблица 2 – Гематологические и биохимические показатели крови экспериментальных животных при повторном ингаляционном воздействии ММА, стирола и их бинарной смеси

Изучаемые показатели, ед. изм	Контр. группа (n=16)	Группы сравнения, Ме и квартиль		
		1 опыт группа ММА (n=8)	2 опыт группа стирол (n=8)	3 опыт группа ММА и стирол (n=8)
Гематологические показатели периферической крови:				
Содержание лейкоцитов, 10^9/л	18,19 (17,19–18,71)	15,30 (15,13–15,83)*	12,43 (10,80–13,31)*	15,86 (15,37–16,14)*
Содержание нейтрофилов, 10^9/л	3,28 (2,99–3,47)	5,05 (4,81–5,36)*	2,65 (2,49–2,88)*	4,78 (4,07–5,05)*

Продолжение таблицы 2

Содержание эозинофилов, 10^9/л	0,64 (0,54–0,75)	0,53 (0,52–0,56)	0,45 (0,44–0,51)*	0,40 (0,32–0,45)*
Содержание базофилов,10^9/л	0,24 (0,14–0,29)	0,15 (0,12–0,23)	0,10 (0,07–0,17)	0,09 (0,05–0,18)
Содержание моноцитов, 10^9/л	0,82 (0,52–1,02)	0,72 (0,48–0,79)	0,72 (0,48–0,79)	0,77 (0,45–1,12)
Содержание лимфоцитов, 10^9/л	10,99 (10,50–11,89)	10,96 (10,05–11,41)	8,81 (7,39–10,22)	7,66 (7,36–8,14)*
Содержание эритроцитов в крови, 10^{12}/л	7,30 (7,19–7,40)	7,34 (7,06–7,44)	7,10 (6,83–7,21)*	7,28 (7,2–7,4)
Содержание гематокрита	0,39 (0,38–0,41)	0,36 (0,35–0,36)	0,38 (0,37–0,39)	0,37 (0,37–0,38)
Содержание гемоглобина, г/л	144,5 (141–146,5)	132,0 (130,3–136,8)*	139,1 (135,5–144,3)*	137,5 (134,3–139)*
Содержание тромбоцитов, 10^9/л	710,5 (667–739)	736,5 (655–806,5)	681,5 (673,8–703,3)	699,5 (643,5–713,5)
Биохимические показатели:				
Активность глутатионредуктазы в гемолизате крови, мкМоль/г Hg мин	2,25 (2,2–2,44)	2,48 (2,35–2,66)	2,55 (2,39–3,1)	2,77 (2,43–3,03)*
Активность глутатионтрансферазы, мкМоль/г Hg мин	1,22 (1,01–1,21)	1,07 (1,01–1,21)	1,02 (0,98–1,14)	1,2 (1,04–1,26)
Содержание SH-групп, мкМ/мгHb	139,3 (131,8–145,3)	126,4 (122,3–132,5)*	128,9 (124,4–132,3)*	122,9 (119,75–126,3)*
Содержание восстановленного глутатиона, мкМ SH/мгHb	20,14 (18,79–21,17)	18,2 (17,99–19,48)*	18,17 (17,56–18,56)*	17,57 (16,94–18,0)*
Флуоресценция битирозинов в сыворотке крови, усл.ед.	0,22 (0,21–0,24)	0,20 (0,18–0,21)	0,23 (0,22–0,24)*	0,20 (0,20–0,21)*
Флуоресценция триптофановых белков в сыворотке крови, усл. ед.	20,8 (19,95–21,4)	19,8* (17,05–21,33)	20,95 (20,33–21,8)	20,05 (19,15–21,05)*
Активность супероксиддисмутазы в гемолизате крови, мкг/мл	55,00 (47,43–55,18)	48,49 (47,33–55,20)	50,00 (44,75–54,52)	47,00 (42,79–56,33)
Содержание глутатионпероксидазы, мкМ/гHb	191,38 (159,75–201,20)	186,21 (171,88–203,70)	186,21 (183,75–218,08)	195,28 (179,08–202,50)
Мочевина, ммоль/л	5,62 (4,71–6,33)	4,60 (4,38–5,25)	4,82 (4,38–4,82)*	4,4 (4,30–7,80)*
Хлориды, ммоль/л	105,0 (103,0–106,0)	102,5 (100,0–105,0)	105,0 (105–106,25)	115,0 (113,8–116,3)*
АлАТ,мкмоль/мл*час	0,09 (0,08–0,10)	0,09 (0,08–0,09)	0,08 (0,07–0,09)	0,09 (0,08–0,12)

Продолжение таблицы 2

АсАТ,мкмоль/мл*час	0,16 (0,15–0,16)	0,16 (0,15–0,16)	0,17 (0,14–0,17)	0,20 (0,20–0,30)
Глюкоза, моль/л	4,16 (4,16–4,44)	4,44 (4,44–4,79)*	4,3 (4,16–4,53)	4,4 (4,2–4,7)
Липиды, г/л	4,09 (3,8–4,1)	3,4 (3,35–3,83)*	3,65 (3,4–3,93)*	3,8 (3,5–4,0)
Примечание — * — Достоверные различия по сравнению с контрольной группой при уровне статистической значимости p<0,05.				

Воздействие ММА вызывает снижение числа лейкоцитов на 16 % по сравнению с контролем, воздействие стирола на 32 %. Воздействие смеси ММА и стирола на лабораторных животных вызывает снижение содержания лейкоцитов на 13 % (таблица 2).

При действии ММА отмечается рост количества нейтрофилов на 54 %, а влияние стирола выражается в снижении содержания нейтрофилов на 19 % по сравнению с контрольной группой. Смесь данных веществ вызывает рост числа нейтрофилов на 46 % (таблица 2).

Со стороны гемоглобина наблюдаются достоверные изменения в сторону снижения, по сравнению с контролем, в ответ на воздействие ММА – на 10 %, стирола – на 4 %, их смеси – на 5 % (таблица 2).

Оценка биохимических изменений показывает, что ММА и стирол влияют на систему глутатиона клетки. Наблюдается снижение содержания SH-групп и восстановленного глутатиона, что объясняется постепенным истощением возможностей важного звена антиоксидантной защиты клетки, которым является система глутатиона и соединения с SH-группами, определяющие редокс-статус внутриклеточной среды.

В ответ на действие ММА и стирола наблюдается снижение SH-групп на 10 %, 7 % и 12 % после поступления ММА, стирола и смеси соответственно относительно контрольной группы (таблица 2).

В изменениях содержания восстановленного глутатиона в ответ на действие ММА и стирола наблюдается схожесть с действием веществ на содержание SH-групп – снижение восстановленного глутатиона на 10 % после поступления ММА и стирола, а также снижение на 13 % после поступления смеси относительно контрольной группы.

Увеличение активности глутатионредуктазы для смеси (на 13 %) и конформационной нестабильности триптофановых белков и битирозинов (на 4 и 10 % соответственно) свидетельствует о повышенной интенсивности процессов детоксикации, опосредованных глутатионом клетки (таблица 2).

Токсический эффект на основные функции почек после ингаляционного воздействия смеси ММА и стирола проявился достоверными изменениями содержания диуреза, суточного белка и креатинина, концентрации хлоридов и мочевины в суточной моче (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели функционального состояния мочевыделительной системы белых крыс при повторном ингаляционном воздействии ММА, стирола и их бинарной смеси

Изучаемые показатели, ед. изм	Контр. группа (n=16)	Группы сравнения, Ме и квартиль		
		1 опыт группа ММА (n=8)	2 опыт группа стирол (n=8)	3 опыт группа ММА и стирол (n=8)
Диурез, мл/сутки	4,0 (3,70-4,25)	6,10 (5,80-6,55)*	4,4 (3,73-5,35)	6,0 (6,0-5,5)*
Белок, мг/сутки	0,2 (0,2-0,31)	0,35 (0,34-0,36)*	0,41 (0,34-0,49)*	0,1 (0,1-0,2)*
Креатинин, мМоль/сутки	6,40 (5,45-7,83)	3,0 (2,80-3,28)*	7,65 (5,05-8,63)	10,1 (8,9-10,7)*
Хлориды, мг/сутки	0,23 (0,18-0,28)	0,38 (0,34-0,39)*	0,3 (0,27-0,35)*	0,4 (0,4-0,5)*
Мочевина, мМоль/сутки	1,93 (1,50-2,10)	2,90 (2,77-3,10)*	1,97 (1,84-2,22)	2,8 (2,4-2,9)*
Примечание — * — Достоверные различия по сравнению с контрольной группой при уровне статистической значимости $p<0,05$.				

После воздействия смеси ММА и стирола отмечалось увеличение диуреза (в 1,5 раза), выделения креатинина, хлоридов и мочевины с мочой (в 1,6, 1,7 и 1,5 раза соответственно), а также снижение суточного белка в моче (в 2,0 раза по сравнению с контрольной группой).

Из всех изученных показателей были выбраны те из них, которые характеризуются достоверными различиями в опытной группе после воздействия смеси по сравнению с контрольной группой. Далее нами проведена оценка соотношения наблюдавшегося эффекта в смеси веществ (относительно контроля) и эффекта, который теоретически ожидается в случае аддитивного типа действия каждого из веществ относительно их контроля по отдельности (таблица 4). Обнаружение эффекта комбинированного действия, для которого это соотношение > 1, свидетельствует о потенцировании; при соотношении < 1 речь идет об антагонизме. В анализе не учитывались разнонаправленные токсические эффекты веществ, проявлявшиеся при воздействии бинарной смеси усилением общего токсического действия, которое, однако, не превышало по выраженности токсичности изолированного действия доминирующего вещества, предопределившего усиление эффекта в смеси.

Таблица 4 - Количественная оценка комбинированного действия ММА и стирола по комплексу функциональных показателей

Анализируемый показатель	Теоретический эффект[1]	Фактический эффект[2]	Коэффициент соотношения эффектов($К_{эф}$)[3]
Содержание лейкоцитов, 10^9/л	-8,65	-2,33	0,27
Содержание гемоглобина, г/л	-24,9	-7,0	0,28
Содержание SH-групп, мкМ/мгHb	-23,3	-16,4	0,74

Продолжение таблицы 3

Содержание восстановленного глутатиона, мкМ SH/мгHb	-3,91	-2,57	0,66
Белок в моче, мг/сутки	0,36	-0,1	0,28
Хлориды в моче, мг/сутки	0,22	0,17	0,77
Содержание эозинофилов, 10^9/л	-0,3	-0,24	0,8
Активность глутатионредуктазы в гемолизате крови, мкМоль/г Hg мин	0,53	0,52	0,98
Флуоресценция триптофановых белков в сыворотке крови, усл. ед.	-0,85	-0,75	0,88
Содержание мочевины в крови, ммоль/л	-1,22	-1,82	0,67
Диурез, мл/сутки	2,5	2,0	0,8
Содержание мочевины в моче, мМоль/сутки	1,01	0,87	0,86

Примечания:
1. [1] — Теоретический эффект равен сумме эффектов от действия стирола и ММА, определенных относительно эффекта в контрольной группе животных.
2. [2] — Фактический эффект – это эффект от совместного действия ММА и стирола в смеси относительно эффекта в контрольной группе животных.
3. [3] $К_{эф}$ — Отношение фактического эффекта к теоретическому.
4. Знак «-» — Указывает на снижение анализируемого показателя относительно контроля.

Приведенные в таблице 4 результаты оценки характера комбинированного действия стирола и ММА свидетельствуют о преимущественном проявлении менее чем аддитивного действия химических веществ ($К_{эф}$ <1) при их взаимном влиянии на комплекс представленных в таблице показателей. Однако необходимо отметить, что в отношении активности глутатионредуктазы крови выявлено суммирование токсического действия в смеси веществ ($К_{эф}$ = 1), поэтому такое взаимодействие является аддитивным (суммация). Следует также обратить внимание, что при рассмотрении комбинированного воздействия для 8 из 12 показателей была установлена неполная суммация ($К_{эф}$ находился в пределах 0,66–0,88). Это свидетельствует о необходимости дальнейших исследований токсических эффектов бинарной смеси стирола и ММА в различных условиях эксперимента, а в случае научно обоснованного подтверждения аддитивности действия, учета при проведении оценки комбинации этих веществ формулы суммации [5].

Заключение. При изучение характера комбинированного действия бинарной смесей ММА и стирола на белых крысах в условиях повторного ингаляционного воздействия веществ на уровне 0,05 LC_{50} веществ по комплексу функциональных показателей установлено, что действие ММА и стирола является менее чем аддитивным (антагонизм), за исключением их влияния на активность глутатионредуктазы крови. Для данного показателя характер комбинированного действия ММА и стирола в смеси является аддитивным (суммация).

Характер и механизмы комбинированного действия ММА и стирола при различных вариантах дозо-экспозиционного воздействия на организм лабораторных животных требуют дополнительного изучения.

Литература

1. Chuck, Yu. A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings / Yu, Chuck, D, Crump // Building and Environment. – 1998. – Vol. 33. – № 6. – P. 117 – 127.

2. Wolkoff, P. How to measure and evaluate volatile organic compound emission from building products. A perspective / P. Wolkoff // The Science of the Total Environment. – 1999. – Vol. 227. – P. 197 – 213.

3. Кацнельсон, Б. А. Методические подходы к изучению комбинированного действия промышленных вредных веществ / Б. А., Кацнельсон, С. М., Новиков // Гигиена и санитария. – 1986. – № 8. – С. 59 – 63.

4. Health effects of combined exposures in the work environment: Technical reports. Series 662. – Geneva, 1981. – 76 p.

5. Общая токсикология / под ред. проф. Б. А. Курляндского, В. А. Филова – М. : Медицина, 2002. – С. 497 – 500.

Поступила 01.08.2012

THE STUDY OF THE NATURE OF THE COMBINED ACTION OF STYRENE AND METHYL METHACRYLATE WITH A JOINT IN A SUBACUTE INHALATION EXPERIMENT *IN VIVO*

Vasilkevich V.M., Polovinkin L.V., Sobol Y.A.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

In subchronic experiments on laboratory animals studied the nature of the combined action of methyl methacrylate and styrene. White rats were subjected to inhalation of the test substances for 7 days to 4 hours a day at a concentration equal to 0,05 LC_{50}. Assessment of the nature of the combined action of the complex was carried out to modify the functional parameters. As a result, delivered the experiment it was found that the predominant character of the combined action of methyl methacrylate and styrene is less than additive (antagonism).

Keywords: methyl methacrylate, styrene, the combined action.

ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КУЛЬТУРЕ ЛИМФОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА

*Власенко Е.К., * Анисович М.В., Наджарян Л.А., Гутковская Д.О., Ильюкова И.И.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск*

Реферат. В эксперименте на культуре лимфоцитов человека изучены цитотоксические свойства наночастиц серебра и одностенных углеродных нанотрубок. Получены кривые зависимости «доза-эффект», определены величины средне ингибиторных концентраций. Данные эксперимента свидетельствуют о высокой чувствительности лимфоцитов к воздействию наночастиц.

Ключевые слова: лимфоциты человека, цитотоксичность, наноматериалы

Введение. Производство и сфера применения наноматериалов продолжают расти, а их воздействие на человека становится неизбежным, ограничено число публикаций, посвященных изучению потенциальной токсичности наноматериалов для человека. Предполагается, что производство наночастиц достигнет 58 000 тонн к 2020 году, соразмерно увеличится и количество товаров народного потребления, изготовленных с применением нанотехнологий. Поэтому во всем мире большое внимание ученых привлекают исследования в области нанотоксикологии. В частности, в области медицины наночастицы находят применение в качестве диагностических и лекарственных средств, позволяющих раньше распознать заболевание и эффективнее с ним бороться. Использование наночастиц для медицинских целей подразумевает намеренное их введение в организм человека в терапевтических концентрациях, поэтому их свойства должны быть изучены до применения в клинике. Одним из таких важных свойств, которые можно изучить *in vitro*, является цитотоксичность. Исследование цитотоксичности позволит относительно быстро определять эффекты наноматериалов для различных клеточных линий в зависимости от концентрации и времени воздействия.

Большинство исследований цитотоксичности наноматериалов проведено с использованием методов окрашивания клеток. В свою очередь эти методы делятся на две основные группы: исследование целостности клеточной мембраны (по включению красителя) и определение активности митохондриальных дегидрогеназ. Тесты с использованием красителей позволяют определять гибель клеток по изменению проницаемости клеточной мембраны при помощи световой микроскопии [1]. Активность дегидрогеназ, способных превращать соли тетразолия в формазан, лежит в основе МТТ-теста и исследований лактатдегидрогеназы, определяемых спектрофотометрически [2–3]. Часто эти исследования дополняются данными о роли окислительного стресса в цитотоксическом действии наноматериалов с использованием анализа уровня глутатионредуктазы и малонового диальдегида [4]. Также, некоторые авторы

пытаются использовать метод проточной цитофлуориметрии для оценки генотоксического действия наночастиц (comet-assay). Данный метод позволяет определить долю клеток, подверженных апоптозу [5].

В данной работе нами изучено влияние наночастиц серебра и одностенных углеродных нанотрубок на жизнеспособность лимфоцитов человека в эксперименте.

Материал и методы исследований. Кровь отбирали из локтевой вены, помещали в стерильную пробирку, содержащую раствор гепарина (200 ЕД/мл крови) и оставляли на 60 мин при комнатной температуре. В центрифужную пробирку наливали 2–3 мл градиента плотности фиколл-верографин 1,077 г/см^3, на него наслаивали 4–6 мл отстоявшейся плазмы. Пробирки центрифугировали в течение 40 минут в бакет-роторе с ускорением 200 g (1500 об/мин, ОПН-3) при температуре 20 °С. В процессе центрифугирования эритроциты и гранулоциты проходили через градиент плотности и оседали на дно пробирки. На верхней границе градиента при правильном разделении образуется кольцо белого цвета, состоящее в основном из лимфоцитов с примесью моноцитов. Клеточный концентрат отбирали и отмывали от градиента трижды в растворе Хэнкса центрифугированием [6]. Клетки культивировали в CO_2-инкубаторе при 37 °С, 5 % CO_2, относительной влажности воздуха 80 % на 96-луночных планшетах (посевная концентрация – 50–70 тыс. кл/мл). В лунки (вторые сутки культивирования) вносили исследуемые концентрации наночастиц серебра и одностенных углеродных нанотрубок. После 24-часовой экспозиции исследуемых образцов фотометрически измерялась суммарная активность митохондриальных дегидрогеназ клеток в каждой лунке в метилтетразолиевом тесте (МТТ).

Метод основан на способности митохондриальных дегидрогеназ живых клеток конвертировать растворимую тетразолиевую соль 3-[4,5-диметилтиазол-2-ил]-2,5-дифенил тетразолиум бромид (МТТ) в нерастворимый формазан. Мертвые клетки не способны столь же эффективно редуцировать МТТ (или другую тетразолиевую соль, например, IMT или XTT), хотя и сохраняют остаточную активность (вероятно, не связанную с активностью митохондриальных дегидрогеназ), что влияет на точность и адекватность анализа, особенно при постановке краткосрочного цитотоксического теста. Кристаллы нерастворимого формазана могут быть переведены в растворимую форму с помощью ряда агентов (SDS, DMSO, SDS-DMF и др.), окрашивая раствор в фиолетовый цвет, интенсивность которого может быть определена с помощью ElISA-ридера. Интенсивность окраски линейно коррелирует с количеством жизнеспособных клеток в суспензии.

Для проведения МТТ-теста использовали набор CellTiter 96® AQueous One Solution Cell Proliferation Assay (MTS), Promega. Для измерения поглощения формазана клетки инкубировали с MTS в течение 20 минут в термостате, измерение поглощения формазана при λ = 492 нм было проведено спектрофотометрически.

Результаты и их обсуждение. В эксперименте на лимфоцитах человека, которые культивировали в течение 48 ч, продемонстрирована более высокая токсичность углеродных нанотрубок (IC_{50} = 20 мкг/мл) в 5 раз превышающая токсичность при использовании наночастиц серебра (IC_{50} = 100 мкг/мл). Среднюю ингибиторную концентрацию определяли графически. Результаты эксперимента представлены на рисунках 1–2.

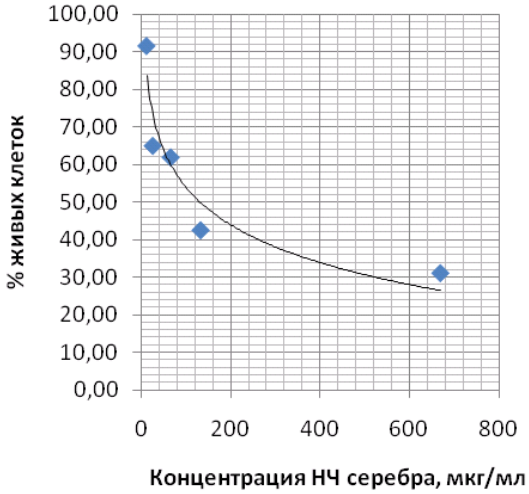


Рисунок 1 – Зависимость жизнеспособных клеток лимфоцитов от концентрации наночастиц серебра (НЧ серебра)

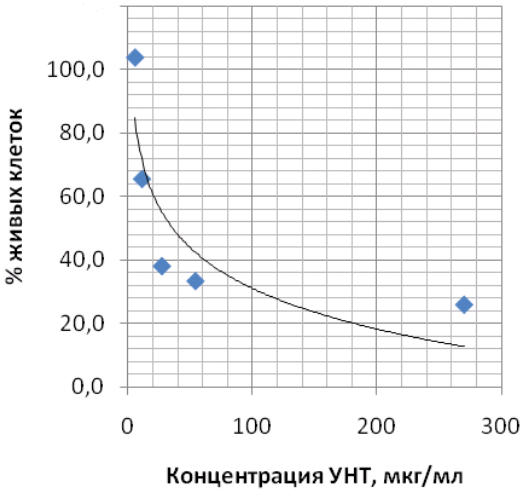


Рисунок 2 – Зависимость жизнеспособных клеток лимфоцитов от концентрации углеродных нанотрубок (УНТ)

Заключение. Таким образом, из представленных данных видно, что тип кривой зависимости цитотоксичности от концентрации наночастиц одинаков в обоих случаях. Данный эксперимент показал, что культура лимфоцитов является удобным объектом исследования наноматериалов: клетки находятся изначально в синхронизированном состоянии, что дает возможность точно определять форму ингибирующей кривой, а также лимфоциты являются чувствительными к воздействию наночастиц объектом, особенно в краткосрочном тесте.

Литература

1. Multi-walled carbon nanotubes induce T lymphocyte apoptosis / M. Bottini [et al.] // Toxicol.Lett. – 2006. – N 160. – P. 121 – 126.

2. Haslam, G. Estimating the number of viable animal cells in multi-well cultures based on their lactate dehydrogenase activities / G. Haslam, D.Wyatt, P.A. Kitos // Cytotechnology. – 2000. – N 32. – P. 63 – 75.

3. Mosmann, T. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays / T. Mosmann // J. Immunol.Methods. – 1983. – N 65. – P. 55 – 63.

4. A microtiter plate assay for total glutathione and glutathione disulfide contents in cultured/isolated cells: performance study of a new miniaturized protocol // C. Vandeputte [et al.] // Cell.Biol.Toxicol. – 1994. – N 10. – P. 415 – 421.

5. King, M. Detection of dead cells and measurement of cell killing by flow cytometry / M. King // J. Immunol. Meth. – 2000. – N 243. – P. 155 – 166.

6. Boyum, A. Separation of white blood cells / A. Boyum // Nature. – 1964. – N 204. – P. 793 – 794.

Поступила 12.07.2012

CYTOTOXICITY OF NANOMATERIALS IN THE EXPERIMENT ON THE CULTURE OF HUMAN LYMPHOCYTES

*Vlasenko E.K., * Anisovich M.V., Najaran L.A., Hutkovskaya D.O., Ilyukova I.I.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** The Institute of Bioorganic Chemistry, NAS of Belarus, Minsk*

The cytotoxic properties of silver nanoparticles and single-walled carbon nanotubes have been studied in the experiment on the culture of human lymphocytes. The curves of "dose-effect" relationship have been obtained, the value of mid-inhibitory concentrations have been defined. The experimental data indicate a high sensitivity of lymphocytes to both kinds of nanoparticles.

Keywords: human lymphocytes, cytotoxicity, nanomaterials.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *CUCUMIS SATIVUS*

Власенко Е.К., Наджарян Л.А., Гутковская Д.О., Гомолко Т.Н.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Фитотоксичность однослойных углеродных нанотрубок (далее – УНТ) и наночастиц серебра была изучена на сельскохозяйственной культуре в тесте на прорастание семян и рост проростков *Cucumis sativus*. Снижение процента проросших семян наблюдалось в опытах с использованием обоих видов наноматериалов, что свидетельствует об опасном характере действия наноматериалов на прорастание семян. Резкое сокращение длины корней наблюдалось при максимальных испытанных концентрациях УНТ и наночастиц серебра, что свидетельствует о значительной фитотоксичности относительно высоких концентраций наноматериалов. Таким образом, торможение развития и сокращение длины корней *Cucumis sativus* частично коррелирует с концентрацией наночастиц и подтверждается признаками потенциальной токсичности.

Ключевые слова: фитотоксичность, прорастание, углеродные нанотрубки, наночастицы серебра.

Введение. Развитие нанотехнологий неминуемо приведет к значительному увеличению количества наночастиц в объектах окружающей среды, в том числе в атмосферном воздухе и воде. Благодаря своим уникальным свойствам наноматериалы широко используются в промышленности, биомедицине и экологии. Также, в последнее время все чаще рассматриваются вопросы применения наноматериалов в сельском хозяйстве для получения продукции, обладающей лучшими потребительскими свойствами, что не может не вызывать опасений по поводу возможных негативных последствий для экосистем [1]. Поэтому все большее число исследований посвящается изучению последствий неблагоприятного воздействия наноматериалов на живую природу.

Вопрос о механизмах токсического действия наноматериалов остается открытым, несмотря на широкие исследования в этой области на теплокровных животных, клеточных линиях и микроорганизмах [2]. Один из рассматриваемых механизмов действия наночастиц является окислительный стресс в результате генерации активных форм кислорода, как показано в экспериментах с углеродными нанотрубками [3]. Напротив, исследования фитотоксического действия наночастиц в литературе встречаются намного реже, несмотря на их актуальность для оценки токсического действия для растений [4-6]. Данные исследования касаются изучения токсичности на нескольких видах сельскохозяйственных культур (на проростках и корешках растений), а также на культуре клеток риса [4]. Все исследователи показали негативное влияние углеродных нанотрубок на изученные тест-объекты, однако, описанные результаты часто противоречивы, не содержат сведений о возможных механизмах действия и не дают возможности в полной мере оценить фитотоксическое действие наночастиц. *Целью* настоящего исследования стало изучение влияния одностенных углеродных нанотрубок и наночастиц серебра на проростки огурца.

Материал и методы исследований. Фитотест основан на способности семян реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности прорастания. Критерием вредного действия считается ингибирование роста проростков.

В качестве модельных тест-растений рекомендуют использовать однодольные и двудольные растения. Нами для проведения эксперимента выбраны семена огурца (Cucumis sativus), которые по итогам предварительных исследований позволяли получать наиболее стабильные и воспроизводимые данные. В эксперимент отбирали неповрежденные (недеформированные) семена, всхожесть которых составляет не менее 95 %.

Семена проращивали во флаконах объемом 30 мл, куда вносили дисперсии одностенных УНТ и наночастиц серебра (НЧ серебра) в физиологическом растворе. Данный способ воздействия является наиболее удобным и простым в техническом отношении, а также позволяет экономно расходовать наноматериалы.

Флаконы стерилизовали, охлаждали и маркировали. В каждый флакон помещали по 10 сухих семян. При определении процента всхожести субстратом для проращивания семян служил физиологический раствор. Закрытые флаконы термостатировали при температуре 20–23 °С в течение 3 суток, после чего подсчитывали долю проросших семян в процентах.

В опытные флаконы вносили дисперсию наночастиц. Все образцы помещали в термостат на 7 суток. По истечении срока воздействия измеряли длину проростков максимальной длины в контроле и опыте**.**

Результаты и их обсуждение. Следует отметить, что в настоящее время не существует общепринятых критериев оценки фитотоксичности наноматериалов, поэтому нами рассмотрены общие тенденции процесса проростания семян. Предложенные диаграммы наглядно демонстрируют ингибирование прорастания семян под влиянием углеродных нанотрубок (рисунок 1) и наночастиц серебра (рисунок 2).

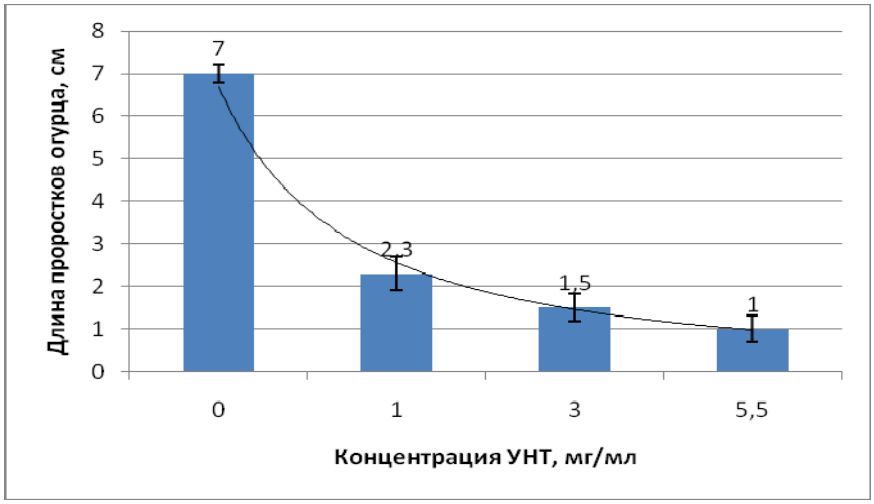


Рисунок 1 – Фитотоксичность УНТ

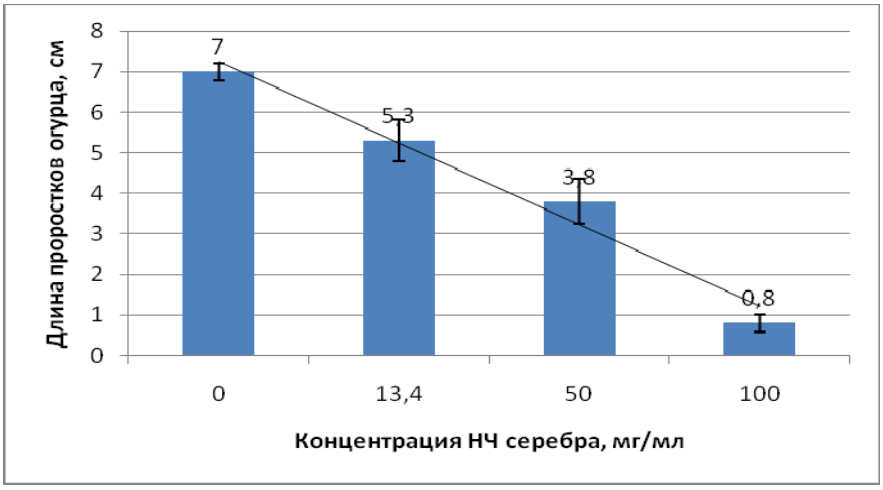


Рисунок 2 – Фитотоксичность НЧ серебра

Уже при концентрации УНТ 1 мг/мл наблюдается уменьшение длины проростков огурца в три раза. Дальнейшее увеличение концентрации УНТ в 3–5 раз приводит к снижению длины проростков до 1 см. В опыте с наночастицами серебра фитотоксическое действие отмечено при минимальной испытанной концентрации. Среднеэффективная концентрация составила 50 мг/мл.

Угнетение роста проростков *Cucumis sativus* носит дозозависимый характер, причем в каждом случае прослеживается свой тип кривой ингибирования. В тесте на фитотоксичность углеродные нанотрубки оказались почти в 20 раз токсичнее наночастиц серебра. Так, при концентрации углеродных нанотрубок 5,5 мг/мл, наночастиц серебра 100 мг/мл длина проростков была меньше, чем в контроле соответственно на 89 и 86 %.

Заключение. Анализ результатов фитотеста наночастиц различного химического состава показал, что уровень выявленных эффектов колеблется во всем диапазоне доз, при этом показана закономерность, выражающаяся в ингибировании проростков семян в соответствии с зависимостью доза-эффект**.** Полученные закономерности позволяют прогнозировать фитотоксичность каждого вида наночастиц, а также разработать критериальный параметр фитотоксичности на основе среднеэффективной концентрации.

Литература

1. Toxicity and biocompability of carbon nanoparticles / S. Fiorito [et al.] // J. Nanosci.Nanotechnol. – 2006. – N 6. – P. 591 – 599.

2. Poland, C. Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like phathogencity in a pilot study / C. Poland [et al.] // Nat.Nanotech. – 2008. – N 3. – P. 423 – 428.

3. Effect of single wall carbon nanotubes on human HEK293 cells / DX. Chui [et al.] // Toxicol. Lett. – 2005. – V.155 – P. 73 – 85.

4. Tan, XM. Multi-walled carbon nanotubes interact with cultured rice cells: evidence of a self-defense response / XM. Tan, B. Fugetsu // J. Biochem.Nanotech. – 2007. – N 3. – P. 285 – 288.

5. Effects of functionalized and nonfunctionalized single-walled carbon nanotubes on root elongation of select crop species / JE. Canas [et al.] // Environ.Toxicol.AndChem. – 2008. – N 27. – P. 1922 – 1931.

6. Lin, DH. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth / DH. Lin, BS. Xing // Environ.Pollut. – 2007. – N 150. – P. 243 – 250.

Поступила 12.07.2012

PHYTOTOXICITY OF CARBON NANOTUBES AND SILVER NANOPARTICLES USING *CUCUMIS SATIVUS*

Vlasenko E.K., Najaran L.A., Hutkovskaya D.O., Homolko T.N.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

Phytotoxicity of single-walled carbon nanotubes (CNT) and silver nanoparticles has been studied on the crop in the test for seed germination and seedling growth of *Cucumis sativus.* The decrease in the percentage of germinated seeds was observed in experiments using both types of nanomaterials, indicating the dangerous nature of the nanomaterials on the germination of seeds. The sharp reduction in root length was observed at the highest tested concentrations of SWCNTs and silver nanoparticles, which indicates a significant phytotoxicity relatively high concentrations of nanomaterials.

Thus, the inhibition of development and reducing the length of the roots of Cucumis sativus is partially correlated with the concentration of nanoparticles and confirmed by the signs of potential toxicity.

Keywords: phytotoxicity, germination, carbon nanotubes, silver nanoparticles.

ПРОБОПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДИМЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Власенко Е.К., * Шуба М.В., ** Поддубская О.Г., Наджарян Л.А., Гутковская Д.О.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Институт ядерных проблем БГУ, г. Минск*

*** Белорусский государственный университет, г. Минск*

Реферат. Исходная суспензия одностенных углеродных нанотрубок (УНТ) для проведения экспериментов по изучению токсичности на лабораторных животных и экотоксичности была приготовлена путем непосредственного добавления наноматериалов в среду с последующим диспергированием с помощью ультразвука. Затем нанотрубки были исследовавы методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Показано, что обработка УНТ ультразвуком приводит к укорочению нанотрубок и уменьшению диаметра пучков. Полученные результаты подтверждают связь между длительностью обработки ультразвуком и распределением УНТ по размеру.

Ключевые слова: пробоподготовка, углеродные нанотрубки, **наночастицы** серебра.

Введение. Обзор литературы последних лет свидетельствует о сложностях, с которыми сталкиваются исследователи в ходе изучения биологического действия наноматериалов. Основные трудности связаны с необходимостью принимать во внимание не только химический состав, но и многие другие характеристики наночастиц, такие как размер, форма, площадь поверхности, поверхностный заряд, константа диссоциации, кристаллическая структура, поверхностное натяжение, пористость, способность к агрегации и агломерации и др. При проведении токсикологических экспериментов важно учитывать, что собственно процесс приготовления дисперсии нерастворимых наночастиц оказывает влияние на перечисленные свойства наноматериалов и часто приводит к увеличению их биодоступности. В различных лабораториях приняты свои подходы к получению стабильных дисперсий нерастворимых наночастиц, при этом немногие исследователи контролируют распределение частиц по размеру. Таким образом, необходимо признать существование проблемы экстраполяции результатов исследований, для решения которой требуется разработка унифицированных методов подготовки наноматериалов, что увеличит воспроизводимость экспериментов и позволит сравнивать полученные данные.

В настоящее время нет единого мнения в отношении выбора оптимальных методов подготовки наноматериалов для проведения токсикологических и экотоксикологических исследований. Наиболее часто диспергирование наночастиц осуществляют при помощи полярных растворителей, стабилизирующих агентов (альбумины, ПАВ и т.д.), используют также ультразвуковую дезинтеграцию [1]. Ни один из указанных выше подходов не является универсальным, поскольку все они существенно меняют свойства наночастиц: растворители и ПАВ способны взаимодействовать с наноматериалом, а при обработке ультразвуком изменяется соотношение площади поверхности к единице объема. Выбор метода пробоподготовки определяется также наличием токсичных примесей (например, катализаторов), обусловленных технологией получения наноматериалов. Большое значение имеет среда объекта исследований – свойства наноматериалов во многом зависят от величины водородного показателя, ионной силы раствора, концентрации растворенных органических веществ [2]. Показано, что

взаимодействие растворенных органических соединений и наночастиц приводит к стабилизации дисперсии и увеличению их биодоступности [3]. В некоторых случаях для удаления крупных частиц из дисперсии используют фильтры с размером пор 0,22 и 0,45 мкм [4].

Для исследования наночастиц в экспериментах на лабораторных животных и культурах микроорганизмов обычно используют физиологический раствор с добавлением Tween, тритон или ДМСО в концентрациях, оправданных по практическим соображениям, с наибольшей степенью очистки, во избежание обусловленных наличием примесей токсических эффектов, препятствующих правильной интерпретации данных [5]. Токсические свойства на теплокровных животных обычно изучают при поступлении через органы дыхания, пероральном, внутрибрюшинном и накожном путях воздействия. При изучении ингаляционной токсичности ингаляционная затравка является более физиологичным способом воздействия по сравнению с внутритрахеальным введением, но используется реже, т.к. в данном случае необходим тщательный контроль за скоростью подачи воздушной смеси, параметрами аэрозоля, состоянием животных [6]. В зависимости от выбранного пути воздействия могут использоваться другие растворители, например, кукурузное масло и раствор карбоксиметилцеллюлозы для внутрижелудочного введения, раствор альбумина – для внутрибрюшинного введения [7].

Целью работы является подготовка одностенных углеродных нанотрубок (ABCR GmbH & Co.KG, Германия) для исследований *in vitro*.

Материал и методы исследований. Для диспергирования углеродных нанотрубок применяли следующую технологию. Навеску наночастиц 0,5 мг помещали в 5 мл смеси серной (95 %) и азотной (59 %) кислот (3:1) и обрабатывали ультразвуком при частоте 44 кГц (ультразвуковой диспергатор УЗДН-2Т, Украина) при температуре около 8 °С в течении 30 часов. К полученной смеси добавляли дистиллированную воду 95 мл и центрифугировали 900 g в течение 10 мин (центрифуга лабораторная MULTIFUGE 1L THERMO, Германия). После центрифугирования отбирали надосадок (приблизительно 95 мл), а к осадку добавляли 95 мл дистиллированной воды, встряхивали на шейкере и снова центрифугировали. После 6 процедур отмывания от смеси кислот водородный показатель дисперсии углеродных нанотрубок перестал отличаться от такового в дистиллированной воде. Затем к дисперсии добавляли 95 мл 1Н NaOH и обрабатывали ультразвуком при частоте 44 кГц при температуре 50 градусов в течение 15 мин. Дисперсию отмывали от щелочи центрифугируя и добавляя дистиллированную воду, как было описано выше. Полученная таким образом дисперсия наночастиц оставалась стабильной в течении 2-х недель.

Для определения параметров полученной дисперсии (длину углеродных нанотрубок и их диаметр) использовали метод атомно-силовой микроскопии. Атомно-силовой микроскоп (АСМ, англ. AFM – atomic-force microscope) – сканирующий зондовый микроскоп высокого разрешения, используется для определения рельефа поверхности с разрешением от десятков

ангстрем вплоть до атомарного. Принцип работы атомно-силового микроскопа основан на регистрации силового взаимодействия между поверхностью исследуемого образца и зондом. В качестве зонда используется наноразмерное острие, располагающееся на конце упругой консоли, называемой кантилевером. Сила, действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу консоли. Появление возвышенностей или впадин под острием приводит к изменению силы, действующей на зонд, а значит, и изменению величины изгиба кантилевера. Таким образом, регистрируя величину изгиба, можно сделать вывод о рельефе поверхности.

Подготовка образцов для исследований с помощью атомно-силового микроскопа (AFM, Solver P47 PRO, NTMDT, Inc.) включала в себя раскапывание дисперсии в изопропиловом спирте или в диметилформамиде на слюдяную подложку при температуре кипения растворителя. После высыхания подложки ее отжигали при температуре 500 °C, чтобы убрать остатки примесей растворителя.

Спектральные характеристики углеродных нанотрубок исследовали методом инфракрасной спектрометрии (Фурье спектрометрии). Данный метод анализа основан на записи инфракрасных спектров поглощения вещества. Поглощение веществом в области инфракрасного излучения происходят за счет колебаний атомов в молекулах. Переходы между различными колебательными состояниями в молекулах квантованы, благодаря чему поглощение в ИК-области имеет форму спектра, где каждому колебанию соответствует своя длина волны. Длина волны для каждого колебания зависит от того какие атомы в нем участвуют, и кроме того она мало зависит от их окружения. То есть для каждой функциональной группы (C=O, O-H, CH_2 и пр) характерны колебания определенной длины волны, точнее говоря даже для каждой группы характерен ряд колебаний (соответственно и полос в ИК-спектре). На этих свойствах ИК-спектров основана идентификация соединений по спектральным данным. Сопоставляя ИК спектр образца со спектрами известных веществ, можно идентифицировать неизвестное вещество, определить основной состав или обнаружить примеси, провести фракционный или структурно-групповой анализ. Методом корреляционного анализа по ИК спектру пробы также можно определить его физико-химические или биологические характеристики, например размер частиц, плотность и т.д. В современных приборах ИК спектр определяется сканированием по сдвигу фаз между двумя частями разделенного светового пучка (Фурье спектрометрия).

Чтобы записать ИК спектры в диапазоне от 100–7400 $см^{-1}$ готовили тонкие пленки углеродных нанотрубок на кремниевой подложке. Для этого суспензию трубок (10 мл) в изопропиловом спирте или в диметилформамиде раскапывали на кремниевую подложку. Используя Фурье спектрометр (Nicolet-8700, Nicolet Instrument Corporation) были получены ИК спектры пропускания приготовленных образцов. ИК спектры позволили идентифицировать линии от групп -OH и -COOH. Эти же образцы использовались, чтобы получить спектры

комбинационного рассеяния на Raman microscope LabRam HR800 (Horiba Jobin Yvon, Inc.) спектры комбинационного рассеяния позволили установить диаметр отдельных трубок и оценить количество дефектов в них.

Результаты и их обсуждение. Исходные углеродные нанотрубки находятся в пучках диаметром до 30 нм. После обработки ультразвуком в смеси кислот нанотрубки укорачиваются и их диаметр уменьшается до 7 нм (рисунок 1).

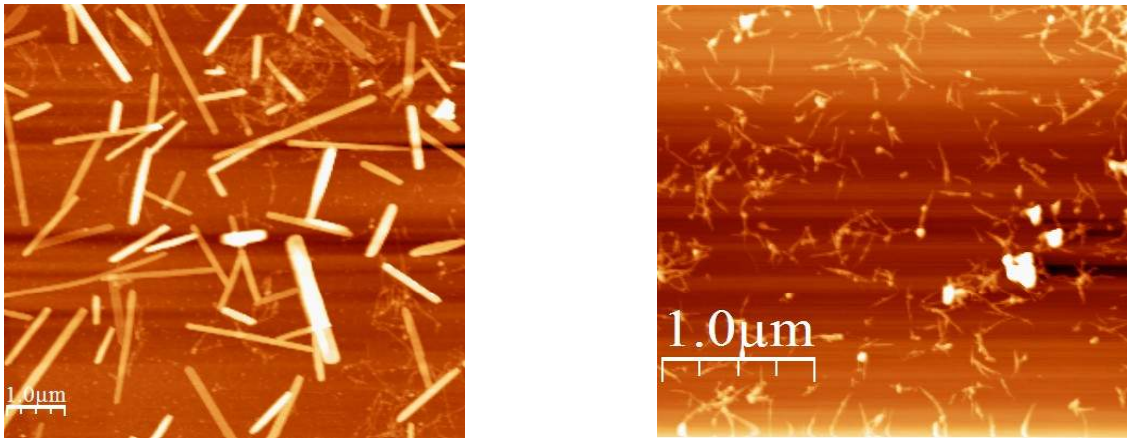


Рисунок 1 – Изображение, полученное с помощь атомно-силовой микроскопии углеродных нанотрубок лежащих на поверхности слюды (слева – исходные углеродные нанотрубки, справа – после обработки ультразвуком в течение 30 часов)

Исследования методом атомно-силовой микроскопии также дают возможность оценить длину полученных нанотрубок в течении всего периода обработки ультразвуком через 10, 20 и 30 часов (рисунок 2).

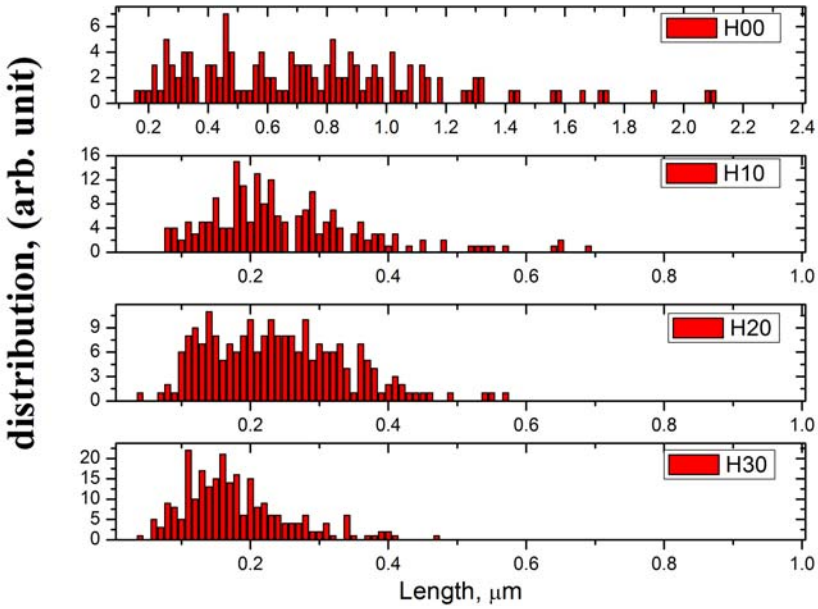


Рисунок 2 – Распределение трубок по длине после ультразвуковой обработки в смеси кислот в течение: 0 часов (H00), 10 часов (H10), 20 часов (H20), 30 часов (H30)

Данные диаграмм свидетельствуют о последовательном изменении длины нанотрубок в течении всего периода обработки. Исходные нанотрубки имеют длину более 0,2 мкм (Н00), в конечном итоге после 30-часовой обработки нанотрубки большей частью стали менее 0,2 мкм (Н30).

Запись ИК-спектров производили в двух режимах: при температуре 20 и 60 °С (рисунок 3). Полученные пики позволяют судить о модификации структуры нанотрубок в процессе ультразвуковой обработки. Пики поглощения на 3000–3500 см$^{-1}$ соответствуют колебаниям связи О-Н, на 1200 см$^{-1}$ соответствуют колебаниям связи С-О, на 1731 см$^{-1}$ соответствует колебаниям С=0, пик на 1560 см$^{-1}$ соответствует колебаниям С-С.

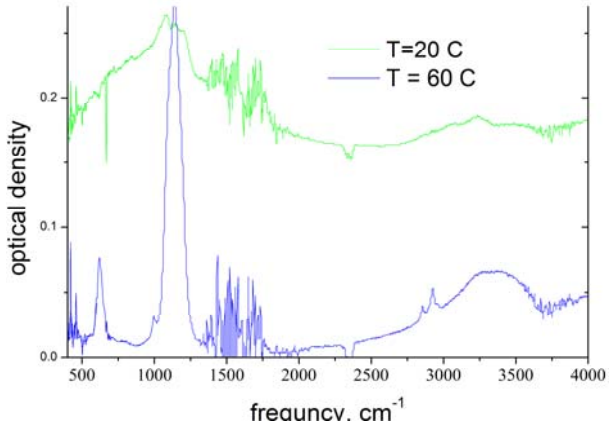


Рисунок 3 – Спектры ИК поглощения для трубок обработанных смесью кислот при температуре 20 и 60 °С

Заключение. Распределение углеродных нанотрубок по размерам зависит от длительной обработки ультразвуком.

Литература

1. Natural organic matter stabilises carbon nanotubes in the aqueous phase / H. Hyung [et al.] // Environ.Sci.Technol. – 2007. – N 41. – P. 179 – 184.

2. Stolpe, B. Changes in size distribution of fresh water nanoscale colloidal matter and associated elements on mixing with seawater / B. Stolpe, M. Hassellov // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2007. – N 71. – P. 3292 – 3301.

3. Loux, NT. An assessment of the fate of metal oxide nanomaterials in porous media / NT. Loux, N. Savage // Water, Air, & Soil Pollution. – 2008. – V.194. – P. 227 – 241.

4. Ma, X. Formation of aqueous suspensions of fullerenes / X. Ma, D. Bouchard // Environmental Science & Technology. – 2009. – N 43. – P. 330 – 336.

5. Monteiro-Riviere, N. Nanotoxicology: Characterisation, Dosing and Health Effects / N. Monteiro-Riviere, L. Tran // CRC Press. – 2007. – P. 434 – 438.

6. Pulmonary toxicity study in rats with three forms of ultrafine-TiO2 particles: Differential responses related to surface properties / DB. Warheit [et al.] // Toxicology. – 2007. – V.230. – P. 90 – 104.

7. Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study / CA. Poland [et al.] // Nat.Nanotechnol. – 2008. – N 3. – P. 423 – 428.

Поступила 12.07.2012

SAMPLE PREPARATION FOR THE SAFETY TESTING OF MANUFACTURED NANOMATERIALS

*Vlasenko E.K., * Shuba M.B., ** Poddubskaya O.G., Najaran L.A., Hutkovskaya D.O.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene , Minsk

** The Institute of Nuclear Problems, Belarusian State University, Minsk*

*** The Belarusian State University, Minsk*

The initial suspension of single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) for ecotoxicity testing on laboratory animals was prepared by direct adding nanomaterials into media and dispersed by sonication. Then, SWCNTs were characterized by atomic force microscopy (AFM). It was shown that treated SWCNTs were mostly in small bundles and shortened. The obtained results confirm the link between the duration of sonication and the distribution of SWCNTs by size.

Keywords: sample preparation, carbon nanotubes, silver nanoparticles.

НЕСЕДИМЕНТИРУЕМАЯ АКТИВНОСТЬ КАТЕПСИНА D ЛИЗОСОМ ГЕПАТОЦИТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕСТА С НАРАСТАЮЩИМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ НЕИОННОГО ДЕТЕРГЕНТА ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ПЕЧЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

*Глинская Т.Н., * Зиновкина В.Ю.*

Республиканский научно-практический центр медицинской экспертизы и реабилитации, пос. Городище

** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. Проведен анализ динамики неседиментируемой активности катепсина D в ткани печени под влиянием нарастающих концентраций неионного детергента тритона Х-100 на разных этапах хронического токсического поражения печени четыреххлористым уг-

леродом. Проведена оценка влияния на состояние лизосомальных мембран ткани печени курсовой семидневной энтеросорбции по результатам теста с нарастающими концентрациями неионного детергента тритона Х-100.

Ключевые слова: токсическое поражение печени, катепсин D, неседиментируемая активность; лизосомальные мембраны, нагрузочные пробы, энтеросорбция.

Введение. Катепсин D – аспартильная пептидгидролаза (3.4.23.5), гидролизующая альбумин, гемоглобин, другие пептиды [1]. Активный катепсин D локализуется внутриклеточно в лизосомах гепатоцитов, макрофагов, эндотелиальных клеток, а также внеклеточно – на коллагеновых волокнах вблизи паренхимальных и мезенхимальных клеток. Основная функциональная роль катепсина D связана с внутрилизосомным перевариванием белка. Фермент способен непосредственно, или активируя другие гидролазы, участвовать в лизисе коллагена, других компонентов межклеточного матрикса: катепсин D секретируется гепатоцитами и клетками соединительной ткани во внеклеточное пространство, где участвует во внеклеточном распаде фиброзной ткани. Важными свойствами этого энзима являются регулирование апоптотической активности, участие в процессах ангиогенеза [2–3]. Высокая активность катепсина D обнаружена в макрофагах, прежде всего в купферовских клетках печени крыс. Обнаружена связь между каталитической активностью и концентрацией катепсина D в клетках млекопитающих [4].

Изучение физико-химических свойств лизосомальных структур и механизмов, контролирующих аутофагоцитоз, в том числе реализуемых через функциональную активность катепсинов и регуляторов их активности, важно для прогнозировании скорости и полноты восстановления структуры и функции поврежденного органа[2]. Формирование в печени аутофаговой реакции отмечено в условиях повышенной функциональной нагрузки на орган и в патологических ситуациях [3].

Цель исследования – изучить состояние лизосомальных мембран гепатоцитов в различные сроки токсического поражения печени с помощью теста на чувствительность к нарастающим концентрациям неионного детергента тритона Х-100 по динамике неседиментируемой активности кислого катепсина – катепсина D.

Материал и методы исследований. Моделирование токсического поражения печени в условиях эксперимента у крыс осуществлялось гепатотропным ядом – четыреххлористым углеродом – по стандартной методике. Сроки токсического поражения печени составили 7 суток (острое); 26 суток; 6, 10, 20 и 36 недель (хроническое). Семикратная курсовая энтеросорбция зондовым методом проводилась углеволокнистым сорбентом вауленом. С целью информативного суждения о состояния лизосомальных мембран гепатоцитов проводился тест на чувствительность к нарастающим концентрациям тритона Х-100. В основе оценки

результатов теста лежит определение неседиментируемой активности гидролазы (катепсина D – активность фермента определяли модифицированным методом Ансона) при различных концентрациях детергента и сравнение уровня активности с донагрузочным значением. Реакция на применение низких концентраций тритона Х-100 (0,005; 001; 0,02; 0,05 %) косвенно отражает прочность связи ферментов с мембраной лизосом, а реакция на применение высоких концентраций детергента (0,2, 0,5 %) в большей степени характеризует повреждаемость мембран органелл. В названные сроки токсического поражения печени в группах без проведения энтеросорбции и после курсовой энтеросорбции определялась неседиментируемая активность катепсина D и проводился тест на чувствительность мембран лизосом к нарастающим концентрациям тритона Х-100. Контролем служили результаты теста у интактного контроля (без токсического поражения печени и без энтеросорбции) [5].

Результаты и их обсуждение. Проведение теста у интактного контроля характеризовалось колебаниями уровней неседиментируемой активности катепсина D при низких концентрациях детергента (в пределах 83,2-119,8 % к исходному уровню активности фермента в супернатанте до воздействия детергента – 0,0101±0,0007 нМ/мин × г ткани) с максимумом значения при минимальной концентрации 0,005 %. Уровни активности при этом достоверно не отличались от исходного. Чувствительность мембран к более высоким концентрациям детергента (0,1 %; 0,2 %) была выше, максимум значения неседиментируемой активности зарегистрирован при концентрации 0,1 % (154,5 % к исходному уровню активности фермента, $p<0,001$). Воздействие тритона Х-100 в концентрации 0,5 % сопровождалось снижением неседиментируемой активности катепсина D в 1,7 раза ($p<0,001$) по отношению к исходному уровню. Таким образом, кривая активности имела двухпиковый характер, однако, достоверный подъем активности регистрировался только при концентрациях 0,1–0,2 %.

При остром токсическом поражении печени происходил рост неседиментируемой активности катепсина D в 2,7 раза ($p<0,001$) по отношению к уровню интактного контроля. Тест на чувствительность мембран лизосом к нарастающим концентрациям неионного детергента характеризовался существенным ростом выхода фермента в супернатант при большинстве концентраций тритона Х-100. Как видно из рисунка (1А), кривая имела два выраженных подъема активности фермента, регистрируемых при значениях 0,005 % и 0,01 % (первый пик – при низких концентрациях), и при содержании детергента 0,05 %–0,2 % (второй пик с максимумом при концентрации 0,2 %).

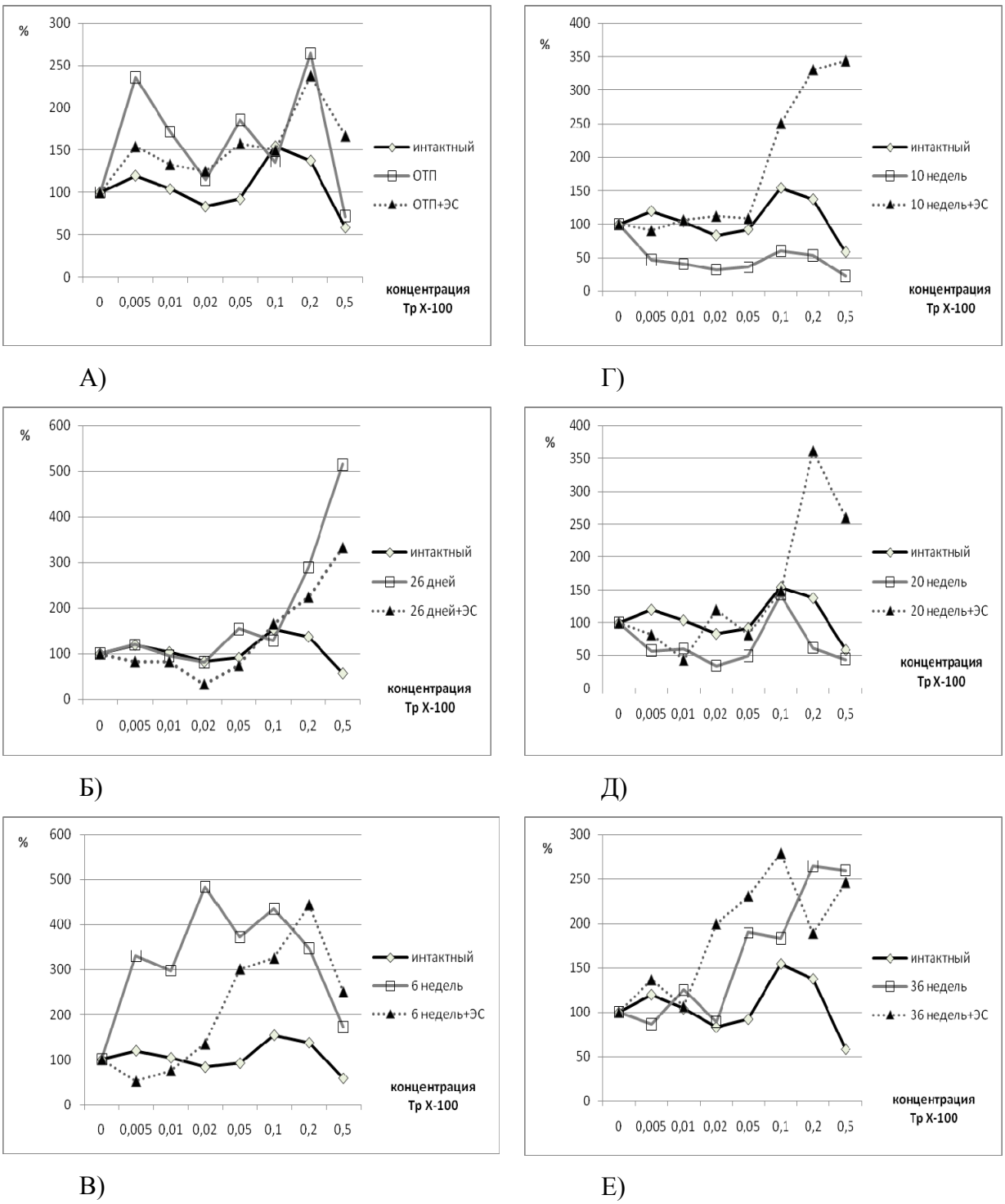


Рисунок 1 – Динамика неседиментируемой активности катепсина Д лизосом гепатоцитов при проведении теста с нарастающими концентрациями тритона Х-100 (ТрХ-100) в различные сроки токсического поражения печени (ТПП) и на фоне энтеросорбции (ЭС): А – острое токсическое поражение (7 суток); Б – хроническое ТПП (26 суток); В – ТПП (6 недель); Г – ТПП (10 недель); Д – ТПП (20 недель); Е – ТПП (36 недель), в % к исходному уровню неседиментируемой активности

Рост неседиментируемой активности при этом происходил в 1,7–2,3 раза ($p<0,001$) при первом подъеме; в 1,8–2,6 раза ($p<0,01$) – при втором пике активности. Следует отметить, что второй регистрируемый подъем имел растянутый вид («зубчатое плато»), затрагивая три значения концентрации детергента (0,05; 0,1; 0,2 %). При концентрации 0,5 % степень неседиментируемой активности катепсина D снижалась, составляя по отношению к исходному уровню (до проведения теста) 71,5 % ($p<0,01$). Рост неседиментируемой активности и результаты теста с детергентом свидетельствуют о значимом повышении проницаемости мембран лизосом под влиянием повреждающего токсического агента.

Проведение энтеросорбции при остром токсическом поражении печени сопровождалось значимым снижением исходного уровня активности фермента в супернатанте (на 40,0 % по отношению к досорбционному уровню) и тенденцией к нормализации показателя (превышение над уровнем интактного контроля в 1,6, $p<0,01$). Одновременно отмечалось изменение характера кривой неседиментируемой активности катепсина D при проведении нагрузочного теста с неионным детергентом: регистрировался достоверный подъем неседиментируемой активности в диапазоне 125,3–158,0 % при концентрациях тритона X-100 от 0,005 % до 0,1 %, формирующий своего рода плато; имел место один пик максимальной активности при концентрации тритона X-100 0,2 %. Пиковое значение активности характеризовалось ростом показателя в 2,4 раза ($p<0,001$). При максимальной концентрации детергента активность снижалась до уровня 166,7 % по отношению к исходному значению. Результаты теста при проведении энтеросорбции демонстрируют заметное снижение степени повреждаемости лизосомальных мембран и косвенно свидетельствуют об ограничении процессов повреждения и активности протеинолиза.

При хроническом токсическом поражении печени в течение 26 дней исходный уровень неседиментируемой активности катепсина D имел тенденцию к снижению по сравнению с реакцией активности фермента при остром токсическом поражении органа. Неседиментируемая активность имела значение 0,0160±0,0009 нМ/мин × г ткани, при этом уровень активности был выше исходного уровня интактного контроля в 1,6 раза ($p<0,05$), и ниже на 40,0 % ($p<0,05$), чем исходный уровень неседиментируемой активности катепсина D при остром токсическом поражении печени.

На данном этапе эксперимента имеет место начало формирования приспособительных, компенсаторных реакций на субклеточном и клеточном уровнях [5]. Следствием этого является тенденция к сближению характера кривых, отражающих уровни неседиментируемой активности катепсина D при различных концентрациях неионного детергента, при его низких и средних концентрациях. Проведение нагрузочного теста в данном сроке моделируемой патологии (26 дней) характеризовалось относительно низкой чувствительностью к невысоким кон-

центрациям неионного детергента в диапазоне 0,005–0,02 % (недостоверные изменения неседиментируемой активности катепсина D, близкие по значению к исходному уровню). При более высоких концентрациях тритона Х-100 регистрировался достоверный рост изучаемого показателя, с пиком активности (в 5,1 раза, $p<0,001$) при максимальной концентрации тритона Х-100 (0,5 %). Для данной стадии моделируемой патологии характерна особенно высокая чувствительность лизосомальных мембран к высоким концентрациям неионного детергента, что свидетельствует о достаточно значимой повреждаемости мембран лизосом при «дополнительном» воздействии, ведущем к повышенной проницаемости (рисунок 1Б).

Проведение энтеросорбции в сроке хронического токсического поражения печени 26 дней приводило к снижению неседиментируемой активности катепсина D, уровень исходной активности при этом достигал 78,1 % ($p<0,05$) от значения у животных с токсическим поражением в том же сроке без проведения энтеросорбции и 123,8 % ($p<0,05$) от уровня интактного контроля. Воздействие на мембраны лизосом нарастающих концентраций неионного детергента при проведении энтеросорбции в данном сроке моделируемой патологии сопровождалось сохранением характера чувствительности мембран (низкая чувствительность к начальным концентрациям тритона Х-100 (0,005–0,05 %) и выраженная чувствительность к высоким концентрациям (0,1–0,5 %). Диапазон колебаний неседиментируемой активности катепсина D при низких концентрациях детергента на фоне проведения энтеросорбции составлял 33,6–83,2 % по отношению к исходному; а при высоких концентрациях детергента – от 166,6 % ($p<0,001$) до 333,6 % ($p<0,001$) по отношению к исходному. То есть направленность изменений активности сохранялась, а регистрируемые уровни неседиментируемой активности были заметно ниже (в 1,5–2,2 раза) по отношению к активности фермента у животных, не получавших сорбент. Данный факт служит подтверждением позитивного влияния энтеросорбции на состояние лизосомальных мембран и, следовательно, на степень процессов повреждения, что требует меньшей активности катепсина D для реализации аутофагических реакций.

В сроке хронического токсического поражения печени 6 недель исходный уровень неседиментируемой активности катепсина D превысил уровень интактного контроля в 2,1 раза ($p<0,001$), при этом по отношению к предыдущему сроку моделируемой патологии (26 дней) произошел рост активности на 36,9 % ($p<0,05$), что свидетельствует о этапе формирования компенсаторных реакций за счет использования имеющихся функциональных резервов. При проведении нагрузочного теста с нарастающими концентрациями неионного детергента в данном сроке моделируемой патологии был выявлен существенный рост неседиментируемой активности катепсина D по отношению к исходному уровню активности фермента при всех концентрациях тритона Х-100 (рисунок В). Диапазон колебаний степени превышения уров-

ней активности фермента по отношению к исходному значению составлял от 172,1 %, p<0,01 (концентрация детергента 0,5 %) до 484,9 %, p<0,001 (концентрация детергента 0,02 %). Кривая активности имела дугообразный характер с более выраженным подъемом, отмечаемым при концентрациях тритона Х-100 от 0,02 до 0,2 %. Значения неседиментируемой активности катепсина D были достоверно выше (в 1,6-8,1 раза), чем аналогичные значения активности на предыдущем этапе моделируемой патологии (26 дней) при всех концентрациях неионного детергента за исключением концентрации тритона Х-100, равной 0,5 %. При максимальной концентрации детергента наблюдалась обратная зависимость: при проведении нагрузочного теста чувствительность мембран лизосом в сроке моделируемой патологии 6 недель была ниже, чем в сроке 26 дней. По отношению к исходному уровню неседиментируемой активности степень подъема активности катепсина D при концентрации тритона Х-100, равной 0,5 %, составила 172,1 % в сроке поражения печени 6 недель и 515,0 % в сроке 26 дней, при этом уровень неседиментируемой активности фермента в сроке 26 дней хронического токсического поражения печени превысил аналогичное значение, регистрируемое на последующем этапе моделируемой патологии, в 2,2 раза (p<0,01).

Такие изменения неседиментируемой активности катепсина D отражают достаточно выраженное развитие компенсаторных реакций, синтетических процессов и активное начало процесса фиброгенеза: повышается функциональная активность гидролазы, располагающейся внеклеточно, процесс внутрилизосомального протеинолиза носит более направленный и регулируемый характер, чем на предыдущей стадии патологического процесса [5]. Динамика активности фермента свидетельствует о повышении стабильности мембран лизосом и снижении степени их повреждаемости, несмотря на продолжающееся воздействие повреждающего агента, за счет реализации имеющихся функциональных резервов.

Проведение энтеросорбции в сроке хронического токсического поражения печени 6 недель сопровождалось снижением исходного уровня неседиментируемой активности катепсина D в 1,5 раза (p<0,01) по отношению к контролю без энтеросорбции. Проведение нагрузочного теста при тех же условиях приводило к регистрации ответа, характеризующегося низкой реакцией неседиментируемой активности на минимальные концентрации детергента (0,005 % и 0,01 %), при этом наблюдалось достоверное снижение значений активности на 24,5–48,3 % по отношению к исходному уровню активности. При более высоких концентрациях тритона Х-100 наблюдался достоверный рост значений неседиментируемой активности катепсина D в диапазоне 134,7–444,2 % от исходного уровня с максимумом при концентрации детергента 0,2 %. При концентрации детергента 0,5 % наблюдалось некоторое снижение неседиментируемой активности катепсина D до уровня 250,3 % к исходному (p<0,01). Проведение энтеросорбции ведет дальнейшему повышению степени упорядоченности, компартментализации

матрикса лизосом, о чем свидетельствует низкая чувствительность неседиментируемой активности катепсина D к минимальным и умеренным концентрациям детергента. Рост активности энзима при высоких концентрациях тритона X-100 свидетельствует о начале активного процесса регуляции фиброгенеза (при этом следует указать, что при концентрации детергента 0,2–0,5 % абсолютные значения подъема неседиментируемой активности катепсина D на фоне применении энтеросорбции в данном сроке моделируемой патологии были практически такими же, чем при токсическом поражении печени без энтеросорбции).

Увеличение длительности эксперимента (до 10 недель) не сопровождалось дальнейшим заметным ростом неседиментируемой активности гидролазы: исходный уровень активности вырос на 18,7 % ($p>0,05$) по отношению к показателю, регистрируемому в 6-недельном сроке моделируемой патологии. Реакция на проведение нагрузочного теста характеризовалась некоторым снижением неседиментируемой активности катепсина D при низких и средних концентрациях тритона X-100 (0,005–0,05 %), когда активность фермента составляла 66,9–83,1 % к исходному уровню (рисунок 1 Г). При более высоких концентрациях происходил рост неседиментируемой активности катепсина D (185,8–255,4 %). Максимум выхода фермента в супернатант отмечался при концентрации тритона X-100, равной 0,5 %, при этом активность фермента достигала 255,4 % от исходного значения ($p<0,01$). Показатели неседиментируемой активности катепсина D, в том числе, при проведении нагрузочного теста с неионным детергентом в различных концентрациях, демонстрируют дальнейшее развитие реакций компенсации в ходе моделируемой патологии.

На фоне проведения курсовой энтеросорбции при 10-недельном хроническом токсическом поражении печени неседиментируемая активность катепсина D несколько снижалась (на 25,8 %) по сравнению с животными, не получавшими сорбент. Реакция на проведение нагрузочного теста характеризовалась сохранением низкой чувствительности к минимальным и средним концентрациям тритона X-100 (0,005–0,1 %), когда степень повышения активности гидролазы по отношению к исходному уровню составила от 111,9 % до 144,0 %. При высоких концентрациях детергента наблюдался рост выхода фермента в супернатант, при этом пик активности приходился на концентрацию тритона X-100, равную 0,2 %. При названном значении концентрации детергента рост активности по отношению к исходному значению произошел в 3,0 раза ($p<0,001$). При более высокой концентрации (0,5 %) активность катепсина D в супернатанте превышала исходный уровень активности в 2,0 раза ($p<0,001$). Изменения неседиментируемой активности катепсина D продолжают отражать достаточно выраженное развитие компенсаторных реакций, синтетических процессов и высокую активность процесса фиброгенеза, положительную направленность влияния энтеросорбции на состояние мембран лизосом.

На этапе хронического токсического поражения печени, равном 20 неделям, происходило снижение уровня неседиментируемой активности катепсина D (на 27,0 %, $p<0,05$) по отношению к аналогичному показателю, регистрируемому в сроке моделируемой патологии 10 недель. Отмечалось также снижение ответа на проведение нагрузочного теста к нарастающим концентрациям неионного детергента. При концентрациях тритона X-100 в диапазоне 0,005–0,05 % и 0,2–0,5 % уровень неседиментируемой активности фермента был достоверно ниже исходного (в 1,6–2,9 раза). Максимум выхода фермента в супернатант наблюдался при концентрации тритона X-100, равной 0,1 %, уровень активности фермента составил 142,6 % ($p<0,01$) по отношению к исходному значению (рисунок 1Д). На данной стадии процесса имеет место сформированный цирроз печени, процессы повреждения не выражены, функциональные резервы поврежденного органа фактически исчерпаны [5].

Проведение энтеросорбции в сроке 20-недельного хронического токсического поражения печени сопровождалось заметным снижением исходного уровня неседиментируемой активности (на 40,0 %, $p<0,01$) по сравнению с контролем, не получавшим эфферентной терапии. Проведение нагрузочного теста сопровождалось сохранением низкого уровня ответа на воздействие концентраций тритона X-100, равных 0,005–0,05 %. Однако степень реакции была иной, чем при моделируемой патологии без эфферентного воздействия. При названных значениях концентрации тритона X-100 диапазон колебаний показателя неседиментируемой активности катепсина D составил 43,0–119,3 % к исходному уровню активности. При более высоких концентрациях детергента ответ был выражен заметнее, чем в группе животных без проведения энтеросорбции: неседиментируемая активность катепсина D достоверно превышала исходный уровень (в 1,5–3,6 раза). Пик активности регистрировался при концентрации детергента, равной 0,2 % (361,4 % к исходному уровню активности фермента, $p<0,001$). Изменение активности катепсина D можно объяснить повышением активности процессов деградации внеклеточного матрикса в условиях активного фиброгенеза под влиянием энтеросорбции.

На 36-ой неделе моделируемой патологии (рисунок 1Е) наблюдалось дальнейшее снижение неседиментируемой активности катепсина D (исходный уровень был ниже, чем в предыдущем сроке токсического поражения печени (20 недель) на 10,0 %). Реакция на нагрузочный тест характеризовалась относительно невысокой чувствительностью лизосомальных мембран к низким концентрациям детергента (0,005–0,02 %) – в диапазоне 86,5–125,1 % к исходному уровню. Повысилась достоверно выраженность ответа на действие детергента в концентрации 0,05–0,1 % (подъем активности до уровня 189,5 % по отношению к исходному уровню) и несколько сгладилась реакция на высокие концентрации тритона X-100 (0,2–0,5 %), составив 260,0–265,0 % к исходному уровню ($p<0,001$). Такая динамика активности

гидролазы свидетельствует об истощении функциональных резервов, начале стадии декомпенсации [5].

Проведение энтеросорбции на позднем этапе токсического поражения печени характеризовалось повторным ростом исходного значения неседиментируемой активности катепсина D (в 1,4 раза). При этом наблюдалась более выраженная реакция на проведение нагрузочного теста с нарастающими концентрациями неионного детергента. Кривая имела два достоверных подъема: один − при минимальной концентрации тритона Х-100 (0,005 %) – достоверный подъем до уровня 136,6 % от исходного значения; второй – в виде плато (при концентрациях 0,02–0,5 %) с максимумом, регистрируемом при 0,1 % концентрации и составляющим 278,9 % к исходному уровню ($p<0,001$). На фоне проведения энтеросорбции динамика неседиментируемой активности катепсина D менее благоприятна, отражая срыв компенсаторных процессов, развитие периода повторного превалирования патологических реакций (в частности, повреждения) над компенсаторными реакциями.

Заключение. Определение неседиментируемой активности катепсина D и динамики активности фермента при проведении теста с нарастающими концентрациями неионного детергента при моделируемой патологии является достаточно информативным для характеристики состояния лизосомальных мембран и выраженности как процессов повреждения, так и реакций компенсации. Анализ полученных результатов позволил сформулировать следующие выводы.

1. Динамика неседиментируемой активности катепсина D и результатов теста с нарастающими концентрациями неионного детергента в ходе развития хронического токсического поражения печени носит стадиозависимый характер.

2. Наиболее неблагоприятные изменения состояния лизосомальных мембран, оцениваемые по динамике уровня неседиментируемой активности катепсина D при проведении теста с нарастающими концентрациями неионного детергента, отмечаются на ранних стадиях моделируемой патологии (острое токсическое повреждение печени, 26-дневное хроническое токсическое повреждение печени).

3. Уровни неседиментируемой активности катепсина D и результаты теста с нарастающими концентрациями неионного детергента в сроки 6 -20 недель моделируемой патологии свидетельствуют о достаточно значимом развитии реакций компенсации, а в срок 36 недель о начале декомпенсации.

4. Проведение курсовой энтеросорбции оказывает положительное влияние на состояние лизосомальных мембран, оцениваемое по динамике уровня неседиментируемой активности катепсина D и по результатам теста с нарастающими концентрациями неионного детергента, в сроки моделируемой патологии до 20 недель включительно, на поздней стадии ток-

сического поражения печени эфферентная терапия усугубляет негативные сдвиги, способствую развитию декомпенсации.

Литература

1. Покровский, А. А. Лизосомы / А. А. Покровский, В. А. Тутельян. – М., 1976. – 582 с.

2. Герасимов, А. М. Катепсин D – его физиологическая роль и использование в медицине (обзор литературы) / А. М. Герасимов, А. В. Павлов, Н. Ю, Борзова, Н. В. Керимкулова // Клин. лаб. диагностика. – 2009. − № 3. − С. 3 – 5.

3. Cathepsin D Activity in Experimental Liver Cirrhosis and After the Administration of Copper Coordination Compounds and Bacterium Remedy BioR / O. Tagadiuc [et al.]. − Medical courier. − 2011. – No. 3 (321). – P. 17 – 21.

4. Активность аспартильной протеазы катепсина D в печени у крыс при старении / А. А. Венедиктова [и др.]. – Бюл. сибирской медицины. – 2005. – Т. 4, Прил. 1. – С. 119.

5. Хронические поражения печени холестатической и токсической природы (патогенетические аспекты): монография / А. А. Кривчик [и др.]; под общ. ред. проф. А. А. Кривчик, проф. Ф. И. Висмонта. – Минск, 2004. – 184 с.

Поступила 18.05.2012

NON-SEDIMENTIVE ACTIVITY OF CATHEPSIN D IN THE LIVER IN TESTING WITH INCREASING CONCENTRATIONS OF THE NON-IONIC DETERGENT TRITON X-100 WHEN LIVER TOXICITY IN THE EXPERIMENT

*Glinskaya T.N., * Zinovkina V.Yu.*

The Republican Scientific and Practical Center of Medical Examination and Rehabilitation, Minsk

** The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*

The analysis of non-sedimentive activity of cathepsin D in liver tissue under the influence of increasing concentrations of non-ionic detergent Triton X-100 at different stages of chronic liver toxicity (CLT) by carbon tetrachloride has been carried out. The influence of the seven-day course enterosorbtion on the lysosomal membranes state of the liver tissue according to the test results with increasing concentrations of the non-ionic detergent Triton X-100 has been estimated.

Keywords: liver toxicity, cathepsin D, non-sedimentive activity, lysosomal membrane, tests with increasing concentrations of Triton X-100, enterosorption.

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ ПРИСАДОК

Деменкова Т.В., Степанищева В.А., Рубин В.М., Лисовская Г.В., Войтович А.М.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Отход – зола от сжигания присадок оказывает генотоксический эффект на клетки мантийной жидкости моллюсков, обладает фитотоксическим действием, токсичен для гидробионтов. По результатам токсикологической оценки на *Tetrahymena pyriformis* отход относится ко 2 классу токсичности (высокотоксичное вещество).

Ключевые слова: присадки, зола, токсичность, экотоксичность.

Введение. Отходы – это непригодные для производства определенной продукции виды сырья, его неупотребимые остатки или возникающие в ходе технологических процессов вещества и энергия, не подвергающиеся утилизации.

Любое производство имеет отходы. Даже при полном использовании сырья и энергетически замкнутом производстве в нем имеют место необратимые потери. Номенклатура промышленных отходов включает около 800 наименований. Наибольшую экологическую угрозу представляют опасные промышленные отходы. К ним относятся отходы металлообработки, минеральные масла, органические растворители, ртутьсодержащие отходы, соединения тяжелых металлов и другие [1].

На предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности образуется большое количество твердых и жидких отходов. Значительную их часть не используют, собирают в накопителях, выводят в отвалы, что приводит к загрязнению окружающей среды. В то же время эти отходы являются крупным резервом материальных ресурсов, утилизация их может существенно улучшить технико-экономические показатели процессов.

Углеводородное (нефтяное) загрязнение окружающей среды является наиболее опасным по сравнению с прочими химическими загрязнениями, что связано с высокой токсичностью и миграционной способностью отдельных компонентов нефти.

Загрязнение почв нефтепродуктами приводит ко многим негативным последствиям: загрязнению атмосферного воздуха за счет летучих компонентов, загрязнению подземных вод при легко проницаемой зоне аэрации, выносу нефтепродуктов с поверхностным стоком и загрязнению поверхностных вод и донных отложений, ухудшению почвенного плодородия и условий произрастания растений, а также переходом нефтепродуктов в сельскохозяйственные растения.

При изучении заболеваемости злокачественными новообразованиями у работающих на нефтеперерабатывающем предприятии установлено, что уровень заболеваемости у мужчин от 1,7 до 2,7 раз и женщин от 1,7 до 3 раз выше, чем у населения города [2].

Особое внимание врачи-гигиенисты уделяют воздействию нефти и нефтепродуктов, содержащих углеводороды, на состояние репродуктивной функции женщин. Показано, что у работниц, занятых в химической и нефтехимической промышленности, высок риск невынашиваемости, самопроизвольных абортов, перинатальной смертности, рождения потомства с патологией [3].

Учитывая вышесказанное, представляет интерес изучение экотоксического действия отходов, образующихся на нефтеперерабатывающих предприятиях.

Материал и методы исследований. Эксперименты были проведены на инфузориях *Tetrahymena pyriformis*, моллюсках, фитотоксическое действие изучалось на проростках семян огурцов сорта Янус, семян редиса сорта Снегирек, а также семян овса. Результаты исследований обрабатывались методами параметрической статистики с применением пакета статистических программ «STATISTICA». Исследования проводили в соответствии с [4–5]. Статистическую достоверность различий оценивали при уровне значимости $P \leq 0,05$.

Оценка мутагенной активности отхода в микроядерном тесте на L. stagnalis

При проведении эксперимента отход (50 г х 2) помещали в стаканы, содержащие 1л водопроводной воды. Контролем служили аналогичные емкости, содержащие чистый кварцевый песок. В каждый стакан помещали группы по 4–5 животных, рандомизированных по весу, на шестые сутки у выживших животных была взята мантийная жидкость путем раздражения ноги кисточкой.

Клеточную суспензию фиксировали смесью ледяной уксусной кислоты и этанола (1:3), далее помещали в холодильник на 1 сутки. Для получения мазков клеточную суспензию осаждали путем центрифугирования и наносили на предметные стекла. После окраски по Гимза учитывали клетки с микроядрами, признаками повреждения ядра и апоптотические тела. Цитогенетические исследования проводили на микроскопе Axioskop 40 (x1000).

Оценка отхода в тесте на фитотоксичность

Отход экстрагировали при массовом соотношении 1:10 отхода и дистиллированной воды, после чего отстаивали 24 часа и отфильтровывали. Контрольная группа выращивалась на дистиллированной воде.

Семена высевали по 30 штук в чашки Петри с тремя слоями фильтровальной бумаги, добавляя экстракт из исследуемых образцов в объеме 13 мл. Чашки Петри с семенами помещали на 7 суток в термостат с температурой +24 °С.

На 3 сутки определяли количество проросших семян в каждой чашке Петри (тест на прорастание семян), определяли среднее количество проросших семян на 1 чашку в опыте и контроле и рассчитывали всхожесть в процентах по отношению к контролю. Отход оказывает фитотоксическое действие, если всхожесть составляет менее 80 % от контроля или семена не прорастают.

На 7 сутки измеряли длину корешков проростков. Фитотоксический эффект наблюдается, если развитие корешков проростков ингибируется на 20 % относительно контроля.

Токсикологические исследования на тест-объекте Tetrahymena pyriformis

Навеска 50,0 г исследуемого отхода была доведена до 100 мл дистиллированной водой, pH полученной суспензии резко щелочной (>12), доведен до 7,5 концентрированной соляной кислотой составил 7,4. Исходная концентрация исследуемой суспензии 500 мг/мл.

Изучение токсичности отхода осуществлено в остром, подостром и хроническом экспериментах на тест-объекте Tetrahymena pyriformis.

При проведении острого и подострого экспериментов из раствора с концентраций 500 мг/мл приготовлена серия разведений концентраций: 0,1 мг/мл; 1 мг/мл; 5 мг/мл; 8 мг/мл; 10 мг/мл; 100 мг/мл; 200 мг/мл. По 1 мл раствора каждой концентрации внесено в три десятимиллилитровых флакончика. В каждую пробу добавлен инокулят инфузорий в стационарной фазе роста. При осуществлении острого эксперимента пробы инкубировались при 25^0С в течение 3 часов; при проведении подострого эксперимента – в течение 24 часов. По истечении срока инкубации под микроскопом в нативном препарате наблюдалась картина интоксикации. В счетной камере Фукса-Розенталя подсчитано число погибших инфузорий до их фиксации и общее число инфузорий после фиксации. На основании расчета % летальности установлены основные параметры токсичности:

$ЛД_{16}$ – доза, вызывающая гибель 16 % особей;

$ЛД_{50}$ – доза, вызывающая гибель 50 % особей;

$ЛД_{84}$ – доза, вызывающая гибель 84 % особей;

$К_{кум}$ – коэффициент кумуляции как частное между средней смертельной дозой, полученной в подостром эксперименте и средней смертельной дозой, полученной в остром эксперименте.

В хроническом эксперименте отход исследовался в диапазоне концентраций, охватывающем токсичные ($ЛД_{50}$), пороговые и малые дозы: 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}, 10^{0}, 10 мг/мл. Исследование осуществлено в стерильных условиях. Отход в исследуемых концентрациях вносился в стандартную среду культивирования, разлитую по 10 мл в 50 мл колбочки с ватно-марлевыми пробками, которые в течение 96 часов выдерживались в термостате при 25 °С. Через 24, 48, 72, 96 часов оценивалось состояние популяции, и осуществлялся подсчет организмов. По результатам подсчета определены:

$ЕД_{50}$ – доза, вызывающая угнетение генеративной функции на 50 % через 24 и 72 часа инкубации;

Ккум при хроническом воздействии путем отношения $ЕД_{50,}$ определенной через 72 часа (стационарная фаза) к $ЕД_{50,}$ определенной через 24 часа (логарифмическая фаза);

показатели, характеризующие закономерности роста популяций: скорость роста, время генерации, число поколений, численность популяции;

Кад – коэффициент адаптогенности, характеризующий адаптационный потенциал популяции;

кислотная резистентность, позволяющая судить о мембранотоксическом действии отхода и мутагенная активность отхода.

По результатам оценки отхода в хроническом эксперименте определена МНД (максимальная недействующая доза), показатель $ЛД_{50}$/МНД.

Результаты исследований подвергнуты математической и статистической компьютерной обработке по специально разработанной программе.

Класс токсичности отхода установлен согласно нормативным данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация вредных веществ по степени токсичности и опасности по результатам изучения их токсических свойств на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель	Классы по убывающей степени токсичности и опасности			
	1	2	3	4
$ЛД_{50}$, мг/мл	менее 0,1	0,1–1,0	1,1–20	более 20
$Ккум_{ac,}$ $Ккум_{chr.}$	менее 0,1	0,10–0,30	0,31–0,50	более 0,50
$ЛД_{50}$/МНД	более 10^{6}	10^{-6}–10^{-4}	10^{-4}–10^{-1}	менее 10^{-1}
МНД, мг/мл	менее 10^{-6}	10^{-6}–10^{-4}	10^{-4}–10^{-1}	более 10^{-1}

Результаты и их обсуждение. Объектом исследований явилась зола от сжигания присадок, представляющих собой сбалансированный раствор поверхностно-активных веществ, полученных нейтрализацией тяжелой ариларомaтики аммиаком или концентратом кальциевых соединений, в углеводородном продукте (экстракт нефтяной, мазут).

Оценка мутагенной активности отхода на модельных видах водных организмов (микроядерный тест).

За время проведения эксперимента отмечена гибель 2 животных. Результаты микроядерного теста представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Цитогенетические повреждения клеток в мантийной жидкости моллюсков

Группы животных	Число животных	Число клеток	% клеток		
			с микроядрами	с начальными признаками гибели	с конечными признаками гибели (апоптотические тела)
контроль	10	5100	0,33±0,08	0,25±0,07	0,25±0,07
опыт	6	3100	0,77±0,15	0,48±0,11	0,68±0,13
достоверность			p=0,008	p=0,13	p=0,007

Как видно из результатов цитогенетического теста, уровень цитогенетических повреждений в опытной серии достоверно превышает контрольные значения. Отмечено статистическое увеличение числа клеток с первичными и поздними признаками апоптоза, что указывает на то, что отход токсичен для гидробионтов.

Исследование токсичности отхода для растений (биотест на фитотоксичность)

Экстракт образца отхода в разведении 1:10 не обладает фитотоксическим действием в тесте на прорастание семян огурцов. Экстракт отхода золы ингибирует прорастание семян редиса на 47,1 %, овса – на 38,7 % (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние экстракта отхода в тесте на прорастание семян (3 сутки)

Тест-культура	Количество проросших семян / % прорастания	
	контроль	образец отхода
		1: 10
Редис	29,00±0,00	15,33±3,21
Огурцы	28,00±2,64	27,33±0,57
Овес	16,3±2,88	10,00±4,35

Экстракт отхода золы ингибирует развитие корешков проростков редиса – на 93,2 %, огурцов – на 75,0 %, овса – на 78,1 % (таблица 4).

Таблица 4 – Средняя длина корешков проростков семян тестируемых культур, выращенных на дистиллированной воде и экстракте отхода золы 1:10

Тест-культура	Длина корешков (см) / % от контроля	
	контроль	образец отхода
Редис	5,13±2,64	0,35±0,12
Огурцы	6,95±2,00	1,74±1,9*
Овес	7,08±2,78	1,55±0,85

Исследования на одноклеточных организмах (тест-объект Tetrahymena pyriformis)

Картина интоксикации в остром экспериментах. В остром и подостром экспериментах полная гибель тест-объекта наступила с концентрации 5 мг/мл (таблица 5).

Таблица 5 – Результаты изучения токсичности отхода в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс токсичности
острый эксперимент		
$ЛД_{16}$, мг/мл	1,65	-
$ЛД_{50}$, мг/мл	0,31±0,01	2
$ЛД_{84}$, мг/мл	2,26	-
подострый эксперимент		
$ЛД_{16}$, мг/мл	0,77	-
$ЛД_{50}$, мг/мл	0,97±0,00	2
$ЛД_{84}$, мг/мл	2,71	-
$К_{кум}$	3,16	4

По результатам изучения в остром и подостром экспериментах отход золы относится ко 2 классу токсичности (высокотоксичное вещество).

Картина интоксикации в хроническом эксперименте. На протяжении всего периода исследований во всех исследуемых концентрациях исследуемый отход оказал резкое ростостимулирующее действие на популяцию Tetrahymena pyriformis с концентрации 10^{-3} мг/мл по 10^{-2} мг/мл, а с концентрации 10^{-1}мг/мл наблюдалось резкое снижение, приводящее к гибели тест-объекта в последующих концентрациях. При хроническом воздействии отхода отмечались изменения формы тела и характера движения инфузорий, появлялись уродливые особи, начиная с концентрации 10^{-4} мг/мл. Полная гибель тест-объекта наступила в лаг-фазе (24 часа) с концентрации 10^{0} мг/мл.

По результатам токсиколого-гигиенической оценки в хроническом эксперименте на *Tetrahymena pyriformis* определена максимально недействующая доза (МНД), рассчитаны $ЛД_{50}$/МНД, $Ккум_{chronica}$ (таблица 6).

Таблица 6 – Токсичность отхода по результатам его оценки в хроническом эксперименте на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Результат	Класс токсичности
$ЕД_{50}$, мг/мл, лог. фаза	0,07±0,00	-
$ЕД_{50}$, мг/мл, стац. фаза	0,07±0,00	-
$Ккум_{cronica}$	1	4 класс
МНД, мг/мл	10^{-4}	2 класс
$ЛД_{50}$/МНД	$3,1x10^{3}$	4 класс

Биологическое действие отхода на популяцию тест-объекта. Анализ адаптационных колебаний и их количественная оценка выявил резкое увеличение адаптационных возможностей популяции по сравнению с контролем в концентрации 10^{-2} мг/мл, а в концентрации 10^{-1} мг/мл – резкое снижение и гибель тест-объекта (таблица 7).

Таблица 7 – Биологическое действие отхода на популяцию *Tetrahymena pyriformis*

Концентрация, мг/мл	Коэффициент адаптогенности	Кислотная резистентность	Реакция на мутагенность
0 (Контроль)	1,00±0,05	1,00±0,00	Отрицательная
10^{-6}	1,17±0,11	0,9±0,00	Отрицательная
10^{-5}	1,37±0,10*	0,9±0,00	Отрицательная
10^{-4}	1,41±0,01*	0,9±0,00	Отрицательная
10^{-3}	1,81±0,03*	0,8±0,00	Отрицательная
10^{-2}	3,71±0,12*	0,8±0,00	Отрицательная
10^{-1}	0,11±0,00*	0,5±0,00	Отрицательная
Примечание — * — Различия достоверны при $p \leq 0,05$.			

Отход, присутствующий в среде культивирования *Tetrahymena pyriformis*, не проявил мутагенную активность. Снижение устойчивости клеточных мембран инфузорий по сравнению с контролем наблюдалось с концентрации 10^{-1} мг/мл.

Заключение. На основании выполненных исследований установлено следующее.

1. Отход оказал выраженный генотоксический эффект на клетки мантийной жидкости моллюсков.

2. Зола от сжигания присадок токсична для гидробионтов.

3. Отход обладает фитотоксическим действием.

4. По результатам токсикологической оценки на *Tetrahymena pyriformis* в остром, подостром и хроническом экспериментах зола от сжигания присадок относится ко 2 классу токсичности (высокотоксичное вещество).

5. Изученный промышленный отход – зола, образующаяся в результате сжигания присадок, по результатам токсиколого-гигиенических исследований с учетом принципа интегральной оценки относится ко 2 классу токсичности (высокотоксичное вещество).

Таким образом, одним из основных моментов, который должен быть учтен при гигиеническом нормировании конкретного вещества, является использование принципа лимитирующего показателя. Согласно этому принципу нормирование проводится по наиболее чувствительному из них.

Литература

1. Природная среда Беларуси: монография / под ред. В. Ф. Логинова; НАН Беларуси. Ин-т пробл. использования природ. Ресурсов и экологии: – Минск : НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.

2. Яскевич, В. В. Динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями и смертности от них у работающих на нефтеперерабатывающем предприятии / В. В. Яскевич // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. по итогам выполнения ГНТП «Экол. безопасность» и ОНТП «Гигиен. безопасность». – 2004. – Вып.4 – С. 408 – 412.

3. Репродуктивное здоровье женщин-работниц при воздействии факторов риска нефтехимических производств / Н. К. Гайнуллина [и др.] // Актуальные проблемы репродуктивного здоровья в условиях антропогенного загрязнения : материалы Междунар. симп. – Казань : Арт-Кафе, 2001. – С. 180 – 182.

4. Определение токсичности металлосодержащих отходов: утв. МЗ РБ 25.02.2004.

5. Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на Tetrahymena pyriformis, № 20-0102: утв. МЗ РБ 11.07.2002.

Поступила 17.07.2012

ECOTOXICAL EFFECT STUDIES OF ASH FROM BURNING ADDITIVES

Demenkova T.V., Stepanishcheva V.A., Rubin V.M., Lisovskaya G.V., Voitovich A.M.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

Ash waste from the combustion of additives has a genotoxic effect on cells of the mantle fluid of molluscs, a phytotoxic effect, and toxic to aquatic organisms. According to the results of the toxicological evaluation on *Tetrahymena pyriformis* ash waste refers to 2 class of toxicity (highly toxic).

Keywords: additives, ash, toxicity, ecotoxicity.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ КАДМИЯ И СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОТИОНЕИНОВ В КРОВИ КРЫС ПРИ РАЗДЕЛЬНОМ И СОВМЕСТНОМ ВВЕДЕНИИ С СОЛЯМИ СВИНЦА И РТУТИ

Елаева Н.Л., Иваненко А.А., Кашуро В.А., Малов А.М.,Семенов Е.В.,Сибиряков В.К.

«Институт токсикологии» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат. Изучено изменение содержания металлотионеинов в плазме крови крыс при длительном пероральном введении одного нитрата кадмия, а также совместно с нитратом ртути и нитратом свинца. Показано, что в экспериментальных условиях при комбинированном воздействии солей кадмия, свинца и ртути уровень металлотионеинов значительно возрастает по сравнению с отдельным введением соли кадмия, несмотря на снижение его концентрации в крови крыс.

Ключевые слова: металлотионеины, плазма крови, тяжелые металлы.

Введение. В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что именно сочетанное действие экотоксикантов на организм является наиболее реальной ситуацией по сравнению с их индивидуальным воздействием. В литературе нам не удалось найти сведений о взаимном влиянии свинца, кадмия и ртути на динамику накопления их в крови при совместном пероральном поступлении. Однако имеются данные о том, что, например, медь и цинк взаимно ингибируют свою абсорбцию в кровь из желудочно-кишечного тракта [1]. Возможность такого эффекта нельзя исключить и для представленной группы металлов.

Как известно, на концах полипептидной цепи металлотионеинов имеются два домена, которые содержат 20 остатков цистеина, способных связывать в металлотиолатных кластерах двухвалентные эссенциальные металлы, прежде всего цинк и медь, а также ряд токсичных металлов таких, как кадмий, ртуть, свинец.

Первоначально в плазме крови кадмий связывается неспецифично с высокомолекулярными белками, в частности, с альбумином. Попадая в печень, кадмий вытесняет цинк из металлотионеинов и связывается с ними. Затем кадмий индуцирует синтез новых металлотионеинов, которые удаляют кадмий из других мишеней и таким образом защищают печень от повреждений. Металлотионеины, связавшие кадмий, фильтруются в почечных клубочках и реабсорбируются в канальцах, где кадмий освобождается. Протеолиз металлотионеинов осуществляется лизосомальными катепсинами в клетках почечных канальцев и значительно облегчается после освобождения металлов. По мере изучения металлотионеинов на роль индукторов экспрессии их генов претендуют все большее число металлов, в том числе кобальт, стронций, серебро, марганец. Насколько данный эффект является специфичным для действия того или иного металла в реальных условиях конкретной экологической обстановки остается неясным.

Целью настоящей работы явилось изучение динамики накопления кадмия и содержания металлотионеинов в крови крыс при его раздельном и совместном пероральном введении с ртутью и свинцом.

Материал и методы исследований. Работа выполнена на 60 белых беспородных крысах-самцах с исходной массой 160–180 г. Опыты проводились в соответствии с требованиями «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных». Крысы были получены из питомника «Рапполово» РАМН, Ленинградская область.

Животных выдерживали в условиях вивария с целью адаптации, выбраковки больных и также с целью определения среднего водопотребления. При содержании животных использована кормосмесь К-58,ТУ 9296-00101538658-95.

В работе были применены следующие реактивы квалификации не ниже «чда»:

– кадмий азотнокислый, 4-водный – $Cd(No_3)_2\ 4H_2O$;

– ртуть азотнокислая 1-водная – $Hg(NO_3)_2\ 2H_2O$;

– свинец азотнокислый – $Pb(NO_3)_2$.

Пероральное введение азотнокислых солей свинца, кадмия, ртути в дозах, фиксированных по металлу, осуществлялось путем спаивания крысам водных растворов солей, с учетом массы тела и водопотребления. Исходный уровень металлотионеинов и кадмия определяли в крови контрольных крыс. На 5, 10, 15 и 30 день эксперимента оценивали концентрацию кадмия и металлотионеинов в крови 4 подопытных животных. Содержание металлотионеинов в плазме крови после осаждения высокомолекулярных белков [2] определяли по уровню связывания кадмия *in vitro* [3]. Концентрацию кадмия измеряли методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией [4].

Результаты и их обсуждение. На рисунке 1 представлена динамика изменения содержания кадмия в крови крыс при раздельном или совместном длительном поступлении солей свинца и ртути с питьевой водой.

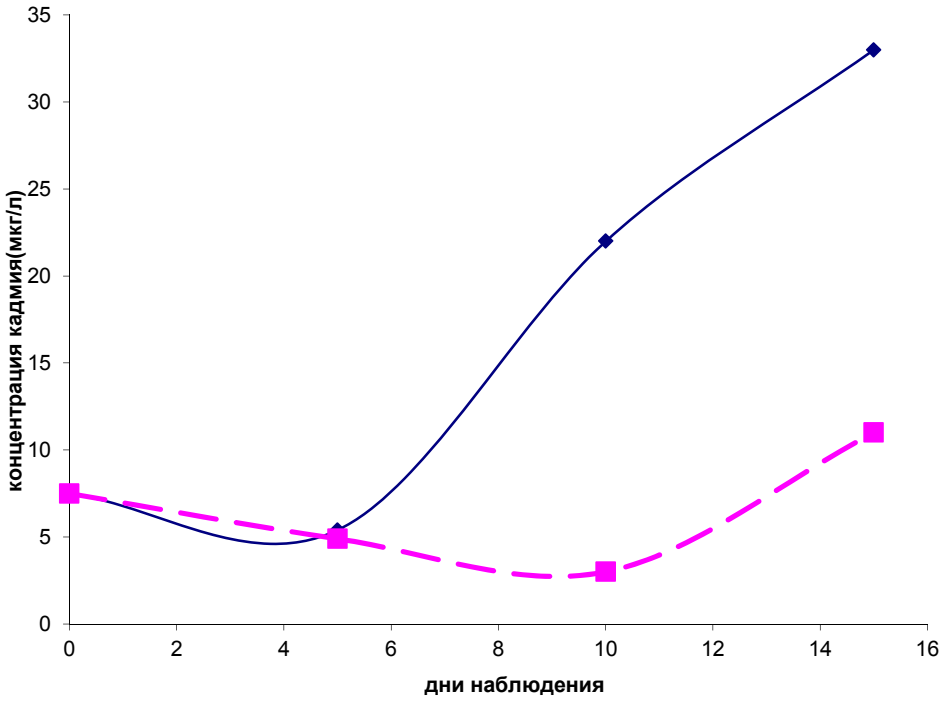


Рисунок 1 – Динамика накопления кадмия в крови крыс при хроническом раздельном пероральном введении нитрата кадмия в дозе 0,30 мг/кг (А) и в комбинации с нитратом ртути в дозе 0,6 мг/кг и нитратом свинца в дозе 45 мг/кг (В)

Следует отметить, что содержание кадмия в крови крыс при введении одного нитрата кадмия через 10–15 дней было достоверно выше, чем в условиях комбинированного поступления экотоксикантов в организм. Так, через 15 дней уровень кадмия в крови крыс, получавших один кадмий, составлял 33,5±2,7 мкг/л, а при введении комбинации экотоксикантов

13,7±2,2 мкг/л (в контроле 7,1±1,1). Можно предположить, что при поступлении через желудочно-кишечный тракт изменяется кинетика всасывания кадмия, и его концентрация в крови достоверно снижается.

Из литературных данных известно, что кадмий вызывает индукцию синтеза металлотионеинов в печени. И нами установлено, что при длительной нагрузке одним кадмием в крови нарастает содержание металлотионеинов (рисунок 2). Как было показано на рисунке 1, при пероральном поступлении нитрата кадмия вместе с нитратом ртути и свинца концентрация кадмия в крови снижается, а содержание металлотионеинов возрастает через 15 дней в среднем в 4 раза (64±4,6) по сравнению с эффектом только соли кадмия (16,4±2,1).

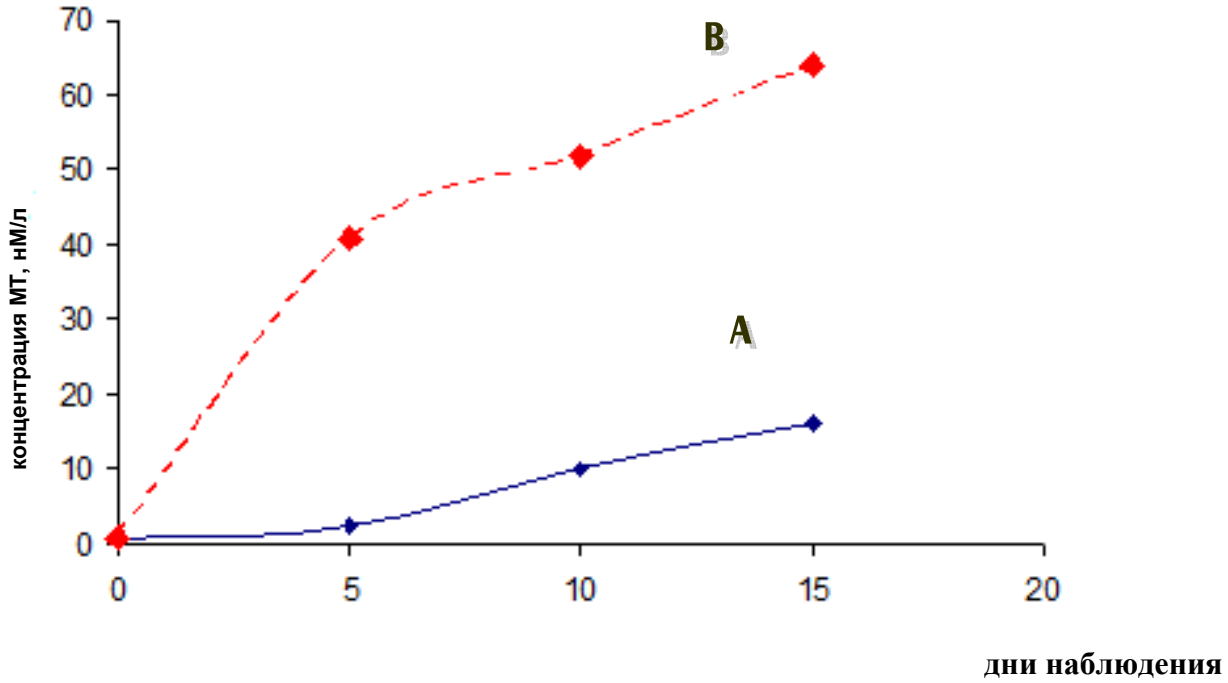


Рисунок 2— Изменение содержания металлотионеинов в плазме крови при длительном пероральном поступлении нитрата кадмия в дозе 0,30 мг/кг (А) и в комбинации с нитратом ртути в дозе 0,6 мг/кг и нитратом свинца в дозе 45 мг/кг (В)

Данные об изменении уровня металлотионеинов могут служить предпосылкой для интерпретации результатов, полученных при определении токсичности отдельных тяжелых металлов и их сочетаний с использованием различных тестов. Повышение уровня металлотионеинов в крови может быть причиной снижения ренальной токсичности, что было показано при добавлении кадмия к свинцу [5]. В то же время отмеченное в литературе [6] усиление тератогенного эффекта указанной смеси может быть связано с воздействием, как самих токсичных металлов, так и опосредованно за счет усиления экспрессии металлотионеинов.

Металлотионеины могут оказывать двойственное влияние на процессы повреждения ДНК. С одной стороны, они вызывают снижение окислительного стресса ДНК, а с другой стороны, подавляют апоптоз, что может привести к развитию так называемой апоптической толерантности. Ранее нами было показано, что в условиях совместного перорального и внутрибрюшинного введения использованных в эксперименте токсичных металлов и, в частности, кадмия на фоне снижения их концентрации возрастает нуклеазная активность плазмы крови [7].

Заключение. Учитывая полученные в работе результаты о возрастании уровня металлотионеинов в крови на фоне снижения концентрации кадмия, нельзя однозначно считать уровень данного металла в крови всеобъемлющим показателем его органной или клеточной токсичности в условиях совместного введения с солями ртути и свинца.

Литература

1. Oestreicher, P. Copper and zinc absorption in the rat: mechanism of mutual antagonism / P. Oestreicher, R.G. Cousius // J. Nutr. – 1985. – V. 115. – P.159 – 166.

2. Роль металлотионеинов в биомониторинге загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами / Л. М. Шафран [и др.] // Гигиена населенных мест. – 2000. – Вып. 37. – С. 190 – 193.

3. Metallothionein-determination in biological materials / H.H. Dieter [et al.] // EXS. – 1987. – V.52. – P. 351 – 358.

4. Прямое определение кадмия в крови и плазме крови человека методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией / А. А. Иваненко [и др.] // Тезисы докладов на II Всероссийской конференции «Аналитические приборы». – СПб.,2005. – С. 245 – 246.

5. Fowler, B. A. Interactions among lead, cadmium and arsenic in relation to porphyrin excretion patterns / B. A. Fowler, K. R. Mahaffey // Environ. Health Perspect. – 1978. – V. 25. – P. 87 – 90.

6. Goyges, R. A. Toxic Effects of Metals / R. A. Goyges, T. W. Clareson // Casaret and Doull's Toxicology: The Basis Science of Poisons / Ed. D. Curtis, Ph.D. Klassen. – N. Y. : Academic Press, 2001. – P. 811 – 868.

7. Особенности сочетанного действия тяжелых металлов на примере оценки нуклеазной активности плазмы крови / Е. В. Семенов [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / ГУ «РНПЦ гигиены». – Минск, 2010. – Вып. 16. – С. 360 – 366.

Поступила 17.05.2012

DYNAMICS OF CADMIUM ACCUMULATION AND METALLOTIONEINS CONTENT IN THE BLOOD OF RATS DURING SEPARATE AND COMBINED INJECTION WITH SALTS OF LEAD AND MERCURY

Elaeva N.L., Ivanenko A.A., Malov A.M., Kashuro W.A., Semenov E.W., Sibiryakov V.C.
«Institute of Toxicology» FMBA of Russia, Saint-Petersburg, Russia

It has been studied the change in metallothioneins content in the blood plasma of rats during long-term oral cadmium nitrate administration with nitrate of mercury and lead. It is shown that under the combined exposure to metal mixtures the levels of metallothioneins significantly increases as compared with separate administration of cadmium salt, despite the decrease in its concentration in the blood of rats.

Key words: metallotioneins, blood plasma, heavy metals.

АЛЬГОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МИНСКА

*Ермоленко Г.Л., * Саевич К.Ф., Шульга А.А., * Антоненков А.И.*
Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова, г. Минск
** Белорусский государственный экономический университет, г. Минск*

Реферат. Изучен видовой состав микроводорослей в образцах почв административных районов города Минска. Показано, что почвенная микрофлора фототрофов разных районов г. Минска представлена, в основном, пятью таксономическими группами микрофототрофов: сине-зеленые водоросли (Cyanophyta), зеленые водоросли (Chlorophyta), диатомовые водоросли (Bacillariophyta), цианобактерии (Cyanomonas).

Установлено, что промышленные районы города Минска отличаются ярко выраженным обедненным видовым составом почвенной микрофлоры.

Ключевые слова: биоиндикация, водоросли, экология, почва.

Введение. Химические полютанты, загрязняющие атмосферу и водную среду, в конечном итоге попадают в почву, которая аккумулирует ксенобиотики. Поэтому экологическое состояние почв можно рассматривать как интегрирующий показатель благополучия окружающей среды.

Биоиндикация, как известно, является важным инструментом осуществления мониторинга состояния окружающей среды. Особенно важна комплексная оценка экологического изменения объектов окружающей среды в крупных городах, где высоко антропогенное воз-

действие на компоненты биосферы, в том числе и на почвенные экосистемы. Актуальность проведения мониторинга почв обусловлена еще и возделыванием в частном секторе городов сельскохозяйственных культур, которые используются в питании населения.

Известно, что микроводоросли составляют значительную, динамичную и разнообразную по видовому составу часть почвенной флоры, как объекта экспрессных методов биоиндикации [1–2]. Они способны вегетировать в экологически неблагоприятных условиях и являются частью механизма устойчивости экосистем. Благодаря высокой скорости размножения, почвенные водоросли являются важным механизмом упругой устойчивости наземных биоценозов к дестабилизирующим факторам. Поэтому санитарно-химическая характеристика почв по результатам альгологической биоиндикации может рассматриваться как высокочувствительный экспрессный метод интегральной оценки степени антропогенного загрязнения окружающей среды.

Целью данной работы явилось изучение антропогенного изменения почвенной среды административных районов города Минска, методом биоиндикации по видовому составу микроводорослей.

Материал и методы исследований. Почвы естественных ландшафтов характеризуются наличием пяти основных групп микрофототрофов: сине-зеленые водоросли (Cyanophyta), зеленые водоросли (Chlorophyta), диатомовые водоросли (Bacillariophyta), цианобактерии (Cyanomonas).

Для учета почвенных микроводорослей использовали метод Виноградского в модификации Э.А. Штиной [1].

При прямом учете микроскопических водорослей среди почвенных частиц в целях использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов учитывают их видовой состав, количество и функциональную активность [2].

Почвенные водоросли из определенной навески образца почвы извлекали водой путем гомогенизации с последующим центрифугированием. Супернатант исследовали под оптическим микроскопом для видовой идентификации и количественного учета обнаруженных водорослей.

Пробы почв были отобраны с газонов, расположенных вдоль улиц с высокой автотранспортной нагрузкой, а также в районах размещения промышленных предприятий летом 2011 г. Кроме этого, были отобраны пробы из рекреационной зоны города. Отбор проб и выявление видового состава альгофлоры осуществляли общепринятыми в почвенно-альгологических исследованиях методами, предусматривающие их отбор с глубины 0–1 и 1–5 (см). При определении качественного состава водорослей соблюдались общие правила микробиологического анализа почвы. Для выявления состава альгофлоры брались смешан-

ные образцы весом не менее 500 г., составленные из 3–5 индивидуальных проб, взятых способом случайного отбора.

Для оценки частоты встречаемости каждого вида водорослей использовали цифровое выражение в условных баллах по пятибалльной шкале: 1 – очень редко, 2 – редко, 3 – не редко, 4 – часто, 5 – очень часто.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований были обнаружены представители 5-ти основных групп почвенных водорослей: зеленые, сине-зеленые, диатомовые, цианобактерии, нитчатые зеленые. Наиболее трансформированными по их составу оказалась образцы почв Партизанского, Заводского и Октябрьского административных районов г. Минска, характеризующиеся присутствием не более двух основных групп почвенных водорослей. Причем, почвы прилегающих территорий тракторного и моторного заводов, а также района Шабаны отличались наиболее бедным видовым составом микроводорослей.

Таблица 1 – Показатели устойчивости индикаторных видов почвенных водорослей к антропогенной нагрузке по административным районам города Минска (в баллах)

Наименование районов г. Минска	Зеленые одноклеточные	Сине-зеленые	Диатомовые	Цианобактерии	Зеленые нитчатые
Советский	4	5	4	3	5
Октябрьский	3	4	3	2	1
Первомайский	4	5	4	4	3
Московский	4	5	4	4	2
Ленинский	4	4	5	2	4
Партизанский	3	2	1	1	2
Заводской	3	3	1	1	2
Фрунзенский	4	3	1	2	2
Центральный	4	4	3	4	3
Лесопарковая зона «Дражня»	5	5	4	4	5

Примечания — Частота встречаемости каждого вида водорослей отражена в условных баллах по пятибалльной шкале:
1. 1 – Очень редко.
2. 2 – Редко.
3. 3 – Не редко.
4. 4 – Часто.
5. 5 – Очень часто.

Почвы Фрунзенского, Ленинского, Центрального районов также можно считать деградирующими по ухудшению их экологического состояния, так как большинство почвенных образцов, взятых в этих районах, характеризовались полным отсутствием или частичным наличием в незначительном количестве представителей диатомовых и нитчатых зеленых водорослей. Причем, каждому из перечисленных административных объектов характе-

рен свой специфический состав представителей почвенных микроводорослей в связи с различным характером локального техногенного воздействия совместно с природными факторами окружающей среды.

Вместе с тем в образцах почвы, взятых на территории лесопарковой зоны Дражня, были представлены достаточно часто встречающиеся представители всех исследованных групп почвенных водорослей. Это свидетельствует также и о высокой чувствительности метода альгологической индикации почв к рекреационным нагрузкам.

Известно, что естественные неурбанизированные почвы (показатель норма) характеризуются наличием пяти основных группировок почвенных микрофототрофов: одноклеточные (зеленые, желтозеленые), нитчатые (зеленые, желтозеленые водоросли), диатомовые водоросли, а также безгетероцистные (не азотфиксирующие) и гетероцистные (азотфиксирующие) цианобактерии - в равном соотношении. При химическом загрязнении экологическими токсикантами в почве снижается видовое разнообразие представленной микрофлоры [1, 3].

В соответствии с изложенным, можно сделать следующий вывод, что наиболее трансформированными оказались почвы Партизанского, Заводского и Октябрьского районов города Минска, так как в пробах почв территорий этих районов практически отсутствовали представители более двух основных группировок почвенных водорослей. В остальных районах состояние почвы находится в факторе риска по ухудшению их экологического состояния.

Заключение. Из полученных результатов следует, что по изменению почвенной микрофлоры к районам с наиболее неблагополучной экологической ситуацией почв относятся территории Партизанского, Заводского и Октябрьского районов города Минска.

Наиболее трансформированными оказались почвы на территориях с расположением промышленных предприятий, поэтому наиболее высоким уровнем загрязнения выделяется юго-восточная промышленная зона города Партизанского и Заводского районов, в пределах которых расположены крупнейшие промышленные предприятия: тракторный, автомобильный, подшипниковый и моторный заводы.

Литература

1. Штина Э. А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботанический журнал. 1990. N 4. С. 441 – 53.

2. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. / Под редакц. Мелехова О. П., Егорова Е. И. 2007. М. : ИЦ «Академия». – 288 с.

3. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / Под редакцией Р. Шуберта. // М. : Мысль. 1988. – 345 с.

Поступила 31.05.2012

ALGAEBIOINDICATION MINSK SITI SOILS FOR QUANTITATIVE ENVIRONMENT

*Ermolenko G.L., * Saevich K.F., Schulga A.A., * Antonenkov A.I.*
International Sakharov Environmental University, Minsk
** Belarus State Economic University, Minsk*

The objects of study are algae used in bioindication soil.

The purpose work of the analysis of the industrial soil pollution of Minsk districts by means of bioindication with the help of algae.

The exploration of soil was held by means of quantifying soil algae.

Keywords: bioindication, soils, algae, environment

РАНЖИРОВАНИЕ ГОРОДОВ И СЕЛ ПО ОБСЕМЕНЕННОСТИ ИХ ТЕРРИТОРИЙ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Жаркинов Е.Ж., Омарова М.Н., Оракбай Л.Ж., Шуратов И..Х., Кенжебаева А.Т., Джумагалиева А.Б., Тян А.Д.
Научный центр гигиены и эпидемиологии им. Х. Жуматова,
г. Алматы, Республика Казахстан

Реферат. В работе представлены данные об обсемененности почвы и воды открытых водоемов микроорганизмами ряда городов и сел Казахстана и ранжировании их по степени загрязненности.

Ключевые слова: внешняя среда, экология, биологические факторы, загрязненность, ранжирование.

Развитие промышленности и сельского хозяйства по регионам страны, индустриализация их путем внедрения новых технологий сопровождаются усиленным притоком населения – урбанизацией и неизбежно приводит к загрязнению внешней среды промышленными выбросами, отходами, различными ядохимикатами и микроорганизмами – биологическими факторами загрязнения [1–3].

В этих условиях мониторинг за состоянием окружающей среды и ранжирование территорий по загрязненности теми или иными факторами риска заболевания населения имеют важное значение [4–5].

Данная работа посвящена ранжированию ряда населенных пунктов республики по обсемененности их территорий **микроорганизмами как биологическими** факторами риска заболевания.

Материал и методы исследований. Работа проводилась в городах и селах, расположенных в пяти разных регионах: Мангистауская область – регион нефти и газа (г. Актау и г. Жанаозен); Жамбылская область – регион фосфорного производства (г. Тараз, пп. Созак – Шалакорган); Восточно-Казахстанская область – регион цветной металлургии (г. Усть-Каменогорск, п. Глубокое); Карагандинская область – регион черной металлургии и угля (г. Темиртау, п. Чкалово); Павлодарская область – топливно-энергетический регион (г. Экибастуз, п. Солнечный); Акмолинская область – чистый регион (г. Щучинск, п. Боровое).

В населенных пунктах из разных точек почвы и открытых водоемов собирали образцы проб почвы и воды. Сбор образцов проб, их обработку, подготовку к анализу и исследование на микроорганизмы проводили бактериологическими методами согласно рекомендаций [6–8].

Ранжирование населенных пунктов по показателю индекса бактерий группы кишечной палочки (далее – БГКП) и степени обсемененности проб данных микроорганизмов проводили согласно рекомендаций [9].

Результаты и их обсуждение. Распространенность микроорганизмов на объектах внешней среды (почва, вода) исследовали путем определения общего микробного числа, индекса БГКП, коли-титра *C. perfringens* и наличия *Escherichia.* Следует сразу отметить, что в образцах исследуемых проб ни в одном случае не были обнаружены бактерии группы сальмонелл и шигелл. Регулярно обнаруживались *Hafnia, Escherichia, Proteus, Staphilococcus*, грамотрицательные неферментирующие микроорганизмы. Реже *aspergillus*, pseudomonas *aeruginosa.* Выделенные бактерии группы *Escherichia* при типировании были отнесены к *E.coli* 0-144; 0.55.

В связи со сказанным, для определения степени загрязненности внешней среды (почвы и воды) и интенсивности биологической нагрузки использовались показатели индекса БГКП и удельного веса выявления *Escherichia* в пробах.

Результаты изучения обсемененности образцов проб почвы и воды на обследуемых территориях приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели обсемененности микроорганизмами урбанизированных территорий республики

Территории	Индекс БГКП в пробах		Удельный вес проб с *Escherichia* (%)	
	почвы	воды	почвы	воды
г. Актау	27,7	25,1	48,2	41,3
г. Жанаозен	33,5	31,4	32,8	28,9
г. Тараз	28,6	30,2	44,3	40,0
г. Усть-Каменогорск	50,0	47,1	81,2	78,7
г. Экибастуз	53,8	51,5	48,1	41,3
г. Темиртау	60,0	49,8	80,0	78,5
п. Чкалово	66,6	65,7	82,2	81,1

Продолжение таблицы 1

п. Глубокое	83,3	75,6	84,0	82,3
п. Созак	53,3	49,4	87,1	81,1
п. Солнечное	99,0	89,7	83,2	79,8
г. Щучинск	29,1	23,4	31,0	22,0
п. Боровое	27,9	25,7	35,3	31,3

Как видно из данных таблицы 1, показатели индекса БГКП колеблются в широких пределах: в пробах почвы от 27,7 в г. Актау до 99,0 в пос. Солнечный; в пробах воды от 23,4 в г. Щучинске до 89,7 в пос. Солнечный. Выявлены аналогичные колебания показателя наличия Escherichia в пробах почвы и воды: от 31,0 в г. Щучинске до 87,1 в пос. Созак и от 22,0 в г. Щучинске до 82,3 в пос. Глубокое соответственно.

Таким образом, очевидно, что изучаемые территории в значительной степени загрязнены бактериями.

Следующим этапом наших исследований явилось проведение ранжирования территорий по загрязненности. Для удобства ранжирование территорий проводили раздельно по показателю индекса БГКП и по удельному весу образцов содержащих *E. coli* в пробах почвы и воды. Ранг устанавливали в порядке снижения значения показателей.

Таблица 2 – Ранжирование территорий населенных пунктов по индексу БГКП в образцах проб почвы и воды

Населенные пункты	Индекс БГКП в почве	№ ранга	Населенные пункты	Индекс БГКВ в воде	№ ранга
п. Солнечный	99,0	1	п. Солнечный	89,7	1
п. Глубокое	83,3	2	п. Глубокое	75,6	2
п. Чкалово	66,6	3	п. Чкалово	65,7	3
г. Темиртау	60,0	4	г. Экибастуз	51,5	4
г. Экибастуз	53,8	5	г. Темиртау	49,8	5
п. Созак	53,3	6	п. Созак	49,4	6
г. Усть-Каменогорск	50,0	7	г. Усть-Каменогорск	47,1	7
г. Жанаозен	33,5	8	г. Жанаозен	31,4	8
г. Щучинск	29,1	9	г. Тараз	30,2	9
г. Тараз	28,6	10	п. Боровое	25,7	10
п. Боровое	27,9	11	г. Актау	25,1	11
г. Актау	27,7	12	г. Щучинск	23,4	12

Как видно, значения показателя индекса БГКП в исследуемых пробах почвы и воды колеблются в пределах от 23,0 до 99,0 и не превышают 100,0, что соответствует умеренно опасной категории загрязненности объектов внешней среды.

Таким образом, по индексу БГКП обследуемые территории можно отнести к умеренно опасной зоне для здоровья населения.

Результаты аналогичного ранжирования территорий по выявлению *Escherichia* приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что удельный вес проб почвы и воды, содержащих E. coli в населенных пунктах также колеблется в широких пределах: от 22,0 до 87,1 %.

Из данных таблиц 2 и 3 следует, что степень обсемененности территории как будто связана с типом населенных пунктов: в поселках выше загрязненность, в городах ниже. Чтобы четко выяснить ситуацию населенные пункты разделили на три группы: крупные города – Актау, Тараз, Усть-Каменогорск (областные центры), малые города – Темиртау, Жанаозен, Экибастуз, Щучинск и поселки сельского типа: Чкалово, Глубокое, Солнечный, Созак, Боровое.

Таблица 3 – Ранжирование территорий населенных пунктов по удельному весу *Escherichia* в пробах почвы и воды

Населенные пункты	Удельный вес *E.coli* в почве (%)	№ ранга	Населенные пункты	Удельный вес *E.coli* в воде (%)	№ ранга
п.Созак	87,1	1	п.Глубокое	82,3	1
п.Глубокое	84,0	2	п.Чкалово	81,1	2
п.Солнечный	83,2	3	п.Созак	81,1	3
п.Чкалово	82,2	4	п.Солнечный	79,8	4
г.Усть-Каменогорск	81,2	5	г.Усть-Каменогорск	78,7	5
г.Темиртау	80,0	6	г.Темиртау	78,5	6
г.Актау	48,2	7	г.Актау	41,3	7
г.Экибастуз	48,1	8	г.Экибастуз	41,3	8
г.Тараз	44,3	9	г.Тараз	40,0	9
п.Боровое	35,3	10	п.Боровое	31,3	10
г.Жанаозен	32,8	11	г.Жанаозен	28,9	11
г.Щучинск	31,0	12	г.Щучинск	22,0	12

Ранжирование территорий по обсемененности бактериями проводили раздельно по типам населенных пунктов, результаты приведены в таблицах 4–6.

Таблица 4 – Ранжирование городов по индексу БГКП и удельному весу E.coli в пробах почвы и воды

Источник образцов проб	Населенные пункты	Индекс БГКП	№ ранга	Удельный вес *E.coli* в (%)	№ ранга
Почва	г.Усть-Каменогорск	50,0	1	81,2	1
	г.Тараз	28,6	2	44,3	3
	г.Актау	27,7	3	48,2	2
Вода	г.Усть-Каменогорск	47,1	1	80,2	1
	г.Тараз	30,2	2	40,0	3
	г.Актау	25,1	3	47,4	2

Как видно из данных таблицы 4, по показателю индекса БГКП в исследуемых пробах первое место по интенсивности загрязнения занимает г.Усть-Каменогорск (47,1–50,0). Второе место занимает г. Тараз (28,6–30,2) и третье – г.Актау (25,1–27,7). По показателю *E.coli* ранг № 1 принадлежит г.Усть-Каменогорску, однако г.Актау и г. Тараз поменялись рангами.

Таблица 5 – Ранжирование малых городов по индексу БГКП и удельному весу *E.coli* в пробах почвы и воды

Источник образцов проб	Населенные пункты	Индекс БГКП	№ ранга	Удельный вес *E.coli* в (%)	№ ранга
Почва	г.Темиртау	60,0	1	80,0	1
	г.Экибастуз	53,8	2	48,1	2
	г.Жанаозен	33,5	3	32,8	3
	г.Щучинск	29,1	4	31,0	4
Вода	г.Экибастуз	51,5	1	47,3	2
	г.Темиртау	49,8	2	78,3	1
	г.Жанаозен	31,4	3	33,1	3
	г.Щучинск	23,1	4	22,0	4

Как видно из данных таблицы 5, по индексу БГКП и удельному весу *E. coli* в пробах почвы и БГКП в воде, малые города по ранговому порядку расположились следующим образом: Темиртау – Экибастуз – Жанаозен – Щучинск. Однако по удельному весу *E.coli* в пробах воды г. Темиртау и г. Экибастуз поменялись ранговыми номерами.

Ранжирование сельских населенных пунктов по индексу БГКП и удельному весу *E. coli* в пробах почвы и воды приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Ранжирование поселков по загрязнению территорий микроорганизмами

Источник образцов проб	Населенные пункты	Индекс БГКП	№ ранга	Удельный вес *E.coli* в (%)	№ ранга
Почва	п.Солнечный	99,9	1	83,3	3
	п.Глубокое	83,3	2	84,0	2
	п.Чкалова	66,6	3	82,2	4
	п.Созак	53,3	4	87,1	1
	п.Боровое	27,9	5	35,3	5
Вода	п.Солнечный	89,7	1	81,1	4
	п.Глубокое	75,6	2	85,3	1
	п.Чкалово	65,7	3	81,8	3
	п.Созак	49,4	4	84,6	2
	п.Боровое	25,7	5	31,3	5

Как видно из данных таблицы 6, в сельских населенных пунктах отмечаются наиболее высокие показатели индекса БГКП и удельного веса *E.coli* в пробах почвы и воды. Причем по индексу БГКП в пробах почвы и воды ранговые номера совпадают, по удельному весу

E.coli отличаются как от результатов по индексу БГКП, так и между собой в образцах проб почвы и воды. Наиболее низкие показатели индекса БГКП и удельного веса *E.coli* в пробах почвы и воды были характерны пос. Боровое и г. Щучинску, составляющие контрольные пункты к изучаемым урбанизированным территориям.

Заключение. Таким образом, исследованиями выявлено, что изучаемые территории характеризуются значительной степенью загрязненности и интенсивности биологической нагрузки на факторы внешней среды. Однако, эти показатели неравномерны как по изучаемым регионам Казахстана, так и по населенным пунктам на территории одного региона. В целом, степень загрязненности внешней среды микроорганизмами в городах менее выражена. По сравнению с крупными городами загрязненность микробами выше в малых городах и еще выше в населенных пунктах поселкового типа. Очевидно, это связано с уровнем развития коммунальной службы, отсутствием канализации населенных пунктов, низким уровнем качества уборки территорий, соблюдения правил общественной гигиены и другими причинами, на что считаем необходимым обратить особое внимание специалистов соответствующих служб.

Литература

1. Кулкыбаев, Г. А. Процессы глобализации и проблемы медицинской экологии Республики Казахстан / Г. А. Кулкыбаев, С. М. Омирбаева // Гигиена труда и мед. экология. – 2005. – № 1 (6). – С. 4 – 13.

2. Гигиеническая оценка формирования суммарного риска популяционному здоровью на урбанизированных территориях / В. М. Баев [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 12 – 14.

3. Ревич, Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию / Б. А. Ревич. – М, 2001. – 189 с.

4. Рафиев, Х. К. Санитарно-эпидемиологическая роль воды в распространении возбудителей кишечных инфекций / Х. К. Рафиев, В. Е. Нестеренко, Н. Б. Лукьянов // Эпидемиологические и инфекционные болезни. – 2003. – № 4. – С. 12 – 14.

5. Иржанов, С. Д. Роль воды, почвы и воздуха в распространении вирусных заболеваний / С. Д. Иржанов, И. Х. Шуратов, А. А. Реймер // Здравоохранение Казахстана. – 1992. – № 1. – С. 55 – 56.

6. Санитарно-микробиологические исследования воды, почвы и воздуха // Микробиология. – 2009. – С. 207 – 210.

7. Бадашев, Е. Проблемы питьевой воды / Е. Бадашев // Экология и устойчивое развитие. – 2003. – № 10. – С. 20 – 21.

8. Шпаков, А. Е. Гигиенические принципы прогнозирования качества воды поверхностных водоемов аридных зон под влиянием рассеянных источников загрязнения / А. Е. Шпаков // Гигиена труда и мед. экология. – 2003. – № 1. – С. 51 – 58.

9. Обоснование системы гигиено-эпидемиологических критериев и показателей состояния здоровья населения, необходимых при ранжировании неблагополучных территорий: метод. пособие. – Алматы, 2011. – 96 с.

Поступила 31.05.2012

RANKING OF TOWNS AND VILLAGES IN THEIR TERRITORIES CONTAMINATION BY MICROORGANISMS

Zarkin E.Zh., Omarova M.N., Orakbay L. Zh., Shuratov I.Kh., Dzhumagalieva A.B., Tian, A.D.
Scientific Centre of Hygiene and Epidemiology Named after Kh. Zhumatov,
Almaty, Republic of Kazakhstan

The paper presents data on the contamination of soil and water by microorganisms open water of some cities and villages of Kazakhstan and ranking them according to the degree of contamination.

Keywords: external environment, ecology, biological factors, pollution, ranking.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ОТНОШЕНИИ КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ КАРЦИНОМЫ ЛЕГКОГО ЧЕЛОВЕКА А-549

*Конева И.И., * Наджарян Л.А., * Власенко Е.К., * Гутковская Д.О.*
Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, г. Минск
** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. Наночастицы серебра и углеродные нанотрубки оказывают антипролиферативное действие в отношении клеточной линии А-549, при этом количество клеток снижается в зависимости от времени культивирования. Таким образом, выявлена закономерность «доза-время-эффект» с учетом природы наноматериалов.

Ключевые слова: наночастицы серебра, углеродные нанотрубки, цитотоксическое действие.

Введение. Развитие нанотехнологий приводит к появлению все новых видов промышленных наноматериалов. В процессе жизнедеятельности человек неминуемо сталкивается с ними. Это обстоятельство не могло не попасть в поле зрения токсикологии, что дало начало новому направлению – нанотоксикологии. Огромное разнообразие наноматериалов представляет собой отличную платформу для целого ряда биологических и биомедицинских исследований. Уникальные свойства наноматериалов связаны с их размером (до 100 нм), поэтому к ним не применимы законы классической физики. Размеры наночастиц сравнимы с размерами клеточных органелл или вирусов. Использование нанотехнологий позволит лучше изучить биологические процессы, что, несомненно, откроет новые перспективы терапии различных заболеваний [1–2]. В мире ведутся активные поиски возможностей использования наноматериалов в качестве лекарств, в т.ч. и как систем доставки фармакологического препарата к ткани-мишени. Большая проблема фармакологических средств, изготовленных с применением традиционных технологий, заключается в том, что они действуют на организм в целом, например, сильнодействующие препараты для борьбы с раковыми заболеваниями оказывают негативное воздействие и на здоровые ткани. Фармакологические субстанции, «упакованные» в наночастицы, покрытые антителами, могут избирательно действовать на клетки опухоли.

Таким образом, исследования *in vitro* являются наиболее актуальными для изучения и характеристики воздействия наноматериалов на различные уровни организации живых систем. Важная составляющая таких исследований – токсикологическая оценка наночастиц, а именно выявление зависимостей доза-эффект, доза-время-эффект с учетом химической структуры, размеров, формы и физико-химических свойств наночастиц.

Целью данного исследования является установление цитотоксического действия одностенных углеродных нанотрубок (далее – УНТ) и наночастиц серебра (далее – НЧ серебра) в отношении культуры клеток карциномы легкого человека А-549.

Материал и методы исследований. Для проведения исследований использованы одностенные УНТ и НЧ серебра производства фирмы Aldrich. Содержание углерода в виде одностенных УНТ ≥70 %, диаметр 0,7–1,3 нм, длина 450-2300 нм. Способ получения: химическое осаждение из паровой или газовой среды. Содержание НЧ серебра 99,5 % (следовые количества металлов), размер частиц <100 нм. Частицы имеют органическое покрытие для дисперсии в полярном растворителе.

Культивирование клеток А-549 проводили в полимерном флаконе в среде DMEM с необходимыми добавками (10 % эмбриональная телячья сыворотка, L-глютамин, пенициллин-стрептомициновый комплекс) во влажной 5 % CO_2 атмосфере при температуре 37 °С в течение 24 часов для достижения логарифмической фазы роста [3]. Процент жизнеспособ-

ных клеток при нулевом пассаже составлял не менее 90. При пересеве клетки снимали с ростовой поверхности смесью растворов трипсина (0,25 %) и версена (0,02 %) в отношении 1:1 и суспендировали в ростовой среде. Для культивирования с наночастицами клетки высевали при редкой плотности (5000 клеток на 1 см^2) в 8 сосудах Карреля на специально изготовленных стеклянных вкладышах с квадратными (1х1 мм) ростовыми площадями, разделенными бороздками шириной 0,2 мм и глубиной 0,05 мм. Бороздки замедляют перемещение клеток из полного квадрата в другой, что обеспечивает удобство микроскопического анализа в динамике роста субкультур.

Дисперсии наночастиц готовили в 5 % ДМСО, которые подвергали действию ультразвука. УНТ вносили в конечных концентрациях 12,4 и 31 мкг/мл, а НЧ серебра – 26 и 65 мкг/мл через 24 часа после начала культивирования. После предварительного просмотра из 4-х сосудов отбирали 0,1 % ростовой среды от общего объема (по 140 мкл) и вносили в контрольные сосуды по 140 мкл раствора ДМСО (контроль 1), а в опытные по 140 мкл суспензии наночастиц в растворе ДМСО. Из оставшихся 4-х сосудов Карреля отбирали 0,25 % ростовой среды от общего объема (по 350 мкл) и вносили в контрольные сосуды по 350 мкл раствора ДМСО (контроль 2), а в опытные – по 350 мкл суспензии наночастиц в растворе ДМСО. Опыт проведен в двух повторностях.

Подсчет общего количества клеток производили с помощью инвертированного микроскопа на 0, 4 и 11 сутки культивирования. Просматривали 15 квадратов в двух сосудах Карреля.

Результаты и их обсуждение. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что НЧ серебра при концентрации 26 мкг/мл на 4-е сутки наблюдения уменьшают число клеток в культуре почти на 40 %, при концентрации 65 мкг/мл – на 75 %; на 11-е сутки при концентрации 26 мкг/мл – на 70 %, при концентрации 65 мкг/мл – на 80 % (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние наночастиц серебра в различных концентрациях на количество клеток линии А549 в культуре

Вариант опыта	Сроки наблюдения		
	предварительный просмотр	4-е сутки	11-е сутки
Контроль 1	451	780	750
НЧ серебра, 26 мкг/мл	406	469	205
Контроль 2	417	615	253
НЧ серебра, 65 мкг/мл	443	150	50

Таким образом, при обеих концентрациях наночастицы серебра снижают жизнеспособность клеток линии А549 и влияют на пролиферативный потенциал. Эффект заметен уже на 4-е сутки наблюдения.

Судя по полученным данным, 0,25 % раствор ДМСО угнетает пролиферативный потенциал клеток. Вероятно, токсический эффект, наблюдаемый при концентрации НЧ серебра 65 мг/мл на 11 сутки наблюдения, обусловлен действием как самих наночастиц, так и действием растворителя.

Результаты эксперимента при использовании углеродных нанотрубок следующие: при концентрации 12,4 мкг/мл на 4-е сутки наблюдения уменьшают число клеток в культуре только на 10 %, при концентрации 31 мкг/мл – на 70 %; на 11-е сутки при концентрации 12,4 мкг/мл – на 56 %, при концентрации 31 мкг/мл – на 90 % (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние углеродных нанотрубок в различных концентрациях на количество клеток линии А549 в культуре

Вариант опыта	Сроки наблюдения		
	предварительный просмотр	4-е сутки	11-е сутки
Контроль 1	480	735	723
УНТ, 12,4 мкг/мл	442	660	315
Контроль 2	453	684	405
УНТ, 31 мкг/мл	430	209	43

При концентрации 12,4 мкг/мл УНТ оказывают токсический эффект на клетки в культуре на 11-е сутки наблюдения, при концентрации 31 мкг/кг гибель клеток наблюдается на 4-е сутки. Как и в случае с НЧ серебра, токсический эффект, наблюдаемый при концентрации УНТ 12,4 мг/мл на 11 сутки наблюдения, обусловлен действием как самих наночастиц, так и действием растворителя.

Заключение. В результате проведенных экспериментов выявлено антипролиферативное действие НЧ серебра и УНТ в отношении клеточной линии А-549. Обнаружено, что количество клеток снижается в зависимости от времени культивирования. Таким образом, выявлена закономерность «доза-время-эффект» с учетом природы наноматериалов.

Литература

1. Taton, TA. Nanostructures as tailored biological probes / TA. Taton // Trends Biotechnol. – 2002. – N 20. – P. 277 – 279.

2. Whitesides, GM**.** The 'right' size in Nanobiotechnology / GM. Whitesides // Nature Biotechnology. – 2003. – N 21. – P. 1161 – 1165.

3. Geisenbrand, E. Methods of in vitro toxicology / E. Geisenbrand // Food and chemical toxicology. – 2002. – N 40. – P. 193 – 236.

Поступила 12.07.2012

TOXICOLOGICAL EFFECTS OF SILVER NANOPARTICLES AND CARBON NANOTUBES ON HUMAN LUNG CARCINOMA A-549

*Koneva I.I., * Najaran L.A., * Vlasenko E.K., * Hutkovskaya D.O.*

The Institute of Genetics and Cytology, NAS of Belarus, Minsk

** The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*

Silver nanoparticles and carbon nanotubes have an antiproliferative effect on cell line A-549, the number of cells decreases depending on time of exposure and concentration of nanoparticles. Thus, the pattern has been found «dose-time-response» with regard to the nature of nanomaterials.

Keywords: silver nanoparticles, carbon nanotubes, cytotoxic effect.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Корикова С.И., Миклис Н.И., Половинкин Л.В., Бурак И.И.*

Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск

** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. Полученные новые антисептики – 0,02 % раствор электрохимического натрия гипохлорита, 0,015 % раствор активированного электрохимического натрия гипохлорита и 0,01 % раствор электрохимически активированного анолита являются прозрачными, бесцветными, со слабым запахом хлора и соленым привкусом, щелочным или нейтральным водородным показателем и дают характерную реакцию на натрий и хлориды. Средства относятся к малоопасным и практически нетоксичным соединениям, не обладают местнораздражающими и кожно-резорбтивными свойствами, кумулятивным действием на уровне смертельных эффектов, в условиях натурного эксперимента не оказывают местнораздражающего и сенсибилизирующего влияния. Они являются микробиологически чистыми, характеризуются высокой антимикробной активностью в отношении стандартных тест-культур и изолятов *S. pyogenes* с фактором редукции более 5 lg.

Полученные антисептические средства можно рекомендовать для применения в клинике инфекционных болезней, в том числе, в качестве средств для полоскания и орошения ротоглотки при острых тонзиллитах.

Ключевые слова: электрохимический натрия гипохлорит, активированный электрохимический натрия гипохлорит, электрохимически активированный анолит, физико-

химические свойства, токсикологические свойства, микробиологическая чистота, антимикробная активность.

Введение. Ведущее значение в лечении инфекционной патологии принадлежит антибактериальным препаратам. Однако вследствие подавления физиологической микрофлоры кишечника и носоглотки, активации условно-патогенных микроорганизмов, развития аллергических реакций и других побочных эффектов антибиотикотерапии в настоящее время все чаще отдается предпочтение лекарственным средствам топического действия.

Особое значение топические средства имеют при терапии воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей, кожи и слизистых оболочек, в хирургической практике при промывании полостей организма. Перечень лекарственных средств для местного лечения инфекций верхних дыхательных путей достаточно широк и включает препараты, обладающие противовоспалительным, антибактериальным, противовирусным, противогрибковым, анальгезирующим, иммунокоррегирующим, дезодорирующим действием [1]. В состав этих препаратов обычно входит одно или несколько антисептических средств (хлоргексидин, гексетидин, бензидамин, тимол и его производные, спирты, препараты йода и др.), антибиотики (фузафунжин, фрамицетин, полимиксин) или сульфаниламиды, нередко в сочетании с местными анестетиками (лидокаин, тетракаин, ментол), гемостатическими и дезодорирующими средствами, реже – с кортикостероидами. В состав топических средств также могут входить природные антисептики (экстракты растений, продукты пчеловодства), синтезированные факторы неспецифической защиты слизистых оболочек, обладающие противовирусным действием (лизоцим, интерферон), витамины (аскорбиновая кислота) [1].

Главными требованиями к наносимым на слизистую оболочку препаратам являются широкий спектр антимикробного действия, включающий противовирусную и антимикробную активность, отсутствие токсического эффекта и низкая скорость абсорбции со слизистых оболочек, низкая аллергенность, отсутствие раздражающего действия на слизистую оболочку и угнетающего действия на мукоцилиарный транспорт [1].

Препараты, традиционно применяемые для местного лечения острых тонзиллитов, имеют ряд ограничений по спектру активности. Так, к йодопирону и йодонату чувствительны лишь 80 % штаммов БГСА, к фурациллину, диоксидину и роккалу – 60–70 % штаммов [1]. К тому же применение препаратов, содержащих производные йода, ограничивает их высокая аллергенность и раздражающее действие. Препараты, содержащие растительные антисептики, как правило, высокоэффективны и безвредны, но их назначение противопоказано пациентам, страдающим поллинозами, а их частота в некоторых географических зонах составляет до 20 % общей популяции [1].

К перспективным антисептическим средствам относятся электролизные растворы натрия гипохлорита, обладающие детоксицирующим и противомикробным действием. Элек-

трохимический раствор натрия гипохлорита – мощное средство детоксицирующего и противомикробного действия, вырабатывается в организме человека и является одним из главных компонентов естественных факторов дезинтеграции инфекционного агента в лейкоците. Неоспоримым преимуществом его является отсутствие канцерогенного, аллергического и токсического действия на организм при внутривенном, внутримышечном, внутрибрюшинном, подкожном и пероральном введениях. Натрия гипохлорит является антисептиком широкого спектра действия и эффективен в отношении большинства патогенных грамположительных и грамотрицательных бактерий (в том числе синегнойной и кишечной палочек), хламидий, ряда вирусов, грибов, простейших [2].

Растворы электрохимического натрия гипохлорита с содержанием активного хлора 300–600 мг/дм^3 применяют для внутривенного введения при перитоните, абсцессе легкого и эмпиеме плевры, пневмонии, остром пиелонефрите, сепсисе. Наружно растворы электрохимического натрия гипохлорита используют для лечения гнойных ран, ожогов, трофических язв, отитов, тонзиллитов, гайморитов, экзем с содержанием активного хлора 600–900 мг/дм^3. Он широко применяется в плановой гнойной хирургии и гинекологии для промываний при инфекционных гнойно-септических осложнениях [2].

В настоящее время для местного лечения инфекционно-воспалительных заболеваний, в том числе, тонзиллитов, кроме растворов электрохимического натрия гипохлорита, рекомендуется активированный электрохимический натрия гипохлорит, а также электрохимически активированный анолит. Однако, гигиеническая оценка указанных антисептиков не проводилась.

Цель работы – изучить физико-химические, токсикологические и антимикробные свойства антисептических средств для наружного применения из группы электрохимических и электрохимически активированных водно-солевых растворов натрия хлорида.

Материал и методы исследований. На разработанных электрохимических установках из 0,9 % раствора натрия хлорида изотонического для инфузий получали антисептическое средство № 1 – 0,02 % раствор электрохимического натрия гипохлорита, антисептическое средство № 2 – 0,015 % раствор активированного электрохимического натрия гипохлорита и антисептическое средство № 3 – 0,01 % электрохимически активированного анолита, которые упаковывали в стерильные бутылки для крови 400 дм^3 и укупоривали резиновыми пробками.

Выполнено 4 серии опытов. В 1-й серии у разработанных антисептиков изучали физико-химические свойства, 2-й - токсикологические свойства, 3-й - микробиологическую чистоту и 4-й - антимикробную активность. Исследования выполнены в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Республики Беларусь [1] на базе УО «Витебский государствен-

ный медицинский университет», ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» и ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

Изучение физико-химических свойств включало определение подлинности, запаха, вкуса, прозрачности, цветности, содержания активного вещества и pH в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Республики Беларусь [3].

Токсикологическое изучение указанных антисептических средств проведено на волонтерах, а также в острых и подострых экспериментах на лабораторных животных обоего пола белых крысах массой 180–230 г., кроликах массой 2,5–3,0 кг и белых мышах массой 18–25 г обоего пола в соответствии с технической нормативной правовой документацией [4].

Токсичность и опасность острого смертельного отравления при однократном внутрижелудочном и внутрибрюшинном введении средств изучалась в опытах на белых крысах. Средства животным вводили в желудок и брюшную полость в объеме 15 см3/кг массы тела. Контрольные крысы получали в эквивалентных количествах физиологический раствор. Наблюдение проводили в течение 14 суток, отмечали выживаемость животных и клинические симптомы интоксикации. По окончании эксперимента на вскрытии оценивали состояние слизистых желудка и брюшной полости.

Местно-раздражающее действие средств на слизистую глаз изучено на кроликах при однократном внесении средств в нижний конъюнктивный свод в объёме 100 мкл. В контрольной группе кроликам однократно вносили в нижний конъюнктивный свод 100 мкл физиологического раствора. Наблюдение проводили в течение 14 суток, отмечали выживаемость животных и клинические симптомы отравления. По окончании экспозиции, а также по окончании эксперимента оценивали состояние слизистых глаз.

Токсичность и опасность смертельного отравления при длительном ингаляционном воздействии средств в максимально насыщающих концентрациях изучали при статической затравке белых мышей по 2 ч в сутки на протяжении 20 дней.

Местно-раздражающие и кожно-резорбтивные свойства средств при длительном эпикутанном воздействии изучали на крысах в условиях 20-кратных по 5 раз в неделю аппликаций средств на хвосты («пробирочный» метод, ежедневная экспозиция 4 ч). Контрольным животным апплицировали в аналогичных условиях воду. Наблюдение проводили в течение 30 суток, отмечали выживаемость животных и клинические симптомы интоксикации.

Кумулятивные свойства средств при длительном внутрижелудочном введении исследованы на белых крысах, которым в возрастающих через каждые 4 дня дозах вводили изучаемые антисептические средства с первоначальным объемом 1,5 $см^3$/кг ($^1/_{10}$ от максимально введенной в остром опыте).

Токсичность средств при длительном внутрибрюшинном введении изучали на белых крысах в условиях 20-кратного по 5 раз в неделю введения средств в брюшную полость в

объеме 3 см^3/кг ($^1/_5$ от максимально введенного в остром опыте). Контрольные животные получали в эквивалентных объемах физиологический раствор. Наблюдение проводили в течение 30 суток, отмечали выживаемость животных и клинические симптомы интоксикации.

Местно-раздражающие и сенсибилизирующие свойства средств в условиях натурного эксперимента проводили на волонтерах – клинически здоровых людях обоего пола без указаний на аллергию к препаратам хлора в анамнезе. Местно-раздражающие свойства определяли с помощью аппликаций марлевых салфеток, пропитанных средствами, которые фиксировали на внутреннюю поверхность локтевого сгиба волонтеров на 24 ч. В контрольных исследованиях на локтевые сгибы волонтеров фиксировали салфетки с физиологическим раствором. Для выявления сенсибилизирующего действия марлевые салфетки, пропитанные средствами, повторно фиксировали на внутреннюю поверхность локтевого сгиба волонтеров на 24 ч с учетом реакции кожи через 24, 48 и 72 ч.

Микробиологическую чистоту антисептических средств определяли методом мембранной фильтрации на устройствах фильтровальных УФ-1. Через воронку фильтровали по 100 см^3 препарата, нейтрализатор сложного состава, затем стерильный физиологический раствор и мясо-пептонный бульон. Фильтры переносили на кровяной агар, среду Сабуро и помещали в термостат на 7 суток [5]. Контролем служила вода очищенная.

Антимикробную активность антисептиков изучали в качественном и количественном суспензионных методах в отношении стандартных тест-культур микроорганизмов *E.coli* ATCC 25922, *S.aureus* ATCC 25923, *P.aeruginosa* ATCC 27853, *P.mirabilis* ATCC 14153, *C.albicans* ATCC 10231, стандартизованных до 10^9 КОЕ/см^3 без белковой нагрузки и в присутствии 20 % лошадиной сыворотки (далее – ЛС) в течение 30 сек, 1 и 2 мин с нейтрализатором [3–5], а также в отношении *S. pyogenes* ATCC 19615 и изолятов *S. pyogenes* №№ 1, 2, 3, 4, 5, и 6, стандартизованных до 10^9 КОЕ/см^3 без белковой нагрузки и в присутствии 20 % ЛС в течение 0,5 мин и 1 мин с нейтрализатором [5]. Контролем служила вода очищенная.

Статистическая обработка данных реализована на персональном компьютере с помощью пакета статистических и графических программ MS Excel. Достоверность разницы учитывалась при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований физико-химических свойств антисептиков в *1-й серии опытов* показали, что антисептическое средство № 1 (0,02 % раствор электрохимического натрия гипохлорита) в упаковке содержало натрия гипохлорита 80 мг и натрия хлорид 0,9 % раствор до 400 дм^3. В 1 мл средства содержалось 0,2 мг гипохлорита натрия (в пересчете на активный хлор). Средство давало характерную реакцию на натрий, хлориды, гипохлорит и имело заметный запах хлора и горько-соленый привкус. Прозрачность и степень окрашивания средства не отличалась от воды очищенной, pH равнялась 8,7 ед.

Антисептическое средство № 2 (0,015 % раствор активированного электрохимического натрия гипохлорита) в упаковке содержало натрия гипохлорита 60 мг и натрия хлорид 0,9 % раствор до 400 дм^3. В 1 мл средства определено 0,015 мг гипохлорита натрия (в пересчете на активный хлор). Средство имело характерную реакцию на натрий, хлориды, гипохлорит, слабый запах хлора и горько-соленый привкус. Прозрачность и степень окрашивания средства не отличалась от воды очищенной, pH равнялась 7,1 ед.

Антисептическое средство № 3 (0,01 % раствор электрохимически активированного анолита) в упаковке содержало активного вещества 40 мг и натрия хлорид 0,9 % раствор до 400 дм^3. В 1 мл средства было 0,1 мг анолита (в пересчете на активный хлор). Средство давало характерную реакцию на натрий, хлориды, было практически без запаха хлора, с соленым привкусом, прозрачным, бесцветным с pH 6,9 ед.

Результаты исследования токсических свойств разработанных антисептиков во *2-й серии опытов* показали, что все подопытные крысы, получавшие электрохимический раствор натрия гипохлорита (средство № 1) однократно внутрижелудочно, выживали, симптомов интоксикации не выявлено. На вскрытии по окончании эксперимента состояние слизистой желудка визуально не отличалось у крыс опытных и контрольной групп, признаков раздражения не было (гиперемия 0 балов, отек 0 баллов, среднегрупповой суммарный балл выраженности гиперемии и отека – 0). При однократном внутрибрюшинном введении средства все подопытные крысы также выживали, симптомов интоксикации не зарегистрировано. На вскрытии по окончании эксперимента состояние слизистых брюшной полости визуально не отличалось у крыс опытных и контрольной подгрупп, признаков раздражения не было (гиперемия 0 балов, отек 0 баллов, среднегрупповой суммарный балл выраженности гиперемии и отека – 0).

Результаты исследования местно-раздражающего действия средств на слизистую глаз показали, что подопытные кролики, получавшие средство № 1 в указанных объемах, выживали, признаков интоксикации не наблюдалось. По окончании экспозиции и к концу эксперимента состояние слизистых глаз подопытных животных визуально не отличалось от контроля. Признаков раздражения слизистой во всех случаях не регистрировалось (гиперемия конъюнктивы 0 баллов, отек век 0 баллов, выделения из глаз 0 баллов, среднегрупповой суммарный балл выраженности гиперемии, отека и выделений – 0).

При длительном ингаляционном воздействии средства № 1 в максимально насыщенных концентрациях гибели и клинических симптомов интоксикации не отмечено. Отсутствовали проявления местно-раздражающего действия на слизистые верхних дыхательных путей (класс 0).

Результаты изучения местно-раздражающих и кожно-резорбтивных свойств средства № 1 при длительном эпикутанном воздействии показали, что на всем протяжении эксперимента признаков раздражения кожи хвостов, клинических симптомов интоксикации и гибели подопытных крыс не наблюдалось. При длительном внутрижелудочном введении средства к концу эксперимента не отмечено клинических симптомов интоксикации. Гибели подопытных животных не было, что не позволило рассчитать коэффициент кумуляции. На вскрытии по окончании эксперимента состояние слизистой желудка подопытных крыс визуально не отличалось от контроля (гиперемия 0 балов, отек 0 баллов, среднегрупповой суммарный балл выраженности гиперемии и отека – 0). Длительное внутрибрюшинное введение средства во все время эксперимента не вызвало клинических симптомов интоксикации и гибели подопытных крыс. На вскрытии по окончании эксперимента состояние слизистой брюшной полости визуально не отличалось у крыс опытных и контрольной групп, признаков раздражения не отмечалось (гиперемия 0 балов, отек 0 баллов, среднегрупповой суммарный балл выраженности гиперемии и отека – 0).

Результаты исследования местно-раздражающих свойств средства № 1 в условиях натурного эксперимента показали, что однократные нанесения его на кожу предплечья (метод «лоскутной» пробы) клинически здоровым волонтерам через 24 ч не индуцировали признаков раздражения кожи. У волонтёров после повторной фиксации салфеток со средствами через 24, 48 и 72 часа после начала аппликаций признаков отека, гиперемии, кожных высыпаний, зуда, жжения и болезненности не отмечалось (индекс сенсибилизирующей способности равен нулю).

Результаты токсикологических исследований средств № 2 и № 3 при однократном внутрижелудочном и внутрибрюшинном введениях, воздействии на слизистую глаз, при длительном ингаляционном и эпикутанном воздействии, а также в условиях натурного эксперимента достоверно не отличались от токсичности, опасности, раздражающего действия на кожу, слизистые глаз, брюшной полости, желудка и верхних дыхательных путей, кожно-резорбтивного действия, кумулятивных свойств, местно-раздражающих и сенсибилизирующих свойств на волонтерах, выявленных у средства № 1.

Результаты исследований микробиологической чистоты полученных антисептических средств в *3-й серии опытов* показали, что в 1 см^3 0,02 % раствора электрохимического натрия гипохлорита (средство № 1), 0,015 % раствора активированного электрохимического натрия гипохлорита (средство № 2), а также электрохимически активированного анолита (средство № 3) общее число бактерий и грибов составило 0, бактерии сем. *Enterobacteriaceae* – не обнаружены, *P. aeruginosa* – не обнаружены, *S. aureus* – не обнаружены.

Исследованием антимикробной активности разработанных антисептиков в *4-й серии опытов* установлено, что в качественном суспензионном тесте при применении средств №№ 1–3 в экспозиции 0,5 мин и 1 мин без белковой нагрузки отмечалось отсутствие роста

всех тест-культур микроорганизмов. При изучении антимикробной активности антисептических средств в качественном суспензионном тесте в присутствии 20 % лошадиной сыворотки средства при экспозиции 0,5 мин и 1 мин вызывали полную гибель всех исследуемых тест-культур (таблица 1). Аналогичные результаты были получены в отношении *S. pyogenes* ATCC 19615 и изолятов *S. pyogenes* № № 1–6.

В количественном суспензионном тесте среднее значение RF средства № 1 всех тест-культур без белковой нагрузки при экспозиции 0,5 мин составило 6,4 lg, медиана – 6,3, максимальное значение – 7,5, минимальное значение – 5,6. Среднее значение RF всех тест-культур при экспозиции 1 мин составило 6,6 lg, медиана – 6,4, максимальное значение – 7,7, минимальное значение – 5,6 (таблица 1).

Таблица 1 – Антимикробная активность 0,02 % раствора электрохимического натрия гипохлорита (средство № 1) в количественном суспензионном тесте без белковой нагрузки по отношению к типовым тест-культурам

Тест-культура	Наименование образца	Экспозиция 0,5 мин			Экспозиция 1 мин		
		КОЕ	lg	RF	КОЕ	lg	RF
E. coli	№ 2	14	1,2	7,5	10	1	7,7
	Контроль	5×10^8	8,7		5×10^8	8,7	
S. aureus	№ 2	100	2	5,9	52	1,7	6,2
	Контроль	$7{,}5\text{x}10^7$	7,9		$7{,}5\text{x}10^7$	7,9	
P. aeruginosa	№ 2	70	1,8	6,3	56	1,7	6,4
	Контроль	$12{,}5\times10^7$	8,1		$12{,}5\times10^7$	8,1	
P. mirabilis	№ 2	25	1,4	5,6	16	1,2	5,8
	Контроль	1×10^7	7		1×10^7	7	
C. albicans	№ 2	30	1,5	6,8	15	1,2	7,1
	Контроль	2×10^8	8,3		2×10^8	8,3	

Фактор редукции средства № 1 в количественном суспензионном тесте с добавлением 20 % ЛС в отношении использованных музейных штаммов составил в отношении *E.coli* в экспозициях 0,5 мин и 1 мин – 7,5 и 7,6 lg, *P.aeruginosa* – 6,2 и 6,4 lg, *P.mirabilis* – 5,5 и 5,9 lg, *S. aureus* – 6 и 6,1 lg, *C.albicans* – 6,5 и 6,8 lg (таблица 2).

Таблица 2 – Антимикробная активность 0,02 % раствора электрохимического натрия гипохлорита (средство № 1) в количественном суспензионном тесте в присутствии 20 % лошадиной сыворотки по отношению к типовым тест-культурам

Тест-культура	Наименование средства	Экспозиция 0,5 мин			Экспозиция 1 мин		
		КОЕ	lg	RF	КОЕ	lg	RF
E. coli	№ 2+ЛС	25	1,4	7,5	18	1,3	7,6
	Контроль	$7{,}5\times10^8$	8,9		$7{,}5\times10^8$	8,9	
S. aureus	№ 2+ЛС	100	2	6	81	1,9	6,1
	Контроль	1×10^8	8		1×10^8	8	

Продолжение таблицы 2

P. aeruginosa	№ 2+ЛС	100	2	6,2	70	1,8	6,4
	Контроль	$1,5\times10^8$	8,2		$1,5\times10^8$	8,2	
P. mirabilis	№ 2+ЛС	40	1,6	5,5	17	1,2	5,9
	Контроль	$12,5\times10^6$	7,1		$12,5\times10^6$	7,1	
C. albicans	№ 2+ЛС	50	1,7	6,5	27	1,4	6,8
	Контроль	$1,5\times10^8$	8,2		$1,5\times10^8$	8,2	

Среднее значение фактора редукции средства № 1 всех тест-культур *S. pyogenes* без белковой нагрузки при экспозиции 0,5 мин составило 6,8, медиана – 7, максимальное значение – 8, минимальное значение – 5,1 lg. Среднее значение RF всех тест-культур S. pyogenes при экспозиции 1 мин составило 6,9, медиана – 7,1, максимальное значение – 8,1, минимальное значение – 5,2 lg.

Фактор редукции средства № 1 в количественном суспензионном тесте с добавлением 20 % ЛС в отношении *S. pyogenes* АТСС 19615 в экспозициях 0,5 и 1 мин составил 6,2 и 6,9 lg, *S. pyogenes* № 1 – 6 и 6,9 lg, № 2 – 5,5 и 5,8 lg, № 3 – 5,8 и 6,1 lg, № 4 – 6,8 и 7,1 lg, № 5 – 6,9 и 7,3 lg, № 6 – 5,2 и 5,6 lg соответственно. Среднее значение RF всех тест-культур *S. pyogenes* составило 6,3, медиана – 6,3 lg

Среднее значение RF средства № 2 всех типовых тест-культур без белковой нагрузки при экспозиции 0,5 мин составило 6,5 lg, медиана – 6,3, максимальное значение – 7,4, минимальное значение – 5,9. Среднее значение RF всех тест-культур при экспозиции 1 мин составило 7 lg, медиана – 6,6, максимальное значение – 8,7, минимальное значение – 6,2.

Фактор редукции средства № 2 в количественном суспензионном тесте с добавлением 20 % ЛС в отношении использованных музейных штаммов составлял в отношении E.coli в экспозициях 30 и 60 сек – 7,4 и 7,8 lg, *P.aeruginosa* – 6,4 и 6,5 lg, *P.mirabilis* – 6,8 и 6,9 lg, *S.aureus* – 6,2 и 6,3 lg, *C.albicans* – 6,8 и 6,9 lg . Среднее значение RF всех типовых тест-культур средства № 2 при экспозиции 0,5 мин составило 6,7, медиана – 6,8, максимальное значение – 7,4, минимальное значение – 6,2. Среднее значение RF всех типовых тест-культур при экспозиции 1 мин составило 6,9, медиана – 6,9, максимальное значение – 7,8, минимальное значение – 6,3.

Фактор редукции средства № 2 тест-культур *S. pyogenes* без белковой нагрузки при экспозиции 0,5 мин был в пределах 5,8–7,7 lg, при экспозиции 1 мин – 6,2–8 lg . В количественном суспензионном тесте с добавлением 20 % ЛС средство № 2 имело RF в экспозиции 0,5 мин в отношении *S. pyogenes* АТСС 19615 5,8 lg, *S. pygenes* № 1 – 6,6 lg, № 2 – 5,7 lg, № 3 – 6 lg, № 4 – 6,9 lg, № 5 – 7 lg, № 6 – 5,3 lg. Среднее значение RF всех тест-культур *S. pyogenes* при 1 мин составило 6,6, медиана – 6,9, максимальное значение – 7,3, минимальное значение – 5,6 lg.

Результаты исследования антимикробных свойств средства № 3 показали, что в качественном суспензионном методе антисептик вызывал полную гибель стандартных тест-культур микроорганизмов в течение эксперимента. Эффективность обеззараживания (фактор редукции) – снижение количества тест-микробов в количественном суспензионном тесте средства № 3 в испытанной экспозиции в присутствии 20 % лошадиной сыворотки и без нее составил > 5 lg.

Заключение.

1. Полученные нами электрохимическим путем антисептики 0,02 % раствор электрохимического натрия гипохлорита, 0,015 % раствор активированного электрохимического натрия гипохлорита и 0,01 % раствор электрохимически активированного анолита являются прозрачными, бесцветными, со слабым запахом хлора и соленым привкусом, щелочным или нейтральным водородным показателем и дают характерную реакцию на натрий и хлориды.

2. Разработанные антисептики относятся к малоопасным соединениям (4 класс опасности, по ГОСТ 12.1.007-76) и практически нетоксичным (V класс токсичности). При однократном воздействии средства не раздражают слизистые оболочки глаз (класс ирритативного действия 0), желудка и брюшной полости. В условиях повторного эпикутанного воздействия средства не обладают местно-раздражающими свойствами (класс 0), не способны проникать через неповрежденные кожные покровы и оказывать кожно-резорбтивное действие. В условиях субхронического внутрижелудочного, внутрибрюшинного и ингаляционного воздействия в максимальных дозах средства не обладают кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов, в условиях натурного эксперимента на волонтерах не обладают местно-раздражающими и сенсибилизирующими свойствами.

3. Разработанные антисептики не содержат в 1 $см^3$ аэробных бактерий и грибов, бактерий семейства *Enterbacteriaceae,* бактерий *P. aeruginosa* и бактерий *S. aureus* и являются микробиологически чистыми.

4. Все изученные антисептические средства в присутствии белковой нагрузки и без нее характеризуются высокой антимикробной активностью в отношении стандартных тест-культур и изолятов *S. pyogenes* с фактором редукции более 5 lg.

5. Полученные антисептические средства электрохимический натрия гипохлорит 0,02 %, натрия гипохлорит электрохимически активированный 0,015 % и анолит электрохимически активированный 0,01 % по физико-химическим, токсикологическим, антимикробным свойствам и микробиологической чистоте соответствуют требованиям СанПиН 21-112-99 «Нормативные показатели безопасности и эффективности дезсредств» и Государственной фармакопеи Республики Беларусь и их можно рекомендовать для применения в клинике инфекционных болезней, в том числе в качестве средств для полоскания и орошения ротоглотки при острых тонзиллитах.

Литература

1. Лопатин, А.С. Лечение острого и хронического фарингита / А.С. Лопатин // Русский мед. журн. – 2001. - № 9. – С. 694-698.

2. Федоровский, Н.М.Непрямая электрохимическая детоксикация / Н.М. Федоровский. — М.: Медицина, 2004. - 144с.

3. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие методы контроля качества лекарственных средств / Г.В. Годовальников [и др.]; под общ. ред. Г.В. Годовальникова. – Минск: Мин. госуд. ПТК полиграфии, 2006. – Т. 1. - 656 с.

4. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: инструкция 1.1.11-12-35-2004 : утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь 14.12.2004, № 131. – Минск, 2004. – 41 с.

1. 5. Методы проверки и оценки антимикробной активности дезинфицирующих и антисептических средств: инструкция по применению № 11-20-204-2003: утв. Гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь 16.01.1997. Минск. 2003. - 41 с.

Поступила 15.08.2012

HYGIENIC ESTIMATION OF ELECTROCHEMICAL ANTISEPTIC SOLUTIONS

Korikova S.I., Miklis N.I., Polovinkin L.V., Burak I.I.

Vitebsk State Technolodical University, Vitebsk

** The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*

The purpose of this work was to study physical, toxicological, antimicrobial properties of antiseptic electrochemical and activated electrochemical solutions of sodium chlorite.

Results of researches have shown, that researched antiseptic solutions 0,02 % sodium hypochlorite, 0,015 % electrochemically activated sodium hypochlorite, and 0,01 % electrochemically activated anolyte are transparent, colourless, posses a weak smell of chlorine and salty smack, an alkaline or neutral hydrogen reaction, and also characteristic reaction to sodium and chlorides/ The researched antiseptics are not very dangerous and practically nontoxical. Solutions do not possess irritating properties, cumulative, in the conditions of natural experiment do not render irritating influence. They are microbiologically clean, characterized by high antimicrobic activity with the factor of a reduction more than 5 lg.

It is possible to recommend the researched antiseptics for application in clinic of infectious diseases, for oropharynx rinsing and irrigation for acute tonsillitis treatment.

Keywords: electrochemical sodium hypochlorite, activated electrochemical sodium hypochlorite, antimicrobial activity, toxicological activity, microbiological cleanliness.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СМЕСЕВЫХ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ И МАРКИРОВКИ

Лисовская Г.В., Ильюкова И.И., Гомолко Т.Н., Деменкова Т.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Введение в состав смесевых химических композиций более токсичных химических веществ в количестве более 10 % приводит к изменению класса опасности состава, как правило, в сторону увеличения.

Проведенные исследования на смесевых химических композициях демонстрируют необходимость более широкого исследования влияния опасных химических веществ, входящих в состав смесевых химических композиций на изменение общего класса опасности смесей в зависимости от порогового уровня содержания в них высокотоксичных химических соединений.

Ключевые слова. Смеси химических веществ, смесевые химические композиции, пороговые уровни высокотоксичных химических веществ, токсичные химические вещества, класс опасности, классификация, гармонизированная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ (СГС).

Введение. Практика использования химической продукции для повышения качества жизни получила широкое распространение в мире. Однако, наряду с положительным воздействием химическая продукция также может оказывать отрицательное воздействие на здоровье людей или окружающую среду. В результате этого целый ряд стран и организаций в течение многих лет разрабатывали законы и правила, в которых предусмотрена необходимость предоставления информации лицам, использующим химическую продукцию в виде маркировки и паспортов безопасности. С учетом имеющегося в настоящее время огромного числа видов химической продукции и изделий, ее содержащих, ни одна организация просто не в состоянии разработать отдельные правила, которые регламентировали бы использование всей этой продукции. Информация, которая предоставляется лицам, использующим химическую продукцию, позволяет идентифицировать ее, а также определять сопряженную с ее применением опасность и дает возможность принять соответствующие меры защиты в соответствии с условиями ее использования [2].

С учетом широких масштабов международной торговли химической продукцией и необходимости разработки национальных программ для обеспечения безопасности при использовании, перевозке и удалении (утилизации) этой продукции было признано, что основой для разработки таких программ может послужить подход к классификации опасности и

маркировке, согласованный на международном уровне. После того, как страны будут располагать последовательной и достоверной информацией о химической продукции, которую они импортируют или производят, можно будет создать общую инфраструктуру по контролю за воздействием химической продукции и защите населения и окружающей среды [2].

Для определения опасности для здоровья человека или окружающей среды могут использоваться испытания для определения опасных свойств, которые проводятся в соответствии с научными принципами, признаваемыми на международном уровне. Принятые в СГС критерии определения опасности для здоровья человека и окружающей среды не имеют никакого отношения к методу испытаний, что дает возможность применять различные научно обоснованные и подтвержденные в соответствии с международными процедурами и критериями подходы, которые уже предусмотрены в действующих системах определения опасности и обеспечивают получение взаимопризнаваемых данных. Методы определения опасностей, обусловленных физико-химическими свойствами химической продукции, как правило, носят более четкий характер и, как следствие, указываются в СГС. Во всех случаях условия испытания необходимо унифицировать для того, чтобы результаты, полученные по данному химическому веществу, можно было воспроизвести, а унифицированный тест обеспечивал получение обоснованных данных, которые позволили бы установить соответствующий вид опасности [2].

Для обеспечения единого подхода при классификации опасности смесей на основании СГС следует руководствоваться значением пороговых уровней (предельных концентраций) веществ, входящих в состав смесей, влияющих коренным образом на переход вещества из одного класса опасности в другой [2].

Цель исследования – определить и обосновать пороговые уровни высокотоксичных химических веществ, как критерии оценки для классификации смесевых химических композиций согласно требованиям СГС.

Материал и методы исследований. Лакокрасочные материалы отечественного синтеза (производство ОАО «Лакокраска», г. Лида, ОДО «СТК-1», г. Дзержинск, Республика Беларусь), препараты агрохимии (пестициды).

Методы исследований общепринятые в лабораторной практике: токсикологические [3–7], статистические методы; анализ данных, представленных производителем лакокрасочных материалов и препаратов агрохимии в досье на препараты и действующие вещества.

Результаты и их обсуждение. Экспериментальное определение пороговых уровней высокотоксичных химических веществ, входящих в состав смесей химических веществ на примере пестицидов и лакокрасочных материалов.

В ходе проводимой работы определены показатели острой токсичности при внутрижелудочном введении (LD_{50} per os, мг/кг) препаратов «Импакт Эксклюзив,КС», «Фенова Экстра, ВЭ» в чистом виде и при введении в смесь 1 %, 0,5 % и 0,1 % вещества 2-го класса опасности для определения порогового уровня данного вещества в исследуемой смеси, при превышении которого возможен переход смеси в более низкий класс опасности (α-циперметрин LD_{50} per os – крысы от 80 мг/кг), результаты экспериментов отражены в таблице [1].

Таблица 1 – Среднесмертельные концентрации пестицидов, при введении в смесь α-циперметрина

Препарат	Действующее вещество	Острая пероральная токсичность, LD_{50} per os, мг/кг				
		Д.в.	препарата	препарата + α-циперметрин (1 %)	препарата + α-циперметрин (0,5 %)	препарата + α-циперметрин (0,1 %)
«Импакт Эксклюзив,КС»	флутриафол карбендазим	1140 >6400	>2000	490	1020	>2000
«Фенова Экстра, ВЭ»	феноксапроп-П-этил	1940	>2000	310	254	>2000

Анализ полученных в ходе эксперимента результатов свидетельствует о том, что присутствие в смесевой продукции 3 класса опасности вещества 2 класса опасности в концентрации более 1 % не приводит к изменению ее LD_{50} и, соответственно, изменению класса опасности смеси. Так смеси, относящиеся к 3 классу опасности, при добавлении 1 % α-циперметрин по среднесмертельной дозе могут быть отнесены к 3 классу опасности при внутрижелудочном поступлении препарата.

Введение в смесевую продукцию α-циперметрина в концентрации 1 % не оказало существенного влияние на величину среднесмертельной дозы при пероральном пути поступления, чтобы перевести смесь химического вещества в другой класс опасности, что позволяет принять концентрацию более 1 % в качестве пороговой (уровня) при классификации смесевой продукции, в состав которой входят вещества 2 класса опасности.

Исследовано 5 лакокрасочных материалов ОАО «Лакокраска»: Грунт-Эмаль «Эколюкс», Эмаль ХС-75 «У», Лак НЦ-218, Лак ПФ-170, Лак ПФ-283, Грунтовка «ИмпреЛид».

По результатам проведенных экспериментов смесевые химические композиции: Грунт-Эмаль «Эколюкс», Лак НЦ-218, Лак ПФ-170, Лак ПФ-283, Грунтовка «ИмпреЛид» относятся к 4 классу опасности [1] по показателю острой внутрижелудочно токсичности (LD_{50} per os составила более 5000 мг/кг), Эмаль ХС-75 «У» к 3 классу опасности по показателю острой внутрижелудочной токсичности (LD_{50} per os составила более 3200 мг/кг). В со-

ответствии с критериями оценки по параметрам острой пероральной токсичности, принятыми в СГС данные вещества классифицируются как обладающие относительно низкой острой токсичностью (5 класс опасности).

При анализе компонентного состава определены основные вредные вещества, входящие в состав данных композиций: ацетон, о-ксилол, сольвент каменноугольный, толуол, уайт-спирит или нефрас, диоктилфталат, бутилцеллюлозольв. По параметру острой внутрижелудочной токсичности наибольшую опасность представляют бутилцеллюлозольв CAS № 111-76-2, LD_{50} per os 470 мг/кг; о-ксилол CAS № 95-47-6, LD_{50} per os 3657 мг/кг, относящиеся к 3 классу опасности. Процентное содержание опасных компонентов представлено в таблице [2].

Таблица 2 – Процентное содержание опасных компонентов

	Грунт-Эмаль «Эколюкс»	Эмаль ХС-75 «У»	Лак НЦ-218	Лак ПФ-170	Лак ПФ-283	Грунтовка «ИмпреЛид»
Бутилцеллюлозольв	до 2 %	-	-	-	-	1,5 %
о-ксилол	-	-	7–14 %	7–14 %	25 %	-

Полученные в результате анализа компонентного состава изучаемых смесей данные свидетельствуют о том, что применяемое сырье для лакокрасочной продукции, в основном, относится к 3 классу опасности по показателю острой внутрижелудочной токсичности.

При добавлении к смеси химических веществ 4 класса опасности (Грунт-Эмаль «Эколюкс», Эмаль ХС-75 «У», Лак НЦ-218, Лак ПФ-170, Лак ПФ-283, Грунтовка «ИмпреЛид» LD_{50} per os > 5000 мг/кг) вещества 3 класса опасности (бутилцеллюлозольв LD_{50} per os 470 мг/кг) до 10 % - показатель LD_{50} per os составил более 3500 мг/кг, что обусловлено токсичностью вводимого препарата близкой ко 2 классу опасности по параметру LD_{50} per os и позволяет перевести указанную смесь в 3 класс опасности по показателю острой внутрижелудочной токсичности.

Проведены эксперименты по определению пороговых уровней содержания высокотоксичных опасных химических веществ в 6 исследованных лакокрасочных материалах отечественного синтеза (Грунтовка ГФ-021 LD_{50} per os > 5000 мг/кг, Лак полуфабрикатный ЛидАлкид 53 LD_{50} per os > 5000 мг/кг, Эмаль ЭП-140 LD_{50} per os > 5000 мг/кг, Лак УраЛид LD_{50} per os – 3500 мг/кг, Грунтовка ЦикоЛид LD_{50} per os – 3952 мг/кг, Эмаль ХС-75 «У» LD_{50} per os – 3200 мг/кг,) при внутрижелудочном введении (LD_{50} per os, мг/кг) белым крысам, как исходных препаратов, так и с добавлением в смесь 1 %, 5 %, 10 % высокотоксичного химического вещества, входящего в состав данной смеси (фенол LD_{50} per os – 340 мг/кг, 2-н-бутоксиэтанол (бутилцел-

люлозольв) LD50 per os – 470 мг/кг, хлорид лития LD50 per os – от 526 мг/кг, фталевый ангидрид LD50 per os – 1530 мг/кг, эпихлоргидрин LD_{50} per os – 141 мг/кг, прпен-2-ол (спирт аллиловый) LD50 per os – от 64 до 140 мг/кг) для определения порогового уровня данного вещества в исследуемой смеси, влияющего на класс опасности в целом. Результаты экспериментов представлены в таблице [3].

Таблица 3 – Среднесмертельные концентрации лакокрасочных материалов при введении в них токсичных компонентов

Препарат	Вносимый в смесь токсичный компонент	Острая пероральная токсичность, LD_{50} per os, мг/кг				
		препарата	Вносимого компонента	препарата + токсичный компонент (1 %)	препарата + токсичный компонент (5 %)	препарата + токсичный компонент (10 %)
Грунтовка ГФ-021	фталевый ангидрид	>5000	1530	>5000	>5000	>5000
	эпихлоргидрин		141	>5000	5620	2410
Лак полуфабрикатный ЛидАлкид 53	фталевый ангидрид	>5000	1530	>5000	>5000	
	прпен-2-ол		64	>5000	4870	1520
Эмаль ЭП-140	н-бутоксиэтанол	>5000	470	>5000	4800	2080
	фенол		340	>5000	4100	2610
Лак УраЛид	фенол	3800	340	>3500	3420	2160
	прпен-2-ол		64	>3500	2950	1640
Грунтовка «ЦикоЛид»	хлорид лития	3952	526	>3500	3290	1720
	прпен-2-ол		64	>3500	1860	930

В результате проведенных исследований установлено, что в составе лакокрасочных материалов наибольшую опасность представляют компоненты 2 класса опасности, присутствующие в небольших концентрациях (0,1–15 %). При внесении в смеси лакокрасочной продукции 3 и 4 классов опасности опасных химических веществ 2 и 3 классов опасности в концентрациях до 10 % не происходило значимого изменения класса опасности по параметру острой внутрижелудочной токсичности (LD_{50} per os). При внесение в смеси лакокрасочных материалов 4 класса опасности (LD_{50} per os > 5000 мг/кг) веществ 2 класса опасности с LD_{50} per os 64–141 мг/кг наблюдалось изменение острой токсичности при внутрижелудочном введении полученной смеси на уровне LD_{50} per os от 930 до 2610 мг/кг, что соответствует 3 классу опасности [1].

Таким образом, для смесей 4 класса опасности содержание свыше 10% химических веществ 2 класса опасности с LD_{50} per os 64–141 мг/кг является пороговым уровнем содержания высокотоксических химических веществ, которые могут допускаться в исследованных смесевых композициях, при превышении которых возможно изменение класса опасности в

сторону увеличения их опасности.

Заключение. Введение в состав смесевых химических композиций более токсичных химических веществ в количестве более 10 % приводит к изменению класса опасности состава, как правило, в сторону увеличения.

Проведенные исследования на смесевых химических композициях демонстрируют необходимость более широкого исследования влияния опасных химических веществ, входящих в состав смесевых химических композиций на изменение общего класса опасности смесей в зависимости от порогового уровня содержания в них высокотоксичных химических соединений.

Литература

1. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

2. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС). – 3-е пересмотр. изд. / ООН. – Нью-Йорк и Женева, 2009.

3. OECD методы по испытанию химических веществ по показателям острой пероральной токсичности (OECD 407, 420, 423, 425).

4. Проблема нормы в токсикологии (современные представления и методические подходы, основные параметры и константы / И. М. Трахтенберг [и др.]. – М., 1991.

5. Елизарова, О.Н. Пособие по токсикологии для лаборантов / О. Н. Елизарова, Л. В. Жидкова, Т. А. Кочеткова. – М., 1974.

6. Инструкция № 1.1.11–12–35–2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: утв. МЗ РБ 14.12.2004г.

7. Экспрессные методы определения токсичности и опасности химических веществ / С. Д. Заугольников. [и др.]. – Л. : Медицина, 1978.

Поступила 18.05.2012

METHODICAL APPROACHES TO TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF MIXED CHEMICAL COMPOSITIONS FOR FURTHER CLASSIFICATION AND LABELLING

Lisovskaya G.V., Ilyukova I.I., Gomolko T.N., Demenkova T.V.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The introduction of more toxic chemicals in quantities greater than 10 % to mixed chemical compositions leads to the change of their hazard class toward increasing as a rule.

The researches carried out on the mixed chemical compositions show the need for more studies of the effects of hazardous chemicals that are part of the mixed chemical compositions on the change of the general hazard class of mixtures, depending on the threshold of highly toxic chemicals content in them.

Keywords: mixtures of chemicals, mixed chemical compositions, the threshold levels of highly toxic chemicals, toxic chemicals, hazard class, classification, Harmonized Global System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО СИНТЕЗА И ОСОБЕННОСТИ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ ТЕРЕФТАЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Петрова Т.Е., *Харникова Г.А.*

ГУ «Минский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»

**Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. Приводятся результаты эксперимента по определению концентрации веществ, поступающих в воздух рабочей зоны из продуктов терефталевого производства в анализируемых условиях технологического синтеза.

Ключевые слова: дигликольизофталат, со-ПЭТ, полиолы

Введение. Ускоряющиеся темпы производства, совершенствование технологических процессов, в том числе синтез новых продуктов терефталевого ряда, требуют дальнейшей разработки осуществления мер по оздоровлению условий труда и профилактике профессиональной заболеваемости. Следует отметить, что в комплексе производственных факторов при технологическом процессе производства новых продуктов терефталевого производства: ароматические полиэфирные полиолы ХТ-225 и ХТ-232 (полиолы ХТ-225 и ХТ-232), сополимер полиэтилентерефталата (со-ПЭТ), дигликольизофталат (ДГИ) и модификатор МБА-100 (ММБА-

100) наиболее неблагоприятным является химический фактор. Рабочие данных производств подвергаются комплексному ингаляционному и накожному воздействию ксенобиотиков.

С целью разработки научно-обоснованных гигиенических рекомендаций, соблюдение которых позволит предупредить возникновение профессиональной патологии, улучшить условия труда при широкомасштабном промышленном выпуске новых перспективных для народного хозяйства продуктов терефталевого производства, было проведено изучение степени миграции химических веществ, используемых при их синтезе в экспериментальных условиях и при опытно-промышленном получении данных соединений.

Материал и методы исследований. Прогностическую гигиеническую оценку опытно-промышленного синтеза новых продуктов (полиолов ХТ-225 и ХТ-232, со-ПЭТ, ДГИ и ММБА-100) проводили в цехе регенерации летучих и органических растворителей завода органического синтеза ОАО «Могилевхимволокно».

Экспериментальные исследования степени миграции химических веществ, выделяющихся при синтезе полиолов ХТ-225 и ХТ-232, со-ПЭТ, ДГИ и ММБА-100 проводили в температурных режимах технологического синтеза на специальной установке (рисунок 1).

Вещество помещали в стеклянную колбу с пробкой (4) и штуцерами: входным (а) и выходным (б). Колбу помещали на регулируемый нагревательный элемент (2). Производили нагревание анализируемого вещества до температуры технологического синтеза. Затем компрессором (1) подавали воздух со скоростью 5дм^3/мин через входной штуцер. При этом через выходной штуцер аэрозоль конденсации вещества поступал в затравочную камеру (3), в которой проводили замеры ингредиентов, мигрирующих из него общепринятыми методами санитарной химии (таблица 1).

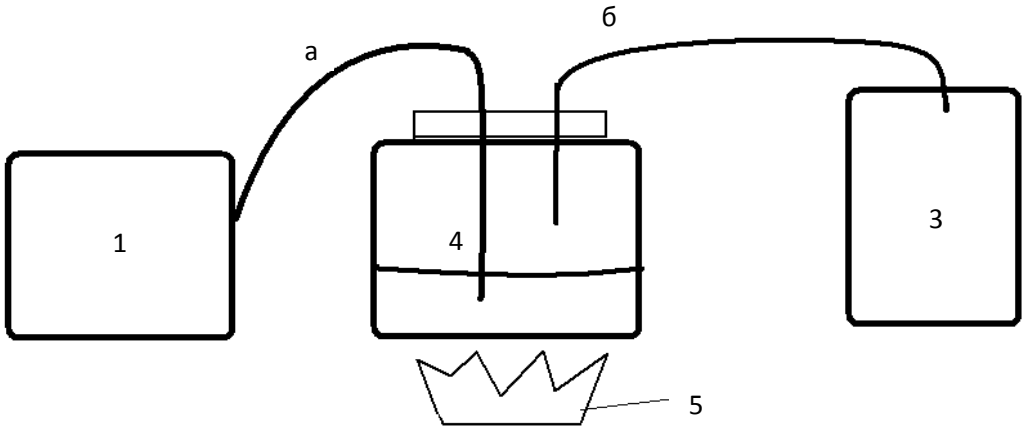


Рисунок 1. Установка для проведения экспериментальных исследований

1 - компрессор, 2 - регулируемый нагревательный элемент, 3 - затравочная камера, 4 - колба с пробкой, 5 - нагревательный элемент, а - входной штуцер, б - выходной штуцер

Таблица 1. Перечень компонентов синтеза новых продуктов терефталевого производства и методы их определения.

Исследуемые соединения	Компоненты синтеза	Методы определения
ароматические полиэфирные полиолы: ХТ-225 и ХТ-232	диэтиленгликоль триэтиленгликоль изомеры диметилового эфира терефталевой кислоты (ДМТ)	газохроматографический [1]
модификатор МБА-100	диэтиленгликоль метиловый эфир бензойной кислоты	газохроматографический [1] полярографический [2]
Дигликольизофталат (ДГИ)	этиленгликоль кислота изофталевая	газохроматографический [3] полярографический [4]
сополимер полиэтилентерефталата (со-ПЭТ)	Со-ПЭТ	гравиметрический [5]

Физико-химические свойства

1. Со-ПЭТ

Внешний вид – прозрачные гранулы от бесцветного до бледно-голубого цвета. Количество карбоксильных групп – не более 0,07 моль/кг. Массовая доля диэтиленгликоля – 1,0-1,5. Температура плавления – 241-261° С. Растворимость – не растворяется в воде. Содержание изофталевой кислоты в сополимере колеблется от 2,5 до 25%, что приводит к изменениям теплофизических свойств сополимера (таблица 2).

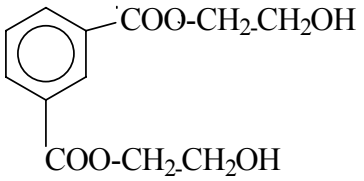
Таблица 2. Теплофизические свойства со-ПЭТ

Физико-химические характеристики	Содержание изофталатных фрагментов в со-ПЭТ, % мольные			
	0	2,5	7	25
Температура плавления, ºС	259-261	251-253	241-245	110-130
Температура кристаллизации, ºС	120-125	130-135	145-150	аморфный
Температура стеклования, ºС	75-80	70-75	68-73	60-67

2.ДГИ.

Эмпирическая формула: $C_{12}H_{12}O_6$ / $C_6H_4(COO\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH)2$

Структурная формула:



Внешний вид: в течение 15-24 ч после синтеза – вязкая бесцветная жидкость, которая кристаллизуется в мелкокристаллическую массу белого цвета. При нагревании до 100ºС и перемешивании переходит в жидкое состояние. Температура плавления 150-210°С. Растворимость: растворяется в этиленгликоле и др. органических растворителях, растворяется при нормальных условиях в воде, что обусловлено наличием в продукте свободного этиленгликоля и карбоксильных групп.

3. ММБА-100

Внешний вид: горючая жидкость. Температура плавления 200° С.

4. Полиолы ХТ-225 и ХТ-232

Структурная формула:

$$HO-R2-\left(-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R_1-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-R_2-\right)-OH,$$

где R1 и R2 – радикалы ароматических и алифатических углеводородов.

Полиол ХТ-225, внешний вид - жидкость темного цвета, молекулярная масса приблизительно 300-350.

Полиол ХТ-232, внешний вид- жидкость коричневого цвета, молекулярная масса приблизительно 450.

Полиолы ХТ-225 и ХТ-232 являются технологическими продуктами производства терефталатов, компонентный состав которых приведен в таблице 3.

Таблица 3. Компонентный состав различных марок ароматических полиэфирных полиолов

Компоненты	Марки полиолов, % масс	
	ХТ-225	ХТ-232
Остаток-3	44,9	13,8
Остаток-5	-	25,7
ДЭГ	29.3	27,3
Глицерин	15,1	-
МБА-100	10,5	6,9
Триэтиленгликоль	-	26,3

Примечания: 1) Остаток-3 - побочный продукт при получении о-, м-, п- изомеров диметилового эфира терефталевой кислоты (ДМТ).

2) Остаток-5 – остаток производства ДМТ, представляет собой смесь тяжелых ароматических углеводородов, содержащих эфиры моно- и дифенилкарбоновых кислот и ДМТ.

3) ММБА - 100 (ароматический полиэфирный полиоль + диэтиленгликоль)

4) ДЭГ - диэтиленгликоль

Результаты и их обсуждение. Процесс синтеза ДГИ состоит из ряда этапов. Исходные продукты синтеза (изофталевая кислота, этиленгликоль) из мягких контейнеров типа «Биг-Бэг» поступают по шнековым транспортерам в накопительную емкость, после подготовленная суспензия винтовыми насосами подается в этерификатор (реактор-смеситель), в котором при начальной температуре 150° С происходит разогрев смеси до 205-210° С. После завершения синтеза ДГИ перекачивается в емкость хранения для последующего синтеза дигликолевого эфира терефталевой кислоты и сополимера полиэтилентерефталата (со-ПЭТ) или отгружается потребителю.

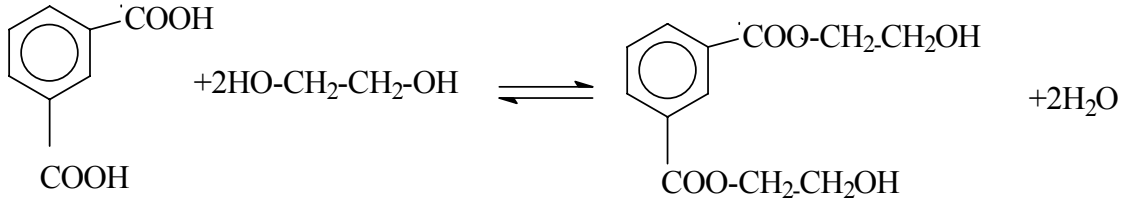


Рисунок 2. Формула-схема синтеза дигликолевого эфира изофталевой кислоты

Технологический процесс синтеза со-ПЭТ заключается в процессе сополиконденсации дигликольтерефталата дигликолевым эфиром изофталевой кислоты при температуре 220° С. В процессе синтеза образуются макромолекулы сополимера и побочный продукт реакции - этиленгликоль, удаляемый из реакционной среды с помощью вакуумирования и высокой температуры при перемешивании реакционной массы.

Со-ПЭТ отличается от гомополимера присутствием дополнительно в структуре его макромолекул звеньев изофталевой кислоты, что ведет к необходимым изменениям его физико-химических свойств, в частности, температуры плавления, стеклования, кристаллизации.

ММБА-100 получают переэтерификацией метилового эфира бензойной кислоты (побочного продукта производства диметилтерефталата) диэтиленгликолем (температура технологического синтеза 160-180° С) для дальнейшего использования в качестве исходного компонента синтеза полиолов.

Синтез ароматических полиэфирных полиолов ХТ-225 и ХТ-232 основан на реакции полипереэтерификации диэтиленгликоля с метиловым эфирами карбоновых кислот в составе кубовых остатков дистилляции производства диметилтерефталата при максимальной температуре 230 º С. В синтезе можно выделить две стадии:

- реакция переэтерификации остатка-3 диэтиленгликолем с получением смеси мономеров, сложных эфиров карбоновых кислот и диэтиленгликоля, и выделением из процесса реакционного метанола;

- реакция частичной поликонденсации смеси эфиров карбоновых кислот с удалением избытка диэтиленгликоля.

Полученный продукт в реакторе синтеза, соответствующий заданным технологическим требованиям, выгружают в промежуточную емкость для последующей отгрузки потребителю.

Исходя из представленных выше технологий синтеза новых продуктов терефталевого производства (полиолов ХТ-225 и ХТ-232, со-ПЭТ, ДГИ и ММБА-100) практически идентична (детально описана на примере ДГИ) и отличается температурными режимами и исходными компонентами синтеза.

При этом, наиболее значимыми в гигиеническом отношении являются следующие звенья технологических процессов: перекачка исходных компонентов из накопительных емкостей в реактор-смеситель, при отборе проб готовой продукции, выгрузке готовой продукции из реактора, при обслуживании емкостного оборудования и устранения неисправностей, при которых возможно загрязнения воздуха рабочей зоны готовым продуктом и исходными компонентами синтеза.

Учитывая вышеизложенное, при широком промышленном выпуске новых продуктов терефталевого производства необходимо предусмотреть усовершенствование технологического процесса путем его автоматизации и механизации, более тщательной герметизации и теплоизоляции оборудования. В частности, перекачка исходных компонентов должна осуществляться по герметичным трубопроводам в реактор-смеситель. Разлив готовой продукции необходимо осуществлять не из реактора-смесителя, а из специальной накопительной емкости, в помещении, в котором обязательно необходимо предусмотреть местную вытяжную вентиляцию. Все это позволит исключить непосредственный контакт обслуживающего персонала с технологической продукцией и будет способствовать значительному снижению загрязнения воздуха производственных помещений вредными химическими веществами.

С целью идентификации веществ, способных мигрировать в воздух рабочей зоны при синтезе продуктов терефталевого производства, была проведена серия модельных экспериментов на специальной установке (рисунок 1). При этом температурный режим был близок к технологическому. Результаты эксперимента приведены в таблице 4.

Таблица 4.— Концентрации веществ, поступающих в воздух затравочной камеры из продуктов терефталевого производства в анализируемых условиях технологического синтеза

Исследуемые соединения	Температура технологического синтеза, ºС	Анализируемый ингредиенты	Концентрация веществ в воздухе, мг/см^3
полиолы ХТ-225 и ХТ-232	230	диэтиленгликоль диметиловый эфир терефталевой кислоты	10±0,5 15±0,2
ММБА-100	180	диэтиленгликоль метиловый эфир бензойной кислоты	11±0,3 13±0,5
Дигликольизофталат	210	этиленгликоль кислота изофталевая	12±0,5 15±0,3

Как видно из таблицы 4, из ароматических полиолов ХТ-225 и ХТ-232 при температуре технологического синтеза в затравочную камеру имело место выделение диэтиленгликоля и диметилового эфира терефталевой кислоты в концентрации 10±0,5 и 15±0,2 мг/см3 соответственно. При достижении температуры синтеза (180º С) из ММБА-100 выделялись диэтиленгликоль (11±0,3 мг/см3) и метиловый эфир бензойной кислоты (13±0,3 мг/см3). При анализе паров, выделяемых при разогреве дигликольизофталата до температуры 210º С, в затравочную камеру выделялся этиленгликоль (12±0,5 мг/см^3) и изофталевая кислота (15±0,3 мг/см^3).

Заключение. В результате проведенных исследований установлено следующее.

1. При расширении масштабов производства новых продуктов терефталевого производства (полиолов ХТ-225 и ХТ-232, со-ПЭТ, ДГИ и ММБА-100) необходимо предусмотреть комплекс мероприятий технологического, санитарно-гигиенического и лечебно-профилактического характера, включающих совершенствование и герметизацию оборудования, устройство местной вытяжной вентиляции в местах отбора проб и разлива готовой продукции, механизацию процесса загрузки ингредиентов синтеза в реактор-смеситель.

2. Контроль за загрязнением воздуха рабочей зоны продуктами терефталевого синтеза следует проводить по концентрациям основных компонентов синтеза.

3. Гигиеническую регламентацию ароматических полиэфирных полиолов ХТ-225 и ХТ-232, ДГИ, МБА-100 следует проводить по исходным компонентам синтеза, а со-ПЭТ по содержанию аэрозоля готового продукта.

Литература

1. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций диэтиленгликоля и моноэтилового эфира триэтиленгликоля в воздухе рабочей зоны № 4494-

87 //Методические указания по измерению концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны / МЗ СССР. – М., 1988. - Вып. XXI. - С. 151-157.

2. Методические указания на газохроматографическое определение диметилтерефталата, метилацетата, метилбензоата, метилтолуилата, метилового и п-толуолового спиртов, п-толуолового альдегида, п - толуоловой кислоты, п-ксилола и дитолилметана в воздухе № 2314-81 // Методические указания по определению вредных веществ в воздухе / МЗ СССР. – М., 1988. - Вып. XVII. - С. 37-41.

3. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций этиленгликоля и метанола в воздухе рабочей зоны № 3999-85 от 05.11.1985 г. // Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны / МЗ СССР. – М., 1985. – Вып. XXI. - С. 317-321.

4. Методические указания по полярографическому измерению концентраций изофталевой кислоты в воздухе рабочей зоны № 3125-84 от 26.10.1984 г. // Методические указания по измерению вредных веществ в воздухе / МЗ СССР. – М., 1984. – Вып. XX. - С. 154-158.

5. Методические указания № 4436-67. Измерение концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, № 4436-67. – М., 1988.

Поступила 21.08.2012

HYGIENIC ASSESSMENT OF EXPERIMENTAL-INDUSTRIAL SYNTHESIS AND SINGULARITY OF REGULATORY ACTIVITY OF NEW TEREPHTHALATES

*Petrova T.E., *Harnikova G.A.*

Minsk region centre of hygiene, epidemiology and public health

**Republican Scientific-Practical Center of Hygiene, Minsk*

The experiment results involve measuring the concentration of substances which are released into the air of the target area from new terephthalates in the state of the technology synthesis.

Keywords: diglycol isophthalate, co-PET, polyols.

МЕТАЛЛОТИОНЕИН КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ МАРКЕР ОТРАВЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПРИ ГОРЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пыхтеева Е.Г., Большой Д.В., Свиридов В.Н., Коваль М.Г.

Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта,

г. Одесса, Украина

Реферат. В работе обосновывается гигиеническое значение тяжёлых металлов в составе летучих продуктов сгорания полимеров. Приводится оценка содержания металлов в дыме и описывается результат ингаляционной экспозиции ими организма в опыте *in vivo* на лабораторных животных. Показано, что ингаляционная экспозиция токсичными продуктами горения ПВХ лабораторных животных приводит к достоверному росту концентрации ТМ в органах-мишенях и увеличению концентрации МТН в крови, в связи с чем концентрация металлотионеинов в крови может рассматриваться как перспективный дополнительный биомаркер экспозиции тяжёлыми металлами.

Ключевые слова: полимеры, горение, тяжелые металлы, металлотионеин.

В связи с широким использованием в строительстве и на транспорте высокотехнологичных инженерных пластиков с отличными эстетическими и эксплуатационными характеристиками последние 15–20 лет возникли принципиально новые подходы к технологии производства полимерных материалов (ПМ), что дало возможность говорить о технологической революции в этой отрасли [1]. Сегодня в состав полимеров (особенно конструкционных и строительных пластиков) практически на всех производственных стадиях в значительных количествах вводятся различные добавки: инициаторы полимеризации, наполнители, стабилизаторы, пигменты, сиккативы и сшиватели, антипирены, антистатики, антифрикторы и т.д. Напротив, немодифицированные ПВХ-смолы, например, не находят практического применения.

При производстве изделий из поливинилхлорида необходимо решить как минимум две задачи: 1) устранить либо свести к минимуму влияние неблагоприятных факторов на ПВХ (деструкция при экструзии, температурных колебаниях, световой экспозиции, УФ-облучении, окислении на воздухе и т.д.); 2) изменить эксплуатационные свойства, например, повысить ударопрочность и эластичность. Первую задачу решают, используя стабилизаторы, вторую — применяя модифицирующие добавки.

Большая часть вносимых компонентов представляет собой соединения тяжёлых металлов (ТМ), причем, часто – высокотоксичных свинца и кадмия. В зависимости от типа ПМ содержание металлов в нем может достигать 5–10 % по массе, а в некоторых видах инженерных пластиков даже до 40 %. Для производства полимерных материалов используется 10 % всего добываемого на Земле кадмия и 15 % производимого в мире свинца (а если учитывать пигменты для лакокрасочных материалов, то 25 %). Рынок только лишь стеарата свинца для целей термостабилизации ПВХ оценивается в 350 тыс. тонн в год [2–3].

Исходя из вышесказанного задача нашего исследования – изучить токсическое действие ТМ в составе токсичных продуктов горения (ТПГ) ПВХ на организм лабораторных животных в эксперименте *in vivo*, а также возможность использования металлотионеина в качестве маркера ингаляционной экспозиции тяжёлыми металлами в составе ТПГ.

Материал и методы исследований. Исследовано горение ПВХ строительного назначения, применяемого для изготовления металлопластиковых окон. Методом атомно-эмиссионной спектроскопии изучено содержание ТМ в полимере, зольном остатке, газо-аэрозольной фракции (дыме). Разработана методика и создано приспособление для количественного улавливания и конденсации дыма. Методом газовой хроматографии изучен состав органических ТПГ ПВХ.

Для химико-аналитических исследований сжигание проводилось в трубчатой кварцевой печи при температуре 350 °С, диаметр 4,0 см, скорость продува воздуха – 5 л/мин., образец ПМ – ПВХ вагонка А14, масса навески – 10,0 г. Конденсацию аэрозоля осуществляли с помощью электростатического фильтра на гладкую стальную поверхность. Исследование содержания металлов проводилось с помощью атомно-эмиссионного спектрометра ЭМАС-200CCD.

Лабораторные животные – самцы белых крыс массой 180–220 г, содержавшиеся на общевиварном рационе, были разделены на 2 группы по 5 животных в каждой. 1-я группа служила контролем. Животных 2-й группы подвергли ингаляционному воздействию токсичных продуктов горения ПВХ (вагонка А14). Исследование на лабораторных животных проводилось в камере по исследованию токсичности продуктов горения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.044-89 (Система стандартов безопасности труда. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения). Газо-аэрозольные продукты горения поступали в камеру с животными. Навеска образца была подобрана таким образом, чтобы ингаляционное воздействие продуктов её сгорания в течение 30 минут не вызывало гибели животных. Уровень кислорода в затравочной камере не снижался ниже 18 %.

Через сутки после ингаляционного воздействия ТПГ ПВХ животные были выведены из эксперимента. Все манипуляции с животными проводили с соблюдением правил биоэтики. Методом атомно-абсорбционной спектроскопии были определены уровни свинца, кадмия и цинка в печени, почках и лёгких контрольных и подопытных животных. Выбор металлов был осуществлен исходя из следующих соображений:

1. Свинец является основным металлическим компонентом данного полимерного материала.

2. Кадмий является наиболее токсичным металлом, содержащимся в исследуемом полимерном материале. Также как и свинец, кадмий является типичным тяжёлым металлом.

3. Цинк не обнаружен в составе анализируемого полимера, однако он также относится к тяжёлым металлам, но является нетоксичным, а эссенциальным элементом. Цинк служит ключевым металлом ферментативной системы организма и индикатором интенсивности многих биохимических процессов.

Дополнительно в печени, почках и крови была определена концентрация металлотионеинов (далее – МТН). Методика определения МТН включала следующие стадии: получение гомогената печени в бидистилированной воде, лизата эритроцитов или разбавленного раствора плазмы крови (из расчета 1 г на 10 мл), выделение низкомолекулярной термостабильной белковой фракции выдерживанием гомогената в течение 30 мин на кипящей водяной бане после добавления 1 мл 30 %-ной ТХУ с последующим центрифугированием и фильтрованием. В фильтрат, содержащий МТН, вводили избыток соли кадмия (0,2 мл раствора Cd^{+2} с концентрацией 100 мкг/мл) и раствор выдерживали в течение не менее 4 часов для полного вытеснения цинка. Избыток несвязанного кадмия удалялся путем соосаждения с карбонатом кальция, для чего к надосадочной жидкости добавляли 1 мл 1 М раствора $CaCl_2$ и избыток (5,0 мл) 2 М раствора Na_2CO_3. Пробу центрифугировали 20 минут при 8000 об./мин. и отфильтровывали. Особенно большое значение имеет качественное отделение осадка карбоната кальция от надосадочной жидкости, т.к. малейшие примеси осадка с соосажденным кадмием вносят существенную ошибку в результаты определения. Количественное измерение связанного с МТН кадмия (который остается в надосадочной жидкости) проводится методом АЭС-ДА. Расчет концентрации МТН проводится в молях на грамм влажной ткани, исходя из данных о том, что 1 моль МТН связывает 7 моль кадмия.

Результаты и их обсуждение. Если в нормальных условиях эксплуатации металл в полимерной матрице прочно связан и, как правило, не мигрирует в окружающую среду в токсикологически значимых концентрациях, то при горении полимеров (например, при пожаре или утилизации ПМ) картина меняется кардинальным образом. В очаге возгорания полимерные материалы подвергаются окислительной термодеструкции, образуя разнообразные продукты горения. Неорганическая часть остаётся в виде золы – солей и оксидов металлов. В различных пластиках, особенно в поливинилхлоридных, зольность может превышать 50 %. Кроме того, при сжигании полимеров образуются не только твёрдые, но и газо-аэрозольные продукты горения (дым).

При термоокислительной деструкции ПВХ при температуре 350 °С выделяются оксид и диоксид углерода, хлорбензол, хлористый этилен, ряд хлорсодержащих органических соединений, идентифицировать которые методом ГЖХ не удалось, а также значительное количество хлороводорода, который способствует образованию летучих соединений многих ТМ, особенно свинца, кадмия и цинка [1–2].

Как показало исследование, конденсат дыма ПВХ-пластика представляет собой маслянистую жидкость коричневого цвета, со специфическим запахом, медленно густеющую на воздухе.

Данные определения металлов в конденсате приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание металлов в конденсате дыма ПВХ вагонки А14

№ п/п	Металл	Содержание в конденсате, мг/г	Относительное станд. отклон., S_r
1	Pb	88,0	0,017
2	Al	0,68	0,029
3	Ba	0,18	0,032
4	Cd	0,16	0,031
5	Sn	0,08	0,038
6	Mn	0,06	0,036

Как видно из таблицы, содержание свинца в конденсате составляет 88,0 мг/г, что выше, чем в исходном пластике (24,5 мг/г). То же относится и к другим металлам.

Расчёт показывает, что масса вещества, возгоняемого при горении навески ПВХ в 10 г в виде дыма, равна 270 мг, а масса свинца в ней – 24 мг. Таким образом, доля свинца, выделяющаяся в воздух при горении ПВХ, составляет 9,8 % (в указанных условиях и для данного материала).

Анализ вышерассмотренных данных позволяет предположить возможность экспозиции тяжёлыми металлами организма людей и животных, контактирующих с дымом при горении полимерных материалов. Для проверки этого предположения нами был проведен эксперимент по изучению ингаляционного воздействия газо-аэрозольной фракции продуктов горения ПМ на лабораторных животных.

В таблице 2 представлены данные о средних концентрациях некоторых ТМ в тканях печени и почек белых крыс после воздействия ТПГ ПВХ, в которой прослеживается достоверное (p<0,05) отличие в концентрациях свинца, кадмия и цинка между опытной и контрольной группами. Это различие максимально для легочной ткани.

Таблица 2 – Средние концентрации некоторых ТМ в тканях печени и почек белых крыс

Эксперимент	Содержание металлов, мг/кг		
	Zn	Cd	Pb
Почки			
Контроль	0,61±0,13	0,005±0,002	0,48±0,15
Продукты горения ПВХ	0,86±0,16	0,033±0,014	0,56±0,12
Печень			
Контроль	0,92±0,23	0,041±0,008	0,31±0,09
Продукты горения ПВХ	2,25±1,07	0,043±0,008	0,69±0,25
Лёгкие			
Контроль	0,36±0,08	0,008±0,002	0,031±0,011
Продукты горения ПВХ	0,55±0,22	0,008±0,003	0,206±0,103

Несмотря на большую разницу в абсолютных значениях концентраций ТМ, существуют определенные закономерности их изменения. О справедливости подобных предполо-

жений косвенно свидетельствуют данные таблицы 3, в которой представлены корреляционные зависимости между концентрациями пар металлов в печени и почках.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между концентрациями пар металлов в печени и почках белых крыс

	Zn-Cd	Zn-Pb	Cd-Pb
Почки	-0,70	-0,38	0,11
Печень	-0,22	-0,58	0,72

Есть основания предполагать, что имеет место комбинированное действие тяжёлых металлов и органических продуктов горения полимеров на организм, и это воздействие отличается от простой суммации эффектов.

Учитывая значимость установления механизмов токсичного действия тяжёлых металлов и сложность диагностики металлотоксикозов, продолжается поиск биомаркеров отравления. К числу возможных биомаркеров относится металлотранспортный белок металлотионеин (МТН). Металлотионеин, более 55 лет тому назад обнаруженный и охарактеризованный B.L.Vallee с сотрудниками (1957). Транспортер Cd и Zn [1] – представитель семейства многофункциональных белков, которые в организме отвечают за внутриклеточный и внеклеточный транспорт и обеспечение биодоступности Zn, а также играют центральную роль в детоксикации тяжёлых металлов и в управлении различными формами стресса. Тионеин (Т) – апопротеин МТН – является мощным акцептором Zn^{2+} и токсичных Cd^{2+}, Hg^{2+}, меньше Pb^{2+}. Константы устойчивости образующихся комплексов с токсичными металлами значительно выше, чем с Zn^{2+}, что обеспечивает их детоксикацию, а связывание цинка с тионеином обратимо (особенно в присутствии редуктаз), что обеспечивает селективную передачу цинка апоферментам при их синтезе в рибосомах. МТН млекопитающих имеет молекулярную массу 6000–7000 Da, содержит 60–68 остатков аминокислот, среди них 20 Cys, и связывает 7 эквивалентов двухвалентных ионов металлов в двух металлсодержащих кластерах, проявляя особое сродство к d_{10}-переходным металлам. Ароматические аминокислоты в составе белка отсутствуют. Все Cys встречаются в восстановленной форме и скоординированы с металлическими ионами через SH-группы, что можно наблюдать спектроскопически. Важной особенностью МТН является его индуктивный синтез при экспозиции организма токсичными тяжёлыми металлами, который регулируется на транскрипционном и посттрансляционном уровнях содержанием биодоступного цинка. При введении токсичных металлов происходит вытеснение цинка из МТН, что вызывает индукцию синтеза. Основным местом синтеза МНТ в организме теплокровных является печень, хотя МТН синтезируется и в других органах (почках, кишечнике, легких, мозге, селезёнке). Большая часть синтезированного в печени МТН

попадает в кровь и после связывания токсичных металлов транспортируется в почки для детоксикации. Повышенный уровень МТН в крови может быть использован в качестве дополнительного диагностического критерия металлотоксикоза, а наличие МТН в моче является селективным маркером металлонефропатии [1].

На рис. представлены данные о концентрации МТН в печени, почках и крови лабораторных животных. Из данных рисунка 1 видно, что имеет место достоверный рост содержания МТН в тканях печени и крови через сутки после воздействия ТПГ. Это, вероятно, вызвано наличием в продуктах горения мелкодисперсных соединений металлов, которые легко всасываются в легких, переносятся кровью в печень и вызывают вытеснение цинка из МТН, а также в ответ на оксидативный стресс, вызванный воздействием ТПГ, происходит окисление SH-групп МТН, в результате чего также появляется не связанный с МТН «свободный» биодоступный цинк, который вызывает индукцию МТН, по механизму, подробно описанному в монографии. В почках наблюдается незначительный рост средней концентрации МТН, но разница с контролем недостоверна. Вероятно, это связано с токсикодинамикой металлотранспортных процессов в организме при ингаляционном воздействии ТМ.

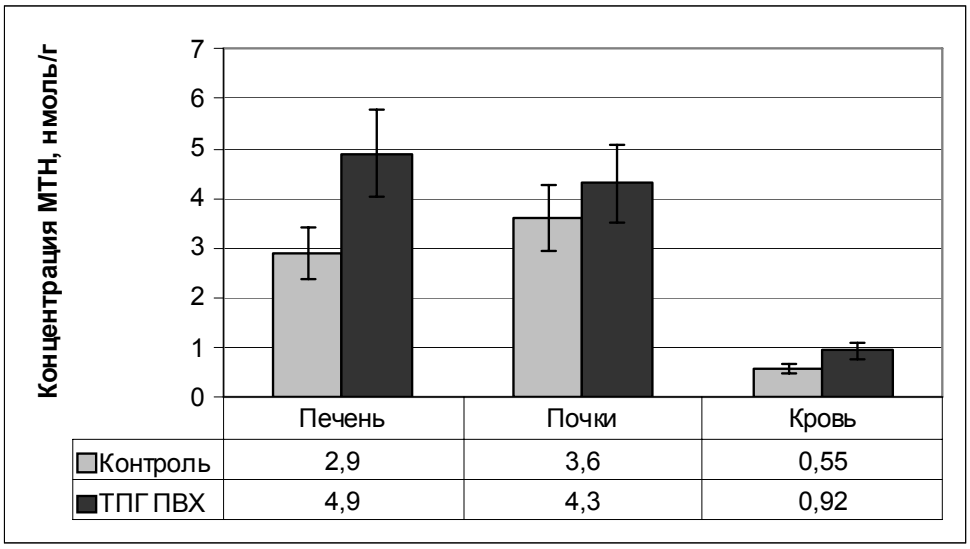


Рисунок 1 – Концентрации МТН в тканях лабораторных животных

Как видно из сравнения данных, представленных на рисунке 1 и в таблице 2, рост концентрации ТМ в органах мишенях сопровождается достоверным ростом концентрации МТН в крови, что может быть использовано в качестве дополнительного биомаркера при диагностике металлотоксикозов.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено следующее.

1. При горении ПВХ материалов в газо-аэрозольную фракцию в токсикологически значимых концентрациях выделяются тяжёлые металлы, многие из которых высокотоксичны.

2. Ингаляционная экспозиция токсичными продуктами горения ПВХ лабораторных

животных приводит к достоверному росту концентрации ТМ в органах-мишенях и увеличению концентрации МТН в крови.

3. Концентрация металлотионеинов в крови может рассматриваться как перспективный дополнительный биомаркер экспозиции тяжёлыми металлами.

4. Профессиональные группы, связанные с утилизацией ПМ путем сжигания, пожарные-спасатели и другие категории, связанные с работой с полимерами при высоких температурах, должны рассматриваться как группа риска по экспозиции тяжёлыми металлами, и состояние их здоровья должно контролироваться в порядке текущего санитарного надзора с обязательным контролем содержания ТМ в крови.

Литература

1. Ушмарин, Н. Ф., Влияние технологических добавок CALSEC на свойства резин // Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем : сб. тезисов науч.-практ. конф. / Е. С. Григорьева, А. Ю Плеханова., Н. И. Кольцов. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2011.– 155 с.

2. . Зотов, Ю. Л. Исследование процесса синтеза стеарата свинца. / Ю. В. Попов, Е. В. Золотарева, Е. А. Куляева // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2011. – 192 с. – Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. – Вып. 8. – № 2(75). – С. 174 – 177.

3. Уилки, Ч. Поливинилхлорид / Ч.Уилки, Дж. Саммерс, Ч.Даниэлс (ред.); пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб. : Профессия, 2007. – 728 с.

4. Роль тяжёлых металлов в токсичности продуктов горения полимерных материалов. Оценка экспозиции пожарных-спасателей соединениями тяжёлых металлов / Е. Г. Пыхтеева [и др.] // Вестн. гигиены и эпидемиологии. – 2011. – Т. 15, № 1. – С. 53 – 57.

5. Большой, Д. В. Металлы в полимерных материалах как гигиеническая проблема Д. В. Большой // Сучасні проблеми токсикологіі. – 2011. – № 5 (55). – С. 164 – 165.

6. Margoshes, M. A cadmium protein from equine kidney cortex / M. Margoshes, B. L. Vallee // J. Am. Chem. Soc. – 1957. – Vol. 79 (17). – P. 4813 – 4814.

7. Шафран, Л. М. Металлотионеины / Л. М. Шафран, Е. Г. Пыхтеева, Д. В. Большой; под ред. проф. Л. М. Шафрана. – Одесса : Издательство «Чорномор'я», 2011. – 428 с.

Поступила 15.06.2012

METALLOTHIONEIN AS A POTENTIAL MARKER OF HEAVY METAL POISONING WHEN POLYMER MATERIALS BURNING

Pykhteeva E.G., Bolshoy D.V., Sviridov V.N., Koval M.G.
Ukrainian Research Institute of Transport Medicine, Odessa, Ukraine

In the paper, the hygienic significance of heavy metals in the volatile combustion products of polymers is grounded. The metal content in the smoke has estimated, and the result of inhalation exposure of the organism in *in vivo* experiments on laboratory animals has described. It is shown that inhalation exposure of toxic PVC combustion products in laboratory animals leads to a significant increase in the concentration of heavy metals in target organs and increase the concentration of MTN in the blood, and therefore the concentration of metallothioneins in the blood can be considered as a promising additional biomarker of heavy metal exposure.

Keywords: polymers, combustion, heavy metals, metallothionein

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕПАРАТА ДЛЯ ПРЕДУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАПСА «ГРИПИЛ»

Соболь Ю.А., Половинкин Л.В., Эрм Г.И., Чайковская И.А., Богданов Р.В.
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В статье приведены результаты токсиколого-гигиенических исследований препарата для предуборочной обработки рапса «Грипил», разработанного белорусскими учеными. По результатам экспериментов показано, что препарат относится к малоопасным веществам, оказывает слабое раздражающее действие на слизистые оболочки и кожные покровы, не обладает кумулятивными свойствами на уровне смертельных эффектов, а также в умеренной степени сенсибилизирует организм.

Ключевые слова: грипил, предуборочная обработка рапса, токсиколого-гигиеническая оценка.

Введение. После распада Советского Союза и образования на его территории независимых государств Республика Беларусь лишилась гарантированного снабжения многими промышленными и продовольственными товарами, в том числе и растительным маслом. Республика Украина, южные государства, поставлявшие в Беларусь подсолнечное и хлопковое масло, установили границы, таможни, на которых зорко следят за вывозом продовольственной продукции. Из-за этих и других причин обеспечение населения Беларуси растительным маслом значительно ухудшилось.

Было время, когда Беларусь производила растительное масло из семян льна. Однако льняное масло не выдержало конкуренции с дешевым подсолнечным и хлопковым, ибо урожайность семян льна с гектара посевов небольшая, выход масла низкий, поэтому себестоимость производимой продукции внушительная.

Выход надо искать в выведении и внедрении в производство высокоурожайных новых масличных культур. Как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт, самой продуктивной и стабильной по урожайности масличной культурой является рапс. Цель его посевов – укрепление кормовой базы, получение наибольшего количества зеленой массы для подкормки скота. По содержанию кормовых единиц и перевариваемому протеину он более чем в два раза превосходит бобы, горох, кукурузу. Он не имеет себе равных и по такому показателю, как разнообразие и сбалансированность аминокислот. Выгоден рапс хозяйствам и тем, что государство отоваривает его зерно комбикормом.

Широкомасштабное использование в сельском хозяйстве рапса ставит перед производителями важную задачу по получению максимальных урожаев и снижению себестоимости получаемой продукции. В этом аспекте весьма актуальным является использование в сельском хозяйстве с целью минимизации растрескивания стручков и потери урожая рапса перед и во время уборки средств для предуборочной обработки рапса, технология которого разработана НИИ ФХП БГУ.

Материал и методы исследований. Сырьем для получения препарата «Грипил» являются канифоль сосновая, скипидар и неонол. Допускается замена неонола на другие поверхностно-активные вещества при условии обеспечения физико-химических показателей получаемого препарата Грипил в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели Грипила

Наименование показателя	Норма
1	2
Внешний вид	Вязкая жидкость зеленовато-коричневого цвета с запахом сосновой смолы
Плотность при 20 °С, г/см^3	0,92–0,98
pH 1 % водной эмульсии, ед. pH	4,0
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм^2/с	60–90
Температура вспышки, °С, не ниже – в закрытом тигле – в открытом тигле	 35 40
Температура застывания, °С, не выше	-20
Температура текучести, °С, не выше	-15
pH водной эмульсии	4–7
Содержание летучих веществ, %	30–36
Содержание нелетучих веществ, %	64–70

Возможность загрязнения воздуха рабочей зоны: при нарушении герметичности оборудования и коммуникаций, при авариях и неисправностях возникает опасность загрязнения воздуха производственных помещений парами и аэрозолью применяемых при изготовлении Грипила химических веществ, а также кожных покровов работающих.

Токсиколого-гигиенические исследования Грипила проводили согласно требованиям Инструкции 1.1.11-12-35-2004 [1]. Схема токсиколого-гигиенических исследований включала: изучение параметров острой токсичности при однократном поступлении в желудок; оценку раздражающего действия на слизистые оболочки глаз; оценку местно-раздражающих и кожно-резорбтивных свойств («пробирочный метод»); исследования кумулятивных свойств Грипила (метод Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича), оценку сенсибилизирующих свойств Грипила на белых мышах при внутрикожном введении.

Для оценки токсического действия Грипила по окончании субхронического эксперимента использовали комплекс физиологических, гематологических и биохимических методов [2–5].

Полученные в опытах материалы для оценки достоверности подвергали статистической обработке общепринятыми методами вычисления среднеарифметических (M), средних ошибок (m) по отношению к параллельному контролю. Различия между сравниваемыми средними считали достоверными при $p<0,05$. При этом использовали пакет прикладных программ «Microsoft Excel» и «Statistica 6.0».

Результаты и их обсуждение. *Изучение параметров острой токсичности при однократном поступлении в желудок.* Оценка острой токсичности Грипила проведена на белых крысах. Грипил вводили животным в нативном виде однократно, внутрижелудочно с помощью иглы-зонда в объемах – 1.0, 1.5 и 2.0 мл / 200 г. массы белых крыс (дозы соответственно – 5000.0, 7500,0 и 10000,0 мг/кг). Динамику выживания и развития явлений интоксикации регистрировали в течение 14 суток. В ходе проведенного эксперимента установлено, что введение Грипила вызвало частичную гибель животных: доза 5000.0 мг/кг – гибель 2-х животных из 6; 7500,0 мг/кг – 3 из 6; 10000,0 мг/кг – 5 из 6. DL_{50}, рассчитанная экспресс-методом, составила 6577 мг/кг. Таким образом, Грипил не представляет потенциальной опасности при внутрижелудочном поступлении в организм, т.к. относится к IV классу опасности (вещества малоопасные) по ГОСТ 12.1.007-76 [4].

Оценка раздражающего действия на слизистые оболочки глаз. Внесение 50–100 мкл Грипила в нижний конъюнктивальный свод глаз кроликов после инстилляции приводит к развитию слезотечения и минимальному количеству выделений в углу глаза, проходящих в течение 1 суток после воздействия без промывания водой. Следовательно, в условиях однократного воздействия на слизистые оболочки Грипил оказывает слабое раздражающее действие на слизистые оболочки (1 класс).

Оценка местно-раздражающих и кожно-резорбтивных свойств. Исследование местно-раздражающего и кожно-резорбтивного действия проводили в условиях 20-кратного (по 5 раз в неделю) нанесения Грипила на $^{2}/_{3}$ поверхности кожи хвостов белых крыс (экспозиция – 4 часа). Контрольным животным апплицировали в эквивалентных объемах воду. В ходе проведенных экспериментов установлено, что на местах соприкосновения с препаратом отмечена слабая гиперемия (1 балл). Сухости, изъязвлений и прочих проявлений раздражения не отмечено. Статистически значимых изменений объема хвостов не регистрируется. По ходу проведения эксперимента Грипил клинических симптомов интоксикации и гибели животных не вызывает. Изученные в эксперименте морфофункциональные показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфофункциональные показатели белых крыс после повторных эпикутанных аппликаций на кожу хвостов Грипила, M±m (n_1=n_2 = 7)

Изучаемые показатели	Контроль	Опыт
Масса, г	216,7±4,41	216,0±4,28
Масса, г (10 суток)	248,3±8,33	257,3±5,64
Масса, г (забой)	257,0±8,42	269,2±6,51
Объем хвостов, мл (исходный)	4,55±0,04	4,70±0,05
Объем хвостов, мл (забой)	4,63±0,05	4,72±0,07
Относительные коэффициенты массы внутренних органов, кг$^{-3}$/кг:		
Сердце	3,51±0,11	3,26±0,05
Печень	27,21±0,96	27,36±0,36
Селезенка	4,82±0,29	4,31±0,14
Легкие	8,11±0,12	7,91±0,22
Почки	6,32±0,28	6,59±0,17
Гематологические показатели периферической крови:		
Гемоглобин, г/л	138,3±2,20	137,3±1,61
Эритроциты, 10^{12}/л	4,81±0,15	4,94±0,06
Цветовой показатель	0,83±0,00	0,83±0,00
Лейкоциты, 10^{9}/л	15,33±0,77	14,77±0,63
Морфологический состав лейкоцитов (лейкограмма), %:		
Сегментоядерные нейтрофилы	25,00±1,24	23,00±0,86
Эозинофилы	1,00±0,00	1,33±0,21
Моноциты	1,00±0,00	1,00±0,00
Лимфоциты	73,00±1,24	74,50±0,92
Биохимические показатели крови:		
Глюкоза, мМоль/л	3,72±0,16	3,72±0,16
Мочевина, мМоль/л	4,11±0,06	4,16±0,06
Хлориды, мМоль/л	87,22±1,50	86,18±1,15
Белок, г/л	66,72±2,53	65,43±2,10
Липиды, г/л	2,20±0,12	2,30±0,11
АЛТ, мккат/л	0,10±0,00	0,10±0,00
АСТ, мккат/л	0,13±0,01	0,13±0,01

Изучаемые показатели	Контроль	Опыт
Показатели функционального состояния почек:		
Диурез, $л^{-3}$/сут.	4,37±0,48	4,33±0,54
pH мочи	8,00±0,00	8,00±0,00
Содержание мочевины в моче, мМоль/л	473,7±16,17	459,3±19,62
Экскреция мочевины с мочей, мМоль/сутки	2,03±0,15	1,94±0,17
Содержание хлоридов в моче, мМоль/л	95,57±0,99	96,53±1,73
Экскреция хлоридов с мочей, мМоль/сутки	0,42±0,05	0,42±0,05
Содержание белка в моче, г/л	0,14±0,01	0,15±0,02
Экскреция белка с мочей, г/сутки	0,58±0,03	0,58±0,02

Как видно из таблицы 2, длительное эпикутанное воздействие Грипила не вызывает изменений в приросте массы тела, относительных коэффициентов массы внутренних органов, гематологических (гемоглобин, эритроциты, цветовой показатель, лейкоциты, лейкограмма) и биохимических показатели крови (глюкоза, мочевина, хлориды, белок, липиды, АЛТ, АСТ) подопытных животных по сравнению с контролем. Макроскопически внутренние органы опытных крыс не отличались от таковых у контрольных животных.

Исследования кумулятивных свойств. Кумулятивные свойства изучены методом Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича (1984) в условиях 30 суточного (по 5 раз в неделю) введения Грипила в желудок белых крыс в дозе 658 мг/кг (1/10 от установленной в остром опыте величины DL_{50}). Контрольные животные получали воду в эквивалентных количествах. На протяжении всего эксперимента гибели и видимых признаков интоксикации подопытных животных не отмечалось, что не позволило рассчитать коэффициент кумуляции.

Морфофункциональные показатели, использованные при изучении кумулятивных свойств Грипила, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Морфофункциональные показатели после 30-суточных введений в желудок белых крыс Грипила, M±m (n_1=n_2 = 7)

Изучаемые показатели	Контроль	Опыт
Масса, г	214,3±3,17	223,6±2,61
Масса, г (10 суток)	253,14±2,82	248,6±6,34
Масса, г (забой)	267,4±3,85	257,9±7,36
Относительные коэффициенты массы внутренних органов, $кг^{-3}$/кг:		
Сердце	3,47±0,09	3,18±0,07
Печень	28,36±1,21	29,86±0,59
Селезенка	4,05±0,15	4,11±0,37
Легкие	8,39±0,71	9,07±0,68
Почки	6,39±0,34	6,35±0,16
Желудок	5,87±0,22	6,34±0,21

Изучаемые показатели	Контроль	Опыт
Гематологические показатели периферической крови:		
Гемоглобин, г/л	140,0±1,56	139,6±1,38
Эритроциты, 10^{12}/л	5,00±0,07	4,99±0,05
Цветовой показатель	0,83±0,00	0,83±0,00
Лейкоциты, 10^{9}/л	14,31±0,53	15,31±0,79
Морфологический состав лейкоцитов (лейкограмма), %:		
Сегментоядерные нейтрофилы	23,43±0,78	23,86±1,03
Эозинофилы	1,14±0,14	1,43±0,20
Моноциты	1,00±,00	1,29±0,18
Лимфоциты	74,43±0,78	73,43±1,04
Биохимические показатели крови:		
Глюкоза, мМоль/л	4,01±0,13	3,86±0,17
Мочевина, мМоль/л	4,14±0,06	4,76±0,14*
Хлориды, мМоль/л	86,31±1,59	85,80±1,22
Белок, г/л	62,76±1,98	62,76±1,98
Липиды, г/л	2,16±0,06	2,39±0,18
АЛТ, мккат/л	0,10±0,00	0,10±0,00
АСТ, мккат/л	0,14±0,01	0,13±0,00
Показатели функционального состояния почек:		
Диурез, $л^{-3}$/сут.	3,66±0,28	4,17±0,29
pH мочи	8,29±0,18	8,14±0,14
Содержание мочевины в моче, мМоль/л	475,7±15,20	467,4±13,63
Экскреция мочевины с мочей, мМоль/сутки	1,71±0,08	1,92±0,08
Содержание хлоридов в моче, мМоль/л	96,77±1,40	99,09±2,06
Экскреция хлоридов с мочей, мМоль/сутки	0,36±0,03	0,41±0,03
Содержание белка в моче, г/л	0,16±0,01	0,13±0,01
Экскреция белка с мочей, г/сутки	0,56±0,01	0,55±0,03
Примечание — * — Статистически значимые различия при p<0, 05		

Исходя из данных, приведенных в таблице 3, можно заключить, что при внутрижелудочном поступлении Грипила отмечается достоверное (p<0,05) увеличение содержания мочевины в крови, что может свидетельствовать о наличии у Грипила функциональной способности к накоплению , отмечается кумулятивный эффект.

Длительное внутрижелудочное поступление Грипила не вызывает изменений в приросте массы тела, относительных коэффициентов массы внутренних органов, гематологических (гемоглобин, эритроциты, цветовой показатель, лейкоциты, лейкограмма) и биохимических показателей крови (глюкоза, хлориды, белок, липиды, АЛТ, АСТ) подопытных животных по сравнению с контролем.

Не выявлено достоверных изменений и со стороны относительных коэффициентов массы внутренних органов опытных крыс по сравнению с контролем. Макроскопически внутренние органы опытных крыс не отличались от таковых у контрольных животных.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно констатировать, что Грипил при повторном введении в желудок не обладает кумулятивными свойствами на уровне смертельных эффектов. Полученные результаты свидетельствуют о слабой кумулятивной активности Грипила. Коэффициент кумуляции – больше 5.

Оценка сенсибилизирующих свойств. Аллергенную активность Грипила изучали в соответствии с [1] на модели воспроизведения сенсибилизации внутрикожным введением в основание хвоста белых мышей по 60 мкл раствора препарата в дозе по 100 мкг в смеси 1:1 с полным адьювантом Фрейнда (далее – ПАФ). Контрольным животным аналогично вводилась смесь физиологического раствора и ПАФ.

Выявление аллергизации проводили на 6-е сутки опыта провокационным внутрикожным тестом опухания лапы мыши (далее – ВТОЛ) при введении в апоневроз задней лапы животных контрольной и опытной групп разрешающей дозы препарата (по 130 мкг на животное). Измерение проводили до и через 24 часа после введения раствора препарата.

Исследованиями установлено, что у опытных животных при внутрикожном тестировании в апоневроз задней лапы, уровни внутрикожной провокационной пробы по абсолютному показателю ВТОЛ превышали таковые в контроле более чем в 2 раза (таблица 4), а среднегрупповые величины имели различия при $p<0,01$. В то же время интегральные относительные показатели (в баллах) ВТОЛ были положительными у менее половины опытных животных (4 из 12) со статистически достоверными различиями между среднегрупповыми показателями ВТОЛ в опыте и контроле ($p<0,05$).

Таблица 4 – Показатели аллергизации белых мышей, сенсибилизированных Грипилом

Препарат, показатель	Стат. велич.	Группы сравнения	
		контроль (п=12)	опыт (п=12)
- ВТОЛ, в 10^{-2} мм	M±m	3,33±0,85	8,23±1,65**
	δ	2,93	5,72
	t	-	2,97
- в баллах	H	0/12	4/12
	M±m	0	0,33±0,14*
	δ	-	0,49
	t	-	2,35

Примечания:
1. * — Статистически достоверные различия с соответствующим контролем при $p<0,05$ по критерию t Стьюдента.
2. ** — Статистически достоверные различия с соответствующим контролем при $p<0,01$ по критерию t Стьюдента.
3. Н — числитель – количество животных со сверхнормативными показателями, знаменатель – всего в опыте.

Выявление положительных кожных аллергических реакций у менее половины опытных животных при статистической достоверности среднегрупповых величин в опыте и контроле по критерию t ($p<0,05$), позволяет сделать вывод, что препарат Грипил обладает умеренной аллергенной активностью (3 класс аллергенной опасности).

Заключение. На основании проведенных комплексных токсиколого-гигиенических исследований препарата для предуборочной обработки рапса «Грипил» можно сделать следующие выводы.

– в условиях острого внутрижелудочного воздействия препарат для предуборочной обработки рапса «Грипил» можно отнести к малоопасным веществам (4 класс опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76);

– препарат для предуборочной обработки рапса «Грипил» оказывает слабое раздражающее действие на слизистые оболочки – 1 класс по выраженности ирритативного действия. В условиях повторного нанесения на неповрежденные кожные покровы крыс препарата для предуборочной обработки рапса «Грипил», который, не оказывая общетоксического действия, способен вызывать слабое раздражающее действие на кожные покровы белых крыс, что позволяет его отнести к 1 классу по выраженности местного раздражающего действия:

– препарат для предуборочной обработки рапса «Грипил» не обладает кумулятивными свойствами на уровне смертельных эффектов. Полученные результаты свидетельствуют о его слабой кумулятивной активности. Коэффициент кумуляции – больше 5;

– препарат для предуборочной обработки рапса «Грипил» обладает умеренной сенсибилизирующей способностью (3 класс аллергенной опасности).

По результатам проведенных исследований производителю даны рекомендации по безопасному производству и применению препарата для предуборочной обработки рапса «Грипил», что позволило начать выпуск данного препарата после их внесения в технические условия.

Литература

1. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. – Минск., 2004. – 43 с.

2. Зяббарова, С.А. Весовые коэффициенты как показатель воздействия факторов малой интенсивности / С. А. Зяббарова, М. Н. Куклина // Труды ЛСГ МИ. – Л., 1974. – Т.105. – С. 26 – 28.

3. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике / В. С. Камышников. – Минск: Беларусь. – 2000. – Т.1. – С. 179 – 183, 196 – 197, 280 – 289, 295 – 303, 382 – 389.

4. Колб, В. Г. Справочник по клинической химии / В. Г. Колб, В. С. Камышников.- Минск. : Беларусь, 1982. – С. 80 – 89, 202 – 203.

5. Меньшиков, В. В. Лабораторные методы исследования в клинике: справочник / В. В. Меньшиков. – М. : Медицина, 1987. – С. 230 – 234, 240 – 241.

6. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; Введ. 01.01. 1977. – М. : Госстандарт СССР, 1977. – 22 с.

7. Шумская, Н. И. К оценке функционального состояния почек у крыс при отравлении промышленными веществами / Н. И. Шумская, Н. В. Карамзина // Токсикология новых промышленных химических веществ. – М. : Медицина, 1966. – Вып. 8. – С. 14 – 17.

Поступила 15.06.2012

TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC STUDIES OF THE PREPARATION FOR PRE-HARVEST TREATMENT OF THE RAPE «GRIPIL»

Sobol Yu.A., Polovinkin L.V., Erm G.I., Chaykovskaya I.A., Bogdanov R.V.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The results of toxicological and hygienic studies of the preparation for pre-harvest treatment of the rape «Gripil» developed by Belarusian scientists have been presented in the paper. The results of the study showed that the preparation belongs to low-risk substances, has little irritating effect to mucous membranes and skin, has no cumulative properties at the level of lethal effects, as well as moderately possesses sensibilized ability.

Keywords: Gripil, pre-harvest treatment of rape, toxicological and hygienic assessment.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНО ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Стельмах В.А., Власенко Е.К.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г.Минск

Реферат. В статье приводятся некоторые концептуальные принципы гигиенического нормирования аварийно опасных химических соединений в объектах окружающей среды при химических катастрофах. Одним из основных токсиколого-гигиенических критериев оценки поражающего действия ксенобиотиков при химических авариях предлагается использовать гигиенический норматив – аварийный предел воздействия. Рассматриваются под-

ходы к методическому обеспечению токсиколого-гигиенической регламентации токсикантов для периода чрезвычайной ситуации химического генеза.

Введение. Современная ситуация по обращению потенциально опасных химических веществ в Беларуси достаточно сложная [1]. В связи с этим токсиколого-гигиеническое обеспечение деятельности национальной санитарно-эпидемиологической службы в приоритетном для нее направлении – гигиенической профилактики химических интоксикаций, связанных с оборотом ксенобиотиков, является чрезвычайно актуальным. Данный концептуальный подход распространяются и для условий чрезвычайных ситуаций, связанных с массивным выбросом/сбросом аварийно опасных химических соединений в окружающую среду. Совершенствование санитарного законодательства для условий жизнедеятельности в чрезвычайных ситуаций химического генеза возможно путем введения оригинального для практики санитарной службы гигиенического норматива – аварийного предела воздействия [2–3]. Такого рода гигиеническое нормирование для воды, воздуха рабочей зоны и атмосферы применяется в Российской Федерации, в первую очередь для решения медико-санитарных вопросов уничтожения химического оружия [4].

Результаты и их обсуждение. Аварийный предел воздействия (далее – АПВ) опасных химических веществ на незащищенного человека – максимально допустимый уровень загрязнения (заражения) воздуха, поверхности (объема) кожи, воды и других объектов опасными химическими веществами, не вызывающий патологических изменений в организме за определенный промежуток времени [5]. Данный показатель отражает тот уровень воздействия химических факторов, который (при поступлении в строго ограниченных по времени рамках) способен вызывать у подвергнутого воздействию населения только минимальные сдвиги в функциональном состоянии организма, не приводящие в последующем к развитию заболеваний химической этиологии. АПВ применяется только в аварийных очагах химического загрязнения и вводится только на строго ограниченный срок.

Аварийный предел воздействия химических соединений в объектах окружающей среды – это индикатор, отображающий уровень содержания ксенобиотика в окружающей среде, превышение которого может способствовать развитию у людей проявлений химической болезни [2]. При концентрациях вредного химического агента на уровне или ниже величины АПВ с большой долей вероятности в очаге поражения не будут наблюдаться массовых отравлений.

В качестве иллюстрации этого положения приводится таблица и рисунок, отображающие социально значимые критерии оценки уровней химического воздействия аварийно опасных химических соединений (далее – АОХС) на население (во время химической катастрофы и вне ее).

В данном контексте становится очевидным, что применительно к условиям минимизации последствий химической аварии, необходимо располагать количественными характеристиками нахождения в объектах окружающей среды аварийно опасного химического соединения в диапазоне: от начально средне действующей концентрации/дозы ($CPr_{50}t$ или $DPr_{50}t$) до предельно допустимой концентрации (ПДК).

Следует отметить, что токсиколого-гигиеническое обоснование величины АПВ для конкретных аварийно опасных химических соединений (и сам норматив АПВ) во многом способствуют определению критериев (уровней загрязнения) наступления или развития чрезвычайных ситуаций химического генеза.

Какую обстановку следует считать чрезвычайной? Существующие критерии и их редакция («экстремально высокий» или «высокий») загрязнения окружающей среды [2]) не всегда гарантируют возможность реальной и объективной оценки развития чрезвычайной ситуации и возможных ее последствий. По нашему глубокому убеждению необходимо ориентироваться на величину АПВ для каждого конкретного аварийно опасного химического соединения. В случае регистрации постоянного или залпового нарастания содержания АОХС в объекте окружающей среды в диапазоне от ПДК до АПВ – это классифицируется как предпосылка к развитию чрезвычайной ситуации. В случае обнаружения, что концентрация ксенобиотика достигает или превышает величину АПВ,– это оценивается в качестве факта наступления чрезвычайной ситуации химического генеза.

Таким образом, АПВ в качестве гигиенического норматива устанавливает величину содержания АОХС, при превышении которой существует обоснованная вероятность возникновения патологических изменений в организме пораженных людей, что может приводить к инвалидизации части населения и проявлению отдаленных последствий вредного действия.

Методология экспериментального обоснования АПВ аварийно опасных химических соединений для различных сред (объектов) подчиняется общим законам профилактической токсикологии и тем самым реализует основные задачи гигиенической науки [1,3].

Таблица 1 – Социально значимые критерии оценки уровней токсического воздействия АОХС

Социально значимые критерии токсического действия (параметры токсикометрии) аварийно опасных химических соединений	Обозначение	Сущность параметра
«Фоновый» уровень	<ПДК	Незначительное с токсиколого-гигиенических позиций содержание ксенобиотика в объекте окружающей среды

Продолжение таблицы 1

Предельно допустимая концентрация	ПДК	Мера (концентрация, доза) чужеродного вещества, которая в случае длительного поступления в организм не вызывает каких-либо изменений, выходящих за пределы физиологических колебаний
Аварийный предел воздействия опасных химических веществ на незащищенного человека (*синоним: МДК)*	АПВ	Максимально допустимый уровень загрязнения (заражения) воздуха, поверхности (объема) кожи, воды и других объектов опасными химическими веществами, не вызывающий патологических изменений в организме за определенный промежуток времени
Минимально эффективная доза (концентрация) токсиканта (*порог острого токсического действия*)	Lim_{acut}	Доза (концентрация), находящаяся на нижней границе доз/концентраций смертельного действия. Эффективная доза (концентрация), уменьшение которой в два раза лишает ее способности к токсическому действию
Начально средне действующие концентрации (дозы)	$CPr_{50}t$, ($DPr_{50}t$) *от англ. – Primary– начальный*	Концентрации аварийно опасных химических веществ, вызывающие начальные признаки отравления легкой степени
Средне эффективные (средне выводящие из строя) дозы/концентрации	$CE_{50}t$, ($DE_{50}t$) или $CI_{50}t$ ($DI_{50}t$) *от англ.– Incacitating – небоеспособный*	Концентрации/дозы аварийно опасных химических веществ, выводящие из строя (явно проявляющиеся признаки интоксикации средней тяжести) 50% численности пораженного населения или личного состава специальных контингентов
Средне смертельные токсодозы	$CL_{50}\cdot t$ ($DL_{50}\cdot t$)	Дозы/концентрации, приводящие к гибели 50% общего количества пораженных, вызывая клиническую картину тяжелой или крайне тяжелой степени
Абсолютно токсичные дозы/концентрации	$1/CL_{100}\cdot t$ ($DL_{100}\cdot t$)	Величина, обратная абсолютному значению дозы (концентрации) вызывающей гибель всего количества пострадавших (летальный исход)

При этом достаточно четко прослеживается и оригинальность методологии и, самое главное, объем реализации конечной целевой установки всех этих токсиколого-гигиенических испытаний.

Предполагается, что методическое обеспечение токсиколого-гигиенической регламентации АОХС в различных объектах окружающей среды для периода чрезвычайной ситуации будет заключаться в том, что:

1. На нескольких видах лабораторных животных современными методами уточняется патогенез развития интоксикации АОХС.

2. При трактовке понятия «токсичность вещества» базисным является не максимально недействующая концентрация. Для условий чрезвычайных ситуаций этот термин следует трактовать в качестве меры биологического действия, т.е. количества токсиканта во внешней

среде, при котором еще отсутствует вероятность наступления риска возникновения массовых заболеваний химической этиологии у населения в очаге химического загрязнения (в том числе и отдаленных последствий).

3. В качестве токсикологических критериев вредности применяются патогенетические показатели, отражающие механизмы вредного биологического действия АОХС на млекопитающих.

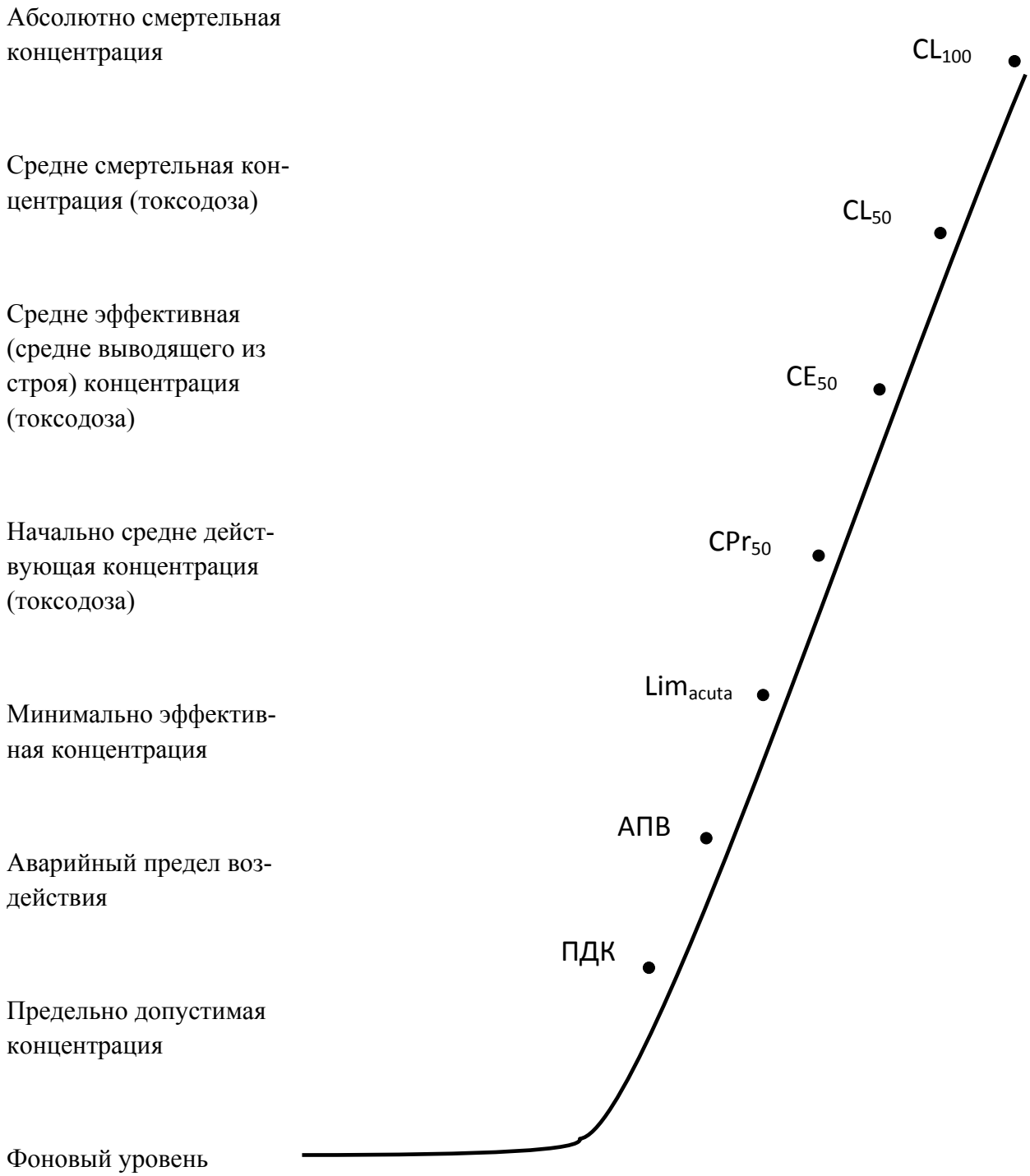


Рисунок 1– Социально значимые критерии уровней токсического воздействия аварийно опасных химических соединений

При этом уровень токсического дисгомеостаза трактуется как субкомпенсированный, а за основу нормирования принимается не максимально недействующая доза/концентрация, установленная в хроническом эксперименте, а порог вредного действия ($Lim_{subchronica}$), определенный в краткосрочных опытах.

4. Концепция нормирования вредных веществ в объектах окружающей среды на уровне ПДК базируется на принципе «доза—эффект», на уровне АПВ – «доза-время-эффект» с обязательным учетом временного вектора в исследованиях, т.е. порог вредного действия ($Lim_{subchronica}$) определяется в краткосрочных экспериментах (для питьевой воды – не менее 10 суток, для почвы – не менее двух суток и для воздуха – не менее 2 часов).

В качестве санитарно-органолептических критериев вредности принимается уровень изменения сенсорных свойств воды и воздуха, характеризующий наличие в данных средах изменений, легко улавливаемых потребителем и вызывающих у них неодобрительные отзывы.

Эффективность норматива оценивается по реакциям организма подопытных животных, выходящих за пределы сезонных/популяционных колебаний. В качестве избранных показателей могут рассматриваться функции целостного организма (включая нейроповеденческий статус и работоспособность), его отдельных систем и органов, клеточных популяций, а также биохимические реакции патогенетического характера. Особенностью исследований в рамках обоснования АПВ является испытание существующих или разработка современных средств и способов патогенетически обусловленной антидотной терапии, а также мер медицинской реабилитации пострадавших и конкретных мероприятий по санитарно-эпидемиологической минимизации последствий химической аварии.

Заключение. Методологические аспекты токсиколого-гигиенического определения величины АПВ аварийно опасных химических соединений позволяют создать основу для выполнения разработок в сфере социальной гигиены и организации здравоохранения, в том числе: разработка версий вероятности риска нанесения ущерба здоровью населения в результате чрезвычайных ситуаций химического генеза, расчет экономической эффективности медико-гигиенических мероприятий при ликвидации и минимизации последствий аварий, создание регламентов деятельности различных служб медицины при чрезвычайных ситуациях, обусловленных химическим фактором, разработка основ для осуществления мер по усилению устойчивости самой системы здравоохранения при чрезвычайных ситуациях химического генеза и т.д.

Литература

1. Половинкин, Л. В. Концептуальные аспекты развития профилактической токсикологии на современном этапе / Половинкин Л. В., Соболь Ю. А., Ильюкова И. И.//Здоровье и

окружающая среда: сб.науч.тр. /Респ.науч.-практ. центр гигиены; гл.ред. В. П.Филонов. – Минск: БелСА информ, Смэлток, 2009. – Вып.13. – С. 413 – 417.

2. Бадюгин, И.С. Экстремальная токсикология: руководство для врачей// И.С. Бадюгин И, Ш.С. Каратай, Т.К. Константинова; под ред. Е.А. Лужникова. – М.: ГЭОТАР - Медиа, 2006. – 416с.

3. Стельмах, В. А. Разработка токсиколого-гигиенических критериев оценки поражающего действия токсикантов при химических авариях / В. А. Стельмах, Л. В. Половинкин //Современные проблемы охраны окружающей среды и здоровья человека: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – СПб., 2012. – С. 88 – 90.

4. Филатов, Б. Н. Медико-санитарные проблемы уничтожения химического оружия/ Б. Н. Филатов, Н. Г. Британов, В. В. Клаучек//Токсиколог.вестн. – 2007. – № 3. – С.2 – 6.

5. Основные понятия и определения медицины катастроф: словарь / под ред. проф. С. Ф. Гончарова. –М.:ВЦМК «Защита»,1997. –245 с.

Поступила 10.07.2012

CONCEPTUAL ASPECTS OF SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC CRITERIA OF EMERGENCY HAZARDOUS CHEMICALS EFFECT

Stelmakh V.A., Vlasenko E.K.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

Some of the conceptual principles of hygienic standardization of emergency hazardous chemicalsin the environment at chemical accidents have been described in the paper. Тhe hygienic standard- emergency exposure limit is encouraged to use as one of the main toxicological and hygienic criteria of xenobiotics damaging effect assessment at chemical accidents. The approaches to the methodological support of toxicological and hygienic regulation of toxic substances for a emergency period of chemical origin have been considered.

Keywords: emergency hazardous chemicals, xenobiotics, chemical accidents.

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА – ПРОЧИЕ ОТХОДЫ КЛЕЕВ, КЛЕЕВЫХ ВЕЩЕСТВ, МАСТИК, СМОЛ (КОМПОНЕТЫ ГЕРМЕТИКА «АкриВЛАН»)

Степанищева В.А., Ильюкова И.И., Лисовская Г.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат: Изучение токсичности отхода проведено на половозрелых крысах-самцах. В результате исследований острой токсичности установлено, что внутрижелудочное введение водной вытяжки в дозе из отхода животным не вызывало выраженных симптомов интоксикации, LD_{50} составила > 5000 мг/кг. Отход не обладает местно-раздражающим действием на кожные покровы. Изучены кумулятивные свойства отхода при длительном внутрижелудочном введении водной вытяжки из него в дозе, составляющей 1/10 максимальной дозы, введенной в остром опыте, не вызывающей смертельных эффектов. После умерщвления путем декапитации и вскрытия экспериментальных животных определены некоторые биохимические показатели крови, печени, характеризующие различные виды обмена, функциональные показатели состояния почек, исследован морфологический состав крови, оценены органо-гравиметрические показатели лабораторных животных. Установлено, что отход производства обладает слабым кумулятивным действием, коэффициент кумуляции больше 5 (по смертельным эффектам). По результатам исследований отход отнесен к IV классу опасности (малоопасное вещество).

Ключевые слова: отход производства, токсичность, класс опасности.

Введение: Значимым аспектом в предупреждении и борьбе с негативными последствиями загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления является объективная оценка опасности отходов производства и потребления с учетом их состава, конкретных условий и путей возможного негативного воздействия на окружающую среду и население на этапах сбора, транспортировки, утилизации или захоронения.

Продолжающийся рост объемов накопления отходов ведет к экологической дестабилизации и представляет серьезную угрозу здоровью населения. В Беларуси образуется около 800 видов отходов с широким спектром физико-химических свойств, в том числе опасных. Общий объем их образования в 2010 г. составил около 43,78 млн.т.

Вопросы утилизации, повторного использования и безопасного обращения с отходами напрямую зависят от класса опасности отходов.

Рост объемов ежегодного образования и накопления отходов опережает современные технологические и экономические возможности их обезвреживания и утилизации. В сфере обращения с отходами в Беларуси устойчиво доминирует их удаление с неизбежным накоплением на полигонах, общая площадь которых составляет около 3 тыс.га. К настоящему времени уже исчерпаны эксплуатационные мощности более 40 % полигонов, что требует их замены или расширения.

Складирование таких отходов в местах временного (на промплощадке) и постоянного хранения (на полигонах и отвалах) при выщелачивании тяжелых металлов кислотными дождями и природными органическими кислотами из шламов в местах их захоронения может привести к воздушной или водной миграции в окружающую среду (атмосферу, поверхност-

ные и подземные воды, почву) и таким образом представляет опасность для здоровья населения. [1].

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2020 года основной целью деятельности в сфере обращения с отходами производства и потребления является снижение (стабилизация) их отрицательного влияния на состояние окружающей среды и предотвращение негативных последствий на здоровье людей.

Опасность воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду рассматривается как потенциальная вероятность возникновения вредного влияния опасных компонентов отходов любой природы: химической, физико-химической, биологической. Токсический эффект вредного действия химических веществ является основным фактором, который учитывается при установлении класса опасности отходов. Трудность оценки токсичности отходов обусловлена многокомпонентностью их состава и многообразием путей и режимов поступления токсикантов в объекты окружающей среды и организм человека.

Учитывая вышесказанное, представляет интерес изучение токсического действия отходов.

Материал и методы исследований. В состав отхода производстваПрочие отходы клеев, клеевых веществ, мастик, смол (компоненты герметика «АкриВЛАН») входят: акронал V271, каолин, мел, Lumiten N-ОЖ, Emulphor JPS 25, натр едкий технический, дибутилфталат, распределитель пигмента фертайлер А. Производство герметика размещается на технологической схеме производства ЧПУП «АльфаВланик», состоящей из одного технологического потока; процесс производства герметика – периодический. В основу производства герметика положен процесс механического перемешивания с последующим перетиром на жерновой краскотерке составляющих компонентов: водно-акриловой дисперсии, пеногасителя, эмульгатора, пигмента, наполнителей и других компонентов. Отходы производства герметика «АкриВЛАН» представляют собой готовый продукт, оставшийся на стенках смесителя после выгрузки герметика в тару.

Токсикологические исследования на белых крысах. Токсикологические эксперименты проведены в соответствии с Инструкцией 1.1.11-12-35-2004 [2]. В опыт брали молодых половозрелых белых крыс-самцов с массой тела 200-220 граммов.

В остром опыте готовили водную вытяжку из образца отхода: навеску 100,0 г исследуемого образца заливали 100 мл дистиллированной воды и выдерживали 10 суток при комнатной температуре. Исходная концентрация исследуемого раствора 1000 мг/мл. Полученный раствор использовали для проведения экспериментов. Образец 1 в «тесте накопления» трехкратно вводили в максимально возможном объеме – по 1,67 мл на 100 г массы тела с интервалами между введениями 2,5 часа. Введенный объем составил 5 мл/100 г массы тела, LD_{50} > 5000 мг/кг. Наблюдение за состоянием животных проводили в течение 14 дней.

Изучение местно-раздражающих свойств образца отхода проводили путем однократных аппликаций вытяжки из образца отхода на выстриженные участки кожи спины белых крыс размером 4х4 см в дозе 20 мкг/см^2.

Кумулятивные свойства изучены при длительном внутрижелудочном введении водной вытяжки из образца отхода с помощью иглы-зонда в дозе, составляющей $^1/_{10}$ максимальной дозы, введенной в остром опыте, не вызывающей смертельных эффектов (объем – 1,0 мл/200 г). Животным контрольной группы внутрижелудочно вводили воду в эквивалентных объемах.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований острой токсичности установлено, что внутрижелудочное введение водной вытяжки образца отхода белым крысам не вызвало выраженных симптомов интоксикации. В течение 14 дней наблюдения гибель животных отсутствовала.

Отход не обладает раздражающим действием на кожные покровы лабораторных животных при испытании в соответствии с Инструкцией 1.1.11-12-35-2004 [2].

Изучение кумулятивных свойств. Спустя 30 суток после начала внутрижелудочного введения отхода произведено умерщвление путем декапитации и вскрытия экспериментальных животных. Изучены некоторые биохимические показатели крови, печени, характеризующие различные виды обмена, функциональные показатели состояния почек, исследован морфологический состав крови, оценены органо-гравиметрические показатели лабораторных животных. Сравнение проводилось между 2 группами лабораторных животных – опытной, получавшей водную вытяжку из исследуемого отхода, и контрольной.

При длительном внутрижелудочном поступлении водной вытяжки из отхода масса животных, относительные коэффициенты масс печени, почек, сердца, селезенки колебались в пределах величин, полученных в контрольной группе лабораторных животных. Относительные коэффициенты надпочечников подопытных животных по окончании эксперимента достоверно увеличились по сравнению с контролем (таблица 1).

Таблица 1 – Относительные коэффициенты масс внутренних органов белых крыс при внутрижелудочном введении водной вытяжки из отхода, M±m

Вариант	Масса крысы, г	ОКМ печени, кг$^{-3}$/кг	ОКМ почек, кг$^{-3}$/кг	ОКМ сердца, кг$^{-3}$/кг	ОКМ селезенки, кг$^{-3}$/кг	ОКМ надпочечников, г%
Контроль	220,0±7,55	32,12±1,52	6,2±0,27	3,8±0,21	4,2±0,22	0,22±0,013
Отход	207,14±3,02	30,42±0,90	6,7±0,28	3,9±0,16	4,3±0,19	0,26±0,009*
Примечание — * — Различия достоверны при $p \leq 0,05$.						

В ходе эксперимента установлены достоверные изменения биохимических показателей крови белых крыс при внутрижелудочном введении водной вытяжки из отхода: снижение содержания общего белка в сыворотке крови (таблица 2).

Таблица 2 – Биохимические показатели крови белых крыс при внутрижелудочном введении водной вытяжки из отхода, M±m

Вариант	Общий белок, г/л	Мочевина, ммоль/л	Активность АлАТ, ммоль/л	Активность АсАТ, ммоль/л	Глюкоза, ммоль/л	Хлориды, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	68,10±0,92	4,48±0,31	61,27±4,1	146,83±2,63	3,87±0,31	110,88±2,16	60,6±1,51
Отход	64,34±1,10*	5,06±0,25	60,23±3,17	125,96±15,55	3,89±0,27	110,20±2,16	59,0±1,36
Метод определения	ТУ РБ 02071814-005-94 [3]	ТУ РБ 02071814-057-96 [4]	ТУ РБ 02071814-058-96 [5]	ТУ РБ 02071814-058-96 [5]	ТУ РБ 02071814-042-96 [6]	ТУ РБ 02071814-021-95 - [7]	ТУ РБ 02071814.045-98 [8]
Примечание —* — Различия достоверны при p≤0,05.							

Со стороны периферической крови отмечено достоверное снижение тромбоцитов при сравнении с показателями контрольных животных (таблица 3).

Таблица 3 – Морфологический состав периферической крови белых крыс при внутрижелудочном введении водной вытяжки из отхода, M±m

Морфологический состав крови	Вариант		Метод определения
	Контроль	Отход	
Эритроциты, 10^{12}/л	7,76±0,13	7,42±0,26	СТБ ИСО 10993.4-2004 [9]
Гемоглобин, г/л	119,57±2,42	124,43±3,32	Инструкция по применению набора реактивов для определения концентрации гемоглобина унифицированным гемоглобин-цианидным методом: утв. МЗ РБ 29.03.94 [10]
Тромбоциты, 10^9/л	523,0±27,03	414,86±27,94*	СТБ ИСО 10993.4-2004 [9]
Лейкоциты, 10^9/л	17,53±0,59	14,53±2,48	СТБ ИСО 10993.4-2004 [9]
Примечание —* — Различия достоверны при p≤0,05.			

У животных, получавших водную вытяжку из отхода, отмечено достоверное снижение содержания креатинина в моче при сравнении с контролем (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели функционального состояния почек белых крыс при внутрижелудочном введении водной вытяжки из отхода, M±m

Вариант	pH, ед.pH	Суточный диурез, мл	Мочевина, ммоль/л	Общий белок, г/л	Хлориды, ммоль/л	Креатинин, мкмоль/л
Контроль	7,58±0,18	4,72±0,74	205,33±21,42	1,37±0,30	80,15±12,64	7608,33±619,5
Отход	7,75±0,09	5,48±0,16	164,33±12,39	1,03±0,21	63,49±5,06	3908,33±354,0*
Метод определения	Справочник по клиническим лабораторным методам исследований.-1987 [11]	Справочник по клиническим лабораторным методам исследований.-1987 [11]	ТУ РБ - 02071814-057-96 [4]	ТУ РБ 02071814 -005-94 [3]	ТУ РБ - 02071814-021-95 [7]	ТУ РБ 02071814.045-98 [8]
Примечание —* — Различия достоверны при p≤0,05.						

Из результатов исследований видно, что в экспериментах на белых крысах водная вытяжка из отхода обладает слабым кумулятивным действием. Коэффициент кумуляции больше 5 (по смертельным эффектам).

Заключение. Отход производства – Прочие отходы клеев, клеевых веществ, мастик, смол (компоненты герметика «АкриВлан») по результатам изучения острой токсичности при однократном внутрижелудочном введении белым крысам согласно ГОСТ 12.1.007-76 [12] относится к IV классу опасности (малоопасные вещества, DL_{50} > 5000 мг/кг), обладает слабыми кумулятивными свойствами, коэффициент кумуляции больше 5 (по смертельным эффектам).

Литература

1. Природная среда Беларуси: монография / под ред. В. Ф. Логинова; НАН Беларуси. Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии: – Минск : НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.

2. Инструкция № 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ.

3. ТУ РБ 02071814-005-94. Инструкция по применению набора реагентов для определения концентрации общего белка в сыворотке и плазме крови биуретовым методом: утв. МЗ РБ 03.1994.

4. ТУ РБ 02071814-057-96. Инструкция по применению набора реактивов для определения мочевины в биологических жидкостях ферментативным методом: утв. МЗ РБ 05.03.1997.

5. ТУ РБ 02071814-058-96. Инструкция по применению набора реактивов для определения активности аминотрансфераз АлТ-АсТ в сыворотке крови: утв. МЗ РБ 29.03.1994.

6. ТУ РБ 02071814-042-96. Инструкция по применению набора реактивов для определения глюкозы в биологических жидкостях глюкозооксидазным методом: утв. МЗ РБ 11.01.1996.

7. ТУ РБ 02071814-021-95. Инструкция по применению набора реагентов для определения хлоридов в биологических жидкостях фотометрическим методом: утв. МЗ РБ 03.01.1995.

8. ТУ РБ 02071814.045-98. Набор реактивов для определения креатинина в сыворотке крови и моче.

9. СТБ ИСО 10993.4-2004. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Исследование изделий, контактирующих с кровью.

10. Инструкция по применению набора реактивов для определения концентрации гемоглобина унифицированным гемиглобинцианидным методом: утв. МЗ РБ 29.03.94.

11. Меньшикова, В. В. Справочник по клиническим лабораторным методам исследований / В. В. Меньшикова. – М. : Медицина, 1987.

12. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

Поступила 30.05.2012

STUDY OF WASTE TOXIC EFFECT – OTHER WASTE OF ADHESIVES, ADHESIVE SUBSTANCES, CEMENTS, RESINS (COMPONENTS OF SEALANT «AkriVLAN»)

Stepanischeva V.A., Iljukova I.I., Lisovskaya G.V.

The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk

The study of waste toxicity on mature male rats has been carried out. The study has revealed that intragastric administration of aqueous extract at a dose of animal waste did not cause marked symptoms of intoxication; LD50 was> 5000 mg / kg. The waste does not have a local-irritant effect to the skin. The cumulative properties of waste during a long-term intragastric administration of aqueous extract from it at a dose $^{1}/_{10}$ of the maximum dose administered in the acute experiment does not cause lethal effects have been studied. It has been established that the waste has a weak cumulative effect, the cumulating coefficient is more than 5 (lethal effects). According to the research the waste refers to IV hazard class (low-hazard substances).

Keywords: waste production, toxicity, hazard class.

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО КОМБИНИРОВАННОГО МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА «РОДОБЕЛ T_2», ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ И ПОЧВЫ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Студеничник Т.С., * Шевляков В.В., ** Филонюк В.А., Эрм Г.И., Буйницкая А.В.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Минский институт управления, г. Минск*

*** Министерство здравоохранения Республики Беларусь, г. Минск*

Реферат. Экспериментальными исследованиями установлено, что комбинированный микробный препарат «Родобел T_2» существенными патогенными, токсическими и токсигенными свойствами, раздражающим кожу и слизистые оболочки действием не обладает. Препарат при недельном ингаляционном воздействии на белых крыс в концентрации $1{,}45 \times 10^8$ кл./мл проявляет умеренную аллергенную активность (2 класс). После месячного воздействия препарата в концентрации $5{,}65 \times 10^9$ м.кл./м^3 у опытных животных выявлен выраженный аллергизирующий эффект анафилактического и клеточно-опосредованного типа гиперчувствительности с активацией механизмов иммунокомплексной аллергической реакции без существенных проявлений антигенной способности, гемотоксического и иммуномодулирующего действия, что определяет необходимость соблюдения обоснованных мер профилактики при его производстве и применении.

Ключевые слова: комбинированный микробный препарат «Родобел T_2», токсические, раздражающие, сенсибилизирующие, иммуномодулирующие и гемотоксические свойства.

Введение. В ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» разработан комбинированный микробный препарат «Родобел T_2», предназначенный для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов. Препарат представляет собой мутную культуральную жидкость светло-коричневого цвета, со специфическим запахом, содержащую равно пропорциональную смесь подобранных штаммов бактерий. Согласно представленным копиям актов, выданных Витебской государственной академией ветеринарной медицины (от 18.12.2009), используемые штаммы бактерий являются непатогенными и нетоксичными.

В соответствии с санитарным законодательством все новые вещества, в том числе биологической природы, перед опытно-промышленным производством и применением должны подвергаться токсиколого-гигиеническим исследованиям в объеме первичной токсикологической оценки для обоснования мер безопасности для здоровья контактирующих с ними работников.

Целью настоящих исследований являлось изучение и оценка токсических, сенсибилизирующих, иммунотоксических и гемотоксических свойств нового комбинированного микробного препарата «Родобел T_2», обоснование необходимых мер профилактики его вредного действия на организм работников при производстве и применении.

Исследования выполнены в соответствии с [1-6].

Результаты и их обсуждение. Однократное интраназальное введение микробного препарата «Родобел T_2» (далее – МПР) белым крысам и мышам в максимальных стандартных концентрациях не приводило к гибели опытных животных и клиническим проявлениям интоксикации (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры вирулентности, токсигенности и токсичности МПР

Вид животного– количество животных в контроле±в опыте, шт. (средняя масса опытного животного)	Способ введения	Доза, м.кл./мл	Критерии эффектов		Оценка действия, $ЛД_{50}$
			гибель животных в опытной группе, шт.	клиника	
1	2	3	4	5	6
Бел. кр. – 6 к.±6 оп. Бел. мыши – 6 к .+ 6 оп.	Интран. по 0,1 $см^3$ Интран. по 0,02 $см^3$	$1,45x10^8$ $2,9x10^7$	0 0	н.о. н.о.	Отсутствует Отсутствует
Бел. кр. – 6 к.±6 оп. (194,5 г)	В/ж по 3 $см^3$ на 20 г массы	$4,35x10^9$	0	адинамия	$ЛД_{50}$>$2,24x10^{10}$ м. кл./кг
Бел. мыши – 6 к.±8 оп. (34,1 г)	В/бр. по 0,5 $см^3$ на 20 г массы	$1,16x10^8$	1	адинамия	$3,4x10^{10}$ м. кл./кг
Бел. мыши – 6 к.±6 оп. (30,2 г)	П/к. по 0,5 $см^3$ фильтрата	$0,73x10^9$	0	н.о.	Токсигеность – отсутствует
Бел. мыши – 6 к.±6 оп. (31,1 г)	В/бр. по 1,0 $см^3$ убитой культуры на 20 г массы	$1,45x10^9$	0	адинамия	Токсичность – отсутствует

Примечания:
1. к. — контроль.
2. о. — опыт.
3. в/ж — внутрижелудочный.
4. в/бр. — внутрибрюшинный.
5. бел. кр. — белые крысы.
6. бел. мыши — белые мыши.
7. н.о. — не обнаружено.

При внутрижелудочном введении МПР белым крысам в максимальной стандартной дозе по $4,35x10^9$ кл./мл гибели животных опытной группы не установлено, но у них отмечались кратковременные явления адинамии. $ЛД_{50}$ при внутрижелудочном введении белым крысам – более $2,24x10^{10}$ м.кл./кг.

В условиях однократного внутрибрюшинного введения МПР белым мышам в максимально возможной стандартной дозе по $1,16x10^8$ м.кл./мл сопровождалось гибелью только одного животного из группы (1 из 8) в течение первых суток, визуально определялись признаки интоксикации сразу после введения: адинамия, взъерошенность шерсти, отказ от пищи. В последующие сутки эксперимента опытные мыши оставались активными, охотно поедали корм и имели гладкий шерстяной покров. Следовательно, $ЛД_{50}$ при внутрибрюшинном введении белым мышам составляет более чем $3,4x10^{10}$ м.кл./кг, что определяет отнесение МПР к IV классу опасности.

Подкожное введение в лапу белым мышам фильтрата культуральной жидкости МПР в дозе по 0,5 $см^3$/жив. не приводило к гибели опытных животных, величина отека и время его регрессии не отличались от контроля при отсутствии некроза кожи, что свидетельствует об отсутствии у МПР существенных способностей выделять экзотоксины, т.е. токсигенных свойств.

Внутрибрюшинное введение белым мышам убитой нагреванием микробной культуры МПР в дозе по 1 $см^3$ ($1,45x10^9$ м.кл./мл) не приводило к гибели опытных животных и существенным признакам интоксикации, за исключением кратковременной заторможенности после введения. Это свидетельствует об отсутствии у МПР существенной вирулентности (IV класс опасности), а также токсигенности (способности выделять экзотоксины) и токсичности (патогенности эндотоксинов).

При однократных четырехчасовых аппликациях МПР на выстриженные участки кожи спины белых крыс в объеме 0,32 $см^3$/16 $см^2$ не выявлено видимых признаков интоксикации и гибели животных на протяжении всего периода наблюдений. Явления раздражения и воспаления кожных покровов на местах аппликаций (гиперемия, сухость, отек) не обнаружены, что подтверждается данными инструментального исследования толщины кожной складки на опытных участках кожи крыс через 16 часов после воздействия, не имевших значимых различий с таковыми на контрольных «окошках».

Следовательно, изучаемый МПР не проявляет раздражающих кожу и кожно-резорбтивных свойств [2, 3].

Инстилляция 50 мкл нативного препарата в нижний конъюнктивальный свод глаз кроликов сразу после внесения вызывала у отдельных животных кратковременное рефлекторное слезотечение, проходящее спустя 5–10 минут наблюдения. В последующий период наблюдения изменений со стороны конъюнктивы и других структур глаза не отмечено. Следовательно, однократное воздействие МПР на слизистые оболочки глаз не вызывает ирритативных изменений, сопровождается только кратковременными адаптивными реакциями на инородное тело.

Выявление сенсибилизирующего действия проводилось на шестые сутки опыта интраназального введения белым крысам препарата в дозе по 0,1 $см^3$ ($1,45x10^8$ м.кл./мл) прово-

кационным тестом опухания лапы (далее – ВТОЛ) путем внутрикожного введения опытным и контрольным животным в апоневроз коллатеральных задних лап МПР в дозе по $8,7x10^5$ кл/жив в объеме 0,06 $см^3$.

Результатами исследований установлено (таблица 2), что препарат при пятикратном введении вызывал развитие у 8 из 12 опытных животных сильно выраженную гиперчувствительность замедленного типа (далее – ГЗТ), что регистрировалось по возрастанию у них в 2,7 раза абсолютного показателя теста опухания лапы по сравнению с контролем ($p<0,01$), а также относительной величины ВТОЛ в баллах, которая превышала таковую в контроле в 5 раз ($p<0,05$).

Таблица 2 – Показатели выявления гиперчувствительности замедленного типа у белых крыс после недельного интраназального воздействия препаратом МПР

Показатель	Ед. измерения	Группы сравнения (M±m)	
		контроль (n=10)	опыт (n=12)
ВТОЛ через 24 ч после внутрикожного тестирования:			
– абсолютные величины	10^{-2} мм	6,20 ± 2,09	16,6 ± 2,78**
	tк	–	3,01
– относительные величины	Н	2/10	8/12
	Балл	0,20 ± 0,13	1,00 ± 0,28*+
	tк	–	2,62
	«Х»	–	4,22

Примечания:
1. * — достоверные различия с контролем по критерию t при $P<0,05$.
2. ** — достоверные различия с контролем по критерию t при $P<0,01$.
3. ± — достоверные различия с контролем по критерию X при $P<0,05$.
4. Н — числитель – количество животных с положительными (сверхнормативными) результатами, знаменатель – всего в опыте.

Частота положительных провокационных кожных реакций у более половины опытных животных при существенной значимости различий относительного показателя ВТОЛ в контроле и опыте по критерию t Стьюдента при $p<0,05$ и по критерию «Х» при $p<0,05$ свидетельствуют о выраженной сенсибилизирующей способности препарата «Родобел T_2» (2 класс аллергенной активности) [4].

Иммунотоксическое действие может проявляться аллергизацией, иммунизацией и неспецифической иммуномодуляцией организма. Поэтому в хроническом ингаляционном эксперименте (после месячного воздействия в концентрации МПР на уровне $5,65x10^9$ м.кл./$м^3$) изучены все три возможных иммунотоксических эффекта [1].

После завершения месячного ингаляционного эксперимента у белых крыс определяли по ВТОЛ возможное развитие ГЗТ (клеточно-опосредованный тип) и гиперчувствительности немедленного типа (далее – ГНТ) (активная кожная анафилаксия).

Длительное ингаляционное воздействие сопровождалось индукцией у опытных животных высоко значимой активной кожной анафилактической реакции (таблица 3), т.к. абсолютные (на 276,5 %, p<0,001) и относительные (на 342,9 %, p<0,01) уровни ВТОЛ у опытных крыс были существенно выше, чем в контрольной группе. В то же время реагиновые антитела в сыворотке крови опытных животных по реакции дегрануляции тучных клеток (далее – РДТК) выявлялись в довольно низком титре со средним уровнем, даже несколько ниже контрольного (p>0,05), вероятно, в результате потребления антител в аллергической реакции, что свидетельствует о развитии у опытных животных выраженного аллергического процесса немедленного анафилактического типа. Различий в абсолютном количестве базофилов крови в опыте и контроле не установлено (таблица 3) .

Таблица 3 – Иммуноаллергологические показатели белых крыс после месячного ингаляционного воздействия МПР

Показатели	Ед. изм.	Группы сравнения (M±m)	
		контроль	опыт
1	2	3	4
ВТОЛ: – активная кожная анафилаксия (через 1 час)	10^{-2}мм Н Балл	11,5±2,23 7/10 0,70±0,15	31,8±3,47*** 9/10 2,40±0,40**
– гиперчувствительность замедленного типа (ГЗТ) (через 24 часа)	10^{-2}мм Н Балл	6,90±1,95 3/10 0,30±0,15	14,9±2,25* 9/10 1,10±0,18**
Реакция специфического лейколизиса (РСЛЛ)	Н %	3/10 9,82±4,12	4/10 10,9±3,57
РСНСТ: – % возрастания к контролю – индекс стимуляции	% усл. ед	17,3±3,88 0,89±0,03	36,1±4,72** 1,06±0,02***
Реакция дегрануляции тучных клеток (РДТК)	%	0,20±0,10	0,16±0,07
Абсолютное количество базофилов	в мм^3	2,82±1,30	3,50±1,32
Активность комплемента сыворотки крови	усл. ед.	106,6±2,68	92,4±9,61
Циркулирующие иммунные комплекса (ЦИК) сыворотки крови	усл. ед.	60,0±2,38	68,4±1,94*
НСТ-тест – спонтанный (возрастание по отношению к контролю) – зимозанстимулированный возрастание по отношению к контролю индекс стимуляции	% % ед.	31,4 ± 3,40 61,4 ±5,33 1,23±0,03	28,1±4,15 60,6±5,99 1,25±0,04
Величина фагоцитарного резерва	%	30,0±3,32	32,5±4,60
Лизоцим сыворотки крови	%	43,4±1,12	45,9±1,60
Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК)	%	81,2±3,21	73,0±6,04

Продолжение таблицы 3

Т-лимфоциты	%	22,8±1,69	20,1±1,49
	10^9/л	1,39±0,13	1,38±0,38

Примечания:
1. * — достоверные различия с контролем по критерию t при P<0,05.
2. ** — достоверные различия с контролем по критерию t при P<0,01.
3. *** — достоверные различия с контролем по критерию t при P<0,001.
4. ^{0} — достоверная тенденция различий с контролем по критерию t при P<0,1.
5. Н — числитель – количество животных с положительными (сверхнормативными) результатами, знаменатель – всего в опыте.

О развитии выраженной ГЗТ у опытных животных после месячного воздействия препарата свидетельствуют более высокий уровень абсолютного показателя ВТОЛ (на 215,9 %, p<0,05), а также относительного показателя ВТОЛ, который возрастал в опыте через 24 часа после внутрикожной провокационной пробы в 3,7 раза по сравнению с контролем (p<0,01).

Стимуляция препаратом гранулоцитов крови опытных животных сопровождалось существенным возрастанием количества образующегося формазана в клетках в результате его восстановления кислородными метаболитами – на 208,6 % по сравнению с контролем (p<0,01). При этом значительно повышался и интегральный показатель РСНСТ - индекс стимуляции (p<0,001). Данный факт свидетельствует о специфической активации в гранулоцитах кислородного метаболизма и о специфическом гипериммунном ответе гранулоцитов крови.

У опытных белых крыс уровень циркулирующих иммунокомплексов (ЦИК) в сыворотке крови значительно превышал контрольный (на 114 %, p<0,05), что указывает на развитие в организме на воздействие МПР аллергического процесса иммунокомплексного типа.

У опытных животных не определено значимых различий по отношению к контролю уровней реакции специфического лейколизиса (РСЛЛ) и комплементарной активности сыворотки крови, что свидетельствует об отсутствии формирования в организме на воздействие МПР процессов аллергизации по комплементзависимому цитотоксическому типу реакции.

Определение антигенности препарата осуществляли по оценке его влияния на фагоцитарную функциональную активность гранулоцитов крови по тесту восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-тесту). Установлено (таблица 3), что ингаляционное воздействие препарата не вызывало у опытных животных существенных сдвигов спонтанного уровня генерации фагоцитами супероксидных радикалов по сравнению с контролем, как и изменений в клетках уровня кислородного метаболизма при стимуляции гранулоцитов известным активатором НСТ-теста опсонизированным зимозаном, что подтверждает мало отличающиеся от контроля величины интегрального показателя индекса стимуляции и фагоцитарного резерва фагоцитов. Это свидетельствует о низкой антигенной активности препарата.

Активность комплемента в сыворотке крови опытных белых крыс существенно не отличалась от контроля. Содержание лизоцима в сыворотке крови опытных животных и интегральный показатель антимикробной резистентности крови БАСК мало отличались от таковых в контроле. Со стороны относительных и абсолютных показателей содержания в крови

Т-лимфоцитов у опытных крыс также не отмечены их значимые сдвиги в сравнении с контрольными. Следовательно, ингаляционное воздействие МПР не сопровождается иммуномодулирующим действием на организм.

Качественно-количественные показатели красного кроветворения у опытных животных (таблица 4) после ингаляционного воздействия препаратом характеризовались существенным снижением по сравнению с контрольными животными среднего содержания гемоглобина в эритроцитах и среднеклеточного гемоглобина без существенных изменений других гематологических показателей.

Таблица 4 – Показатели периферической крови белых крыс после месячного ингаляционного воздействия МПР

Показатели	Ед. изм.	Группы сравнения (M±m)	
		контроль	опыт
1	2	3	4
Эритроциты	10^{12}/л	5,65±0,23	6,34±0,49
Средний объем эритроцитов	усл. ед.	55,1±0,63	53,8±0,71
Коэффициент вариации эритроцитов	усл. ед.	0,126±0,002	0,120±0,002
Стандартное отклонение эритроцитов	усл. ед.	29,9±0,85	28,3±0,43
Гемоглобин Hb	г/л	113,5±3,78	113,1±2,72
Среднее содержание гемоглобина Hb в эритроцитах	мкг/кл	365,4±3,28	354,9±2,83*
Среднеклеточный гемоглобин Hb	усл. ед.	20,1±0,31	19,1±0,25*
Гематокрит	усл. ед.	0,31±0,01	0,32±0,01
Тромбоциты	10^{9}/л	653,5±46,0	765,0±55,0
Средний объем тромбоцитов	усл. ед.	5,69±0,12	5,66±0,11
Коэффициент вариации тромбоцитов	усл. ед.	15,3±0,02	15,4±0,03
Тромбоцитарная масса	усл. ед.	3,74±0,33	4,32±0,31
Лейкоциты	10^{9}/л	7,58±0,42	6,99±0,74
Лейкоформула:			
– нейтрофилы	%	8,21± 0,85	8,67±1,73
	10^{9}/л	1,15±0,31	1,03±0,22
– базофилы	%	4,87±0,81	2,57±0,74^{0}
	10^{9}/л	0,04±0,01	0,07±0,04
– лимфоциты	%	76,0±1,97	75,5±2,21
	10^{9}/л	6,16±0,51	6,61±1,39
– эозинофилы	%	4,20±0,64	4,94±0,66
	10^{9}/л	0,34±0,06	0,39±0,06
– моноциты	%	6,37±0,43	7,24±0,99
	10^{9}/л	0,52±0,06	0,51±0,10
Примечание — *— обозначение см. таблицу 3.			

Со стороны периферической крови по сравнению с контрольной группой не выявлены значимые отличия в содержании лейкоцитов, относительном и абсолютном количестве клеточных элементов «белого» ростка кроветворения.

Следовательно, длительное ингаляционное воздействие препарата на организм животных не сопровождается существенными гемотоксическими проявлениями.

Заключение. На основании результатов выполненных экспериментальных токсиколого-гигиенических и иммуно-аллергологических исследований можно заключить следующее.

1. Микробный препарат «Родобел T_2» на основе смеси специально подобранных штаммов бактерий в стандартных максимальных дозах и концентрациях при разных путях поступления в организм лабораторных животных не проявлял существенных патогенных свойств: $ЛД_{50}$ МПР при внутрижелудочном введении белым крысам – более $2{,}24x10^{10}$ м.кл./кг, при внутрибрюшинном введении белым мышам – более $3{,}4x10^{10}$ м.кл./кг; что определяет отнесение МПР к IV классу опасности.

2. Комбинированный микробный препарат «Родобел T_2» не обладает токсигенными, токсическими, кожно-раздражающими и ирритативными свойствами.

3. Микробный препарат «Родобел T_2» в максимально возможной дозе ($1{,}45x10^8$ кл./мл) вызывал при недельной ингаляции развитие в организме опытных животных выраженной гиперчувствительности замедленного типа. По классификационным критериям препарат обладает выраженной сенсибилизирующей способностью (2 класс аллергенной активности).

4. При ингаляционном (интраназальном) воздействии в максимально возможной концентрации (на уровне $5{,}65x10^9$ м.кл./$м^3$) в течение месяца препарат вызывал у опытных белых крыс индукцию выраженного аллергизирующего эффекта преимущественно по немедленному анафилактическому и замедленному клеточно- опосредованному типам гиперчувствительности с менее выраженным развитием механизмов иммунокомплексного типа аллергических реакции. МПР не проявляет антигенной способности в отношении бактерицидной функции фагоцитов, гемотоксических и иммуномодулирующих свойств.

5. На основании результатов токсиколого-гигиенических исследований комбинированный микробный препарат «Родобел T_2» может быть рекомендован для опытно-промышленного использования по назначению со строгим соблюдением мер профилактики вредного действия на организм работников.

6. С учетом проявления выраженного сенсибилизирующего и иммунотоксического действия микробного препарата «Родобел T_2» при его производстве и применении следует в обязательном порядке предусмотреть меры коллективной (наличие приточно-вытяжной механической вентиляции) и индивидуальной защиты (СИЗ органов дыхания, очки, спецодежда), технологические меры, направленные на предупреждение или ограничение поступления его в воздух рабочей зоны (герметизация, укрытие и внутренняя аспирация оборудования), а также меры первичной и вторичной медицинской профилактики.

7. Поскольку микробный препарат «Родобел T_2» представляет аллергоопасность при ингаляционном поступлении в организм, то для постоянного промышленного использования

необходима разработка его ПДК в воздухе рабочей зоны и метода контроля по характерному штамму бактерий.

Литература

1. Экспериментальное обоснование ПДК микроорганизмов-продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды: метод. указания № 5789/1-91. – М.: МЗ СССР, 1993. – 23 с.

2. Постановка исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны: инструкция 1.1.10-13-57-2005 / М-во здравоохранения Республики Беларусь – Минск., 2005. – 16 с.

3. Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно-допустимых уровней загрязнений кожи: Инструкция 1.1.10-13-56-2005 / М-во здравоохранения РБ. – Минск, 2005. – 23 с.

4. Требования к постановке экспериментальных исследований по изучению аллергенных свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы: Метод. указания № 1.1.11-12-5-2003 // Сб. офиц. документов по мед. труда и произв. санитарии. / М-во здравоохранения РБ. – Минск, 2004. – Ч. XIV. – С. 133 – 156.

5. Кузовкова, Н. А. Колориметрические методы исследования в иммунологии: метод. рекомендации / Н. А. Кузовкова, Т. Е. Злотник, С. В. Жаврид. – Минск, 1992. – 12 с.

6. Методические рекомендации по иммунологическому обследованию профессионально работающих с источниками ионизирующих излучений / В. М. Шубик [и др.] . – Л., 1981. – 15 с.

Поступила 04.06.2012

TOXICOLJGICAL AND HYGIENIC STUDIES OF NEW COMBINED MICROBIAL PREPARATION «RODOBEL T_2» FOR WATER AND SOIL PURIFICATION FROM OIL AND OIL PRODUCTS

*Studenichnik T.S., * Shevlaykov V.V., ** Filonyuk V.A., Erm G.I., Buinitskaya A.V.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** Minsk Institute of Management, Minsk*

*** Ministry of Health of the Republic of Belarus, Minsk*

A new combined microbial preparation «Rodobel T_2» on the basis of a mix of bacteria does not possess pathogenic, toxic and toxigenny properties, irritating skin and mucous membranes action.

Keywords: combined microbial preparation «Rodobel T_2», toxic, irritating, sensibilization, immunomodulating and haemotoxic properties.

ВЛИЯНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОВТОРНОГО ИНГАЛЯЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Трейлиб В.В., Половинкин Л.В., Ковшова Т.В., Соболь Ю.А.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В экспериментальных условиях повторного ингаляционного воздействия на организм лабораторных животных были установлены лимитирующие показатели токсического действия смазочно-охлаждающих составов и продуктов их термодеструкции.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие технологические составы на минеральной и синтетической основах, токсичность, аэрозоль, продукты термодеструкции, ингаляционное воздействие.

Введение. Расширение ассортимента и совершенствование технологии применения смазочно-охлаждающих технологических составов (далее – СОТС) может успешно проводиться при условии обязательного осуществления углубленных токсиколого-гигиенических исследований с целью последующей разработки профилактических мероприятий и сохранения здоровья лиц, контактирующих с ними [1].

Известно, что основным путем поступления СОТС и продуктов их термодеструкции в организм работающих является ингаляционный. Вместе с тем, характер вредного влияния СОТС и продуктов их термодеструкции при ингаляционном воздействии и установление лимитирующих показателей токсического действия к настоящему времени недостаточно изучены, что явилось целью исследований.

Материал и методы исследований. Экспериментально-токсикологическому исследованию подвергались два вида СОТС: на минеральной «Эмульсол ЭК-2М» (в рецептуру концентрата входят масло рапсовое, триэтаноламин, моноэтаноламин, формалин (до 0,09 %), калия гидроокись, масло индустриальные И20А) и синтетической «Эмульсол СК-1» (борная кислота, калий едкий, моноэтаноламин, триэтаноламин, нитрит натрия, олеиновая кислота, неонол, вода) основах. В исследованиях использовали СОТС в нативном виде.

В первой серии экспериментов ингаляционного воздействия аэрозолей СОТС «ЭК-2М» и «СК-1» изучали в условиях 10-суточной (по 2 часа в сутки) динамической затравки половозрелых белых мышей (по 8 штук в группе) продуктами термодеструкции СОТС (температура 210-220 °С) в концентрациях по формальдегиду и окиси углерода (ЭК-2М и СК-1) соответственно 0,45–1,39 и 228–299; 0,35–0,48 и 127–180 мг/м^3.

Во второй серии экспериментов ингаляционные затравки моделировали в условиях комнатной температуры. Белые крысы (по 8 штук в группе) подвергались 10-суточному (по 4 часа в сутки) ингаляционному воздействию аэрозолями СОТС. Концентрации СОТС в затравочной камере составляли: «ЭК-2М» в пересчете на масляный аэрозоль и триэтаноламин соответственно – 150–400 и 1,2–3,0 мг/м^3; «СК-1» в пересчете на триэтаноламин – 2,8–3,8 мг/м^3.

В течение всего эксперимента осуществляли наблюдение за подопытными животными, регистрировали их поведение, состояние, внешний вид, наличие аппетита, уровень водопотребления, степень проявления реакции на внешние раздражители.

Замеры концентраций указанных веществ, мигрирующих из СОТС на минеральной и синтетической основах при различных температурных режимах, проводили с помощью современных санитарно-химических методов (хроматографические, фотометрические, газохроматографические) [2–5].

По завершению экспериментов животных умерщвляли методом мгновенной декапитации. Собирали вытекавшую из шейных сосудов кровь. Сыворотку крови отделяли от форменных элементов путем центрифугирования (3000 об./мин.). Гемолизаты получали путем лизиса эритроцитов в дистиллированной воде или соответствующем буфере. Гемолизаты и пробы сыворотки крови исследовали немедленно после получения.

Изучение гематологических и биохимических показателей проводили общепринятыми клиническими методами [6].

Полученные в результате экспериментов данные были обработаны адекватными методами вариационной статистики. Статистическая обработка данных проводилась с применением статистического пакета Microsoft Excel. Средние выборочные значения количественных признаков приведены в тексте в виде M±m, где M – среднее выборочное, m – ошибка среднего. Статистически значимыми считали различия, если вероятность случайного их характера не превышала 5 % ($p<0,05$).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований по влиянию продуктов термодеструкции СОТС в условиях повторного ингаляционного воздействия на организм белых мышей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфо-функциональные показатели белых мышей после 10-суточного ингаляционного воздействия (по 2 часа в сутки) продуктами термодеструкции СОТС «Эмульсол ЭК-2М» (опыт I) и «Эмульсол СК-1» (опыт II)

Изучаемые показатели	Группы животных		
	контроль	опыт I	опыт II
1	2	3	4
Гематологические показатели			
Эритроциты, 10^{12}/л	9,47±0,31	9,33±0,51	8,27±0,21*
Лейкоциты, 10^{9}/л	11,21±2,16	11,85±1,89	10,75±1,47
Гемоглобин, г/л	142,9±5,12	138,1±9,99	130,8±3,71
Нейтрофилы, 10^{9} /л	3,81±0,72	4,49±1,06	4,53±0,96
Лимфоциты, 10^{9} /л	6,39±1,76	6,19±1,06	5,37±1,21
Моноциты, 10^{9} /л	0,66±0,21	0,85±0,28	0,57±0,16
Эозинофилы, 10^{9} /л	0,30±0,21	0,25±0,03	0,20±0,05
Базофилы, 10^{9} /л	0,07±0,04	0,07±0,03	0,09±0,04
Биохимические показатели			
Малоновый диальдегид (МДА), нМоль/мл	7,48±0,38	11,96±0,41*	9,63±0,44*
SH–группы, мМоль/л	109,1±3,56	125,6±2,42*	133,5±2,02*
Супероксиддисмутаза (СОД), мкг/мл	39,67±1,78	51,25±1,33*	46,96±0,58*
Глюкозо-6-фосфатдегидро-геназа (Г-6-ФДГ), мкм НАДФН г белка/мин	73,71±0,96	80,31±1,72*	87,57±1,69*
Глутатион восстановленный мкМ SH–групп/мг Hb	15,21±0,46	17,47±0,42*	18,79±0,29*
Флуоресценция триптофанилов сыв. крови, усл. ед.	20,0±0,61	19,27±0,46	19,82±0,50
Флуоресценция битирозина сыв. крови, усл. ед.	0,21±0,01	0,17±0,01*	0,26±0,008*
Глутатионредуктаза(ГР), мкМоль/г Hb мин	2,37±0,12	3,61±0,11*	3,72±0,22*
Глутатионтрансфераза (ГТ), мкМоль/г Hb мин	1,51±0,06	1,81±0,12*	2,00±0,12*
% карбоксигемоглобина от общего пигмента	3,44±0,16	4,76±0,25*	4,71±0,26*
% метгемоглобина от общего пигмента	0,24±0,09	0,79±0,11*	0,74±0,09*
Примечание — * — статистически достоверные изменения по сравнению с контролем при $p<0,05$.			

Как видно из таблицы 1, к концу эксперимента в группе животных, подвергавшихся ингаляционному воздействию СОТС «СК-1», отмечается снижение на 13 % содержания эритроцитов в крови подопытных животных по сравнению с контролем. У животных обеих подопытных групп имеет место тенденция к снижению уровня гемоглобина и как следствие

этого увеличение содержания в крови карбокси- и метгемоглобина на 38 % и 36 % и в 3,29 и 3,08 раза соответственно по отношению к контрольным животным, что свидетельствует о гипоксемических процессах в организме лабораторных животных в ответ на воздействие продуктов термодеструкции СОТС.

Со стороны изучаемых биохимических показателей отмечается накопление в крови подопытных животных обеих групп продукта перекисного окисления липидов (далее – ПОЛ) (МДА) на 59,9 % (СОТС «ЭК-2М») и 28,7 % (СОТС «СК-1»). Имеет место уменьшение флюоресценции битирозина сыворотки крови на 19,0 % при воздействии продуктов термодеструкции (СОТС «ЭК-2М»), а при воздействии продуктов термодеструкции СОТС «СК-1» - увеличение данного показателя на 23,8 %.

В ответ на неблагоприятное воздействие продуктов термодеструкции изучаемых СОТС в организме экспериментальных животных отмечается выраженная активизация ферментов антиоксидантной защиты организма. Так, к концу эксперимента содержание SH–групп и содержание глутатиона восстановленного достоверно превышают контрольный уровень на 14 и 14,8 % (СОТС «ЭК-2М») и на 23 и 23,5 % (СОТС «СК-1»).

Активность СОД, Г-6-ФДГ, ГР и ГТ у животных первой группы (СОТС «ЭК-2М») превышает значение этих показателей у животных контрольной группы на 29,2; 10,8; 52,3 и 19,8 % соответственно, у животных второй группы (СОТС «СК-1») – на 18,4; 18,8; 56,9 и 32,4 % соответственно.

Результаты влияния аэрозолей СОТС в условиях повторного ингаляционного воздействия на организм белых крыс представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфо-функциональные показатели белых крыс после 10-суточного ингаляционного воздействия (по 4 часа в сутки) аэрозолями СОТС «Эмульсол ЭК-2М» (опыт I) и «Эмульсол СК-1» (опыт II), (M±m)

Изучаемые показатели	Группы животных		
	контроль	опыт I	опыт II
1	2	3	4
Гематологические показатели			
Эритроциты, 10^{12}/л	6,81±0,22	7,19±0,26	7,60±0,13*
Лейкоциты, 10^{9}/л	14,18±0,48	12,50±0,79	13,63±0,86
Гемоглобин, г/л	125,9±1,30	120,8±2,60	123,5±0,90
Нейтрофилы, 10^{9} /л	3,32±0,22	2,20±0,33*	1,95±0,06*
Лимфоциты, 10^{9} /л	10,49±0,48	8,78±0,71	10,40±0,81
Моноциты, 10^{9} /л	0,45±0,01	0,36±0,02*	0,44±0,06
Эозинофилы, 10^{9} /л	0,41±0,21	0,25±0,03*	0,20±0,05*
Базофилы, 10^{9} /л	0,07±0,04	0,07±0,03	0,09±0,044

Продолжение таблицы 2

Биохимические показатели			
Малоновый диальдегид (МДА), нМоль/мл	4,34±0,30	4,49±0,27	4,31±0,30
SH–группы, мМоль/л	147,2±2,28	163,9±2,96*	172,3±3,31*
Супероксиддисмутаза (СОД), мкг/мл	37,09±1,36	44,98±2,02*	48,15±1,77*
Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа (Г-6-ФДГ), мкм НАДФН г белка/мин	76,52±0,94	81,64±0,73*	88,11±1,99*
Глутатион восстановленный мкМ SH–групп/мг Hb	21,11±0,38	23,26±0,33*	24,65±0,32*
Флуоресценция триптофанилов сыв. крови, усл. ед.	20,23±0,35	19,85±0,25	18,04±0,46*
Флуоресценция битирозина сыв. крови, усл. ед.	0,24±0,011	0,19±0,009*	0,19±0,009*
Глутатионредуктаза (ГР), мкМоль/г Hb мин	1,72±0,03	2,25±0,11*	2,49±0,08*
Глутатионтрансфераза (ГТ), мкМоль/г Hb мин	2,03±0,07	1,98±0,04	1,63±0,04*
% карбоксигемоглобина от общего пигмента	2,05±0,32	6,21±0,92*	6,74±0,66*
% метгемоглобина от общего пигмента	1,40±0,29	1,76±0,27	1,02±0,22

10-суточное ингаляционное воздействие аэрозолями изучаемых СОТС оказывает влияние на ряд гематологических и биохимических показателей белых крыс. Так, к концу эксперимента отмечается увеличение на 11,6 % содержания эритроцитов в крови подопытных животных первой группы (СОТС «СК-1») по сравнению с контролем. У животных обеих подопытных групп имеет место тенденция к снижению уровня гемоглобина и как следствие этого увеличение содержания в крови карбоксигемоглобина соответственно в 3,0 (СОТС «ЭК-2М») и 3,3 (СОТС «СК-1») раза по отношению к контрольным животным.

Кроме этого, отмечается снижение уровня нейтрофилов и эозинофилов в обеих группах соответственно 33,7 и 39 % при воздействии (СОТС «ЭК-2М») на 41,3 и 51,2 % (СОТС «СК-1»), а также количество моноцитов на 20 % при воздействии СОТС «ЭК-2М».

Оба СОТС не оказывают существенного влияния на показатели, характеризующие состояние ПОЛ (МДА). При этом флюоресценция битирозина при воздействии (СОТС «ЭК-2М» и СОТС «СК-1») и триптофанилов при воздействии (СОТС «СК-1») достоверно ниже, чем в контроле соответственно на 20,8 и 10,8 %.

На фоне описанного характера изменения окисления белков в ответ на воздействие аэрозолей изучаемых СОТС в организме экспериментальных животных, как и в случае затравки продуктами их термодеструкции, отмечается существенная активизация ферментов

антиоксидантной защиты организма. Так, к концу эксперимента содержание SH–групп и содержание глутатиона восстановленного достоверно превышает контрольный уровень соответственно на 11,3 и 17,1 % при воздействии (СОТС «ЭК-2М») на 10,2 и 16,2 % при воздействии (СОТС «СК-1»).

Активность СОД, Г-6-ФДГи ГР превышает значение этих показателей у животных контрольной группы соответственно на 21,3; 6,7 и 30,8 при воздействии (СОТС «ЭК-2М») на 29,8; 15,1 и 44,8 % при воздействии (СОТС «СК-1»), а также снижение ферментативной активности ГТ снижена на 19,7 % при воздействии СОТС «СК-1». Следует отметить, что степень выраженности изменения указанных показателей более выражена при воздействии СОТС «СК-1».

Заключение. На основании проведенных исследований установлено следующее.

1. Лимитирующими показателями вредного действия продуктов термодеструкции СОТС при повторном ингаляционном воздействии являются карбокси- и метгемоглобин, продукты ПОЛ и окисления белков, а также ферменты, характеризующие состояние антиоксидантной системы организма.

2. Индикаторными показателями вредного действия аэрозолей СОТС в условиях повторного ингаляционного воздействия являются карбоксигемоглобин, продукты окисления белков, а также ферменты, характеризующие состояние антиоксидантной системы организма.

Литература

1. Трахтенберг, И. М. Прогнозирование токсичности и опасности смазочно-охлаждающих жидкостей и технологическеих смазок на основе анализа их состава и результатов кратко-срочных тестов / И. М. Трахтенберг, Г. П. Рожковская // Гигиена и токсикология современных технологических жидкостей: сб. науч. тр. / под ред. А. И. Корбаковой и В. Н. Кошенкова. – М., 1985. – С. 51 – 59.

2. МУ № 5836-91. Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Определение масла индустриального нефелометрическим методом в воздухе рабочей зоны: утв. 10.09.1991. – М., 1992. – Вып. 11. – С. 78 – 79.

3. МУ № 1640-77. Методические указания на определение вредных веществ в воздухе. Методические указания на хроматографическое определение окиси углерода в воздухе: утв. 18.04.1977. – М. : ЦРИА «Морфлот», 1981. – Вып. 1–5. – С. 64 – 66.

4. МУ № 3126-84. Методические указания по измерению вредных веществ в воздухе. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций формальдегида в воздухе рабочей зоны: утв. 26.10.1984. – М., 1984. – Вып. XX. – С. 143 – 148.

5. МУ № 2911-83. Методические указания по определение вредных веществ в воздухе. Методические указания по фотометрическому измерению концентрации третичных жирных аминов и аминоспиртов (триэтиламина, диметилэтаноамина, диэтилэтаноламина, триэтаноамина) в воздухе рабочей зоны: утв. 06.09.1983. – М., 1984. – Вып. XIX. – С. 137 – 141.

6. Руководство по лабораторным методам диагностики / А. А. Кишкун. – М. : ГЭОТАР – Медиа, 2007. – 800 с.

Поступила 22.06.2012

EFFECT OF METALWOKING FLUIDS AND THEIR THERMAL DESTRUCTIVE PRODUCTS UNDER REPEATED INHALATION EXPOSURE TO EXPERIMENTAL ANIMALS

Treilib V.V., Polovinkin L.V., Kovshova T.V., Sobol Y.A.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

Under experimental conditions of repeated inhalation exposure to the laboratory animals the limiting toxic effect of metalworking fluids and products of their thermal destruction have been established.

Keywords: metalworking fluids on mineral and synthetic bases, toxicity, aerosol, thermo-destructive products, inhalation exposure.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Трешкова Т.С., Ушкова Л.Л., Грищенкова Т.В., Дудчик Н.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В работе представлены результаты испытаний метода определения генотоксичности. Объектами исследования явились лимфоциты периферической крови человека. Экспериментально обоснована возможность применения предложенного метода для определения ДНК повреждающего действия генотоксикантов.

Ключевые слова: генотоксичность, ДНК, лимфоциты, электрофорез.

Введение. В настоящее время пристальное внимание привлекает проблема возрастающего поступления токсичных веществ в окружающую среду и последствия их воздействия на организм. В основе подобных реакций лежат биохимические изменения на субклеточном и

молекулярном уровнях. Некоторые химические агенты, присутствующие в окружающей среде, классифицируются как генотоксиканты и обладают способностью взаимодействовать с молекулами ДНК, индуцируя повреждения в структуре, которые приводят к дезорганизации клеточных процессов, и нарушению функционирования биологической системы.

Эти патологические изменения можно зарегистрировать ранее, чем они проявятся на уровне популяций и экосистем, с помощью серии методов определения генотоксичности.

Для оценки мутагенных свойств химических соединений предложено около 200 различных тест-систем, многие из которых хорошо разработаны и нашли широкое применение. Однако до настоящего времени нет универсальной тест-системы, которая могла бы выявить все основные типы генетических повреждений. Это обстоятельство ведет к необходимости использования в работе по выявлению и оценке мутагенности исследуемых химических соединений целого набора методов. При этом в качестве тест-объектов служат самые различные виды организмов от микроорганизмов до трансгенных животных и клеток человека в условиях *in vitro* и *in vivo* [1, 2].

Цель исследований: разработать и апробировать способ определения повреждения ДНК при действии известных мутагенов.

Материал и методы исследований. Брали кровь у здоровых доноров в возрасте от 20 до 40 лет, не работающих в сфере химического производства, не контактирующих с источниками ионизирующего излучения, не болевших за последние 3–6 месяцев вирусными заболеваниями и не проходивших за последние 6 месяцев рентгенологическое обследование. Из локтевой вены асептически отбирали аликвоту крови и переносили в стерильные пробирки, содержащие антикоагулянт. Цельную кровь смешивали с равным объемом среды RPMI-1640 и осторожно наслаивали на градиентную смесь фиколла Ficoll-Paque плотностью 1.077 и центрифугировали при 400g в течение 40 мин. Образующееся на разделе фаз «кольцо» из лимфоцитов аккуратно отбирали пипеткой и дважды отмывали средой RPMI-1640 центрифугированием при 400g в течение 10 минут. После второй отмывки осадок разводили в среде RPMI-1640 до концентрации клеток $1\text{-}5*10^5/см^3$ и помещали до использования в холодильник при 4ºС.

В качестве мутагенов использовали азид натрия и 9-аминоакридин. Исследуемые вещества использовали в концентрациях 0,5 %, 1 %, 5 % и 10 %. Объем реакционной смеси составлял 50 мкл. В пробирки, содержащие 10 мкл фосфатно-солевого буфера (ФСБ) вносили 40 мкл раствора исследуемого вещества и 450 мкл клеточной суспензии. Экспериментальные пробирки инкубировали при 37° С в течение 30 минут и 3 часов. По окончании инкубации пробирки центрифугировали при 400g в течение 5 минут. Надосадочную жидкость сливали и осажденные клетки дважды отмывали в ФСБ центрифугированием при 400g 5 минут. После

второй отмывки осажденные клетки разводили ФСБ и сразу приступали к процедуре выделения ДНК с помощью тест-системы GeneJET™.

В пробирки с 50 мкл перекиси водорода добавляли 450 мкл клеточной суспензии и инкубировали 5 минут при 4° С. По окончании инкубации пробирки центрифугировали при 400g 5 минут. Надосадочную жидкость сливали и осажденные клетки дважды отмывали в ФСБ центрифугированием при 400g 5 минут. После двойной отмывки из осажденных клеток проводили процедуру выделения ДНК с применением тест-системы GeneJET™ (Fermentas).

Разделение ДНК проводили с использованием горизонтального электрофореза в 0,5 % агарозном геле. Напряжение электрического поля составляло 2 В/см. В качестве интеркалирующего агента использовали бромистый этидий, лидирующего красителя – бромфеноловый синий.

Результаты и их обсуждение. Результаты испытаний показали, что исследуемые вещества в указанных концентрациях обладают выраженным ДНК повреждающим действием.

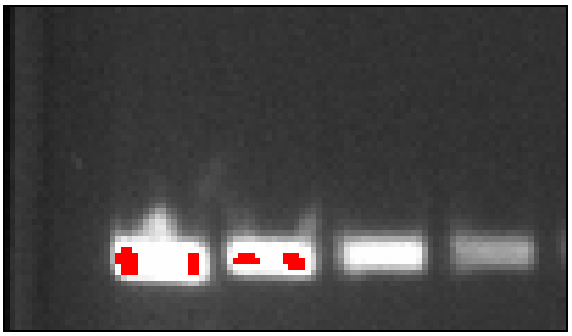
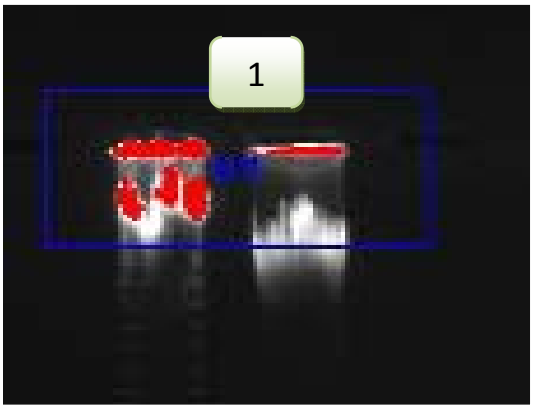
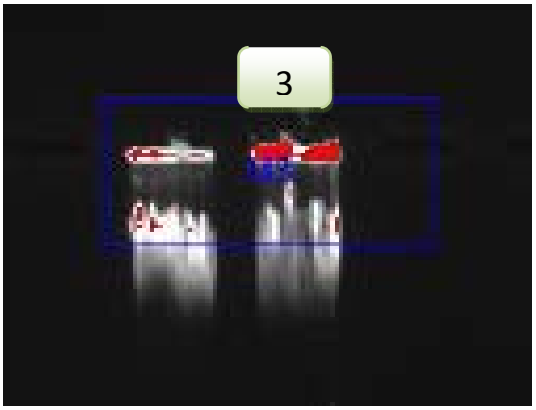


Рисунок 1 – Отрицательный контроль, отсутствие ДНК-повреждающего действия

Как видно из рисунка 1, неповрежденная ДНК суперзакручена и поэтому не мигрирует очень далеко под действием электрического тока.

На рисунке 2 показано ДНК повреждающее действие азида натрия и 9-аминоакридина в концентрациях 0,5 % и 10 % соответственно при различном времени инкубации.





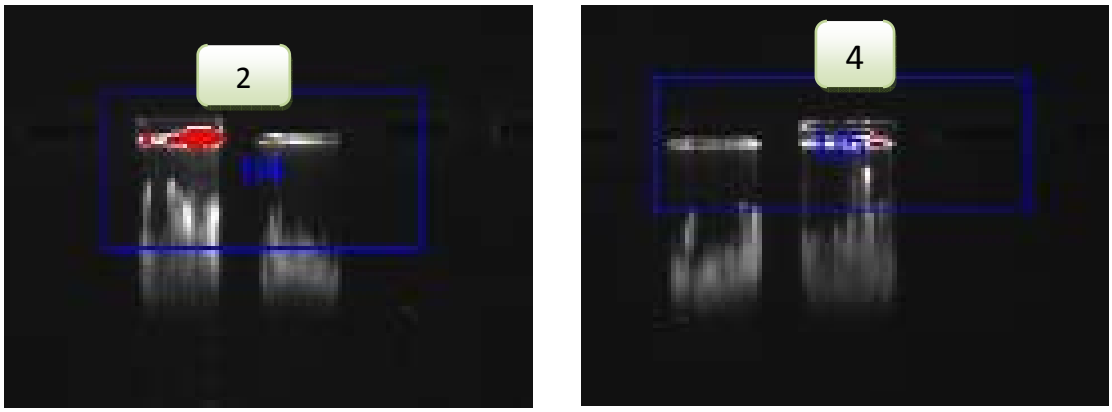


Рисунок 2 – ДНК повреждающее действие азида натрия и 9-аминоакридина в концентрациях 10 %, 0,5 ч (1), 10 %, 3 ч (2), 0,5 %, 0,5 ч (3), 0,5 %, 3 ч. (4).

При повреждении ДНК высвобожденные фрагменты мигрируют из клетки под действием электрического поля. Отрицательно заряженная ДНК мигрирует к аноду и длина экструзии зависит от степени раскрученности ДНК, что является индикатором повреждения.

Заключение. Предложенный способ оценки генотоксического действия химических веществ представляет собой относительно простой, быстрый и чувствительный метод определения повреждений в молекуле ДНК индивидуальной клетки. Важной особенностью метода является его способность исследовать поврежденность генома на ранних стадиях нарушения биологической целостности. Он основан на электрофорезе ДНК единичных клеток в постоянном электрическом поле. Наблюдаемый геном представлен в виде электрофоретического следа, длина которого и доля ДНК в нем пропорциональны повреждению ДНК в клетке.

Литература

1. Тронов, В. А. Метод ДНК-комет индивидуальных клеток. Принцип и применения метода / В. А. Тронов, И. И. Пелевина // Цитология. – 1996. – Т.38. № 4/5. – С. 71 – 75.

2. Scientific opinion on genotoxicity testing strategies applicable to food and feed safety assessment // EFSA Journal. – 2011. – 9(9). – P. 2379.

Поступила 16.07.2012

METHOD FOR ASSESSING POSSIBLE GENOTOXIC EFFECTS OF CHEMICAL SUBSTANCES

Treshkova T.S., Ushkova L.L, Grischenkova T.V., Dudchik N.V.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

DNA-damaging effect has been studied on the pattern of blood lymphocytes. Sodium azide and 9- aminoacridine were used as chemical agents. A possibility of a suggested application method for determining DNA-damaging effect of genotoxicants was experimentally justified.

Keywords*:* genotoxicity, DNA, lymphocytes, electrophoresis.

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ БИОТОПЛИВА ПРИ КУМУЛЯТИВНОМ ВНУТРИЖЕЛУДОЧНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Ушков А.А., Соболь Ю.А., Половинкин Л.В., Ушков С.А., Петровская Е.О., Бурьяк А.И., Половинкина Т.И., Сорока Л.И., Ефимова Е.С., Ежелева С.Н.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Комплексная биохимическая оценка показателей функции печени, содержания продуктов перекисного окисления липидов и сопряженного действия антиокисидантных ферментов показала, что кумулятивные свойства биобутанола и смесевого моторного биотоплива в условиях длительного внутрижелудочного введения несут политропный характер действия, что проявляется в функциональных изменениях со стороны гепатоцитов и мочевыделительной системы.

Ключевые слова: биотопливо, кумулятивное действие, антиоксидантное действие, окисление белков и липидов, ферментативная и не ферментативная оксидантная системы.

Введение. Биотопливо – это топливо из биологического сырья, получаемое, как правило, в результате переработки биомассы (стеблей сахарного тростника, семян рапса, кукурузы, сои и других растений), так называемый – «зеленый» бензин. Биотопливо привлекает к себе все большее внимание, поскольку оно химически аналогично топливу на основе нефти, имеет то же содержание энергии и его можно использовать в существующих двигателях внутреннего сгорания.

В состав рецептуры биобутанола и смесевого моторного биотоплива входят следующие компоненты:

Бутиловый и этиловый спирт, ацетон, бензин (бутанол) применяется в качестве растворителя в лакокрасочной промышленности, модификатора мочевино- и меламиноформальдегидных смол, для получения пластификаторов и как сырьё для синтеза бутилацетата, бутилакрилата и эфиров с гликолями. Бутанол оказывает устойчивое действие на организм. При вдыхании бутанол вызывает кашель, головокружение, сонливость и головную боль. При

нанесении на кожные покровы отмечается сухость кожи и шероховатость. Ирритативное воздействие проявляется в ощущении жжения, неясности зрения, лакримации и светобоязни, возможно, повреждение роговицы. При случайном проглатывании бутанола возникают боль в животе, сонливость, рвота, кашель, головокружение. Бутиловые спирты обладают наркотическим действием, пары их оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, которое в 5–6 раз более значительно, чем у ацетона. При кратковременном воздействии пары бутилового спирта раздражают слизистые оболочки глаз и дыхательные пути. Данное вещество может оказывать действие на центральную нервную систему, а высокие концентрации его могут вызвать помутнение сознания.

Этиловый спирт. Может поступать в организм несколькими путями: при приёме внутрь, при внутривенном введении, а также через легкие в виде паров с вдыхаемым воздухом. Поступивший в организм этиловый спирт действует на кору головного мозга. При этом наступает опьянение с характерным алкогольным «возбуждением». Это возбуждение не является результатом усиления возбудительного процесса, а возникает из-за ослабления процесса торможения. В больших дозах этиловый спирт вызывает угнетение функции как спинного, так и продолговатого мозга. При этом наступает состояние длительного глубокого наркоза с потерей рефлексов и угнетением жизненно важных центров. Под влиянием этилового спирта может наступить смерть в результате паралича дыхательного центра. Этиловый спирт обладает наркотическим действием, вызывает сначала возбуждение, а затем паралич центральной нервной системы. При длительном воздействии больших доз может вызвать тяжелые органические заболевания нервной системы, печени, сердечно-сосудистой системы, пищеварительного тракта и т.д.

Ацетон (диметилкетон, пропанон) широко используется в промышленности как растворитель для извлечения ряда веществ, для перекристаллизации химических соединений, химической чистки, получения хлороформа и т.д. Пары ацетона тяжелее воздуха, поэтому в помещениях, в которых происходит испарение ацетона, создается опасность отравления при вдыхании его паров. По фармакологическим свойствам ацетон относится к числу веществ, проявляющих наркологическое действие, обладает кумулятивными свойствами. Ацетон медленно выводится из организма и может поступать в организм с вдыхаемым воздухом, а также через пищевой канал и кожу. После поступления ацетона в кровь часть его переходит в головной мозг, селезенку, печень, поджелудочную железу, почки, легкие и сердце. Вдыхание паров ацетона используется токсикоманами для достижения эйфории. Ацетон – это вещество, обладающее наркотическим действием, может поражать все отделы центральной нервной системы и негативно влияет на развитие плода.

Бензин (автомобильный), главным образом, применяется в качестве горючего для двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением (карбюраторных и с непосредственным впрыском). Бензин проникает в организм в основном через легкие и опасность отравления существует на всех этапах его производства, транспортировки и особенно при его использовании. При остром отравлении парами бензина появляются головная боль, неприятные ощущения в горле, кашель, раздражение слизистой оболочки глаз, носа, в тяжелых случаях – головокружение, неустойчивая походка, психическое возбуждение, замедление пульса, иногда – потеря сознания. При хроническом отравлении обычны жалобы на головную боль, головокружение, расстройство сна, раздражительность, повышенную утомляемость, похудание, боли в области сердца и др. Бензин может вызывать как острое воспаление кожных покровов, так и хроническое заболевание, которое либо ограничивается шелушением и более четким рисунком фолликулов, либо переходит в профессиональный дерматит с бугорково-пузырьковыми высыпаниями (в результате растворения кожного сала, сухости кожи и её способности легко давать трещины).

Соединения, входящие в состав биотоплива, по литературным данным, и оказывают основное неблагоприятное воздействие на организм при производстве и эксплуатации биобутанола и смесевого моторного биотоплива.

Материал и методы исследований. Большинство ксенобиотиков обладают политропным характером действия на организм теплокровных животных. Следовательно, для гигиенического изучения оценки их биологического действия применяется комплекс биохимических методов, характеризующих функциональное состояние различных органов и систем организма.

При оценке токсического действия биобутанола и смесевого моторного биотоплива в хроническом эксперименте основное внимание уделялось изучению специфических сторон метаболизма печени, которые играют важную роль в обмене веществ, и адекватно отражают воздействие данного полициклического ароматического углеводорода на организм.

На основании литературных данных нами был выбран комплекс диагностически важных ферментов и метаболитов, которые участвуют в процессах детоксикации и имеют различную внутриклеточную локализацию (лактатдегидрогеназа – цитоплазматическую; сукцинатдегидрогеназа – митохондриальную), остальные метаболиты характеризуют степень защиты гепатоцитов и процессы детоксикации при хроническом воздействии биотоплива.

SH-группы своей высокой реакционной способностью и большим многообразием биохимических реакций, в которые они вступают (процессы ацетилирования, алкилирования, окисления, фосфорилирования и др.), обуславливают свое исключительное значение в образовании сложных трехмерных структур белков, что напрямую связано с ферментатив-

ным катализом, проницаемостью мембран и т.д., и в конечном счете функцией субклеточных структур и целостной клетки. Таким образом, SH-группы несут важную функциональную нагрузку по защите каталитических центров энзимов.

Также нами были проведены исследования динамики развития окислительного стресса, которую оценивали по накоплению малонового диальдегида (далее – МДА) и карбонильным производным белков (КПБ), которые регистрировали по накоплению битирозина и флуоресценции остатков триптофана.

Значимое место в защите мембранных процессов занимают антиоксидантные механизмы энзимной природы, одними из которых являются супероксиддисмутаза, глютатионредуктаза и глютатионтрансфераза.

Для общей оценки функции нервной ткани (проведения нервного импульса) нами были проведены исследования по оценки активности холинэстеразы, которая синтезируется в печени, и в тоже время служит тестом, отражающим функциональное состояние печени.

Экспериментальное изучение токсиколого-гигиенических свойств биобутанола и смесевого моторного биотоплива выполнено на белых крысах в соответствии с действующими нормативно-техническими и методическими документами Минздрава Республики Беларусь.

Результаты и их обсуждение. Определение параметров острой токсичности ($ЛД_{50}$) биобутанола и смесевого моторного биотоплива и оценки опасности развития острой интоксикации проведены на белых крысах. Каждая группа подопытных животных формировалась в количестве 6 шт. В эксперименте нативное биотопливо вводили животным внутрижелудочно в максимально возможном объеме (крысам – 3,0 мл на 200 г массы тела) с помощью иглы зонда в дозах 15000–1750 мг/кг.

При введении биобутанола в дозах 15000 мг/кг, 7500 мг/кг и 5000 мг/кг все подопытные животные погибали в течение первого часа.

Доза 3750 мг/кг вызывала гибель 3 животных из 6; 2550 мг/кг – 2 из 6. Установлено, что внутрижелудочное введение биобутанола вызывает раздражающий эффект слизистой рта, угнетение животных, адинамию и боковое положение в течение первых часов после воздействия. В дальнейшем общее состояние животных нормализуется.

Визуальное патологоанатомическое обследование павших крыс выявило изъявление слизистой желудочно-кишечного тракта, печень и селезенка у погибших животных темные полнокровные.

Доза 1750 мг/кг не вызывала гибели животных.

$ЛД_{50}$, рассчитанная методом Лифчфилда-Уилкинсона, составляет для биобутанола – 3120,0±434,2 мг/кг.

Таким образом, по параметрам острой внутрижелудочной токсичности биобутанол относится к умеренно опасным химическим соединениям (3 класс опасности, по ГОСТ 12.1.007-76).

Воздействие смесевого моторного биотоплива в дозе 15000 мг/кг вызывало гибель всей группы подопытных животных. Визуальное патологоанатомическое обследование павших крыс выявило изъявление слизистой желудочно-кишечного тракта, полнокровие печени и селезенки.

Доза 7500 мг/кг не приводила к гибели животных на протяжении всего периода наблюдений – 14 суток.

Следует отметить, что в первые сутки наблюдения отмечается раздражающий эффект слизистой рта, угнетение животных, адинамия и боковое положение в течение первых часов после воздействия. В конце второй недели животные оставались активными, охотно поедали корм, имели гладкий шерстяной покров.

Следовательно, $ЛД_{50}$ составляет для смесевого моторного биотоплива< 7500 мг/кг, что позволяет его отнести к малоопасным химическим соединениям (4 класс опасности, по ГОСТ 12.1.007-76).

Способность биобутанола и смесевого моторного биотоплива к кумуляции в организме изучали в условиях ежедневного 30-суточного (по 5 раз в неделю) введения препаратов. Суточная доза составляла $^{1}/_{10}$ от установленной в остром эксперименте величины $ЛД_{50}$: для биобутанола– 310 мг/кг, для смесевого моторного биотоплива– 750 мг/кг. Контрольные животные получали в эквивалентных объемах воду.

Эксперименты показали, что повторные внутрижелудочные введения биобутанола и смесевого моторного биотоплива гибели подопытных животных не вызывало, но были зарегистрированы видимые признаки интоксикации. В первый период хронического эксперимента животные были вялыми, медленно передвигались по клетке, в конце опыта отклонений в состоянии и внешнем виде опытных крыс по сравнению с контрольными не отмечалось. Следовательно, образцы биотоплива не способны вызывать кумулятивные эффекты на смертельном уровне.

Для более детального изучения неблагоприятного воздействия биобутанола и смесевого моторного биотоплива на организм животных при повторном внутрижелудочном воздействии нами было изучено их влияние на некоторые стороны перекисного окисления липидов (МДА), антиоксидантную систему гемолизатов крови (глутатион восстановленный, глутатионтрансферазу, SH-группы, глутатионредуктазу), углеводный и энергетический обмен (ЛДГ, СДГ), определены показатели функции печени (АСТ, АЛТ и холинэстераза), перекисного окисления белков сыворотки крови (битирозин в сыворотке крови, флуоресценция

триптофанилов), определены основные метаболиты, характеризующие функцию мочевыделительной системы (диурез, белок, мочевина, хлориды). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Из приведенных в таблице 1 данных следует, что длительное внутрижелудочное введение смесевого моторного биотоплива активизирует процессы углеводного обмена, на что указывает достоверное увеличение активности лактатдегидрогеназы, активизируются энергетические процессы и это проявляется в увеличении активности митохондриального фермента – сукцинатдегидрогеназы. Внутрижелудочное длительное введение смесевого моторного биотоплива приводит к достоверному накоплению малонового диальдегида – конечного продукта перекисного окисления. В данном эксперименте было установлено снижение интенсивности триптофановой флуресценции белков сыворотки крови крыс, которые носили достоверный характер. Следует отметить, что обнаружено достоверное возрастание количества мочевины, одного из конечных продуктов белкового обмена в сыворотке крови.

Таблица 1 – Биохимические показатели сыворотки крови и мочи белых крыс при хроническом воздействии биобутанола и смесевого моторного биотоплива

Изучаемые показатели	Контрольная группа	Воздействие биобутанола	Воздействие смесевого моторного биотоплива
Глютатион восстановленный, мкм/мл	10,50±1,35	11,20±1,63	11,60±1,55
Супероксиддисмутаза(СОД) в гем. крови, мкг/мл	33,10±8,53	29,30±4,09	28,50±3,54
SH-группы в гем. крови, мкм/мл	69,80±8,94	74,80±10,88	77,0±10,41
Глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа, нМ НАДФ*Н/гHb	60,20±8,40	59,70±5,15	69,10±6,58
Глютатионредуктаза, мкМоль/г Hb мин	2,25±0,46	2,60±0,42	2,40±0,43
Глютатионтранфераза, мкМоль/г Hb мин	1,25±0,17	1,24±0,17	1,20±0,13
Малоновый диальдегид (МДА), нмоль/л	3,40±0,43	4,40±0,41	4,90±0,38*
Лактатдегидрогеназа (ЛДГ), мкм NADH/г белка	68,50±4,72	71,10±5,67	80,40±8,69*
Сукцинатдегидрогеназа (СДГ), мкг формазана/г белка в мин	25,90±4,10	27,40±3,08	34,10±4,16*
Аланинаминотрансфераза (АлТ), Мкмоль/л	0,10±0,004	0,11±0,004	0,10±0,004
Аспартатаминотрансфераза (АСТ),Мкмоль/л	0,09±0,003	0,08±0,002	0,09±0,003
Холинэстераза, Мкмоль ацетилхолина	5,20±2,20	5,60±2,01	5,85±2,01
Флуоресценция битирозина, усл. ед.	0,23±0,07	0,19 ±0,017	0,23±0,095

Продолжение таблицы 1

Флуоресценция триптофана, усл. ед.	15,90±0,78	15,70±0,88	14,80±1,11*
Белок, г/л	74,10±1,34	75,70±1,38	79,50±2,50
Мочевина, Ммоль/л	6,80±0,74	8,60±0,30	9,20±0,50*
Хлориды, Ммоль/л	94,20±1,46	91,90±4,94	95,20±4,42
Показатели функционального состояния почек:			
Диурез	4,20±0,78	5,30±0,71	5,60±0,51
Удельный вес	1,03±0,004	1,03±0,002	1,04±0,003
Мочевина, Ммоль/л	190,7±9,45	267,4±21,54*	284,9±29,03*
Хлориды, Моль/л	41,40±7,94	74,0±5,41*	66,20±5,04*
Белок	1,39±0,072	1,71±0,103*	2,16±0,21*
Примечание — * — при $p<0,05$.			

Исследования химического состава мочи показали, что хроническое воздействие биобутанола и смесевого моторного биотоплива приводит к повышению содержания мочевины, хлоридов и белка, что по всей вероятности связано с напряжением функции мочевыделительной системы – реабсорбирующей и фильтрующей.

Заключение. Комплексное изучение биохимических данных позволяет сделать вывод об отсутствии каких-либо значимых отклонений после хронического воздействия биотоплива на антиоксидантные процессы: не наблюдается изменений содержания глютатиона восстановленного, SH-групп; не отмечено значимых отклонений в содержании белка и хлоридов в сыворотке крови по сравнению с контрольной группой животных.

Не установлено функциональных изменений активности глютатионзависимых энзимов: глютатионредуктазы, глютатионтрансферазы и фермента антиоксидантной защиты – супероксиддисмутазы.

Активность аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и холинэстеразы, отражающие функциональное состояние печени, находятся в пределах колебаний показателей контрольной группы животных.

Кумулятивные свойства биобутанола и смесевого моторного биотоплива в условиях длительного внутрижелудочного введения характеризуются политропным действием с превалированием изменений со стороны функционального состояния почек и печени.

Поступила 06.06.2012

SOME BIOCHEMICAL ASPECTS OF BIOFUEL EFFECT ON LABORATORY ANIMALS IN CUMULATIVE INTRAGASTRIC ADMINISTRATION

Ushkov A.A., SobolYu.A., Polovinkin L.V., Ushkov S.A., Petrovskaya E.O.,

BuryakA.I.,PolovinkinaT.I., SorokaL.I., EfimovaE.S., EjhelevaS.N.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

A comprehensive assessment of biochemical parameters of liver function, the content of lipid peroxidation products and coupled action of the anti-oxidative enzymes has shown that the cumulative actions of biobutanol and mixed motor biofuel have polytropic effects in long-term intragastric administration which leads to functional changes of hepatocytes and urinary system.

Keywords: biofuel, cumulative action, anti-oxidative action, oxidation of lipids and proteins, enzymatic and non-enzymatic oxidative system.

ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ФИТОКОМПОЗИЦИЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И ИММУНО-ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГЕПАТИТА

Ушков А.А., Шевляков В.В., Половинкин Л.В., Соболь Ю.А.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Внутрижелудочное введение фитокомплексов «Аврора» животным в дозе по 0,75 мг/кг, параллельно получившим четыреххлористый углерод, сопровождалось в субхроническом эксперименте значимым протекторным действием в отношении изученных показателей клеточного и гуморального звеньев иммунитета и гематологических показателей, величины которых значимо отличались от таковых у животных с экспериментальным гепатитом и находились в пределах колебаний в контрольной группе животных. Комплексная биохимическая оценка маркерных показателей функции печени, содержания продуктов перекисного окисления и сопряженное действие антиоксидантных ферментов дают возможность полагать, что фитокомпозиции «Аврора» оказывают наиболее выраженное гепатомембранопротекторное действие при поражении органа и являются перспективными профилактическими композициями.

Ключевые слова: фитокомпозиции, перекисное окисление липидов, иммуногематология, гепатит, протекторное действие.

Введение. Снижение уровня здоровья населения, связанное с экологическими и гигиеническими факторами, определяют актуальность научных и технологических разработок биологически активных добавок к пище, которые позволяют проводить коррекцию и профилактику некоторых предпатологических и патологических нарушений в организме. Ухудшение экономической ситуации в последние десятилетия, изменение в структуре и качестве питания населения и, как следствие, – ухудшение состояния здоровья, привела к резкому росту потребности в биологически активных добавках (далее – БАД).

Качественные изменения в структуре питания оказывают неблагоприятное влияние на системы и функции организма, за счет чего у большей части населения снизилась способность функционирования системы детоксикации на всех уровнях организации организма, обнаруживаются признаки ослабления иммунитета и других систем организма.

Необходимость изменить сложившуюся ситуацию обусловила повышенный интерес к биологически активным добавкам. Именно БАД при их большом ассортименте, функциональной многонаправленности и воздействии на различные нарушения важнейших систем организма оказываются полезными для коррекции той или иной функции, поддержания той или иной системы. Это вызывает повышенный интерес к изучению медико-биологических свойств обогатительных селенсодержащих фитокомпозиций «Аврора», которые представляют собой сухие композиции предварительно дезинтегрированных фруктовых и овощных порошков, зерновых продуктов, морской капусты и другого фитосырья, а также органический селен. Фитокомпозиции предназначены для обогащения хлебобулочных, кондитерских изделий и других видов пищевых продуктов микроэлементами – селеном, пищевыми волокнами (пектином и др.), а также йодом и другими минеральными веществами.

Целью работы является экспериментальная оценка влияния фитокомпозиций на нарушенные показатели биохимического и иммунного статуса организма животных в экспериментальном гепатите (далее – ЭГ).

Предполагается, что компоненты фитокомпозиций должны нормализовать или улучшить работу желудочно-кишечного тракта и служить в качестве профилактического средства против токсикоза (цирроза) печени. В связи с этим, нами была подобрана и апробирована модель ЭГ, которая убедительно подтверждена характерными биохимическими и иммунологическими показателями.

Результаты и их обсуждение. Биохимические показатели контрольной группы и группы ЭГ полностью подтвердили ранее полученные результаты. Для большей убедительности действия фитокомпозиций нами были проведены дополнительные опыты по определению активности ферментов щелочной фосфатазы (далее – ЩФ) и гамма-глутамилтранспептидазы (далее – ГГТП) – ферментов, характеризующих функциональные особенности печеночной ткани. При патологических состояниях активность ЩФ возрастает и это указывает на нарушение работы печени и желчных протоков. Эксперименты показали, что при кумулятивном воздействии четыреххлористым углеродом активность этого фермента значительно возрастает с 7,4 в контрольной группе до 12,5 мккат/л в опыте.

ГГТП – преимущественно мембраносвязанный гликопротеин, катализирующий перенос аминокислот через клеточную мембрану, регулирующий разрушение глутатиона. Плазменная активность фермента обусловлена выходом ГГТП из печени, а также из поджелудоч-

ной железы и отражает индукцию микросомальной окислительной системы. В опытах под воздействием гепатотропного яда активность этого фермента достоверно увеличивалась.

Показатели, характеризующие процессы перекисного окисления липидов - малоновый диальдегид (далее – МДА) и антиокислительной защиты печени (глютатионредуктаза (далее – ГР) и супероксиддисмутаза (далее – СОД), после поражением четыреххлористым углеродом находились в несбалансированном состоянии. Так, содержание МДА увеличивалось, хотя и недостоверно. Активность супероксиддисмутазы достоверно снижалась, а глутатионредуктазы носит направленность к увеличению.

Интересные биохимические результаты были получены после введения животным фитокомпозиций на фоне гепатотоксиканта. Опыты показали, что употребление комплекса «Аврора 1» на протяжении всего периода эксперимента сопровождалось снижением активности аспартатаминотрансфераза (далее – АсТ), ЩФ. Однако их активность все еще оставалась выше контрольных величин, а активность аланинаминотрансфераза (далее – АлТ) оставалась достоверно увеличенной по отношению к исходным величинам, как ГГДП. Показатели перекисного окисления липидов и антиокислительной системы практически не изменялись по сравнению с контрольными значениями.

Содержание МДА, одного из конечных продуктов перекисного окисления липидов, практически не изменилось по сравнению с контрольными величинами, а активность глутатионредуктазы достоверно увеличивалась. СОД оставалась на уровне исходных величин.

Получение животными фитокомпозиций «Аврора 3» и «Аврора 7» показали, что предварительное употребление этих композиций на фоне острого поражения печени нормализует все показатели, характеризующие метаболические процессы поражения печени. Так, маркерные ферменты поражения печени – АсТ, АлТ, ШФ, ГГТП, снижаются до величин контрольной группы. Накопление продуктов перекисного окисления и антиоксидазные механизмы не претерпевали значительных изменений по сравнению с исходными величинами.

Одновременно с биохимическими исследованиями нами проводились и иммуногематологические эксперименты.

Трехнедельное внутрижелудочное введение белым крысам гепатотропного токсиканта четыреххлористого углерода в дозе по 1 мл/кг массы белых крыс (вторая серия эксперимента) приводило к значительному угнетению функциональной фагоцитарной активности гранулоцитов. В 2,1 раза по сравнению с контролем снижался исходный спонтанный уровень кислородного метаболизма гранулоцитов крови. На 48,3 % ингибировалась продукция кислородных радикалов в гранулоцитах на стимуляцию опсонизированным зимозаном по сравнению с контрольной пробой с соответствующим снижением на 12,8 % индекса стимуляции. О существенном угнетении механизмов кислородного внутриклеточного киллинга антигенов

в гранулоцитах свидетельствует и двукратное снижение величины фагоцитарного резерва гранулоцитов крови у животных с экспериментальным гепатитом.

Нарушение функциональной способности фагоцитов крови отразилось и на значимом угнетении индекса фагоцитоза, и на некотором снижении активности фагоцитоза, и показателей завершающей переваривающей фазы фагоцитоза, сдвиги которых, однако, были существенно менее выражены, чем у животных на большую дозу хлористого углерода.

Показатели изученных гуморальных факторов иммунитета у животных с экспериментальным гепатитом были незначительно ниже, чем в контроле. Однако интегральный показатель гуморальной антимикробной защиты крови – бактерицидная активность сыворотки крови (далее – БАСК) был существенно снижен (на 15,6 % по отношению к контролю). Аналогично отмечается значительное снижение в крови опытных животных содержание гемоглобина.

Параллельное введение опытным животным, получившим в течение трех недель четыреххлористый углерод, фитокомплексов «Аврора» в дозах по 0,75 мг/кг сопровождалось активацией фагоцитарной активности нейтрофилов крови по сравнению со второй опытной группой ЭГ. Особенно значимо возрастание индекса фагоцитоза отмечалось в группах животных, получавших препараты «Аврора». Другие показатели поглотительной и переваривающей фазы фагоцитарной реакции нейтрофилов у крыс, получавших фитокомлексы, были также несколько выше, чем в опыте с ЭГ. Примечательно, что величины этих показателей достигали и даже несколько превосходили таковые (особенно по завершающей фазе фагоцитоза) у животных контрольной группы. Указанные данные закономерны, поскольку в группах животных, получавших препараты «Аврора», отмечалось значимое по сравнению с опытной группой ЭГ спонтанного (на 172,8–207,1 %) и зимозанстимулированного (в 1,6–1,98 раз) уровней кислородного метаболизма в гранулоцитах крови. Причем, значение индекса стимуляции в опытных группах животных («Аврора 1» и «Аврора 3») высоко достоверно превышали таковые у животных с ЭГ. Соответственно, в этих группах животных и значительно возрастала величина фагоцитарного резерва (в 1,9–2 раза по отношению к животным с ЭГ).

Следует отметить, что изученные показатели функциональной активности фагоцитов крови у животных опытных групп, в том числе уровни кислородного метаболизма в гранулоцитах при их стимуляции фитокомпозициями, были в пределах таковых величин у контрольных крыс. Следовательно, фитокомплексы «Аврора», особенно «Аврора 1» и «Аврора 3», проявляют выраженное протекторное действие в отношении сохранения функций клеточного – фагоцитарного звена иммунитета при экспериментальном поражении печени.

Сдвиги со стороны гуморальных факторов защиты – комплементарная активность сыворотки крови, циркулирующие иммунные комплексы (далее – ЦИК) – находились в пределах колебаний контрольных величин и несколько превышали таковые у животных с ЭГ. От-

мечалась значительная активность в сыворотке крови опытных животных, получивших фитокомпозиции, лизоцима (на 115,1–126,3 % по отношению ко второй опытной группе) и интегрального показателя БАСК (на 114,9–117,8 %), величины которых достигали уровней у контрольных животных.

У групп животных, получавших фитокомпозиции, отмечалось нормализация содержания гемоглобина в крови (на 107,2–112,8 % по отношению к животным с ЭГ), в том числе и повышение среднего содержания гемоглобина в эритроцитах. Показатели содержания лейкоцитов в периферической крови и лейкоформулы у животных, получивших фитокомпозиции, были более близки к их величинам в контрольной группе животных, чем у животных с ЭГ.

Таким образом, изученные фитокомплексы «Аврора» проявляют в субхроническом эксперименте при внутрижелудочном применении в дозах по 0,75 мг/кг массы белых крыс, получавших гепатотропный яд, выраженное защитное действие в отношении клеточного и гуморального звеньев иммунитета, улучшают состояние красного и белого ростков кроветворения, оказывают мембранопротекторное действие и нивелируют гепатотоксическое действие при поражении четыреххлористым углеродом.

Заключение. Формирование модели экспериментального гепатита у лабораторных животных в подострых опытах при введении высоких доз гепатотропного яда – четыреххлористого углерода, сопровождается нарушением активности основных маркерных ферментов, разбалансировкой процессов перекисного окисления и антиокислительной защиты печени, приводит к угнетению клеточно-фагоцитарного и гуморального звеньев иммунитета, существенным сдвигам показателей красного и белого ростков кроветворения. Выявленные сдвиги доказывают адекватность создаваемой модели поражения печени.

Внутрижелудочное введение фитокомплексов «Аврора» животным в дозе по 0,75 мг/кг, параллельно получившим четыреххлористый углерод, сопровождалось в субхроническом эксперименте значимым протекторным действием в отношении изученных показателей клеточного и гуморального звеньев иммунитета и гематологических показателей, величины которых значимо отличались от таковых у животных с экспериментальным гепатитом и находились в пределах колебаний в контрольной группе животных. Это свидетельствует о перспективности использования фитокомплексов «Аврора» в качестве высокоэффективных средств профилактики вредного действия на организм гепатотропных ядов и иммунотоксикантов.

Комплексная биохимическая оценка маркерных показателей функции печени, содержания продуктов перекисного окисления и сопряженное действие антиоксидантных ферментов дают возможность полагать, что фитокомпозиции «Аврора» оказывают наиболее выраженное гепато- и мембранопротекторное действие при поражении органа и являются перспективными профилактическими композициями.

Поступила 04.06.2012

PROTECTIVE EFFECT OF PHYTOCOMPOSITIONS WITH SELENIUM ON THE BIOCHEMICAL AND IMMUNE-HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF LABORATORY ANIMALS IN EXPERIMENTAL MODELS OF HEPATITIS

Ushkov A.A., Shevljakov V.V., Polovinkin L.V., Sobol Y.A.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

Intragastric administration of phytocomplex «Aurora» with a dose of 0,75 mg/kg to animals which received at the same time carbon tetrachloride was accompanied in the subchronic experiment by a significant protective effect on the studied parameters of cellular and humoral immunity and haematological parameters whose values are significantly different from those in animals with experimental hepatitis and were within the range of oscillations in a control group of animals.

A comprehensive assessment of biochemical markers in liver functions, a content of peroxide oxidation products and a connected activity of antioxidant enzymes give an opportunity to suppose that the phytocompositions have the most pronounced hepato-membranetread impact during a defeat of the organ and are perspective.

Keywords: phytocompositions, lipid peroxidation, immune-hematology, hepatitis, protective effect.

ДОЗОЗАВИСИМЫЕ ИММУНОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НА СУБХРОНИЧЕСКОЕ ИНГАЛЯЦИОННОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ В ОРГАНИЗМ МОРСКИХ СВИНОК БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ СУБСТАНЦИЙ МУЧНОЙ ПЫЛИ

*Ушков С.А., * Шевляков В.В., Эрм Г.И., Буйницкая А.А., Чернышова Е.В., Козловская Т.В., Студеничник Т.С.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Минский институт управления, г. Минск*

Реферат. Ингаляционное воздействие белоксодержащих субстанций мучной пыли в разных концентрациях вызывало формирование в организме опытных морских свинок иммунотоксических эффектов, проявляющихся аллергическими реакциями немедленного анафилактического, антителозависимого цитотоксического, иммунокомплексного и замедленного клеточно - опосредованного типов, существенной угнетающей иммуномодуляцией, особенно со стороны Т-клеточного и фагоцитарного звеньев иммунитета, гемотоксическим действием, выраженность которых имела дозовую зависимость.

Ключевые слова: мучная пыль и экстракт из нее, ингаляционное воздействие, иммунотоксическое действие на организм морских свинок.

Введение. Производства хлебопродуктов (далее – ПХП) – предприятия мукомольного производства и бестарного хранения хлебопродуктов (элеваторы, силоса, мельницы, отделения фасовки и склады готовой продукции), производства хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий – относятся к экономически и социально значимым предприятиям агропромышленного комплекса и вносят существенный вклад в обеспечение пищевой безопасности населения республики. Только в Беларуси функционирует 19 крупных комбинатов хлебопродуктов, 30 крупных мукомольных производств, 61 хлебозавод, а также более 800 мелких производств, расположенных в селитебной зоне даже небольших населенных пунктов, в которых используется мучная продукция.

Нашими исследованиями установлено, что условия труда работников большинства профессий ПХП оцениваются по гигиенической классификации как вредные 2–3 степени, наибольший вклад в которые вносит органическая мучная пыль. Вместе с тем, действовавшая ПДК в воздухе рабочей зоны мучной пыли (6 мг/м^3) как и других органических пылей растительного происхождения, нормированных ранее по критерию фиброгенного действия с учетом содержания диоксида кремния, не учитывает различную гетероантигенную составляющую растительной пыли (протеины, липопротеиды, полисахариды) и их возможное вредное иммунотропное действие на организм. Следовательно, ПДК мучной пыли не обеспечивала безопасные условия труда и профилактику профзаболеваний, о чем свидетельствуют результаты исследований по другим белоксодержащим растительным аэрозолям (комбикорма), нормированным в воздухе по критерию ведущего аллергенного вредного действия на организм их растворимых органических субстанций [1].

Для обоснования этио-патогенетической ПДК мучной пыли требовалось, прежде всего, изучить особенности иммунотоксических свойств ее белоксодержащих субстанций при ингаляционном поступлении в организм лабораторных животных.

Цель работы – изучить особенности иммунотоксического действия белоксодержащих субстанций мучной пыли на экспериментальной модели ингаляционного воздействия на морских свинок разных концентраций экстракта из мучной пыли (далее – ЭМП), стандартизированного по белку.

Материал и методы исследований. Единые методические подходы к изучению биологического действия и регламентированию в воздухе рабочей зоны органической пыли по белку были разработаны и апробированы при нормировании органических пылей животного (птицеводческого и животноводческого производств, кормовых дрожжей и добавок) и смешанного (комбикормовая) происхождения [2]. Это позволило целенаправленно провести исследования по изучению особенностей иммунотоксического действия образцов мучной пыли.

Иммунотоксическое действие может проявляться аллергизацией, иммунизацией, неспецифической иммуномодуляцией и гемотоксическими проявлениями в организме. Поэтому на адекватной экспериментальной модели интраназального динамического месячного дробного на вдохе животного введения микст-экстракта из пыли пшеничной и ржаной муки (содержание белка в ЭМП 3,2 мг/мл) морским свинкам в расчетных ингаляционных концентрациях на уровне 5,0±0,0017 (4,919÷5,025), 1,0±0,054 (0,994÷1,02), 0,2±0,0001 (0,1999÷0,2004) мг/м^3 по белку (соответственно 1, 2 и 3 опытные группы) изучены все возможные иммунотоксические эффекты.

Оценку специфического аллергенного действия на организм животных антигенных субстанций мучной пыли осуществляли выявлением механизмов всех четырех типов аллергических реакций, используя комплекс методов аллергодиагностики in vivo и in vitro [2]. Для лабораторного подтверждения развития смешанных механизмов 2–4 типов аллергических процессов применяли реакцию специфического НСТ-теста гранулоцитов крови (РСНСТ) при их стимуляции аллергеном [3].

Для лабораторной оценки формирования у животных клеточноопосредованного аллергического процесса (далее – ГЗТ) на воздействие ЭМП определяли уровень розеткообразующих антигенреактивных Т-лимфоцитов (по их абсолютному и относительному количеству) и коэффициент реакции специфического ингибирования Е-РО лимфоцитов (РСИРО) при стимуляции аллергеном по [2]. Кроме того, использовали модифицированный нами лабораторный метод оценки бласттрансформации Т-лимфоцитов как аналога ГЗТ при их стимуляции ЭМП и регистрации специфического возрастания активности митохондриальных ферментов в лимфоцитах в МТТ-тесте [удостоверение ГУ «РНПЦГ» на рацпредложение № 1592 от 08.09.08 г.].

У подопытных животных определяли комплекс показателей иммунологической реактивности, отражающих иммуномодулирующее действие антигенов на организм: содержание Т-лимфоцитов и их активных субпопуляций в крови, содержание ЦИК и лизоцима, активность комплемента в сыворотке крови, интегральный показатель антибактериальной защиты сыворотки крови (БАСК) по известным и рационализированным нами методикам [2]. Учитывая преимущественную нагрузку антигенов органической пыли на иммунную систему организма в экспериментах, было важным более глубоко изучить функциональное состояние клеточно-фагоцитарных звеньев иммунитета. Оценить функциональную активность Т-системы иммунитета позволяет реакция бласттрансформации (РБТЛ) с применением основных Т-митогенов: фитогемагглютенин (ФГА) и конканавалин А (Con A). В настоящее время для оценки РБТЛ используют колориметрический метод, основанный на способности митохондриальных ферментов живых лимфоцитов восстанавливать растворимую тетразолиевую

соль МТТ до формазана, количество которого пропорционально числу активированных пролиферирующих клеток. Причем в выборе доз митогенов исходили из того, что ФГА преимущественно стимулирует предшественников цитотоксических лимфоцитов, а Con A в высоких дозах (2,5 и более мкг|мл) активирует пролиферативную активность Т-лимфоцитов супрессоров, но не хелперов [4]. Нами впервые использован модифицированный МТТ-тест для одновременного определения неспецифической и специфической активации Т-лимфоцитов, функциональной способности Т-лимфоцитов супрессоров в экспериментах с органической пылью (удостоверения ГУ «РНПЦГ» на рацпредложения № 1591, 1592 от 08.09.08 г.).

Кроме того, иммунотоксичность проявляется нарушением функций гранулоцитарно-макрофагальных клеток (ГМК) в результате ингибиции или активации генерации активных форм кислорода (АФК) [72]. Для оценки кислородного метаболизма в ГМК использовали наиболее информативную косвенную методику тест бессубстратного восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-тест) в диформазан по методу в нашей модификации [2].

Результаты исследования подвергались статистической обработке общепринятыми методами биометрии и непараметрической статистики с использованием ПК и прикладных программ «Биостатистика», Microsoft Excel, Stadia 6.5G/prof. в сравнении результатов опыта с показателями контроля и нормы.

Результаты и их обсуждение. Ингаляционное воздействие ЭМП в концентрации на уровне 5,0 мг/м^3 по белку (1 оп. гр.) вызывало индукцию у всех морских свинок выраженной аллергической реакции анафилактического типа, выявленной по высоким уровням абсолютного (в 2,86 раз, P<0,001) и относительного в баллах (в 5,52 раз выше контроля, P<0,001) показателей активной кожной анафилаксии (таблица 1).

Таблица 1 – Аллергологические и иммуно-гематологические показатели у морских свинок после месячного ингаляционного воздействия ЭМП в разных концентрациях по белку

Показатели, единицы измерения		Группы сравнения (M ± m)			
		Контр. гр. n=8	1оп.гр.– 5 мг/м^3 n=8	2оп.гр.–1,0 мг/м^3 n=8	3оп.гр.–0,2 мг/м^3 n=7
ВТОУ					
-АКА:	10^{-2}мм	6,50±2,27	18,6±1,35***	13,4±1,45*	7,14±1,70
	Н	2/8	8/8	7/8	2/7
	Балл	0,25±0,16	1,38±0,18***	0,87±0,13**	0,29±0,18
-ГЗТ:	10^{-2}мм	3,75±1,32	18,3±2,10***	9,75±2,17*	4,00±1,00
	Н	0/8	8/8	4/8	0/7
	Балл	0	1,25±0,16***	0,63±0,26*	0
РСЛЛ:	Н	1/8	6/8	4/8	2/7
	%	7,66±1,65	16,6±2,95*	16,4±6,42	14,9±4,67
РНДТК:	усл.ед.	0,37±0,15	0,34±0,09	0,49±0,17	0,18±0,01

РСМП: Н log_2 титров Ат	0/8 0	7/8 1,75±0,45**	3/8 0,37±0,12	0/8 0
ЦИК, усл.ед.	65,9±3,11	73,9±2,08*	72,9±2,63	69,3±5,94
РСНСТ: возр. к контр., % индекс стимул., усл.ед.	 12,1±3,60 0,95±0,01	 40,4±4,80*** 1,12±0,02***	 25,6±3,40* 1,08±0,03**	 11,1±1,70 0,95±0,01
РСМТТ: индекс стимул., усл.ед.	 0,97±0,03	 1,48±0,10***	 1,32±0,17º	 0,97±0,03
РСИРО: индекс, усл.ед.	0,13±0,02	0,18±0,04	0,11±0,01	0,14±0,02
Комплементарная активность сыворотки крови, усл.ед.	68,2±5,52	68,0±6,05	77,6±5,17	69,3±3,92
Лизоцим в сыворотке крови, %	51,6±0,95	50,6±1,29	55,9±1,67*	53,1±1,06
БАСК, %	89,6±2,44	88,4±2,04	90,6±2,72	84,3±3,39
НСТ-тест гранулоцитов Спонтанный: -возр. к контр. пр., % Зн-стимулиров.: -возр. к контр. пр., % -индекс стимул., усл.ед.	 18,3±4,20 66,0±6,90 1,43±0,07	 26,3±5,70 44,8±5,30* 1,15±0,03**	 18,4±3,70 57,0±6,90 1,34±0,06	 16,9±2,50 65,6±3,10 1,42±0,04
Величина фагоцитарного резерва, %	47,6±6,70	18,5±3,00**	33,4±8,90	48,7±3,70
Фагоцитарная реакция нейтрофилов крови: -АФ, % -ИФ, усл.ед. -КП, % -ИП, усл.ед.	 89,5±0,50 5,75±0,08 21,3±0,90 1,22±0,06	 88,0±0,92 5,59±0,06 22,2±1,30 1,24±0,09	 89,2±0,65 5,72±0,06 20,0±0,90 1,13±0,05	 89,0±1,12 5,60±0,07 21,3±1,00 1,19±0,07
МТТ-тест лимфоцитов: - ФГА-стимулир. индекс бласттрансформ., усл. ед. - Con A-стимулир.индекс бласттрансформ., усл.ед.	 1,66±0,21 1,90±0,18	 1,03±0,06* 1,03±0,11***	 1,20±0,14º 1,23±0,13**	 1,75±0,24 1,87±0,17
<u>Гемограмма</u>: Эритроциты, 10^{12}/л Ср. объем эритроц., усл.ед. Гемоглобин, г/л Среднеклет. гемоглобин Сред. содерж. гемоглобина в эритроцита., мкг Гематокрит, усл.ед. Тромбоциты, 10^9/л Сред. объем тромбоцитов, усл.ед. Лейкоциты, 10^9/л <u>Лейкограмма</u>: -п/я нейтрофилы, % 10^9/л -с/я нейтрофилы, %	 5,50±0,44 111,0±5,39 129,0±3,04 30,6±6,85 220,0±1,48 53,7±4,72 258,0±41,2 9,94±0,57 14,0±1,38 1,62±0,26 0,24±0,04	 4,93±0,06 115,0±2,07 125,0±2,43 25,3±0,37 220,0±2,12 56,9±1,28 274,0±23,2 11,5±0,10* 10,6±1,53 1,25±0,16 0,16±0,02º	 5,10±0,21 117,2±1,91 128,0±4,53 25,0±0,40 214,0±0,93* 59,7±2,08 226,0±13,8 11,3±0,33º 12,5±0,58 1,33±0,21 0,15±0,04	 5,19±0,13 118,0±1,14 129,0±3,14 24,9±0,16 216,0±1,49 61,4±1,85 263,0±39,9 10,7±0,15 15,0±1,52 1,50±0,27 0,22±0,04

10^9/л	38,4±2,29	13,1±1,68***	19,5±2,75***	27,5±4,65
-эозинофилы, %	5,61±0,59	1,57±0,29***	2,01±0,24***	4,02±0,62
10^9/л	1,37±0,18	1,50±0,27	1,17±0,17	1,12±0,12
-лимфоциты, %	0,21±0,04	0,19±0,03	0,13±0,04	0,17±0,03
10^9/л	52,7±2,62	79,5±1,93***	73,0±2,73***	63,9±4,73
-моноциты, %	7,87±1,24	9,93±0,36	7,79±1,32	10,1±1,31
10^9/л	5,37±0,70	5,00±0,46	5,00±0,96	4,62±0,78
	0,79±0,12	0,62±0,05	0,51±0,10	0,68±0,12
Т-лимфоциты, %	14,1±1,40	15,1±1,80	12,4±1,40	13,8±2,20
10^9/л	1,05±0,12	1,54±0,13*	1,21±0,14	1,06±0,22
Т-стимулир.ЭА, %	14,5±1,40	14,9±1,40	11,7±1,20	13,5±2,10
10^9/л	0,15±0,02	0,26±0,04*	0,13±0,02	0,05±0,04

Примечания:
1. * — достоверность различий с контролем при p<0,05.
2. ** — достоверность различий с контролем при p<0,01.
3. *** — достоверность различий с контролем при p<0,001.
4. º — достоверность различий с контролем при p<0,1.
5. В числителе количество животных с положительными (сверхнормативными), результатами, в знаменателе – всего в опыте.

Одновременно у всех опытных животных 1 опытной группы установлены положительные провокационные кожные реакции по абсолютному (в 4,9 раза, p<0,001) и относительному (p<0,001 по отношению к контролю) показателям ВТОЛ, что указывает на формирование у животных высокого уровня гипериммунного ответа по замедленному типу гиперчувствительности. Развитие ГЗТ подтверждается и специфической реакцией МТТ-теста лимфоцитов, стимулированных ЭМП. Причем индекс антигенспецифической стимуляции пролиферации лимфоцитов в опыте в 1,5 раза превышал таковой в контроле (p<0,001).

Кроме того, у опытных морских свинок установлен высокий уровень реакции специфического лейколизиса (в 2,2 раза выше контрольного, p<0,05), что, с учетом малоизмененной по сравнению с контролем комплементарной активности сыворотки крови, свидетельствует о развитии в организме животных механизма антителозависимого цитотоксического типа аллергических реакций.

У более половины опытных животных в довольно высоком титре выявлены гуморальные преципитирующие антитела, а средний уровень РСМП достоверно превышал контрольный (p<0,05). Учитывая значимое возрастание в сыворотке животных циркулирующих иммунокомплексов (на 112,1 % выше по отношению к контролю, p<0,05), можно свидетельствовать и о формировании у опытных животных механизмов III-го иммунокомплексного типа аллергического процесса.

Выраженную гиперчувствительность смешанного типа у животных 1 опытной группы на антигены мучной пыли подтверждают высокие величины возрастания к контролю уровня (в 3,34 раза, p<0,001) и индекса стимуляции в гранулоцитах крови кислородного метаболизма при их инкубации с ЭМП (на 118 %, p<0,001).

Со стороны иммунологических реакций обращает внимание ингибирование фагоцитарно-клеточного звена иммунитета на фоне малоизменяемых показателей гуморальной иммунологической резистентности (активности лизоцима и комплемента, интегрального показателя бактерицидной активности сыворотки крови).

Избыточная антигенная нагрузка животных 1 опытной группы вызывала существенное угнетение качественно-количественных показателей фагоцитарного звена иммунитета, что проявлялось не только значительным снижением количества в крови сегментоядерных и даже «молодых» палочкоядерных нейтрофильных клеток, но и глубоким угнетением у ГМК зимозанстимулированного уровня кислородного метаболизма (на 32 %, $p<0,01$) и в целом, величины фагоцитарного резерва (снижение в 2,6 раза по отношению к контролю, $p<0,01$). Однако, показатели поглотительной и переваривающей стадии фагоцитарной реакции нейтрофилов крови в отношении микробной тест-культуры у опытных животных мало отличались от контроля, что, вероятно, как и в опытах при внутрикожной сенсибилизации ЭМП обусловлено активацией кислороднезависимых механизмов фагоцитоза и киллинга микробов [5].

Со стороны клеточных элементов периферической крови обращает на себя внимание снижение у животных 1 опытной группы относительного и абсолютного количества сегментоядерных нейтрофилов при значительном компенсаторном возрастании удельного веса лимфоцитов и абсолютного количества Т-лимфоцитов ($p<0,05–0,001$).

На стимуляцию Т-лимфоцитов митогеном ФГА (в дозе 15 мкг/мл полной питательной среды) выявлено значительное снижение индекса стимуляции пролиферации (на 38 %, $p<0,01$), что свидетельствует об угнетении их функциональной активности, а значит и пролиферации в результате ингибирования в митохондриях Т-лимфоцитов дегидрогеназ.

Аналогично установлено значимое снижение функциональной активности Т-лимфоцитов супрессоров у опытных животных, т.к. индекс их стимуляции митогеном Con A (в дозе 2,5 мкг/мл полной питательной среды) был существенно (в 1,9 раз, $p<0,001$) ниже по сравнению с контролем, что отражает регуляторную активацию хелперного иммунного ответа и развитие выраженного аллергического процесса.

Показатели аллергизации у животных 2 опытной группы ниже по частоте и достоверно ниже по выраженности, чем у животных 1 опытной группы (таблица 1). Однако ингаляция ЭМП в концентрации на уровне 1,0 мг/м^3 по белку вызывала индукцию у морских свинок значимой гиперчувствительности по немедленному анафилактическому (по показателям активной кожной анафилаксии у 7 из 8 животных, $p<0,01$) и замедленному клеточно-опосредованному типам (абсолютный показатель ВТОУ в 2,6 раза, а относительный в баллах в 1,98 раз выше, чем в контроле, $p<0,05$).

В то же время величины показателей РСЛЛ, РСМП, РНДТК, ЦИК мало отличались от контрольных, что свидетельствует об отсутствии у животных 2 опытной группы существенного развития механизмов цитотоксического и иммунокомплексного типов.

Формирование в организме животных 2 опытной группы умеренно выраженной сенсибилизации смешанного немедленно-замедленного типа подтверждают показатели реакции специфического НСТ-теста гранулоцитов (уровень возрастания к контролю на 211,6 %, $p<0,05$, и увеличение индекса стимуляции на 113,7 %, $p<0,01$), а также реакции специфического МТТ-теста (возрастание индекса стимуляции на 136,1 % к контролю, $p<0,1$).

Не выявлено у животных 2 опытной группы существенных сдвигов показателей фагоцитарного звена иммунитета и гуморальных неспецифических показателей защиты, за исключением адаптационного возрастания в сыворотке крови активности лизоцима (на 108,3 %, $p<0,05$). Отмечается только тенденция к снижению функциональной активности Т-лимфоцитов (снижение ФГА-стимулированного индекса на 27,7 %, $p<0,1$) при достаточно выраженном угнетении функции Т-лимфоцитов-супрессоров (снижение по отношению к контролю на 35,3 %, $p<0,05$).

Со стороны периферической крови выявлено только достоверное снижение среднего содержания гемоглобина в эритроцитах. Как и у животных 1 опытной группы, но в меньшей степени, определяли снижение в периферической крови относительного и абсолютного количества сегментоядерных нейтрофилов (за исключением палочкоядерных) при возрастании удельного веса лимфоцитов ($p<0,001$).

На концентрацию ЭМП на уровне 0,2 мг/м^3 по белку все изученные морфофункциональные показатели у опытных животных существенно не отличались от таковых в контроле.

Заключение. На основании результатов выполненных экспериментальных исследований можно заключить следующее.

1. Длительное ингаляционное воздействие белоксодержащих субстанций мучной пыли вызывает формирование в организме животных дозозависимых иммунотоксических эффектов.

2. Ингаляционное поступление в организм опытных животных антигенных субстанций мучной пыли в концентрации на уровне 5,0 мг/м^3 по белку сопровождалось формированием выраженного гипериммунного ответа, в котором задействованы смешанные механизмы немедленного анафилактического, антителозависимого цитотоксического, иммунокомплексного и замедленного клеточно-опосредованного типов аллергических реакций, а также иммуномодулирующих и гемотоксических эффектов. Последние проявлялись значимым снижением функциональной активности популяции Т-лимфоцитов и субпопуляции Т-лимфоцитов-суп-рессоров на фоне компенсаторного нарастания в крови общего содержания Т-лимфоцитов и антигенстимулированных субпопуляций Т клеток, существенным угнетени-

ем зимозан стимулированного уровня кислородного метаболизма и в целом величины фагоцитарного резерва гранулоцитарно-макрофагальных клеток крови при одновременном значимом снижении количества в крови сегментоядерных и даже «молодых» палочкоядерных нейтрофильных клеток и возрастании удельного веса лимфоцитов.

3. На концентрацию экстракта из мучной пыли на уровне 1,0 мг/м^3 по белку, у опытных морских свинок отмечалась умеренно выраженная аллергизация организма с активацией механизмов только немедленного анафилактического и замедленного клеточно-опосредованного типов аллергических реакций без существенных проявлений иммунотоксического действия. Следовательно, данная концентрация является надпороговой по ведущему вредному аллергическому эффекту.

4. Поскольку у животных 3 опытной группы не выявлены значимые сдвиги всех изученных интегральных, морфофункциональных и специфических показателей по сравнению с контролем, то концентрацию ЭМП на уровне 0,2 мг/м^3 по белку следует признать недействующей.

5. Установленное дозозависимое иммунотоксическое действие белоксодержащих субстанций мучной пыли учитывалось при обосновании гигиенического содержания мучной пыли в воздухе рабочей зоны.

Литература

1. Шевляков, В. В. Гигиена труда работников комбикормового и кормоприготовительного производств / В. В. Шевляков, Е. В. Чернышова, В. П. Филонов. – Минск : РИВШ, 2009. – 112 с.

2. Требования к постановке токсиколого-аллергологических исследований при гигиеническом нормировании белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны: метод. указания № 11-11-10-2002 // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. – Минск, 2004. – Ч. XIV. – С. 4 – 49.

3. Шевляков, В. В. Использование НСТ-теста гранулоцитов крови в лабораторной диагностике аллергозов / В. В. Шевляков, Г. И. Эрм // Медицинская панорама. – 2002. – № 5. – С. 52.

4. Кузовкова, Н. А. Оценка пролиферативной активности лимфоцитов в МТТ – тесте / Н. А. Кузовкова, Е О. Самойлович, Л. Д. Маковская: инструкция по применению № 40-0201 // Достижения медицинской науки в практику здравоохранения: сб. инстр. документов. – Минск, 2003. – С. 27 – 32.

5. Пинегин, Б.В. Макрофаги: свойства и функции / Б. В. Пинегин, М .И. Карсонова // Иммунология. – 2009. – № 4. С.241 – 249.

Поступила 06.08.2012

DOSE DEPENDENT IMMUNOTOXIC EFFECTS ON SUBCHRONIC INHALATION INTAKE OF PROTEIN-CONTEINING SUBSTANCES OF FLOUR DUST IN THE ORGANISM OF GUINEA PIGS

*Ushkov S.A., * Shevlaykov V.V., Erm G.I., Buinitskaya A.V., Chernyshova E.V., Kozlovskaya T.V., Studenichnik T.S.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** Minsk Institute of Management, Minsk*

Inhalation impact of flour dust protein-conteining substances in different concentrations caused a formation of immunotoxic effects in the organism of experimental guinea pigs, that were appeared as allergic reactions of immediate anaphylactic, antibody-dependent cytotoxic, immuno-complex and delayed cellular-mediated types, significant oppressive immunomodulation, especially from the side of T-cellular and phagocytic elements of immunity, hematotoxic effect, the expression of which had a dose dependence.

Keywords: flour dust and extract from it, inhalation, immuno-notoksicheskoe effect on the body of guinea pigs.

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЛЬЦИЯ ДИПРОЛИНАТА

Чайковская И.А.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В экспериментах на белых крысах определена степень токсичности препарата кальция дипролината в остром эксперименте. Оценено раздражающее действие образца в однократных опытах на слизистые оболочки глаз кроликов. Изучено раздражающее действие препарата в повторных опытах на кожу белых крыс. Проведена оценка кумулятивных свойств в подостром эксперименте на лабораторных животных.

Ключевые слова: кальция дипролинат для фармацевтической промышленности, токсиколого-гигиеническая оценка.

Кальция дипролинат, синтезированный в ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси», предназначен для использования в качестве химического сырья при производстве биологически активных добавок и в фармацевтической промышленности. Представляет собой кальциевую соль α-аминокислоты L-пролина - кальция ди-L-пролинат дигидрат (кальция ди-L-пирролидин-2-карбоксилат водный), имеющий вид кри-

сталлического порошка молочно-белого цвета с желтым оттенком со слабым аминным запахом и специфическим вкусом. Эмпирическая формула $C_{10}H_{16}CaN_2O_4 \cdot 2H_2O$.

Цель исследований: на основе комплексных научных исследований дать токсиколого-гигиеническую оценку Кальция дипролината, научно обосновать рекомендации по его безопасному использованию.

Материал и методы исследований. Токсиколого-гигиеническое изучение образца выполнено на лабораторных животных двух видов (нелинейные белые крысы и кролики) в соответствии с действующими нормативно-техническими и методическими документами Минздрава Республики Беларусь. Объем исследований и основные методы и методические приемы представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Схема и объем токсиколого-гигиенических исследований опытного образца Кальция дипролината

Название эксперимента и схемы его поведения	Вид животных и их кол-во	Методы исследований
Установление параметров токсичности препарата при однократном внутрижелудочном введении подопытным животным	Крысы – 12	Клиника и выживаемость. Время наблюдения – 14 суток
Изучение опасности острого отравления при однократном нанесении раствора препарата на кожу спины животных в дозе 20 мг/см^2 (площадь нанесения – 16 см^2)	Крысы – 6	Клиника и выживаемость .Время наблюдения – 4 и 24 часа, 10 суток
Изучение влияния препарата на слизистые оболочки и орган зрения путем однократного внесения нативного препарата в нижний конъюнктивальный свод «опытного» глаза животных	Кролики – 6	Визуальное наблюдение в течение 10 суток
Изучение кумулятивных свойств при 30-суточном внутрижелудочном введении водного раствора в объеме 1 мл/200 г массы крысы	Крысы – 12	Клиника, выживаемость. Сроки наблюдения исследований: фон, 30-е сутки опыта
Изучение кожно-резорбтивных и местно-раздражающих свойств при ежедневных, по 4 часа в день, нанесениях на кожу спины белых крыс в течение 10 суток	Крысы – 12	Клиника, выживаемость, визуальное наблюдение

Таблица 2 – Основные методы и методические приемы, использованные при токсиколого-гигиеническом изучении опытного образца Кальция дипролината

Метод исследования	Принцип метода	Источник
Масса тела	Взвешивание животных на весах лабораторных ВЛКТ-500М с точностью ± 20 мг	[1]
Частота сердечных сокращений	Запись ЭКГ с помощью игольчатых электродов во П стандартном отведении на аппарате ЭКПСЧ-4 и расчет частоты сердцебиения по интервалам R – R	[2]

Продолжение таблицы 2

Суммационно-пороговый показатель	Изучение суммирующей активности животных при генерации подпороговых электрических импульсов на электронном стимуляторе ИСЭ-01	[3]
Содержание гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, цветной показатель, лейкограмма периферической крови	Унифицированные методы клинической гематологии. Определение гемоглобина гемоглобин-цианидным методом	[4]
Диурез	Сбор мочи в общеобменных клетках с предварительной водной нагрузкой в кол-ве 2,0 % от массы тела	[5]
Содержание мочевины в моче и крови	Фотометрический метод индикации продуктов реакции мочевины с диацетилмонооксимом в присутствии тиосемикарбазида	[4]
Содержание хлоридовв моче и крови	Фотометрическое определение с помощью набора фирмы «Лахема»	[4]
Содержание белка в моче	Нефелометрическое определение с 3 % сульфосалициловой кислотой	[4]
Содержание белка в сыворотке крови	Унифицированный метод по биуретовой реакции	[4]
Содержание глюкозы в крови	Фотометрическая индексация продуктов реакции глюкозы с о-толуидиновым реактивом	[6]
Определение активности аланин – и аспартатаминотранс-фераз в сыворотке крови	В основе метода лежит колориметрическое определение 2,4-динитрофенилгидразона, образующегося в результате реакции пировиноградной и щавелевоуксусной кислот с 2,4-динитрофенил-гидразином	[4]
Определение общих липидов в сыворотке крови	Продукты распада ненасыщенных липидов образуют с реактивом (состоящим из серной и ортофосфорной кислот и ванилина) соединение, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию общих липидов	[4]
Относительные коэффициенты массы внутренних органов	Взвешивание на аналитических весах органов и расчет по формуле: ОКМ = масса органа / масса животного х 1000	[1]
Статистическая обработка результатов	Общепринятые методы биометрии и непараметрической статистики с использованием персональных ЭВМ	[7]

Результаты и их обсуждение.

Токсичность и опасность острого смертельного отравления. Острая токсичность Кальция дипролината изучена в условиях однократного введения в желудок белым крысам в дозах 2500, 3160, 3980 и 5010 мг/кг. Препарат вводили в виде 50 % водного раствора. Учет

клинических проявлений интоксикации и выживаемость подопытных животных регистрировали на протяжении 14 суток.

Установлено, что введение Кальция дипролината в дозе 2500 мг/кг видимых признаков интоксикации и гибели крыс не вызывает. На протяжении всего эксперимента животные оставались активными, охотно поедали корм, имели гладкий шерстный покров и по своему состоянию и поведению не отличались от контрольных крыс.

Введение Кальция дипролината в дозах 3160 и 3980 мг/кг и вызвало частичную гибель животных: доза 5010 мг/кг приводила к гибели всех взятых в опыт животных. LD_{50}, рассчитанная экспресс-методом, составила 3260,0 мг/кг.

Таким образом, по параметрам острой внутрижелудочной токсичности изучаемый образец Кальция дипролината можно отнести, в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76, к умеренно опасным веществам (III класс опасности).

Изучение раздражающего действия при однократном воздействии на слизистые оболочки глаз подопытных животных. Однократные инстилляции 50 мкг Кальция дипролината в нижний конъюнктивальный свод правых «опытных» глаз кроликов (левые глаза животных служили контролем, в которые закапывали дистиллированную воду) вызывали признаки раздражения механического характера (блефароспазм, гиперемия, слезотечение).

Следовательно, в условиях однократного воздействия на слизистые оболочки глаз исследуемый образец Кальция дипролината обладает раздражающим действием механического характера.

Изучение кожно-раздражающего действия при однократном эпикутанном нанесении. При однократных аппликациях 30 % водного раствора Кальция дипролината на выстриженные участки кожи спины белых крыс (6 штук в группе) в объеме 0,32 мл/16 $см^2$ на протяжении всего периода наблюдений (через 4 и 24 часа, через 10 суток) не обнаружено видимых признаков интоксикации и гибели животных, а также не выявлено раздражения и воспаления на местах аппликаций (гиперемии, сухости, отека и т.д.).

Кумулятивные свойства и характер биологического действия при длительном внутрижелудочном введении. Способность Кальция дипролината к кумуляции в организме изучалась в условиях его 30-суточного (по 5 раз в неделю) введения в желудок белых крыс в дозе – 326 мг/кг ($^1/_{10}$ от LD_{50}). Контрольные животные получали в эквивалентных объемах дистиллированную воду.

Эксперименты показали, что повторное внутрижелудочное введение Кальция дипролината гибели подопытных животных не вызывает. На протяжении всего эксперимента не зарегистрировано видимых признаков интоксикации.

В процессе длительного введения Кальция дипролината не отмечено статистически значимых отличий массы тела, значений суммационно-порогового показателя и частоты сердечных сокращений у подопытных животных по сравнению с контролем. Со стороны морфологических показателей крови, биохимических показателей крови и мочи не выявлено статистически значимых изменений у подопытных животных по сравнению с животными контрольной группы.

Не выявлено статистически достоверных изменений и со стороны относительных коэффициентов массы внутренних органов опытных крыс по сравнению с контролем. Макроскопически внутренние органы опытных крыс не отличались от таковых контрольных животных (таблица 3).

Таблица 3 – Морфофункциональные показатели белых крыс после 30-суточного внутрижелудочного введения Кальция дипролината, M±m ($n_1=n_2=7$)

Изучаемые показатели	Время изучения, сутки	Контроль	Опыт
Физиологические показатели:			
Масса тела, $кг^{-3}$	Фон	205,9±9,26	203,30±9,63
	10	219,17±9,95	222,5±8,92
	30	117,67±5,68	216,0±9,96
Суммационно-пороговый показатель, вольт	Фон 30	8,35±0,60 9,20±0,70	 9,35±0,65
Частота сердечных сокращений, уд.в мин.	Фон 30	520,5±13,7 515,7±11,1	 514,4±11,33
Гематологические показатели периферической крови:			
Содержание гемоглобина, г/л	30	136,7±1,33	137,3±1,23
Содержание эритроцитов,10^{12}/л	30	5,0±0,04	5,01±0,06
Содержание лейкоцитов, 10^{9}/л	30	8,90±0,35	9,27±0,44
Цветной показатель, усл.ед.	30	0,81±0,003	0,81±0,005
Морфологический состав лейкоцитов (лейкограмма):			
Сегментоядерные нейтрофилы, 10^{9}/л	30	24,7±1,23	24,20±0,31
Эозинофилы, 10^{9}/л	30	1,20±0,17	1,20±0,20
Моноциты, 10^{9}/л	30	1,0±0,0	1,0±0,0
Лимфоциты,10^{9}/л	30	73,2±1,17	73,7±0,33
Показатели функционального состояния почек:			
Диурез, $л^{-3}$/сут.	30	3,83±0,69	3,98±0,43
pH мочи	30	7,0±0,00	7,0±0,00
Содержание мочевины в моче, мМоль/л	30	534,7±21,75	500,0±12,4
Экскреция мочевины с мочой, мМоль/сутки	30	1,98±0,30	1,97±0,19
Содержание хлоридов в моче, мМоль/л	30	93,83±3,45	93,00±3,72
Экскреция хлоридов с мочой, мМоль/сутки	30	0,35±0,05	0,36±0,03
Содержание белка в моче, г/л	30	0,15±0,04	0,15±0,03
Экскреция белка с мочой, г/сутки	30	0,52±0,08	0,63±0,12
Биохимические показатели крови:			
Содержание мочевины в крови мМоль/л	30	4,77±0,1	4,7±0,08
Содержание хлоридов в сыворотке крови, мМоль/л	30	85,8±2,64	86,17±1,74

Продолжение таблицы 3

Содержание глюкозы в крови мМоль/л	30	3,41±0,09	3,46±0,16
Активность АЛТ сыворотки крови мкМоль/л	30	0,14±0,003	0,13±0,007
Активность АСТ сыворотки крови, мкМоль/л	30	0,10±0,002	0,10±0,001
Содержание общего белка в сыворотке крови, г/л	30	63,65±2,17	63,65±2,35
Содержание липидов в сыворотке крови, г/л	30	2,34±0,12	2,48±0,14
Относительные коэффициенты массы внутренних органов, кг$^{-3}$/кг:			
Почки	30	6,24±0,28	7,40±0,57
Печень	30	35,57±1,03	36,09±2,15
Сердце	30	3,73±0,09	4,17±0,30
Селезенка	30	5,51±0,44	5,82±0,48
Желудок	30	6,55±0,14	7,48±0,52

Местно-раздражающие и кожно-резорбтивные свойства образца Кальция дипролината при повторном эпикутанном воздействии. При 10-суточных ежедневных аппликациях образца Кальция дипролината в виде 30 % водного раствора на кожу спины белых крыс видимых признаков интоксикации не выявлено. На местах соприкосновения с препаратом не отмечено гиперемии, сухости, изъязвлений и прочих проявлений раздражения. Статистически значимых изменений толщины кожной складки и физиологических показателей не регистрируется (таблицы 4 и 5).

Таблица 4 – Толщина кожной складки белых крыс после 4-часовых однократных аппликаций Кальция дипролината, M±м, (n_1=n_2=6)

Изучаемые показатели	Время изучения, сутки	Контроль	Опыт
Толщина кожной складки, мм	Исходная	1,63±0,10	1,54±0,10
	10	1,64±0,09	1,56±0,08

Таблица 5 – Физиологические показатели белых крыс после 10-кратных эпикутанных аппликаций Кальция дипролината на кожу спины образца, M±m, (n_1=n_2=n_3=6)

Изучаемые показатели	Время изучения, сутки	Контроль	Опыт
Суммационно-пороговый показатель, вольт	Фон	8,40±0,75	7,22±0,70
	10	9,20±0,70	10,1±0,50
Температура тела, °С	Фон	38,05±0,11	
	10	37,90±0,20	37,89±0,29
Частота сердечных сокращений	Фон	522,60±12,25	
	10	515,70±11,05	524,54±10,62

Следовательно, изучаемый образец в условиях повторного воздействия на кожные покровы не обладает местно-раздражающими свойствами.

Заключение. На основании проведенных токсиколого-гигиенических исследований Кальция дипролината, разработанного ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси», можно сделать следующие выводы:

– по исследованным органолептическим показателям образец соответствует требованиям технических условий;

– в условиях острого внутрижелудочного воздействия изучаемый образец Кальция дипролината можно отнести, в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76, к умеренно опасным веществам (III класс опасности);

– однократное воздействие образца на слизистые оболочки глаз экспериментальных животных вызывает слабовыраженные признаки раздражения механического характера;

– Кальция дипролинат не обладает кумулятивными свойствами на уровне проявления смертельных эффектов. В условиях повторного внутрижелудочного введения в массивных дозах не способен к формированию токсических эффектов, приводящих к нарушению жизнедеятельности отдельных органов, систем и организма в целом;

– исследуемый образец в условиях однократного и повторного нанесения на неповрежденные кожные покровы крыс не оказывает общетоксического действия, не вызывает раздражение кожных покровов.

Литература

1. Зяббарова, С. А. Весовые коэффициенты как показатель воздействия факторов малой интенсивности / С. А. Зяббарова, М. Н. Куклина // Труды ЛСГ МИ. – Л., 1974. – Т. 105. – С. 26 – 28.

2. Кост, Е. А. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / Е. А. Кост. – М. : Медицина, 1975.

3. Сперанский, С .В. Определение суммационно-порогового показателя при различных формах токсикологического эксперимента: метод. указания / С. В. Сперанский. – Новосибирск, 1976.

4. Колб, В. Г. Справочник по клинической химии / В. Г. Колб, В. С. Камышников. – Минск : Беларусь, 1982. – С.80 – 89, 202 – 203.

5. Шумская, Н. И. К оценке функционального состояния почек у крыс при отравлении промышленными веществами / Н. И. Шумская // Токсикология новых промышленных химических веществ. – М. : Медицина, 1966. – Вып. 8. – С. 14 – 17.

6. Меньшиков, В. В. Лабораторные методы исследования в клинике: справочник / В. В. Меньшиков – М. : Медицина, 1987. – С. 49, 175, 186 – 187.

7. Беленький, Л. М. Количественные элементы фармакологического анализа / Л. М. Беленький – Рига : Изд-во АН ЛатССР. – 1969.

Поступила 30.05.2012

TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC ESTIMATION OF CALCIUM DIPROLINAT

Chajkovskaja I.A.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The degree of toxicity and risk of Calcium Diprolinat has been defined in acute and subacute experiments on laboratory animals. The irritating effect of the sample has been estimated in single experiments on the mucous membranes of the eyes of rabbits. The irritating effect of the preparation has been studied in repeated experiments on the skin of white rats. The cumulative properties have been evaluated in subacute experiments on laboratory animals.

Keywords: Calcium Diprolinat, pharmaceutical industry, toxicological and hygienic estimation.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДОВ АЗОТА И СЕРЫ НА ГЕМОПОЭТИЧЕСКУЮ И ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМЫ

*Чайковская М.А., Бортновский В.Н., * Сушко С.Н., * Гончаров С.В,*

** Шафорост А.С., * Савин А.О.*

Гомельский государственный медицинский университет, г. Гомель

** Институт радиобиологии НАН Беларуси, г. Гомель*

Реферат. Изучено влияние диоксида азота и серы на гемопоэтическую и дыхательную системы белых мышей линии Af после ингаляционного воздействия в концентрации 2 мг/м^3 (для диоксида азота) и 5 мг/м^3 (для диоксида серы) в течение 1–2 часов. Исследованы кинетические параметры процесса нитритного метгемоглобинобразования, показатели фагоцитарной активности, количество полихроматофильных эритроцитов с микроядрами в клетках костного мозга, индексы массы органов (печень, селезенка, легкие), процесс образования опухолей в легких мышей. Выявлено повышение у мышей частоты опухолеобразований в легких при 2-часовом ингаляционном воздействии NO_2. Острое химическое воздействие может модифицировать клеточные и тканевые процессы и в значительной степени зависит от окислительно-восстановительных свойств поллютантов.

Ключевые слова: диоксид серы, диоксид азота, белые мыши линии Af.

Введение. На протяжении последних десятилетий контроль за поступлением в окружающую среду различного рода поллютантов для Беларуси является особенно актуальным. Это обусловлено высоким уровнем промышленного развития республики, концентрацией промышленных предприятий на сравнительно ограниченной территории с формированием

потоков токсичных отходов во все среды обитания человека: воздух, воду, почву, а также чернобыльскими последствиями. В результате выбросов предприятий, техногенных аварий на отдельных территориях формируются локальные зоны с повышенным уровнем воздействия, что сопровождается как патологическими изменениями показателей гомеостаза, так и изменением реактивности к воздействию химических факторов, происходящему в условиях повышенного радиационного фона. Ввиду высокой подвижности атмосферы приоритетное значение имеют именно атмосферные выбросы**.** Основной вклад в их структуру вносят диоксид серы, оксиды азота и др. В Республике Беларусь выбросы всех загрязняющих веществ характеризуются положительной динамикой, направленной на их снижение. Выбросы в расчете на единицу территории страны для оксидов азота за 5 последних лет увеличились на 8 %, для диоксида серы – на 89 %. Установлен рост выбросов основных загрязняющих веществ в расчете на душу населения: для твердых частиц и оксидов азота – на 12 %, для диоксида серы – на 94 % [1, 2].

Диоксид серы является ядом политропного действия и, поступая в организм, вызывает изменения со стороны центральной нервной системы, системы крови, ферментных систем, углеводного обмена, обмена витаминов.

Диоксид азота обладает резко выраженным раздражающим действием на дыхательные пути, особенно на бронхо-альвеолярный аппарат, что приводит к развитию токсического отека легких. Являясь ядом, блокирующим ферментные Н-группы, диоксид азота угнетает процессы аэробного окисления в тканях, вызывает снижение активности холинэстеразы в сыворотке крови и печени, нарушение липидного обмена, метаболические нарушения в печени и почках, угнетает иммунобиологические системы организма, нарушает С- и В-витаминный обмен [3].

Цель работы: изучить влияние диоксида азота и серы на гемопоэтическую и дыхательную системы экспериментальных животных.

Материал и методы исследований. Объектом исследования служили белые мыши линии Af (возраст 2,5-3 мес.) с массой 22–28 г, которые содержались на стандартной диете в виварии г. Минска. Часть мышей использовалась для снятия фоновых показателей и оценки их реакции к действию данного поллютанта. Аналогичные действия в соответствии со сроками проводили с животными, находившимися в виварии г. Минска.

Ингаляционное воздействие диоксидов серы (SO_2) и азота (NO_2) проводилось на установке УИН-2М в течение 1-2 ч. Концентрация газов в камере составляла C_{SO2} = 5 мг/м^3, C_{NO2} =1 мг/м^3 (при исследовании канцерогенеза и альвеолярных макрофагов (АМ) C_{NO2} =2–3 мг/м^3).

Проводилось изучение морфометрических параметров органов системы эритрона у мышей линии Af после ***2-часовой*** ингаляции SO_2.

Концентрацию метгемоглобина (MetHb) определяли в отмытых эритроцитах по методу Evellyn–Malloy на спектрофотометре UltrospecAmersham при λ=630 нм. Изучение процесса нитритного метгемоглобинобразования (НМГО) проводили по методу Betke.

Определяемыми параметрами явились: 1) T – время реакции, 2) $t_{1/2}$– время образования 50 % MetHb, 3) $t_{1/10}$– время образования 10% MetHb (уровень «бессимптомной метгемоглобинемии»), 4) скорость реакции (C/T) – производная концентрации от времени, 5) лаг-фаза (период индукции) – время, определяемое по точке пересечения участка кривой, соответствующей автокаталитической реакции, с прямолинейным участком начала реакции.

Генетические нарушения в соматических клетках мышей и их потомства оценивали по количеству полихроматофильных эритроцитов (далее – ПХЭ) с микроядрами в клетках костного мозга. Процесс образования опухолей анализировали по среднему числу аденом/мышь через 20 недель после ингаляции по методу [4]. Бронхоальвеолярный смыв (далее – БАС), содержащий свободные клеточные элементы легких, получали методом [5]. Клеточный состав БАС определяли при светомикроскопическом исследовании после окраски приготовленных мазков по Романовскому с подсчётом макрофагов, лимфоцитов, нейтрофилов и клеток бронхоальвеолярного эпителия. Показатели фагоцитарной активности с использованием полистирольных частиц латекса оценивали по фагоцитарному индексу – ФИ (процент фагоцитирующих макрофагов) и фагоцитарному числу – ФЧ (количество частиц латекса, поглощенного одним фагоцитом, частиц/фагоцит).

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с приказом Минвуза СССР № 742 от 13 ноября 1984 г. «Об утверждении правил работ с использованием экспериментальных животных», Конвенцией по защите животных, используемых в эксперименте и других научных целях, принятой Советом Европы в 1986 г., согласно «Положению о порядке использования лабораторных животных в научно-исследовательских работах и педагогическом процессе Гомельского государственного медицинского института и мерах по реализации требований биомедицинской этики», утвержденному Ученым Советом ГГМУ №54-А от 23.05.2002 года, и требованиями, регламентирующими работу с экспериментальными животными.

Статистическую обработку экспериментального материала проводили с использованием пакетов прикладных программ для медико-биологических исследований «Microsoft Excel», «Statistica 6.0».

Результаты и их обсуждение. В процессе отработки методик у мышей линии Af определены исходные морфофункциональные показатели: а) исходные исследуемые показа-

тели системы эритрона: эритроциты – 10,22±0,42 трлн /л; гемоглобин – 138,62±5,81 г/л; метгемоглобин (MetHb) – 0,56–1,79 (1,31±0,42) %; индекс массы селезенки – 464,43±115,73 мг/100г тела; б) кинетические параметры НМГО (таблица 1).

Таблица 1 -Кинетические параметры НМГО у мышей линии Af

№ опыта	T, c	$t_{1/2}$, c	$t_{1/10}$, c	лаг-фаза, c	C/T, %/c	$t_{1/2}$ // T,%	$t_{1/10}$ // T,%	лаг-фаза // T, %
1	670,00 ±51,77	535,50 ±36,75	371,83 ±21,13	497,00 ±39,67	1,11 ±0,27	80,03 ±3,60	55,65 ±3,36	74,35 ±5,49
2	623,33 ±34,45	502,83 ±28,83	399,67± 23,97	469,50 ±29,29	1,18 ±0,04	80,67 ±1,23	64,11 ±1,02	75,31 ±1,33

Исходный уровень генетических нарушений в соматических клетках мышей, который оценивали по количеству ПХЭ с микроядрами (далее –МЯ) в клетках костного мозга, составил 1,4±0,4 на 1000 ПХЭ. Проводилось изучение морфометрических параметров органов дыхания и системы эритрона у мышей Af после раздельной ***2-часовой*** ингаляции NO_2 и SO_2.

В эксперименте с затравкой животных диоксидом азота (NO_2) наблюдалось некоторое уменьшение индекса массы печени в экспериментальной группе по сравнению с контрольной во все сроки после ингаляции. Изменение массы селезенки и печени имеет обратную тенденцию во все сроки после затравки, с максимальным увеличением на 7-е сутки – на 11,5 %. Изменение массы легких является неоднозначным: повышается на 7-е, снижаясь к 14-м суткам на 16,7 % (таблица 2).

Таблица 2 – Индексы массы органов лабораторных мышей линии Af после воздействия NO_2 и SO_2 в течение 2 часов

Ингаляция NO_2				Ингаляция SO_2			
	Печень[1]	Селезенка[2]	Легкие[2]		Печень[1]	Селезенка[2]	Легкие[2]
7-е сутки после затравки				7-е сутки после затравки			
Контроль	5,93 ±0,33	536,16 ±114,57	865,78 ±148,44	Контроль	5,59 ±0,15	449,71 ±96,80	708,49 ±85,30
NO_2	5,65 ±0,44	598,01 ±175,96	916,91 ±199,74	SO_2	5,21 ±0,45	420,11 ±112,89	749,72 ±101,50
14-е сутки после затравки				14-е сутки после затравки			
Контроль	5,67 ±0,29	521,64 ±40,84	881,61 ±161,19	Контроль	5,37 ±0,28	501,76 ±26,97	816,87 ±88,77
NO_2	5,34 ±0,21	549,34 ±67,93	755,96 ±67,23	SO_2	4,90 ±0,25	425,73* ±26,77	999,47 ±162,05

Примечания:
1. [1] — единица измерения г/100 г веса животного.
2. [2] — единица измерения мг/100 г веса животного.
3. * — различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Ингаляция мышей диоксидом серы приводит к незначительному уменьшению индекса массы печени во все сроки по сравнению с контролем (таблица 2). Масса селезенки у животных, подвергшихся воздействию SO_2 к 14-м суткам была статистически значимо снижена – на 18 %. Динамика массы легких относительно массы печени и селезенки носит обратный характер: увеличивается на 5,8 % на 7-е сутки и на 22 % - на 14-е.

В ходе исследований было изучено состояние Hb по уровню MetHb, а также степень резистентности Hb на добавочное действие нитрита натрия (НМГО).

Результаты показали, что после ингаляции NO_2 у мышей уровень MetHb к 7-14-ым суткам имел тенденцию к снижению, но значимо не менялся (таблица 3). После ингаляции SO_2 этот параметр к тем же срокам также значимо не отличался от контроля, однако тенденция его изменения имела обратную направленность (MetHb повышался на ~ 10 %).

Таблица 3 – Уровень MetHb (%) у мышей Af на 7–14-е сутки после ингаляции NO_2 и SO_2

Ингаляция NO_2				Ингаляция SO_2			
Группы		Mean±S	M	Группы		Mean±S	M
7-е сутки после затравки	Контроль	1,92±0,31	1,80	7-е сутки после затравки	Контроль	1,14±0,23	1,12
	NO_2	1,80± 0,20	1,79		SO_2	1,27±0,24	1,23
14-е сутки после затравки	Контроль	2,07±0,35	2,18	14-е сутки после затравки	Контроль	0,93±0,02	0,94
	NO_2	2,02±0,23	1,92		SO_2	1,03±0,20	1,06

Отмеченные разнонаправленные реакции гемоглобина на ингаляцию данными газами могут быть обусловлены их различной окислительной активностью в общем процессе дыхания.

Изучение кинетики НМГО показало, что у мышей на 7-е сутки после 2-часовой ингаляции NO_2 либо нет отличий от контроля, либо происходит интенсификация этой реакции, которая сохраняется и на 14-е сутки. Статистически значимых различий не наблюдалось (рисунок 1).

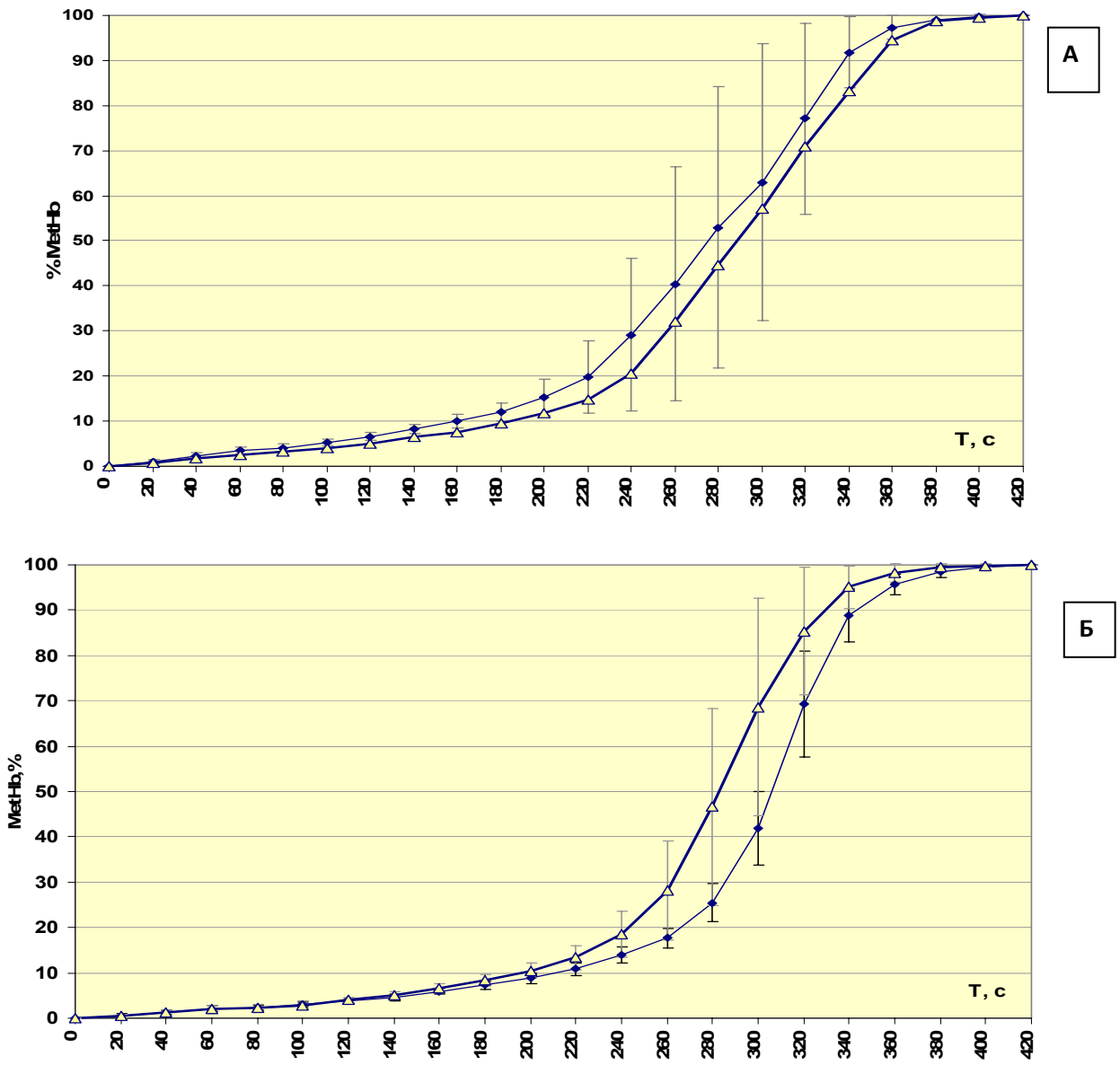


Рисунок 1 – Кинетика НМГО у мышей Af на 7-е (А) и 14-е (Б) сутки после ингаляции NO_2 (1 мг/м^3, 2 часа): – контроль – NO_2

В случае с SO_2 на 4-е сутки изменений не происходило, а на 7-е реакция была значимо ускорена по параметру $t_{1/2}$ на 20 %. К 14-м суткам данная тенденция сохранялась и, помимо уменьшения лаг-фазы, реакция ускорялась и за счет увеличения C_{Met}/T, но значимых различий с контролем не отмечалось (рисунок 2).

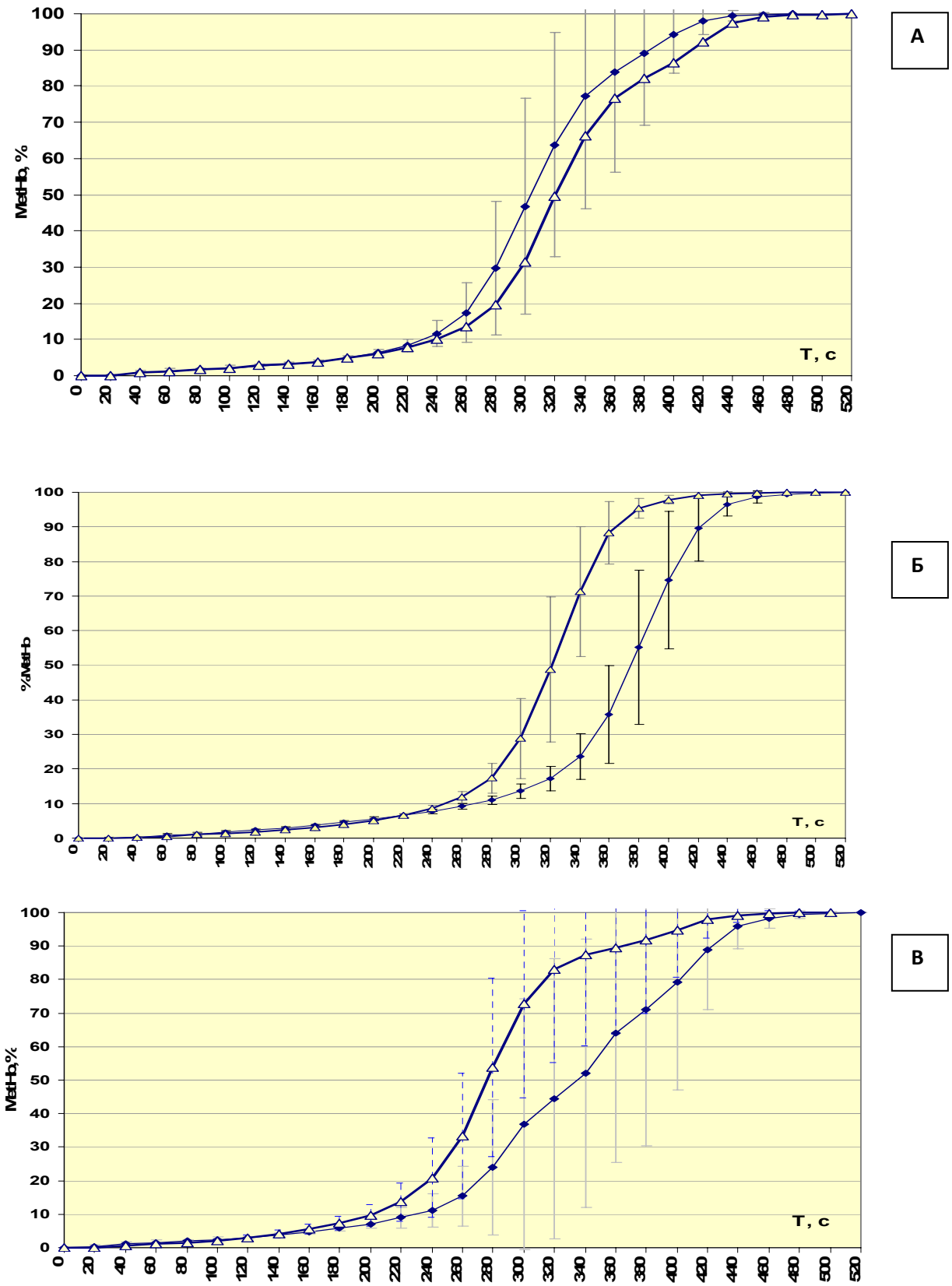


Рисунок 2 – Кинетика НМГО у мышей Af на 4-е (А), 7-е (Б) и 14-е (В) сутки после ингаляции SO_2(5 мг/м^3, 2 часа): – контроль – SO_2.

Изучены генетические нарушения в соматических клетках мышей после ингаляционного воздействия диоксида азота и серы. Оценка состояния костного мозга показала повышение количества ПХЭ с МЯ на 16,7 % на 7-е сутки после ингаляционного воздействия NO_2, вместе с тем, в течение всего эксперимента их количество в опытной группе статистически значимо не отличалось от контроля. Таким образом, количество ПХЭ с МЯ 7 и 14 сутки после ингаляционного воздействия NO_2 и SO_2 находилось на уровне контрольных значений (таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Частота полихроматофильных эритроцитов красного костного мозга после ингаляционного воздействия диоксида азота

Группы животных	Время послезатравки 7 суток			Время после затравки 14 суток		
	кол-во животных	∑ ПХЭ	ПХЭ с МЯ (X±m)	кол-во животных	∑ ПХЭ	ПХЭ с МЯ (X±m)
Контроль	7	14000	0,18±0,3	6	12000	0,19±0,4
NO_2	6	12000	0,21±0,4	6	12000	0,19±0,5

Таблица 5 – Частота полихроматофильных эритроцитов красного костного мозга после ингаляционного воздействия диоксида серы

Группы животных	Время послезатравки 7 суток			Время после затравки 14 суток		
	кол-во животных	∑ ПХЭ	ПХЭ с МЯ (X±m)	кол-во животных	∑ ПХЭ	ПХЭ с МЯ (X±m)
Контроль	5	10000	0,17±0,3	5	10000	0,18±0,3
SO_2	5	10000	0,19±0,2	5	10000	0,17±0,3

По данным литературы отмечается, что действие физических и химических факторов не всегда приводит к росту выхода генетических повреждений, однако, увеличение дисперсии индивидуальных частот повреждений хромосом в популяциях является одним из признаков хронического мутагенного воздействия в низких дозах (концентрациях), даже если средние значения выхода аберраций в сравниваемых группах статистически значимо не различаются.

Анализ фагоцитарной функции альвеолярных макрофагов при ингаляции диоксидом азота (NO_2) показывает ее некоторое угнетение на 7-е сутки после затравки, которое, однако, не является достоверным, по сравнению с контрольной группой. К 14-м суткам эксперимента значение анализируемого показателя в обеих группах является практически идентичным (рисунок 3).

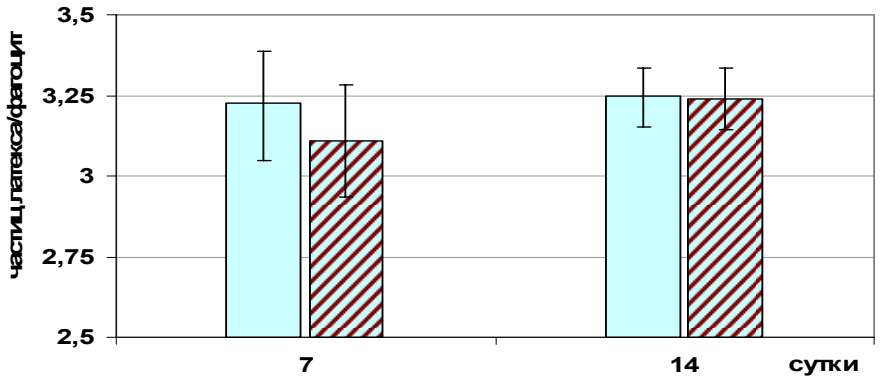


Рисунок 3 – Фагоцитарная активность альвеолярных макрофагов после ингаляции NO_2

Другой учитываемый нами параметр - процент функционально активных фагоцитов - в этом же опыте ведет себя схожим образом. Хотя на 7-е сутки эксперимента различия значений данного параметра у контрольной и опытной групп еще менее значительны, чем в случае предыдущего параметра (рисунок 4).

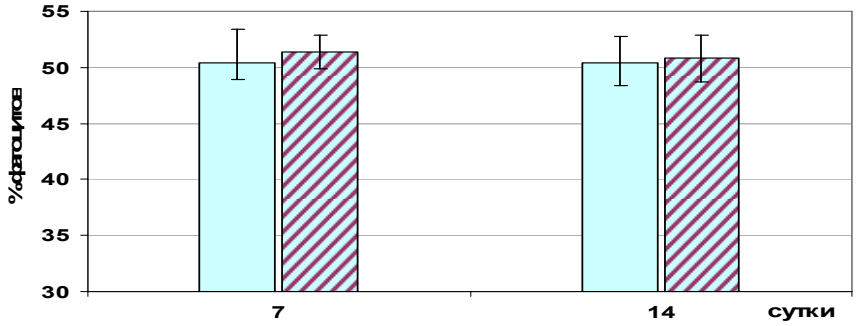


Рисунок 4 – Количество активно фагоцитирующих макрофагов после ингаляции NO_2

Подсчет среднего количества поглощенных частиц латекса одним фагоцитом после ингаляции диоксидом серы (SO_2) свидетельствует об угнетении, пусть и недостоверном, процесса фагоцитоза вышеуказанным поллютантом на 7-е сутки после затравки. Как и в предыдущем эксперименте к 14-м суткам действие химического агента становится незначимым, что видно из рисунка 5.

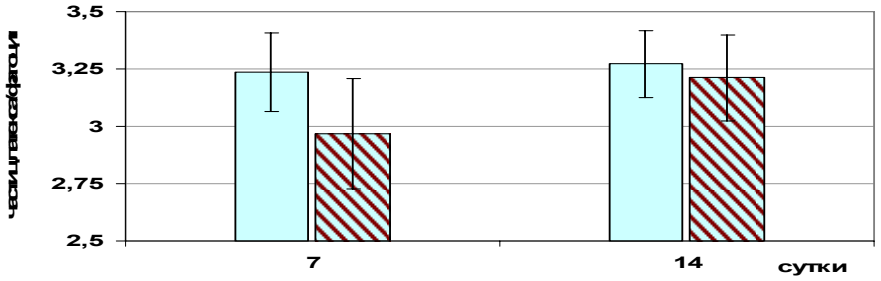


Рисунок 5 – Фагоцитарная активность альвеолярных макрофагов после ингаляции SO_2

Поведение величины количества активно фагоцитирующих макрофагов в целом аналогично предыдущему параметру (рисунок 6).

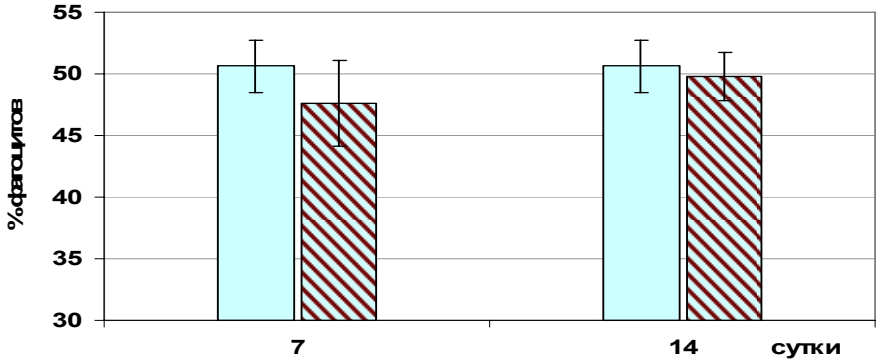


Рисунок 6 – Количество активно фагоцитирующих макрофагов после ингаляции SO_2

Сравнение действия диоксидов азота и серы на активность процессов фагоцитоза позволяет сделать вывод о том, что на 7-е и 14-е сутки эксперимента достоверных эффектов действия этих поллютантов не выявлено.

Незначительное ингибирование фагоцитоза на 7-е сутки при ингаляции диоксидом серы согласуется с литературными данными.

Этот факт дает возможность предположить наличие значимого эффекта в ранние сроки после ингаляции.

Результаты оценки уровней опухолеобразования в легких мышей после однократной ингаляции диоксидами представлены на рисунке 7.

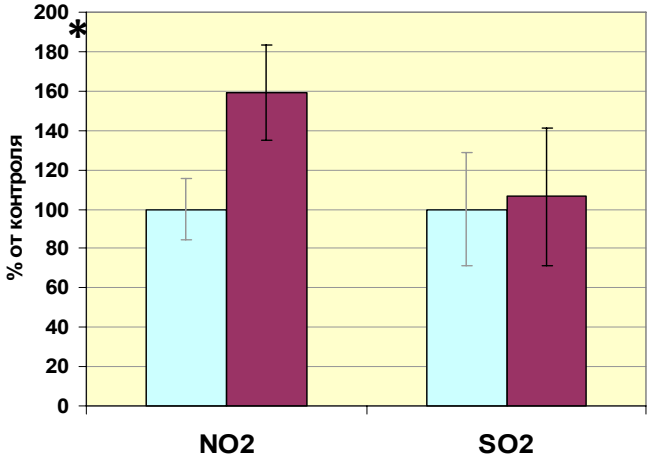


Рисунок 7 – Количество аденом/мышь при воздействии диоксидов азота и серы в течение 1 часа:

- – контроль, – ингаляция, * различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Из полученных данных следует, что ингаляция диоксидом азота мышей статистически достоверно повысила частоту развития опухолей (рисунок 7).

Заключение. Результаты исследований показали, что экспозиция лабораторных мышей при острых дозах диоксидов способствует интенсификации нитритного окисления гемоглобина и вызывает разнонаправленные реакции со стороны селезенки, крови и органов дыхания.

Диоксиды азота и серы имеют общие черты в действии на чувствительность Hb к последующему окислению. В то же время отмеченные разнонаправленные реакции гемоглобина и селезенки на ингаляцию данными газами могут быть обусловлены их различной окислительной активностью в общем процессе дыхания.

Из полученных данных следует, что частота опухолеообразования мышей статистически значимо повышается при ингаляционном воздействии диоксида азота.

Результаты исследований могут использоваться для реальной оценки рисков пребывания живых систем на территориях с техногенно-повышенным фоном химического атмосферного загрязнения и понимания природы адаптационных процессов при действии комплекса экологических факторов на организм.

Исследования проведены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований НАН Беларуси (грант БРФФИ № Б11М-031).

Литература

1. Состояние окружающей среды Республики Беларусь : нац. доклад / М-во природ. ресурсов и окруж. среды Респ. Беларусь, ГУ «Ин-т природопользования НАН РБ» . – Минск : Белтаможсервис, 2010. – С. 14–19.

2. Бортновский, В. Н. Состояние и прогноз здоровья населения, обусловленные экологическими факторами, в Европе и Республике Беларусь/ В. Н. Бортновский, В. И. Ключенович // Проблемы здоровья и экологии. –2008. – № 1(15). –С. 121–125.

3. Филонов, В. П. Эколого-эпидемиологическая оценка риска для здоровья человека качества атмосферы / В. П. Филонов, С. М. Соколов, Т. Е. Науменко. – Минск:ОАО «ТРАНСТЭКС», 2001. – С.73–78.

4. Турусов, В. С. Методы выявления и регламентирования химических канцерогенов/ В. С. Турусов, Ю. Д. Парфенов. – М. : Медицина, 1986. – 150 с.

5. Myrvik, Q. N. Studies on pulmonary alveolar macrophages from the normal rabbit: a technique to procure them in a high state of purity / Q. N. Myrvik, E. S. Leake, B. Farris // J. Immunology. – 1961. – Vol.86. – P.128 – 132.

Поступила 01.06.2012

EXPERIMENTAL ESTIMATION OF NITROGEN AND SULFUR DIOXIDES AFFECT ON HAEMOPOETIC AND RESPIRATORY SYSTEMS

*Chaikovskaya M.A.,Bortnovski V.N, * Sushko S.N., * Goncharov S.V.,*
** Savin A.O., * Shaphorost A.S.*
Gomel State Medical University, Gomel
** Institute of Radiobiology, NAS of Belarus, Gomel*

The effects of nitrogen and sulfur dioxides on haemopoetic and respiratory systems of white Af mice after the inhalation exposure at concentration 1–2 mg/m^3 (for NO_2) and 5 mg/m^3 (for SO_2) within 1–2 hours have been studied. There wereinvestigated the kinetic parameters of nitrite methemoglobin formation, indicators of the phagocytic activity, the number of polychromatic erythrocytes with micronuclei in bone marrow cells, mass indices of the organs (liver, spleen, lungs), the processes of tumor formation in the mice lungs. The increased frequency of tumor formation in lungs was also observed after 2-hour inhalation with NO_2. Theacute chemical exposure of dioxides can modify cellular and tissue processes and significantly depends on redox properties of the pollutants.

Keywords: sulfur dioxid, nitrogen dioxid, Af line white mice.

АКТИВНОСТЬ МОНООКСИГЕНАЗ ПЕЧЕНИ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ, ПОДВЕРГНУТЫХ ЗАТРАВКЕ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ ИЗ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. СОЛИГОРСКА

*Чаховский П.А., Квяткевич Ю.А., * Янцевич А.В., * Гилеп А.А.*
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск
** Институт биоорганической химии НАН Беларуси, г. Минск*

Реферат. В работе представлены результаты эксперимента по определению О-деалкилазной активности гомогенатов печени лабораторных мышей, подвергнутых интраназальной затравке отходами производства калийных удобрений и питьевой водой из системы водоснабжения г. Солигорска. Показано, что воздействие смеси химических веществ, содержащихся в отходах калийного производства, приводит к снижению О-деалкилирующей активности ферментов системы цитохрома Р450 в печени.

Ключевые слова: Цитохром Р450, окислительное О-деалкилирование, канцерогенез, 7-этоксикумарин, 7-этоксирезоруфин, лабораторные животные, отходы калийного производства.

Введение. Микросомальные монооксигеназы печени − это ферментные системы, осуществляющие окисление многих органических веществ [1]. Эти ферментные системы представляют собой цепь переноса электронов с НАДФН на кислород. Эксперименты по фракционированию и реконструкции этой ферментной системы позволили выделить два основных компонента: НАДФН-цитохром Р450 редуктаза и цитохром Р450. Терминальной оксидазой, в активном центре которой и происходит окисление, является цитохром Р450. Изоформы цитохрома Р450 обладают широкой субстратной специфичностью. Микросомные монооксигеназы участвуют также в метаболизме химических канцерогенов, что является инициирующим этапом в цепи превращений проканцерогена в активный канцероген [2].

Столь широкая субстратная специфичность ферментов микросомной монооксигеназной системы обеспечивается функционированием множественных форм цитохрома Р450 – терминального акцептора электронов этой системы. К настоящему времени известно более 8000 различных форм этого гемопротеида, описанных для бактерий, растений и животных [3]. Таким образом, цитохромы Р450, представленные столь разнообразными изоформами, осуществляют в клетке огромное число метаболических превращений химических соединений как экзо-, так и эндогенного происхождения.

Активность внутриклеточного метаболизма химических соединений, а, следовательно, и судьба попавшего в клетку ксенобиотика, зависит от наличия или отсутствия той или иной формы цитохрома Р450. Эффективность метаболизма ксенобиотиков прежде всего определяется возможностью данных ферментов к индукции, т.е. увеличению количества фермента с усилением его каталитических способностей. Способность к индукции характерна для многих цитохромов Р450 [4]. Химические соединения, обладающие свойством индуцировать различные формы цитохрома Р450, были разделены на несколько типов. Так, например, воздействие на экспериментальных животных фенобарбиталом характеризуется многократным увеличением содержания цитохромов Р450 подсемейства 2В – CYP2B1 и CYP2B2, тогда как многие полиароматические углеводороды вызывают индукцию цитохромов Р450 1А1 и 1А2. И если первый окисляет ксенобиотики преимущественно по пути детоксикации, то второй в большинстве случаев осуществляет активацию многих канцерогенов в реактивные метаболиты, направляя тем самым метаболизм по пути токсификации. В связи с этим очевидна важность проблемы изучения механизмов индукции ферментативных активностей цитохромов Р450, а также способов регуляции активностей. К настоящему времени внимание исследователей направлено на изучение механизмов индукции цитохромов Р450 1А и Р450 2В в печени экспериментальных животных.

Активность молекулярных форм цитохрома Р450 зависит не только от наличия индуктора, но и от типа ткани, где экспрессируются его гены. Главным органом, где осуществляется

метаболизм практически всех ксенобиотиков, является печень. Именно в печени наиболее ярко проявляется эффект индукции цитохромов P450, в том числе и CYP2B и CYP1A. Активность различных изоформ цитохрома P450 зависит и от возраста. Для большинства млекопитающих характерна низкая активность цитохромов P450 в эмбриональный период развития. Эта активность достигает уровня взрослых лишь через несколько недель постнатальной жизни. Индуцибельность микросомальных ферментов, в том числе цитохромов P450, у эмбриональных и неонатальных экспериментальных животных резко снижена [4]. И, если эмбриональные цитохромы P450, защищенные материнской плацентой, практически не индуцируются, то при воздействии на организм новорожденного различными ксенобиотиками наблюдается гетерогенность в индуцибельности многих монооксигеназ. Выявленные качественные и количественные различия в их активности объясняются многими исследователями различной регуляцией множественных форм цитохрома P450 на ранних этапах развития. Причины, вызывающие эти различия, во многом определяются формированием гормонального статуса организма и остаются до конца неисследованными. Для окислительного метаболизма лекарств и других ксенобиотиков также характерны генетические вариации.

Одним из широко используемых методов оценки изменения (повышение или понижение) активности цитохромов P450 является использование в качестве субстратов веществ, продукты окисления которых способны флуоресцировать. К таким субстратам относятся 7-этоксирезоруфин и 7-этоксикумарин [5], продукты окислительного деалкилирования которых (7-гидроксирезоруфин и 7-гидроксикумарин) флуоресцируют при возбуждении ближним ультрафиолетом. Важно отметить, что изменение активности цитохромов P450 в печени может служить важным индикаторным признаком систематического воздействия неблагоприятных факторов внешней среды.

Известно, что в регионах промышленного производства, характеризующихся высокой степенью контаминации атмосферного воздуха химическими веществами, уровень заболеваемости населения экологически обусловленными заболеваниями значительно выше, чем в регионах с меньшей степенью загрязнения атмосферы. Поэтому выявление факторов, детерминирующих развитие таких заболеваний, с целью их элиминации из окружающей среды является одной из наиболее актуальных задач современной гигиены.

В г. Солигорске масштабная добыча и переработка калийных руд привела к техногенному изменению ландшафта, в районах солеотвалов и шламохранилищ Солигорских калийных комбинатов образовалась зона хлоридно-натриевого засоления, которая охватывает подземные воды на глубину более 100 м. В соответствии с данными ретроспективного анализа показано, что по санитарно – химическим показателям около 1/5 части отобранных проб воды не соответствовало гигиеническим требованиям (пробы воды из коммунальных и ведомственных водопроводов).

Особо стоит отметить, что статистические данные за последние пять лет показывают увеличение заболеваемости населения на территории в радиусе 20 км вокруг рудников по сравнению со средними показателями заболеваемости.

В данной работе проведены исследования для определения возможных последствий хронического воздействия смеси химических веществ, содержащихся в отходах производства калийных удобрений на ферментные системы печени, а именно, монооксигеназные системы, осуществляющие реакцию окислительного деалкилирования.

Цель работы – установить характер и степень влияния смеси химических веществ, содержащихся в отходах производства калийных удобрений, а также питьевой воды из системы водоснабжения г. Солигорска на ферментативные процессы в печени лабораторных животных.

Объектом исследования являлись монооксигеназная система печени лабораторных животных, подвергнутых затравке отходами производства калийных удобрений и питьевой водой из системы водоснабжения г. Солигорска.

Материал и методы исследований.

Постановка эксперимента

Для эксперимента использовались 160 самцов мышей линии C57BL/6, окрас – черный, частота спонтанного канцерогенеза у которых составляет 33 % (лейкоз).

Схема эксперимента: Средний вес животных составил 18–22 грамма. Условия содержания животных соответствовали требованиям «Санитарных правил по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев)» № 1045-73, утвержденных Главным государственным врачом СССР 6 апреля 1973 года. Рацион животных был составлен в соответствии с нормами, утвержденными приказом МЗ СССР от 10 сентября 1983 г. № 11-79. Перед проведением опытов лабораторные животные проходили карантин и акклиматизацию в условиях вивария в течение 14 дней. Экспериментальные группы животных формировали методом случайной выборки. При проведении эксперимента ежедневно наблюдали за общим состоянием животных, потреблением корма и воды.

Животные были поделены на четыре группы и содержались в клетках по 10 особей:

1. 40 особей – контрольная группа (т.н. интактная группа);
2. 40 особей – интраназальная затравка отходами производства калийных удобрений;
3. 40 особей – внутрижелудочная затравка питьевой водой из системы водоснабжения г. Солигорска;
4. 40 особей – интраназальная затравка отходами производства калийных удобрений и внутрижелудочная затравка питьевой водой из системы водоснабжения г. Солигорска (mix – группа).

Для моделирования хронического ингаляционного воздействия отходами производства калийных удобрений содержимое, взятое из солеотвалов, растирали в мраморной ступке до однородного пылеобразного состояния, растворяли в дистиллированной воде и вводили пипеточным дозатором поочередно в ноздри в концентрации 1 мг в 0,1 $см^3$. Две группы животных (2, 4) «вдыхали» смесь однократно пять дней в неделю в течение 12 недель [7]. Животным групп 1,3 «вдыхали» чистый воздух, чтобы избежать потенциального влияния ежедневного стресса в связи с интраназальным воздействием.

По завершении эксперимента средний вес животных составил 25–30 грамм. Для отбора биологического материала животных предварительно наркотизировали (эфирный наркоз), а затем декапитировали с отбором крови и печени.

Получение гомогената печени

500 мг печени (m_{sol}) гомогенизировали в 4,5 мл (V_{sol}) буферного раствора **А** (Состав буфера **А**: 10 % глицерин, 50 мМ NaP буфер (pH 7,5), 1 мМ ЭДТА, 0,1 mM фенилметилсульфонилфторид (ФМСФ) (pH 7,4)). ФМСФ добавляли непосредственно перед гомогенизацией. Гомогенизация: 8 000 об/мин, стекло-тефлон, 1 мин на льду. Полученный гомогенат разделяли центрифугированием 13 000 g 15 мин при 4 °С. Супернатант отделяли от осадка, дальнейшие работы вели с супернатантом.

В супернатанте определяли концентрацию белка по методике Варбурга и Кристиана.

5 мкл супернатанта смешивали с 50 мкл восстанавливающего буфера для нанесения на гель. 8 мкл из полученного образца наносили на дорожку 12 % полиакриламидного геля. На первую и десятую дорожки геля наносили рекомбинантный цитохром P450 3A4 в качестве стандартного образца (молекулярная масса 56 000).

Определение 7-этоксикумарин-О-деэтилазной (ЭКОД) активности

Окислительное деалкилирование 7-этоксикумарина проводили при 37° С в 250 мкл 0,1 М ТРИС-HCl буферного раствора (pH 7,4), содержащего 100 мМ хлорид натрия, 1 мМ ЭДТА. К буферу добавляли субстрат (7-этоксикумарин) до конечной концентрации 150 мкМ и осветленный центрифугированием гомогенат печени крыс. Реакцию начинали добавлением ко-фактора НАДФН (конечная концентрация 250 мкМ) и проводили в течение 10 минут при температуре 37 °С. Останавливали реакцию добавлением 250 мкл 0,3 М раствора ТХУ. Затем добавляли 1 мл 1,6 М глицин-NaOH-буферного раствора (pH 10,3). Концентрацию продукта (7-гидроксикумарина) определяли спектрофлуориметрически при длине волны возбуждения 370 нм и длине волны испускания 455 нм на спектрофотометре *Tecan Infinite 200*, используя стандартный раствор 7-гидроксикумарина для построения калибровочной кривой.

Результаты и их обсуждение. Гистограмма, представленная на рисунке 1, графически отражает изменения активности в опытных образцах печени по сравнению с контролем и

характеризует О-деалкилирующую активность гомогенатов печени, которая может служить косвенным показателем индуцирования/подавления синтеза цитохромов Р450 монооксигеназной фракции печени.

При анализе полученных данных был использован однофакторный дисперсионный анализ с применением поправки Бонферрони. У интактных животных активность фермента в печени составляла 0,077±0,007 пмоль субстрата на мг белка в минуту. При потреблении животными питьевой воды, отобранной в системе питьевого водоснабжения г. Солигорска, обнаружено снижение активности фермента на 68,83 % (0,024±0,003 пмоль субстрата на мг белка в минуту). При затравке смесью химических веществ, содержащихся в отходах калийного производства, наблюдалось снижение активности фермента на 70,13 % (0,023±0,002 пмоль субстрата на мг белка в минуту). Наиболее выраженные изменения наблюдались при затравке смесью химических веществ, содержащихся в отходах калийного производства и питьевой водой, отобранной в системе питьевого водоснабжения г. Солигорска; обнаружено снижение активности фермента на 84,42 % (0,012±0,001 пмоль субстрата на мг белка в минуту). Снижение активности у групп, подвергшихся затравке, по отношению к интактной группе статистически достоверно ($p>0.01$). Статистически достоверных различий О-деалкилирующей активности между экспериментальными группами животных не выявлено. Отмечена тенденция к снижению активности ферментов по сравнению с контролем, наиболее выраженная в группе животных, подвергнутых затравке смесью химических веществ, содержащихся в отходах калийного производства и питьевой водой, отобранной в системе питьевого водоснабжения г. Солигорска.

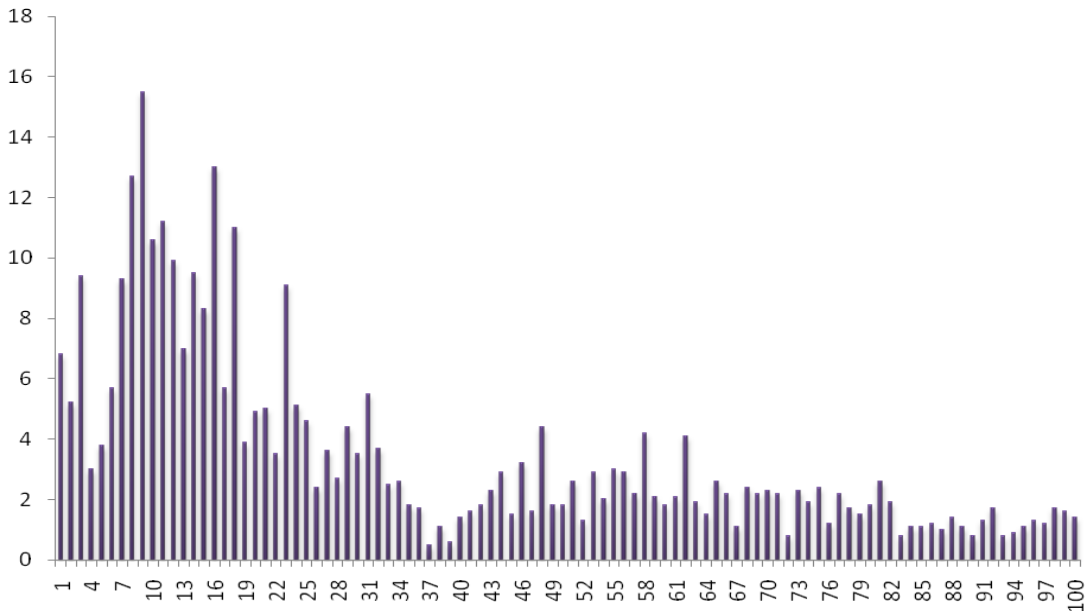


Рисунок 1 – Гистограмма, отражающая активность гомогенатов печени в реакции окислительного деалкилирования 7-этоксикумарина

Снижение О-деалкилирующей активности может быть обусловлено двумя причинами: снижением синтеза (выработка) фермента или блокированием работы фермента (заблокирован активный центр, либо снижена активность вспомогательных ферментов). Следует отметить, что данный показатель может отражать как специфическое подавление монооксигеназ, так и системные патологии печени, например, цирроз. ДСН-электрофорез в полиакриламидном геле не позволил выявить существенных различий в белковом составе гомогенатов. Многие из изоформ цитохрома Р450 являются индуцибельными (в особенности это касается ферментов, участвующих в метаболизме ксенобиотиков), то есть при регулярном поступлении в организм субстрата наблюдается повышенный синтез этих ферментов. Результаты проведенного эксперимента, напротив, продемонстрировали снижение ферментной активности. В связи с этим можно полагать, что зафиксированное снижение активности цитохром Р450-зависимых монооксигеназ печени является частью системного патологического процесса, вызванного хроническим поступлением в организм отходов калийных удобрений.

Заключение. Хроническое воздействие отходов производства калийных удобрений на лабораторных животных при ингаляционном поступлении в организм вызывает снижение О-деалкилазной активности на 68,83 % при потреблении животными питьевой воды, отобранной в системе питьевого водоснабжения г. Солигорска. При затравке смесью химических веществ, содержащихся в отходах калийного производства, наблюдалось снижение активности фермента на 70,13 %. При затравке смесью химических веществ, содержащихся в отходах калийного производства и питьевой водой, отобранной в системе питьевого водоснабжения г. Солигорска, обнаружено снижение активности фермента на 84,42 %, что приводит к снижению интенсивности процессов детоксикации организма. Снижение активности монооксигеназ является либо следствием, либо частью более сложного системного процесса, к развитию которого привела затравка отходами калийных удобрений.

Литература

1. Danielson, P. B. The cytochrome P450 superfamily: biochemistry, evolution and drug metabolism in humans / P. B. Danielson // Curr Drug Metab. 2002. – № 3 – P. 561 – 597.

2. Pelkonen, O. Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons: etiologic role in carcinogenesis / O. Pelkonen, D. W. Nebert // Pharmacol Rev. – 1982. – № 34. – P. 189 – 222.

3. P450 superfamily: update on new sequences, gene mapping, accession numbers and nomenclature/ D. R. Nelson [et al.] // Pharmacogenetics – 1996. – № 6. – P. 1 – 42.

4. Denison, M. S., Xenobiotic-inducible transcription of cytochrome P450 genes / M. S. Denison, J. P. Whitlock // J. Biol Chem. – 1995. – № 270. – P. 18175 – 18178.

5. Falany, C. N. Effects of age and pregnancy on cytochrome P450 induction by octamethyltetracyclosiloxane in female Sprague-Dawley rats / C. N. Falany, G. Li // J Biochem Mol Toxicol. – 2005. – № 19. – P. 129 – 138.

6. Fluorescence assay for per-cell estimation of cytochrome P-450-dependent monooxygenase activities in keratinocyte suspensions and cultures/ J. J. Reiners [et al.] // Anal Biochem. – 1990. – № 188. – P. 317 – 324.

7. МУ №11-11-10-2002 «Требования к постановке токсиколого-аллергологических исследований при гигиеническом нормировании белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны».

Поступила 18.05.2012

LIVER MONOOXYGENASE ACTIVITY IN LABORATORY MICE EXPOSED TO POTASH FERTILIZERS WASTE AND DRINKING WATER FROM WATER SUPPLY SYSTEM IN SOLIGORSK

*Chakhovsky P.A., Kviatkevich Y.A., * Yantsevich A.V.,* Gilep A.A.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** Institute of Bioorganic Chemistry, NAS of Belarus, Minsk*

The results of the experiment for determining O-dealkilaze activity of liver homogenates in laboratory mice exposed to intranasal inoculation of potash fertilizers waste and drinking water from water supply system in Soligorsk have been presented. It is shown that the effects of chemical substances mixtures contained in waste of potash production lead to decrease in O-dealkilaze enzyme activity of cytochrome P-450 in liver.

Keywords: cytochrome P-450, oxidation O-dealkylaze, carcinogenesis, 7-etoxykumarin, 7-etoxyrezorufin, laboratory animals, waste of potash production.

АЛЛЕРГЕННЫЕ И ИММУНОТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА «ФУНГИЛЕКС»

*Чернышова Е.В., * Шевляков В.В., Эрм Г.И., Буйницкая А.В., Студеничник Т.С.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Минский институт управления, г. Минск*

Реферат. Экспериментальными исследованиями установлено, что микробный препарат «Фунгилекс» обладает выраженной сенсибилизирующей способностью (2 класс аллер-

генной активности). При месячном ингаляционном воздействии на белых крыс вызывает аллергизацию животных, проявляет значимую антигенную способность в отношении угнетения кислородпродуцирующей функции фагоцитов и умеренное гемотоксическое действие в отношении клеточных элементов «белого» ростка кроветворения при отсутствии иммуномодулирующих свойств.

Ключевые слова: микробный препарат фунгилекс, аллергенные, иммуномодулирующие и гемотоксические свойства.

Введение. Новый микробный препарат «Фунгилекс» на основе гриба штамма *Trichoderma sp.,* предназначенный для биологической защиты растений от фитопатогенных микроорганизмов, разработан в РУП «Институт защиты растений». Препарат используется путем опрыскивания вегетативных растений и представляет собой мутную культуральную жидкость светло-коричневого цвета с содержанием не менее $1x10^9$ спор/мл гриба *Trichoderma sp.*

Целью настоящего исследования явилось изучение и оценка сенсибилизирующих, иммунотоксических и гемотоксических свойств нового микробного препарата «Фунгилекс» (далее – МПФ) в соответствии с общепринятыми методическими подходами [1, 2], а также обоснование необходимых мер профилактики его вредного действия на организм работников при производстве и применении.

Материал и методы исследований. Исследованиям подвергали МПФ с концентрацией $1,0x10^9$ сп./см^3 гриба *Trichoderma sp.*

Выявление сенсибилизирующего действия проводилось на шестые сутки опыта интраназального введения белым крысам МПФ в дозе по 0,1 см^3 ($1,0x10^8$ сп./жив.) провокационным тестом опухания лапы (далее – ВТОЛ) путем внутрикожного введения опытным и контрольным животным в апоневроз коллатеральных задних лап препарата в дозе по $1,2x10^6$ сп./жив. в объеме 0,06 см^3.

Результаты и их обсуждение. Результатами исследований установлено, что препарат при пятикратном введении вызывал развитие у 7 из 10 опытных животных сильно выраженной гиперчувствительности замедленного типа (далее – ГЗТ). Высокая частота положительных провокационных кожных реакций у опытных животных (70 %) и значимость различий ВТОЛ в контроле и опыте по критерию «Х» при $p<0,05$ свидетельствуют о выраженной аллергенной способности препарата (2 класс аллергенной активности).

Иммунотоксическое действие может проявляться аллергизацией, иммунизацией и неспецифической иммуномодуляцией организма. Поэтому в хроническом ингаляционном эксперименте (после месячного воздействия в концентрации МПФ на уровне $3,52\times10^{10}$ сп./м^3) были изучены все три возможных иммунотоксических эффекта.

После завершения месячного ингаляционного эксперимента у белых крыс определяли по ВТОЛ возможное развитие ГЗТ (клеточноопосредованный тип) и гиперчувствительности немедленного типа (далее – ГНТ) – активной кожной анафилаксии.

Длительное ингаляционное воздействие МПФ сопровождалось индукцией у опытных животных весьма выраженной активной кожной анафилаксии, т.к. абсолютные (на 263,3 %, $p<0,01$) и относительные уровни ВТОЛ (в 7,2 раза, $p<0,01$) у опытных крыс были существенно выше, чем в контрольной группе (таблица 1).

Таблица 1 – Иммуноаллергологические показатели белых крыс после месячного ингаляционного воздействия МПФ

Показатели	Ед. изм.	Группы сравнения (M±m)	
		контроль	опыт
ВТОЛ: - активная кожная анафилаксия (через 1 час) - ГЗТ (через 24 часа)	 10^{-2}мм Н Балл 10^{-2}мм Н Балл	 5,09±1,49 1/11 0,10±0,09 3,27±1,27 1/11 0,10±0,09	 13,4±1,61** 7/11 0,72±0,20** 10,9±2,01** 6/11 0,73±0,24*
Реакция специфического лейколизиса (РСЛЛ)	Н %	4/10 20,9±4,26	5/10 27,5±3,30
РСНСТ: - % возрастания к контролю - индекс стимуляции	 % усл. ед	 17,5±2,70 0,90±0,02	 31,8±5,81* 1,15±0,06***
Реакция дегрануляции тучных клеток (РДТК)	%	0,25±0,07	0,74±0,16*
Абсолютное количество базофилов	в мм^3	2,83±1,28	3,86±1,12
Активность комплемента сыворотки крови	усл. ед.	107,2±9,95	113,0±10,3
Циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) сыворотки крови	усл. ед.	69,2±2,48	69,5±1,64
НСТ-тест -спонтанный: возрастание к контролю -Зимозан-стимулированный: возрастание к контролю индекс стимуляции Величина фагоцитарного резерва	 % % ед. %	 32,1±5,10 178,7±10,1 2,13±0,10 146,6±11,0	 14,9±2,78** 114,0±6,88*** 1,87±0,06* 99,0±6,56**
Лизоцим сыворотки крови	%	67,8±0,95	69,4±1,02
Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК)	%	84,9±3,60	87,2±2,69
Т-лимфоциты	% 10^9/л	15,9±1,44 0,90±0,09	14,2±1,37 0,56±0,08*

Примечания:
1. * — достоверные различия с контролем при $P<0,05$.
2. ** — достоверные различия с контролем при $P<0,01$.
3. *** — достоверные различия с контролем при $P<0,001$.
4. Н — числитель – количество животных с положительными (сверхнормативными) результатами, знаменатель – всего в опыте.

Одновременно в сыворотке крови опытных животных по реакции дегрануляции тучных клеток (РДТК) выявлялись реагиновые антитела в довольно высоком титре со средним уровнем, значительно превышающем контрольный ($p<0,05$), что свидетельствует о развитии у опытных животных выраженного аллергического процесса немедленного анафилактического типа. Различий в абсолютном количестве базофилов крови в опыте и контроле не установлено.

О развитии выраженной ГЗТ у опытных животных после месячного воздействия препаратом свидетельствуют более высокий уровень абсолютного показателя ВТОЛ (на 333,3 %, $p<0,01$), а также и относительного показателя ВТОЛ, который возрастал в опыте через 24 часа после внутрикожной провокационной пробы в 7,3 раза по сравнению с контролем ($P<0,05$).

Подтверждением формирования у опытных животных сенсибилизации смешанного типа являлась активация специфической реакции теста восстановления нитросинего тетразолия гранулоцитов (РСНСТ-теста): количество образующегося формазана в клетках в результате его восстановления кислородными метаболитами при стимуляции гранулоцитов препаратом увеличилось по сравнению со спонтанным уровнем НСТ-теста на 181,7 % ($p<0,05$), а по индексу специфической стимуляции – на 127,8 % по сравнению с контролем ($p<0,001$). Это свидетельствует о специфической активации в клетках кислородного метаболизма и специфическом гипериммунном ответе гранулоцитов крови.

У опытных белых крыс уровень циркулирующих иммунокомплексов (ЦИК) в сыворотке крови не отличался от такового в контрольной группе животных, что показывает отсутствие индукции в организме опытных крыс на воздействие МПФ механизмов иммунокомплексного типа аллергической реакции.

Отмечалось у животных опытной группы незначительное повышение (в 1,32 раза, $p>0,05$) по отношению к контролю уровня реакции специфического лейколизиса (РСЛЛ) и повышение на 105,4 % комплементарной активности сыворотки крови ($p>0,05$), что свидетельствует о весьма слабой активации механизмов аллергизации по комплементзависимому цитотоксическому типу реакции.

Определение антигенности препарата осуществляли по оценке его влияния на фагоцитарную функциональную активность гранулоцитов крови по НСТ-тесту.

Установлено (таблица 1), что ингаляционное воздействие препарата вызывало у опытных животных значительное снижение спонтанного уровня генерации фагоцитами супероксидных радикалов по сравнению с контролем (в 2,1 раза, $p<0,01$). В результате этого при стимуляции гранулоцитов известным активатором НСТ-теста опсонизированным зимозаном определялось существенное снижение в клетках уровня индуцированного кислородного метаболизма (на 36,2 %, $p<0,001$).

Интегральный показатель индекса стимуляции гранулоцитов крови также был значительно более низким в опыте по сравнению с контролем (p<0,05). При этом и величина фагоцитарного резерва гранулоцитов крови у животных опытной группы также существенно снижена по отношению к контролю (на 32,5 %, p<0,01). Полученные данные свидетельствуют о выраженной антигенной способности МПФ, проявляющейся истощением кислородзависимых обезвреживающих резервов и угнетением функций фагоцитов крови.

Активность комплемента в сыворотке крови опытных белых крыс было повышена, но существенно не отличалась от контроля. Содержание лизоцима в сыворотке крови опытных животных, как и интегральный показатель антимикробной резистентности крови – бактерицидная активность сыворотки крови (далее – БАСК), мало отличались от контрольных величин.

Со стороны относительного показателя содержания в крови Т-лимфоцитов у опытных животных по сравнению с контрольными не установлено существенных отличий, но их абсолютное количество было значимо снижено (на 37,8 %, p<0,05).

Следовательно, ингаляционное воздействие МПФ сопровождается слабо выраженным активирующим иммуномодулирующим действием на организм.

Качественно-количественные показатели красного кроветворения у опытных животных после ингаляционного воздействия препаратом характеризовались отсутствием существенных различий с контрольными животными (таблица 2).

Со стороны лейкоцитарной формулы периферической крови по сравнению с контрольной группой выявлены значимые отличия в содержании лейкоцитов: снижение числа лейкоцитов на 34,2 % (p<0,01) и соответствующее достоверное снижение абсолютного количества нейтрофилов, лимфоцитов и базофилов.

Следовательно, длительное ингаляционное воздействие препарата на организм животных сопровождается существенным угнетением «белого» ростка кроветворения.

Таблица 2 – Показатели периферической крови белых крыс после месячного ингаляционного воздействия МПФ

Показатели	Ед. изм.	Группы сравнения (M±m)	
		контроль	опыт
Эритроциты	10^{12}/л	6,47±0,14	6,84±0,20
Средний объем эритроцитов	усл. ед.	52,2±0,69	51,7±0,58
Гемоглобин	г/л	118,6±2,37	124,7±3,07
Среднеклеточный гемоглобин	усл. ед.	18,3±0,18	18,2±0,19
Гематокрит	усл. ед.	0,32±0,018	0,35±0,01
Тромбоциты	10^{9}/л	512,0±44,6	519,6±35,9
Средний объем тромбоцитов	усл. ед.	6,31±0,11	6,43±0,07
Тромбоцитарная масса	усл. ед.	3,35±0,32	3,34±0,23
Лейкоциты	10^{9}/л	9,25±0,83	6,09±0,57**
Лейкоформула:			
- нейтрофилы	%	27,7±3,53	22,3±1,70
-//-	10^{9}/л	2,72±0,56	1,31±0,13*

Продолжение таблицы 2

- базофилы	%	0,50±0,10	0,02±0,01***
-//-	10^9/л	0,055±0,015	0,001±0,001***
- лимфоциты	%	58,9±4,30	63,2±2,10
-//-	10^9/л	5,25±0,45	3,83±0,36*
- эозинофилы	%	4,10±0,60	4,70±0,30
-//-	10^9/л	0,36±0,06	0,29±0,03
- моноциты	%	9,10±1,20	9,80±1,60
-//-	10^9/л	0,89±0,17	0,66±0,16
Примечание — * — Обозначения см. таблицу 1.			

Заключение. На основании результатов выполненных экспериментальных токсиколого-гигиенических и иммуноаллергологических исследований можно сделать следующие выводы.

1. Микробный препарат «Фунгилекс» в максимальной стандартной дозе ($1{,}0 \times 10^8$ сп./жив.) вызывал при недельной ингаляции развитие в организме опытных животных выраженной гиперчувствительности замедленного типа. По классификационным критериям препарат «Фунгилекс» обладает выраженной сенсибилизирующей способностью (2 класс аллергенной активности).

2. При ингаляционном (интраназальном) воздействии в максимально возможной концентрации ($2{,}6 \times 10^9$ сп./м^3) в течение месяца микробный препарат вызывал у опытных белых крыс индукцию выраженного аллергизирующего эффекта по смешанному типу: гиперчувствительности немедленного типа (анафилаксия) и гиперчувствительности замедленного типа (развитие клеточноопосредованного механизма аллергических реакций) со слабой индукцией процессов комплементзависимого цитотоксического и отсутствием иммунокомплексного типов гиперчувствительности, проявлял значимую антигенную способность в отношении угнетения кислородпродуцирующей функции фагоцитов, умеренные гемотоксические проявления в основном со стороны «белого» ростка кроветворения при отсутствии существенных иммуномодулирующих свойств.

3. С учетом проявления сенсибилизирующего и иммунотоксического действия микробного препарата при его производстве и применении следует предусмотреть меры коллективной (приточно-вытяжная механическая вентиляция) и индивидуальной защиты (средства индивидуальной защиты органов дыхания, очки, спецодежда), технологические меры, направленные на предупреждение или ограничение поступления его в воздух рабочей зоны, а также меры первичной и вторичной медицинской профилактики.

Литература

1. Экспериментальное обоснование ПДК микроорганизмов-продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды: Метод. указания № 5789/1-91. – М.: МЗ СССР, 1993. – 23 с.

2. Требования к постановке экспериментальных исследований по изучению аллергенных свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы: Метод. указания № 1.1.11-12-5-2003 // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии / М-во здравоохранения РБ. – Минск, 2004. – Ч. XIV. – С. 133 – 156.

Поступила 04.06.2012

ALLERGIC AND IMMUNOTOXIC CHARACTERISTICS OF THE NEW MICROBIAL PREPARATION «FUNGILEX»

*Chernyshova E.V., * Shevlaykov V.V., Erm G.I., Buinitskaya A.V., Studenichnik T.S.*

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

** Minsk Institute of Management, Minsk*

The expressed sensitizing ability of the microbial preparation «Fungilex» (class 2 of allergic activity) has been established in experimental studies. The preparation causes allergy in animals, shows significant antigenic ability for the oppression of the oxygen-producing function of phagocytes and moderate hemotoxic action with respect to the cellular elements of the «white» blood in response to inhalation on white rats within a month. The immunomodulating abilities of the preparation have not been discovered.

Keywords: microbial preparation «Fungilex», allergens, and immunomodulating and hematotoxic properties.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ

*Элиович И.Г., * Захаров А.П., * Нехорошев А.С., * Дуннен А.А.*

Управление Роспотребнадзора по Ленинградской области, г. Санкт-Петербург, Россия

** Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова, г. Санкт-Петербург, Россия*

Реферат. Предложена новая технология оценки неспецифической токсичности органических соединений, основанная на определении комплексообразующей способности методом обращенной газовой хроматографии. Рассмотрена взаимосвязь хроматографического параметра токсичности и параметров токсикометрии при однократном ингаляционном, пероральном воздействии, а также с их физико-химическими характеристиками. Технология апробирована для определения токсичности многокомпонентных смесей нефтепродуктов, состоящих из алканов, и продуктов метаболизма в организме человека.

Ключевые слова: токсичность органических соединений с комплексообразующей способностью, обращенная газовая хроматография, взаимосвязь параметров токсикометрии и строения.

Введение. Система санитарно-эпидемиологического нормирования предусматривает разработку модели взаимодействия токсиканта с биосистемами организма человека, основанную на качественной и количественной оценке физико-химических факторов среды обитания. В отличие от отечественного подхода к характеристике вредных веществ [1] в современной зарубежной литературе отсутствует характеристика реакционной способности, в частности, стабильности вещественной формы токсиканта, его кислотно-основных (по величине водородного показателя), окислительно-восстановительных (по значению стандартного потенциала), поверхностно-активных (по показателю гидрофильно-липофильного баланса) свойств, включая металл-лигандный гомеостаз, токсикологические параметры для различных путей поступления в организм, химической и/или биологической трансформации, способности к биокумуляции. Оценку параметров токсичности часто проводят на основе математических моделей, отражающих корреляционные связи между ними и значениями величин физико-химических свойств вредных веществ, отражающих способ поступления в организм и взаимодействие с биосистемами. В настоящее время существует большое число полуэмпирических схем, которые позволяют с известной степенью точности рассчитывать неспецифическое (в основном, наркозное) действие неэлектролитов по отношению к живым организмам, исходя из корреляционных зависимостей биологическая активность – физико-химическое свойство. В качестве физико-химических свойств были использованы молярная масса, плотность, парахор, молекулярная рефракция, растворимость в воде, коэффициент поверхностной активности, удельная адсорбция активным углем из водных растворов, давление насыщенных паров, коэффициенты Овертона-Мейера и Ганча, характеризующие распределение неэлектролитов в системе липофильный-гидрофильный растворитель (для системы октанол-вода обозначаются символом P). Общий принцип построения таких расчетных схем состоит в том, что биологическая активность и физико-химическое свойство рассматриваются как аддитивная сумма парциальных свойств, приходящихся на отдельные фраг-

менты молекул. Недостатками полуэмпирических расчетных схем являются: отсутствие единой системы в разбиении молекул на фрагменты, что приводит к большому количеству расчетных схем различной степени обоснованности, где были использованы количество атомов углерода или С-Н-связей в алифатической цепи количество С-Н-связей, природа и число гетероатомов в цикле гетероциклических соединений, а также количество С-Н-связей в заместителе, природа и число функциональных групп, количество метильных, метиленовых и метиновых фрагментов в молекуле. Однако такие физико-химические свойства, как молярная масса, температуры кипения и плавления токсикантов характеризуют только межчастичное взаимодействие внутренней структуры вредного вещества и не позволяют оценить взаимодействие этих частиц с макромолекулами биосистем. Впервые для оценки параметров токсичности органических веществ была предложена хроматографическая модель, поскольку процессы поступления, распределения и выделения ксенобиотиков в организме по механизму перехода через границы раздела фаз близки к хроматографическим [2, 3]. В качестве хроматографической характеристики была предложена величина отношения индексов удерживания вредного вещества на полярной и неполярной фазах, которые использовали для прогноза параметров токсичности гомологов и аналогов. В настоящее время индексы удерживания Ковача, с точки зрения теории межмолекулярных взаимодействий, не могут быть использованы для оценки взаимодействия частиц токсикантов с макромолекулами биосистем из-за различия энергий образования полостей в полярном и неполярном сорбентах.

Целью исследования являлась разработка технологии определения токсичности органических соединений, обусловленной стадией комплексообразования между вредным веществом и фрагментом макромолекул биологических систем организма человека.

Материал и методы исследований. Состояли из индивидуальных органических веществ различных классов, чистота которых контролировалась методами газовой хроматографии, электронной молекулярной спектроскопии и протонного парамагнитного резонанса. Метод обращенной хроматографии (далее – ОГХ), используемый для прогнозирования комплексообразующей способности токсикантов, разработан и апробирован нами [4, 5]. Для проведения процесса ОГХ может быть использован любой газовый хроматограф для определения физико-химических характеристик вещества, имеющий систему термостатирования, например, хроматографы «Цвет-200», «ХЛМ – 8МД, а также приборы зарубежных фирм. В схему газового хроматографа входят блок подготовки газов, дозатор компонентов тест – системы, хроматографическая колонка, детектор и регистратор. Хроматографические колонки различной модификации предназначены для размещения большого объема исследуемых проб и разделения компонентов тест – системы. Твердым носителем в ОГХ обычно служит практически инертный модифицированный адсорбент, выбранный в соответствии с реко-

мендациями [4]. Детекторы предназначены для получения выходной кривой, фиксирующей изменения состава выходящего из колонки элюента. В ОГХ используются дифференциальные детекторы, аналитический сигнал которых зависит от концентрации компонентов, в частности, пламенно-ионизационный.

Результаты и их обсуждение. В газоабсорбционной хроматографии для ее обращенного варианта, когда тест-система (далее – ТС) является смесью углеводородов, а в качестве жидкой фазы используют вредное вещество в поглотительном растворе, хроматографическая система подчиняется закону Рауля с учетом неидеальности. Удельный объем удерживания является кинетической характеристикой равновесия пар-жидкость, а термодинамическая характеристика (коэффициент активности) компонентов ТС (γ^o) при бесконечном разбавлении в сорбенте определяется точнее, чем при статических измерениях параметров равновесия жидкость – газ. Донорно-акцепторные межчастичные связи лежат в основе металл-лигандного гомеостаза организма, естественно, что они влияют на хроматографические параметры удерживания, и неидеальность поведения вещества в организме методом ОГХ может быть выявлена точнее, поскольку в колонке реализуются разбавленные растворы. Математическое описание понятия токсичности более сложное, так как оно может быть определено однозначно только тогда, когда для него предложена модель, учитывающая кинетические и термодинамические характеристики межчастичного взаимодействия. Химическую токсичность можно определить межмолекулярным взаимодействием двух частиц: изучаемого ряда A_n с частицами окружения В. Тогда токсичность (Т) могла быть охарактеризована уравнением, предложенным для описания физико – химических свойств.

Нами методом обращенной газовой хроматографии определены удельные объемы удерживания компонентов тест-систем в 10 алканах C_5-C_{24} и рассчитаны кинетический параметр (V_b), хроматографические параметры токсичности (lg V_b/V_6), представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Термодинамический и кинетический параметры неспецифической токсичности алканов C_5-C_{24}

Наименование	Кинетический параметр Vb	Термодинамический параметр, lgVb/V_6	Летальная доза, мг/кг(lg)	Летальная концентрация, мг/ м3(lg)
Пентан	1,1225	-0,0842	45500/4,65	360000/5,556
Гексан	1,1495	-0,0089	16900/4,23	150000/5,176
Гептан	1,020	0,0047	7700/3,88	75000/4,875
Октан	0,9189	0,0612	3800/3,58	40000/4,602
Нонан	1,1264	0,070	1440/3,16	17000/4,23
Декан	0,9132	0,090	428/2,63	5800/3,763
Ундекан		0,1066		
Додекан	0,8031	0,1198		
Тридекан		0,150		

Продолжение таблицы 1

Пентадекан				
Гексадекан	0,6666	0,144		
Октадекан	0,600	0,073		
Тетракозан (тв.)	0,7688	0,301		

Метаболизм жидких алканов C_5-C_{16} наиболее изучен для гексана и гептана, которые на первой стадии окисляются при участии цитохромов Р-450, B_5 и NADF·H – зависимой редуктазы до моногидроксипроизводных по всем атомам углерода с преобладанием 2-замещенных продуктов. Наиболее токсичны по степени нейротоксичного действия следующие метаболиты гексана: 2,5-гександиол; 2-гексанон 2,5-гександион; Для гептана идентифицированы 2- и 3-гептаноны, 2,5- и 2,6-гептандиолы, 5- и 6-гидрокси-2-гептаноны, 6-гидрокси-3-гептанон, 2,5- и 2,6-гептандионы и γ-валеролактон. Несмотря на химическую инертность алканов, они обладают сильным наркозным действием, которое линейно увеличивается в гомологическом ряду и превосходно описывается уравнением lgP = 0,266n+0,220, n- число СН-связей в молекуле. В связи с незначительной растворимостью алканов в воде (lga = -10,97n–3,14; а- растворимость в мол/дм^3) , водных растворах и крови необходимы высокие концентрации в воздухе при ингаляции для получения токсичных содержаний алканов в биосредах. Зависимость острой ингаляционной токсичности (LC_{50}) алканов от числа СН – связей (n) превосходно отражается линейным уравнением lg LC_{50} = -0,169n + 7,563, а от молярной растворимости в воде lg LC_{50} = -0,599lg + 6,887; Увеличение токсичности алканов в гомологическом ряду связано с увеличением скорости биотрансформации в гомологическом ряду до дикетонов и других более токсичных кислородсодержащих органических соединений. Поэтому низшие алканы физиологически малоактивны, жидкие (C_5 –C_{16}) оказывают умеренно раздражающее воздействие на органы дыхания, а при пероральном поступлении их токсичность также превосходно описывается соотношением lg LD_{50} = -0,674 lg a + 6,150. Высшие члены гомологического ряда алканов более опасны при перкутанном поступлении в организм. Для установления корреляционной зависимости показателей ингаляционной токсичности алканов от хроматографических параметров токсичности (далее – ХПТ), полученных методом ОГХ, необходимо было установить влияние изменения величины дисперсионных взаимодействий в гомологических рядах алканов, использованных в качестве сорбатов и сорбента. Действительно, ХПТ для гомологического ряда алканов, рассчитанный по данным таблицы 1, зависит от числа СН – связей по параболическому уравнению: ХПТ = -0,0007 n^2 + 0,0394 n – 0,4438 с коэффициентом корреляции r =0,98; Отклонения от линейности газообразных и твердых членов гомологического ряда вызваны большой разностью молярных объемов углеводородов – сорбата и сорбента, что приводит к снижению подвижности частиц сорбата в пространственной структуре сорбента и уменьшению избыточной энтропии смешения.

Хроматографический параметр токсичности можно рассматривать как алгебраическую сумму двух составляющих, один из которых (энтропийный) связан с различием размеров частиц и может приблизительно оценен уравнением типа Флори-Хаггинса: lg Vb/ Va ~ v_i (v_a – v_b) /v_a v_b , (8), где v_i ,v_a, v_b – мольные объемы токсиканта, компонентов тест – системы; При комбинированном действии алканов и продуктов его окисления в организме необходимо установить применимость метода ОГХ для оценки параметров токсикометрии органических соединений с общей формулой R_m X, где m - номер члена гомологического ряда монофункциональных соединений. Иногда необходимость применения эмпирических уравнений может быть вызвана наличием специфических резонансных взаимодействий, стабилизирующих частицы, например, гиперконъюгации. Взаимодействие σ-π орбиталей с образованием α-водородной связи для первого члена в гомологических рядах приводит к более низким значениям энергии сорбции и, как следствие, к отклонению от аддитивности рассчитываемых по ним свободных энергий сорбции метиленовых групп. Выбор модели для описания строения частицы гомологического ряда при изученности структуры первых членов не представляет особого затруднения. Согласно теории Баха-Энглера в результате первой стадии окисления насыщенных углеводородов в кислородсодержащей среде образуются гидропероксиды. Первичные и вторичные гидропероксиды неустойчивы и разлагаются с образованием более термодинамически устойчивых продуктов разложения и дальнейшего окисления – альдегидов и кетонов. Некаталитическое окисление алканов при пониженной концентрации кислорода в присутствии стоп-реагента – соединений бора, связывающего образующие спирты в менее реакционноспособные соединения, позволяет получать спирты прямым окислением. Специфическая токсичность является сложным свойством, которое определяется не только элементным составом вещества, но и суммой межмолекулярных и (или) межчастичных взаимодействий вещества с гидрофобной и гидрофильной средой, энергия которой вряд ли может быть описана оператором физико-химических свойств. Зависимость логарифма среднесмертельной концентрации (мыши, 2час., ингаляция) от числа С-Н связей (n) описывается для алифатических ациклических спиртов C_1-C_{10} линейной зависимостью lg LC_{50} = -0,0525n + 4,8511; с коэффициентом корреляции r, равным 0,655. Значение вклада гидроксильной группы в ингаляционную токсичность составило 4, 8511; а С-Н связи в алкильном радикале - 0,0525 л.е. Коэффициент корреляции возрастает до 0,82; если использовать полином второй степени: lg LC_{50} = -0,0147n^2 + 0,3058n + 3,085; при этом вклад гидроксильной группы равен 3,085. Установлено, что наркозный эффект при ингаляции органическими соединениями вначале возрастает с увеличением молярной массы, а затем падает в связи с уменьшением летучести. Однако, ХПТ, характеризующий комплексообразующую способность спиртов, монотонно уменьшается с ростом числа С-Н связей до гептадеканола включительно. Отклонения от линейной зависимости ХПТ = -0,0124n + 0,6264; (r-0,78)

проявляют первые члены гомологического ряда, метанол и этанол. Вредные вещества превращаются в организме под воздействием системы микросомальных ферментов в метаболиты окислительно-восстановительных процессов, гидролиза, дезалкилирования и других. Метаболиты дегидрирования метанола и этанола обладают более высокой реакционной способностью по сравнению с другими альдегидами, пониженное значение кинетического параметра донорно-акцепторного взаимодействия тест-компонента бензена с метанолом по отношению к линейной зависимости $\lg V_b = -0{,}0062\ n - 0{,}0872$; (r-0,875) обусловлено высокой самоассоциацией молекул спирта вследствие образования межмолекулярной водородной связи. Нами методом ОГХ определены ХПТ алифатических спиртов, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Термодинамический и кинетический параметры неспецифической токсичности алифатических спиртов

Наименование	Кинетические параметры	Термодинамические параметры	Летальная доза, мг/кг	Летальная концентрация, мг/м^3
Метанол	0,6890/-0,1617	5.64/0,7512	5600	55000
Этанол	/-0,1178	/0,6644	6500	10000
Пропанол-1	0,8665/-0,0622	4,08/0,6106	5400	50000
Бутанол-1	0,7377/-0,1321	2,649/0,4231	2700	80000
Пентанол-1	0,6956/-0,1576	2,486/0,3955	3000	
Гексанол-1	/-0,1678	/0,4043	4000	
Гептанол-1	0,6434/-0,1915	2,218/0,3459	5950	9500
Октанол-1	0,6345/-0,1975	2,3361/0,3685	4000	
Нонанол-1	/-0,205	/0,3119	19000	5500
Деканол-1	/-0,2174	/0,2971	35000	
Ундеканол	/-0,2298	/0,2903		
Додеканол-1	0,5628/-0,2496	2,071/0,3161		
Тридеканол	/-0,2546	/0,3007	17200	
Тетрадеканол	/-0,267	/0,3008		
Пентадеканол	/-0,2794	/0,3010		
Гексадеканол-	0,5109/-0,2916	2,042/0,3100		
Гептадеканол	/-0,3042	0,3110	52000	

В то же время зависимость логарифма среднесмертельной дозы (мыши, внутрижелудочно) от числа С-Н связей (n) описывается для алифатических ациклических спиртов C_1-C_{17} линейной зависимостью $\lg LD_{50} = 0{,}0355n + 3{,}3741$; с коэффициентом корреляции r, равным 0,78. Значение вклада гидроксильной группы в ингаляционную токсичность составило 3,3741; а С-Н связи в алкильном радикале – 0,0355 л.е. Коэффициент корреляции возрастает до 0,92; если использовать полином второй степени: $\lg LD_{50} = 0{,}0082n^2 - 0{,}1639n + 4{,}3141$; при этом вклад гидроксильной группы равен 4,314. При пероральном пути поступления спиртов в организм наиболее токсичным является гексанол-1, который в отличие от спиртов C_1-C_4 не является эндогенным продуктом живых организмов. Альдегиды в микроконцентрациях из-

меняют процессы метаболизма в организме человека, а в более высоких концентрациях обуславливают нейротоксические эффекты. С увеличением размера алифатического радикала снижается раздражающее и увеличивается наркотическое действие альдегидов, аналогично поведению алканов и алифатических спиртов, что объясняется их трансформацией в организме до карбонильных соединений. При выборе коэффициента запаса для определения безопасных концентраций метаналя, этаналя и альдегидов со смешанными функциями необходимо учитывать их мутагенное и канцерогенное действие. Альдегиды поступают в организм человека ингаляционным и энтеральным путями, а эндогенные карбонильные соединения образуются в процессах метаболизма липидов. В процессе распределения альдегиды в зависимости от своей реакционной способности могут взаимодействовать с меркапто-, амино- и гидроксильными группами биосистем, а также окисляться до соответствующих кислот, которые выделяются в виде глициновых и глюкуронидных конъюгатов. Сравнение изменения ХПТ и показателей токсикометрии при исследовании представителей гомологических рядов кетонов дает информацию о механизме начальной стадии взаимодействия токсикантов с активными центрами биосистем. Для летучих алифатических незамещенных кетонов увеличение числа связей углерод-водород приводит к снижению значений как ХПТ, так и – lg $ЛД_{50}$, который является характеристикой острой пероральной токсичности. Минимумы ХПТ и пероральной токсичности наблюдаются у тетрадеканона и октанона, соответственно. При дальнейшем наблюдении изменения этих свойств в гомологическом ряду кетонов наблюдается постоянство значений ХПТ, так как согласно модели двойной сорбции в биосистемах присутствуют две совокупности сорбционных комплексов: дисперсионно сорбированные частицы, величина сорбции которых описывается законом Генри, и частицы, сорбированные в элементах неравновесного свободного объема биосистемы, величина сорбции которых подчиняется постулатам Лэнгмюра. В ОГХ, где достигаются условия микроконцентраций компонентов доля адсорбированных частиц от общей величины сорбции достигает максимума. Начиная с октанона, линейные размеры сорбата превышают средний размер элемента свободного объема биосистемы, что делает предпочтительной физическое растворение алкильных радикалов. Это немедленно отражается на величинах острой токсичности, которые зависят не только от специфических межчастичных взаимодействий, но и от проявления наркотического действия, обусловленного гидрофобным заместителем. Вклад карбонильной группы в ХПТ для летучих насыщенных кетонов составил 1,084, а СН-связи -0,043 л.е.; вклад карбонильной группы в острую пероральную токсичность (lg $ЛД_{50}$) для летучих насыщенных кетонов составил 2,798; а СН-связи - 0,0731. Сравнение поведения алифатических кетонов с соответствующими алканами показывает, что ХПТ алканов C_{3-12} монотонно увеличивается в гомологическом ряду в соответствии с уравнением ХПТ = 0,0112 n - 0,1606; ост-

рая ингаляционная токсичность превосходно описывается уравнением lg $ЛК_{50}$ = - 0,169 n + 7,563; а пероральная токсичность увеличивается в гомологическом ряду в соответствии с уравнением lg $ЛД_{50}$ = - 0,1965 n + 7,035. Поведение алифатических кетонов зависит от пути поступления в организм, острая ингаляционная токсичность также, как и для алканов, увеличивается согласно уравнению lg $ЛК_{50}$ = - 0,209 n + 6,377; а пероральная токсичность уменьшается в отличие от алканов в гомологическом ряду в соответствии с уравнением lg $ЛД_{50}$ = 0,0731 n + 2,798. Это необходимо учитывать при прогнозировании специфической токсичности многокомпонентных смесей методом ОГХ, зависимость острой ингаляционной токсичности от ХПТ для алканов и кетонов антибатна и имеет вид: lg $ЛК_{50}$ = -12,227 ХПТ + 5,0576; в тоже время для кетонов представлена уравнением lg $ЛК_{50}$ = 2,329 ХПТ + 3,079; острая пероральная токсичность же в зависимости от ХПТ алканов и кетонов симбатны и описываются уравнениями: lg $ЛД_{50}$ = -13,193 ХПТ + 4,0337; lg $ЛД_{50}$ = -1,783 ХПТ + 4,708; Этот факт объясняется большей гидрофильностью карбонильных соединений и высокими значениями коэффициентов липофильности Ганча для алканов.

Заключение. В результате проведенного исследования предложена новая технология оценки неспецифической токсичности органических соединений, основанная на определении комплексообразующей способности методом обращенной газовой хроматографии. Установлены корреляционные зависимости хроматографического параметра токсичности и параметров токсикометрии при однократном ингаляционном, пероральном воздействии, а также их взаимосвязь с химическим строением, в частности, количеством СН-связей, природой функциональных групп и их физико-химическими характеристиками. Технология апробирована для определения токсичности многокомпонентных смесей нефтепродуктов, состоящих из алканов, и продуктов метаболизма в организме человека

Литература

1. ГОСТ Р 12.1.052-97. Система стандартов безопасности труда. Паспорт безопасности вещества (материала). Основные положения. – М. : Из-во стандартов, 2012. – 12 с.

2. Есин М .С., Айзенштадт В. С. // Патологическая физиология. – 1984. – № 5. – С. 84 – 86.

3. Есин М. С., Эскин А. М., Вигдергауз М. С. // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1988. – № 10. – С. 25 – 27.

4. Захаров, А. П. Теоретические основы применения обращенной газовой хроматографии в санитарно-гигиенических исследованиях / А. П. Захаров // Фундаментальные исследования в технических университетах: материалы III Всеросс. науч.-техн. конф. – СПб, 1999. – С. 158 – 159.

5. Методические основы применения обращенной газовой хроматографии в эколого-гигиеническом мониторинге / А. П. Захаров [и др.] // Экоаналитика 2000: материалы IV Всеросс. Конф. по анализу объектов окружающей среды с междунар. участием. – Краснодар, 2000. – С. 198 – 199.

Поступила 31.05.2012

NEW TECHNOLOGY FOR DETECTING TOXICITY OF ORGANIC COMPAUNDS WITH COMPLEX FORMATION ABILITY

*Eliovich I.G., * Zaharov A.P., * Nehoroshev A.S., * Dunnen A.A.*

Direction of Rospotrebnadzor in Leningrad Region, Saint-Petersburg, Russia

** North-Western State Medical University named after I.I. Mechnicov, Saint-Petersburg, Russia*

The new technology of non-specific toxicity of organic compounds assessment was proposed. It based on of complexing ability determination by reversed gas chromatography. The interrelation of the chromatographic parameter and the parameters of toxicity after a single inhalation toximeter, oral exposure, as well as their physical and chemical characteristics. The technology has been tested to determine the toxicity of multicomponent mixtures of petroleum products, consisting of alkanes, and products of metabolism in the human body.

Keywords: The toxicity of organic compounds with complexing ability, inversed gas chromatography, the relationship of toximeter parameters and structure.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Атрасевич Н.И., Якимченко Д.Г., Бацукова Н. Л., Борушко Н.В.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. В последние годы в нутрициологии получило развитие новое направление – «функциональное питание». Одним из самых перспективных базовых пищевых продуктов для создания рационов функционального питания являются кисломолочные пробиотические продукты, оказывающие благоприятное влияние на здоровье человека за счет наличия в их составе физиологически активных функциональных пищевых ингредиентов [1–2].

Ключевые слова: функциональное питание, кисломолочные пробиотические продукты.

Введение. В настоящее время человек с повседневным смешанным рационом не получает и половины необходимых ему минорных биологически активных нутриентов. Как результат в последние годы получило развитие новое направление – «функциональное питание» (ФП). Под данным термином подразумевается использование в питании населения продуктов естественного происхождения, основные ингредиенты которых при систематическом употреблении оказывают физиологическое регулирующее действие на организм, на те или иные его органы и системы, обеспечивая при этом коррекцию их функций.

Целью исследования явилось проведение сравнительного анализа действия на организм кисломолочных пробиотических пищевых продуктов отечественного производства.

Материалы и методы исследований. Нами были проанализированы результаты исследований, которые проводились на лабораторных животных сотрудниками института физиологии НАН Республики Беларуси (под руководством д.м.н. профессора Медведева А.С.). Оценивалось влияние на организм лабораторных животных продуктов обогащенных бифидофлорой (йогурт с бифидобактериями), L-карнитином (напиток пробиотический кисломолочный с L-карнитином), а также напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный растительными стиролами.

Исследования были проведены на четырех группах крыс: 1 группа (контрольная) – 10 крыс, содержащихся на обычном рационе вивария; 2 группа – 10 крыс, содержащихся на обычном рационе вивария, дополнительно получавшие йогурт с бифидобактериями; 3 группа – 10 крыс, содержащихся на обычном рационе вивария, дополнительно получавшие напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный L-карнитином; 4 группа – 10 крыс, содержащихся на обычном рационе вивария, дополнительно получавшие напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный растительными стиролами.

Для определения физиологических эффектов после длительного употребления тестируемых кисломолочных продуктов были использованы следующие методы [1,3].

1. Определялась динамика массы тела в течение 3-х и 6 месяцев.

2. Толерантность к физической нагрузке, которую оценивали с помощью плавательной пробы (тест на выносливость) – учитывали время плавания крыс в воде при температуре 30-32 °С до момента погружения носа в воду.

3. Уровень двигательной активности крыс, который определяли с помощью теста «открытое поле» по показателям суммы количества пересеченных периферических и центральных квадратов и количество стоек.

4. Исследовали вариабельность сердечного ритма с использованием компьютерного электрокардиографического мониторирования для оценки влияния на сердечно-сосудистую систему.

5. Исследовали частоту дыхания с помощью инфракрасного детектора экскурсии грудной клетки, который размещали в проекции грудины (Азев О.А. Устройство для мониторинга частоты и глубины дыхания у лабораторных животных. Патент РБ №2406).

6. Выявление изменений пищеварительной системы (ЖКТ) проводилось путем измерения потенциалов гладких мышц кишечника (участки двенадцатиперстной и ободочной кишки).

7. Состояние микрофлоры кишечника крыс изучали методом посева разведения кала на подложке «RIDA COUNT». С помощью данного метода определялось количество микроорганизмов семейства Enteribacteriaceae, вида E.Coli. Оценивалось количество колониеобразующих единиц (КОЕ), выросших на подложках после инкубации в термостате в течение 24 часов.

8. Оценивали неспецифическую резистентность организма по соотношению ферментов супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы в крови крыс.

9. Изучали липидный обмен с помощью определения в сыворотке крови крыс общих липидов, липидов высокой и низкой плотности, холестерина.

10. Определяли активность аминотрансфераз в сыворотке крови крыс для контроля состояния печени, сердца.

Результаты и их обсуждение. На основании проведенного анализа установлены стимуляция деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также увеличение основного обмена у лабораторных животных при условии употребления продуктов обогащенных бифидофлорой, L-карнитином, а также напитка кисломолочного пробиотического, обогащенного растительными стиролами не менее 6 месяцев (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Усредненная частота вариабельности сердечного ритма (ВСР)

ВСР	Контроль	Напиток пробиотический кисломолочный с L-карнитином	Напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный растительными стиролами	Йогурт с бифидобактериями
5 мин.	0,99±0,33	1,45±0,1	1,22±0,5	1,17±0,5
10 мин.	1,05±0,2	1,41±0,2	1,24±0,3	1,11±0,6
15 мин.	1,05±0,03	1,49±0,03	1,21±0,3	1,09±0,6

Показатель ВСР позволяет оценить степень тормозного контроля сердца со стороны парасимпатической вегетативной нервной системы и является показателем функционального резерва миокарда. Из таблицы 1 видно, что максимальное значение этого показателя отмечено при употреблении напитка пробиотического кисломолочного с L-карнитином.

Таблица 2 – Усредненное значение частоты дыхания (Ч.дых)

Ч.дых, в мин.	Контроль	Напиток пробиотический кисломолочный с L-карнитином	Напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный растительными стиролами	Йогурт с бифидобактериями
5 мин.	71±2,1	77±8,2	87±4,6	78±5,2
10 мин.	71±3,1	76±11,1	94±5,6	80±4,4
15 мин.	78±5,1	83±12,4	103±12,1	88±4,2

Из приведенных в таблице 2 данных следует, что употребление исследуемых продуктов приводит к относительному увеличению частоты дыхания, которое наряду с увеличением частоты сердечных сокращений у животных, потреблявших кисломолочные продукты, может косвенно свидетельствовать об увеличении у них основного обмена.

Все исследуемые продукты не увеличивали массу тела и не вызывали нарушений жирового обмена, при этом соотношение «жировая-активная масса тела» изменялось вправо, что можно расценивать как полезный диетический эффект (таблица 3).

Таблица 3 – Соматометрические показатели у лабораторных животных

Вид кисломолочного продукта	Высота кожной складки, мм	Толщина кожной складки у основания, мм
Контроль	14±2	23±3
Напиток пробиотический кисломолочный с L-карнитином	25±3	6±1
Напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный растительными стиролами	28±4	4±2
Йогурт с бифидобактериями	21±3	8±2

Данные измерения кожной складки свидетельствуют о смещении индекса в сторону мышечной ткани у животных, употребляющих пробиотические напитки с L-карнитином и растительными стиролами, при одновременном уменьшении отложения жировой ткани.

Все исследуемые продукты оказывали положительное влияние на моторную функцию ЖКТ и содержание кишечной микрофлоры (таблица 4).

Таблица 4 – Среднее количество кишечной микрофлоры (КОЕ)

Вид кисломолочного продукта	Enterobacteriaceae КОЕ×10^6 в 1 гр.	E. Coli КОЕ×10^6 в 1 гр.
Контроль	16,9±0,9	12,1±1,1
Напиток пробиотический кисломолочный с L-карнитином	9,2±1,5	5,6±1,5
Напиток кисломолочный пробиотический, обогащенный растительными стиролами	11,0±4,2	8,5±1,1
Йогурт с бифидобактериями	12,2±6,3	10,9±5,5

Таким образом, достоверных различий в количественном соотношении энтеробактерий и кишечной палочки у крыс, в рацион которых входили йогурты с бифидобактериямии у контрольной группы крыс не наблюдалось. Но длительное употребление пробиотических напитков с L-карнитином и растительными стиролами приводило к некоторому уменьшению количества кишечной микрофлоры. Данные изменения укладываются в определенную физиологическую норму и не могут рассматриваться как негативные. Следовательно, питание с добавлением в рацион исследуемых кисломолочных продуктов оказывает определенное оптимизирующее влияние на деятельность кишечника.

Заключение. На основании проведенного анализа установлено следующее. Все исследуемые продукты не являются токсичными, о чем свидетельствует тот факт, что длительное их употребление не вызывает увеличения активности аминотрансфераз в сыворотке крови.

Под влиянием длительного употребления исследуемых кисломолочных продуктов у лабораторных животных повышается двигательная активность, переносимость физической нагрузки и стрессоустойчивость.

Все исследуемые продукты вызывают стимуляцию деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также увеличивают основной обмен у лабораторных животных при условии их употребления не менее 6 месяцев.

Литература

1. Влияние пробиотических кисломолочных продуктов на микробиоценоз толстой кишки, гематологические показатели и клеточный иммунитет крыс / Г. Г. Кузнецова [и др.] // Вопр. питания. – 2011. – Т.80, №3. – С. 31 – 36.

2. Полтырев, С. С. Физиология питания: уч. пособие для студ. / С. С. Полтырев, И. Т. Курцин. – М: Высш. школа, 1980. – 256 с.

3. Сравнительная характеристика влияния экспериментальных рационов на рост и развитие крыс / Н. В. Тышко [и др.] // Вопр. питания. – 2011. – Т.80, № 5. – С.30 – 38.

Поступила 15.06.2012

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF DAIRY PROBIOTIC PRODUCTS EFFECT ON HUMAN BODY

Atrasevich N.I., Yakimchenko D.G., Batsukova N. L., Borushko N.V.

The Belarusian State Medical University, Minsk

In recent years, the science of nutrition has developed a new direction – "functional food" (FF), intensively developed in Japan, England, Germany, USA and other countries. With the current position under the definition of "functional foods" to understand such foods, which are designed for systematic use in the diets of all age groups of healthy people in order to reduce the risk of diseases related to nutrition, conservation and improvement of health by the presence in them physiologically active functional food ingredients (STB 1818-2007). One of the most promising basic products for a FF are milk and milk products, which are themselves able to normalize the intestinal microbiocenosis and improve the immune status of the human body.

Keywords: functional food, dairy probiotic products.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТА ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ В РАСТВОРИМОМ КОФЕ

Бацукова Н.Л., Троцкий Н.Д., Степанова Е.В., Замбржицкий О.Н.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. В ходе исследования было установлено, что содержание свободных полифенолов в кофе из США составило 3,85 г/100г, что достоверно выше ($p<0,05$), чем у европейских производителей. Во всех изученных образцах содержание хлорогеновой кислоты находилось в пределах нормы (3,3 г/100 г). Рекомендуется употреблять кофе в количестве одной чашки в день с целью компенсации суточной потребности в хлорогеновой кислоте.

Ключевые слова: антиоксидант, хлорогеновая кислота, свободные полифенолы, растворимый кофе.

Введение. Разноречивые данные о воздействии кофе на организм человека вызывают активный научный интерес у исследователей [1–2]. Недавние зарубежные исследования свидетельствуют о том, что в кофе содержатся антиоксиданты, в частности, хлорогеновая кислота. Действие хлорогеновой кислоты в организме многосторонне. Она является регулятором ростовых процессов, защитным фактором по отношению к некоторым микроорганизмам, оказывает противовоспалительное и желчегонное действие, улучшает работу печени и почек [3].

Цель работы: проведение сравнительного анализа содержания хлорогеновой кислоты (свободных полифенолов) в растворимом кофе известной марки в зависимости от стран-производителей; изучение предпочтений и осведомленности о полезности кофе среди студентов-медиков.

Материалы и методы исследований. Проведен анализ протоколов исследования аккредитованного испытательного лабораторного центра на предмет изучения содержания хлорогеновой кислоты (свободных полифенолов) в растворимом кофе известной марки (аналитический метод). Методом анкетирования изучено отношение студентов БГМУ (79 респондентов) к употреблению кофе, оценена степень осведомленности будущих врачей о воздействии кофе на организм.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования было установлено, что содержание свободных полифенолов в кофе (г/100 г), производимом в странах Европы составило: в Польше – 2,51; в Германии – 2,01; в Испании – 2,32; в Греции – 2,59. Таким образом, среднее значение содержания свободных полифенолов для стран Европы составило 2,36±0,36 г/100 г.

Содержание свободных полифенолов в кофе из США составило 3,85 г/100 г, что достоверно выше ($p<0,05$), чем у европейских производителей. Во всех изученных образцах содержание хлорогеновой кислоты находилось в пределах нормы (3,3 г/100 г).

Содержание свободных полифенолов в кофе зависит от продолжительности обжаривания зерен (чем темнее цвет – тем ниже содержание антиоксидантов). По литературным данным, суточная потребность человека в хлорогеновой кислоте возмещается одной чашкой кофе [4].

Содержание аминокислот в белковом эквиваленте в кофе показывает, что его значение напрямую не зависит от содержания хлорогеновой кислоты.

Содержание аминокислот в белковом эквиваленте в кофе для стран Европы (г/100г) составило: в Польше – 7,66; в Германии – 7,73; в Испании – 7,85; в Греции – 7,16. Таким образом, среднее содержание аминокислот в кофе для стран Европы составило 7,6±0,6 г/100 г.

Содержание аминокислот в белковом эквиваленте в кофе для США составило – 8,56 г/100 г.

Результаты анкетирования. В анкетировании приняли участие 79 студентов БГМУ в возрасте от 19 до 24 лет. Анкета включала в себя 8 вопросов с одним вариантом ответа.

В результате опроса было выявлено, что 56,69 % студентов употребляет не более 2 чашек кофе в сутки, 7, 59 % пьют кофе в два раза больше, а вот 6 и более чашек в день пьют кофе только 2,53 % опрошенных. Кстати, не употребляют кофе, а предпочитают другие напитки 31,65 % студентов (таблица 1).

Таблица 1 – Употребление безалкогольных напитков студентами (кроме кофе)

Напитки	Кол-во студентов, употребляющих безалкогольные напитки, в %
Какао	21,56
Черный чай	16
Зеленый чай	11,39
Цикорий	2,53
Томатный сок	1,27
Апельсиновый сок	3,80
Компот	1,27

При выявлении причин употребления кофе большая часть студентов (64,57 %) указала, что пьют кофе из-за его тонизирующего эффекта (таблица 2).

Таблица 2 – Причины употребления кофе

Причина употребления	Кол-во студентов, ответивших утвердительно, в %
Привлекательность вкуса напитка	27,85
Тонизирующее и бодрящее средство	64,57
Снижение чувства голода	3,80
Для разнообразия	1,27
Зависимость	2,53

Среди побочных эффектов после употребления кофе студенты чаще всего указывали тахикардию (17,72 %) и повышенную возбудимость (8,86 %). Без последствий употребляют кофе большая часть опрошенных – 62,03 % (таблица 3).

Таблица 3 – Побочные эффекты употребления кофе

Побочные эффекты	Кол-во студентов, ответивших утвердительно, в %
Изжога	5,06
Повышенная возбудимость	8,86
Голод	1,27
Утомление	1,27
Учащенное сердцебиение	17,72
Тремор рук	1,27
Отсутствуют	62,03

О том, что кофе может быть полезным, знают только 21,52 % студентов, причем 12,66 % указали, что только в умеренных количествах, а 1,27 % – считают, что только дорогие марки и сорта. Вредным для организма употребление кофе отметили 64,56 % респондентов. На вопрос «Знаете ли вы, что в кофе содержатся антиоксиданты?» – 55,69% студентов ответили утвердительно.

Заключение. Таким образом, из проанализированных данных следует, что содержание хлорогеновой кислоты в растворимом кофе соответствует нормативным значениям для стран Европы и США. Причем содержание хлорогеновой кислоты в растворимом кофе из США статистически достоверно выше ($p<0,05$), чем у европейских производителей, однако, во всех изученных образцах содержание хлорогеновой кислоты находилось в пределах нормы (3,3 г/100 г).

Содержание аминокислот в кофе в белковом эквиваленте напрямую не зависит от содержания хлорогеновой кислоты.

Рекомендуется употреблять кофе в количестве одной чашки в день с целью компенсации суточной потребности хлорогеновой кислоты.

Литература

1. Оганов, Р. Г. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: возможности практического здравоохранения / Р. Г. Оганов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2002. – № 1. – С. 5 – 9.

2. Stensvold, I. Cohort study of coffee intake and death from coronary heart disease over 12 years. / I. Stensvold, A. Tverdal, B. K. Jacobsen // BMJ . – 1996. – P. 544 – 545.

3. Хлорогеновая кислота плодов и листьев некоторых растений семейства Berberidaceae / В. И. Дейнеко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2008. – № 1. – С. 57 – 61.

4. Abstention from filtered coffee reduces the concentration and plasma homocysteine and serum cholesterol - a randomized controlled trial / B. Christensen [et al.] // Am J ClinNutr. – 2001. – 74(3). – P. 302 – 307.

Поступила 15.06.2012

HYGIENIC ESTIMATION OF ANTIOXIDANT CHLOROGENIC ACID IN INSTANT COFFEE

Batsukova N.L., Trotsky N.D., Stepanova E.V., Zambrjitsky O.N.

The Belarusian State Medical University, Minsk

It has been established that the content of free polyphenols in coffee from the USA (g/100 g) was 3,85 which was significantly higher ($p <0.05$) than from European manufacturers. In all samples studied

the content of chlorogenic acid was within norm limits (3,3 g/100 g). It is recommended to use one cup of coffee a day to compensate for the daily requirement of chlorogenic acid.

Keywords: antioxidant, chlorogenic acid, free polyphenols, instant coffee.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА TETRAHYMENA PYRIFORMIS ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА АЛИМЕНТАРНОЙ НАГРУЗКИ НИТРИТОМ НАТРИЯ

Богдан А.С., Бондарук А.М., Журихина Л.Н., Свинтилова Т.Н., Цыганков В.Г., Федоренко Е.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Нитрит натрия в концентрациях, изоэффективных среднему и высокому уровню алиментарной нагрузки этим соединением, не оказал токсического действия на *Tetrahymena pyriformis* на протяжении жизненного цикла популяции. Вареные колбасные изделия, выработанные с применением нитрита натрия, в концентрациях, изоэффективных высокому уровню потребления мясопродуктов и допустимому суточному потреблению нитрита натрия, проявили ростстимулирующий эффект на *Tetrahymena pyriformis* в первом жизненном цикле и токсический – в седьмом жизненном цикле популяции. Сырокопченая колбаса, выработанная с применением нитрита натрия, не оказала токсического действия на *Tetrahymena pyriformis*.

Ключевые слова: нитрит натрия, алиментарная нагрузка, оценка риска, колбасные изделия, биотестирование, *Tetrahymena pyriformis W*.

Введение. Пищевая продукция в условиях экологического неблагополучия является основным источником поступления в организм человека чужеродных веществ: токсичных элементов, микотоксинов, стойких органических соединений, пищевых добавок разных функциональных классов. Для оценки степени опасности химических веществ в составе пищевых продуктов разработаны модели, позволяющие определять и оценивать химическую алиментарную нагрузку на население с различными уровнями потребления пищевых продуктов. Анализ литературных данных показывает, что в методологии оценки риска, обусловленного воздействием факторов среды обитания, для здоровья населения целесообразно использование методов биотестирования [1].

Цель настоящего исследования – применить биотестирование на *Tetrahymena pyriformis W* на моделях оценки риска алиментарной нагрузки нитритом натрия.

Материалы и методы исследований. Материалы исследования**.** Натрий азотистокислый (нитрит натрия, $NaNO_2$), ГОСТ 4197–74, ч.д.а. Пищевая добавка нитрит натрия

(Е 250). Используемая в производстве колбас и мясных продуктов в качестве консерванта и стабилизатора цвета.

Рецептуры колбасных изделий, выработанных с применением нитрита натрия, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура колбасных изделий

Ингредиенты	Сырокопченая	Полукопченая	Варено-копченая	Сосиски
Сырье, кг/100кг				
Говядина колбасная	35	32	35	32
Свинина колбасная	65	65	65	62
Молоко коровье цельное или сухое обезжиренное	–	3	–	3
Яйца куриные или меланж	–	–	–	3
Пряности и материалы, г/100 кг несоленого сырья				
Соль поваренная пищевая	3000	3000	3000	2200
Сахар-песок или глюкоза	400	200	250	100
Перец черный или белый	150	100	100	120
Мускатный орех или кардамон	50	100	–	50
Нитрит натрия	10	7,5	10	5,6
Оболочка	50	100	–	50

Тест-объект исследований – лабораторная популяция одноклеточных организмов инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, штамм W (далее – *T. pyriformis*).

Биотестирование нитрита натрия на *T. pyriformis* осуществляли согласно Инструкции [2]. Растворы нитрита натрия вносили в среду культивирования состава: пептон 20 г, глюкоза 5 г, натрий хлористый 1 г, дрожжевой экстракт 1 г, дистиллированная вода до 1 л, pH 7,1 (энергетическая ценность 100 ккал/мл). Контролем являлась среда культивирования без нитрита натрия. Регистрацию состояния инфузорий и подсчет организмов осуществляли на этапах жизненного цикла популяции: через 24 (лаг-фаза), 48 (логарифмическая фаза), 72 (замедленный рост), 96 (стационарная фаза) часов. По результатам подсчета численности популяции на этапах интерфазной активности рассчитывали константу мгновенной скорости роста популяции (r), число поколений (n), время генерации (g) с использованием формул 1–3:

$$r = \ln \frac{N_t}{2000} : t \quad (1); \qquad n = \ln \frac{N_t}{2000} : \ln 2 \quad (2); \qquad g = \frac{t}{n} \quad (3),$$

где 2000 – число организмов, внесенное в 1 мл среды культивирования; N_t – число организмов, выросших в среде культивирования с исследуемым препаратом через время t; r – константа мгновенной скорости роста; n – число поколений; g – время генерации.

Для характеристики адаптационного потенциала популяции в первом жизненном цикле использовали показатель коэффициент адаптогенности ($К_{ад}$), рассчитываемый по формуле (4):

$$Кад_{24-96} = \frac{N_{o-24} + N_{o-48} + N_{o-72} + N_{o-96}}{N_{k-24} + N_{k-48} + N_{k-72} + N_{k-96}} \qquad (4),$$

где N_o – число организмов в опыте, N_k – число организмов в контроле.

Если Кад равен 1,00±0,05, это свидетельствует о равновесии механизмов адаптации (гомеостаз). Когда он менее 1, адаптационный потенциал снижен. Если же Кад более 1, это свидетельствует о стимуляции механизмов адаптации.

Колбасные изделия, выработанные с применением нитрита натрия, и фарш колбасный (контроль) гомогенизировались с минерально-витаминно-углеводной средой, содержащей 1,5 % глюкозы, смесь макро- и микроэлементов и витаминов согласно Инструкции [2].

Безвредность колбасных изделий исследовалась в пролонгированном эксперименте на *T. pyriformis* на протяжении семи жизненных циклов популяции. В первом жизненном цикле (24–48–72–96 ч) регистрировали состояние популяции, подсчитывали организмы и рассчитывали показатели безвредности. Через 48, 96, 144, 192, 240, 288 часов, когда популяция находилась в логарифмической фазе роста, после предварительного подсчета производили пересев инфузорий в свежеприготовленные гомогенаты исследуемых образцов колбасных изделий. 312–336–360–384 часов – седьмой жизненный цикл популяции. В интервалах 24–48–72–96 ч (первый жизненный цикл) и 312–336–360–384 ч (седьмой жизненный цикл) рассчитывали биотический потенциал (далее – БП) популяции на этапах интерфазной активности и относительную биологическую ценность (далее – ОБЦ) опытных образцов колбасных изделий по отношению к контролю (колбасный фарш).

БП – величина прироста популяции за единицу времени в расчете на 1 особь. БП характеризует внутреннюю потенциальную способность данной популяции к росту. Рассчитывается по формуле:

$$\acute{A}\ddot{I} = \frac{N_t}{2000} : t \qquad (5).$$

ОБЦ – относительная биологическая ценность опытных образцов продуктов в % по отношению к контрольным образцам. Рассчитывается по формуле:

$$\hat{I}\acute{A}\ddot{O} = \frac{N\hat{i}_t}{\mathrm{Nk}} \tilde{o} 100 \qquad (6).$$

Дозы нитрита натрия, необходимые для оценки на *T. pyriformis* рассчитывались с использованием коэффициента экстраполяции по формуле (7):

$$\ddot{A}_{\grave{O}\partial} = \frac{\ddot{A}_{\div \hat{a}\ddot{e}} \times 4}{80000} = \ddot{A}_{\div \hat{a}\ddot{e}} : 20000 \qquad (7),$$

где $Д_{Тр}$ – доза для *T. pyriformis* в мг/мл, $Д_{чел}$ – потребление человеком в мг/сутки, 80000 – суточное потребление белка человеком в мг, 4 – содержание белка в среде культивирования *T. pyriformis* в мг/мл.

Содержание колбасных изделий в среде культивирования *T. pyriformis* рассчитывалось по аналогичной формуле с учетом их суточного потребления.

Полученные экспериментальные данные обработаны статистически с определением средней арифметической каждого вариационного ряда (X), среднеквадратичного отклонения (S), стандартной ошибки (m), коэффициента вариации (V) и установления степени вероятности нулевой гипотезы по сравнению с контролем путем вычисления критерия Стьюдента-Фишера. Оценка аналитической надежности методов исследования осуществлялась путем статистического контроля правильности и воспроизводимости. При $p<0,05$ различие средних арифметических сравниваемых рядов считали статистически достоверными [3–4].

Результаты и их обсуждение. При исследовании биологического действия нитрита натрия на *T. pyriformis* учтена экспозиция нитритами, рассчитанная при использовании частотного метода изучения фактического питания. Потенциальные дозы нитритов, поступающие в организм потребителей согласно моделям 1, 2, 3, пересчитаны на нитрит натрия и экстраполированы на *T. pyriformis* с использованием формулы 7 (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет содержания нитрита натрия в среде культивирования *Tetrahymena pyriformis*, исходя из экспозиции нитритами, рассчитанной с использованием частотного метода изучения фактического питания

Концентрация NO_2^- и $NaNO_2$	Сценарий		
	модель 1	модель 2	модель 3
Экспозиция минимальная			
NO_2^-, мг/кг массы тела	0,008	0,010	0,007
$NaNO_2$, мг/кг	0,012	0,015	0,0105
$NaNO_2$, мг/сутки	0,72	0,90	0,63
В пересчете на *T. pyrifrmis*, мг/мл среды	$3,6\times10^{-5}$	$4,5\times10^{-5}$	$3,2\times10^{-5}$
Экспозиция максимальная			
NO_2^-, мг/кг массы тела	0,03	0,045	0,029
$NaNO_2$, мг/кг	0,045	0,0675	0,0435
$NaNO_2$, мг/сутки	2,7	4,05	2,61
В пересчете на *T. pyrifrmis*, мг/мл среды	$1,4\times10^{-4}$	2×10^{-4}	$1,3\times10^{-4}$

Примечания:
1. модель 1 – Средний уровень потребления пищевых продуктов.
2. модель 2 – Высокий уровень потребления пищевых продуктов.
3. модель 3 – Низкий уровень потребления пищевых продуктов.
4. При расчете минимального значения использованы медианные значения содержания нитритов и потребления колбасных изделий, максимального – 90 процентиль.

Концентрация нитрита натрия в среде культивирования *T. pyriformis* 10^{-5} мг/мл соответствует медиане суточного потребления, 10^{-4} мг/мл – 90 процентилю. При исследовании биологического действия нитрита натрия учтена также допустимая суточная доза, рекомендованная ФАО/ВОЗ, 0,2 мг/кг массы тела. В пересчете на нитрит натрия и на 60 кг массы те-

ла допустимое суточное поступление (далее – ДСП) нитрита натрия составляет 18 мг. В экстраполяции на *T. pyriformis* – 10^{-3} мг/мл среды культивирования. Биологическое действие нитрита натрия исследовали также в диапазоне более низких (10^{-18}, 10^{-12}, 10^{-9}, 10^{-6} мг/мл) и более высоких (10^{-2}, 10^{-1} мг/мл) концентраций (таблица 3).

Таблица 3 – Приготовление растворов нитрита натрия для изучения его биологического действия в хроническом эксперименте

Исходный раствор		H_2O, мл	Промежуточный раствор		Среда Б, мл	Рабочий раствор, мг/мл	№№ проб
мг/мл	мл		мг/мл	мл			
5	1,0				9,0	5×10^{-1}	10–1, 10–2, 10–3
5	4,0	до 20	1,0	1,0	9,0	10^{-1}	9–1, 9–2, 9–3
1,0	2,0	до 20	10^{-1}	1,0	9,0	10^{-2}	8–1, 8–2, 8–3
10^{-1}	2,0	до 20	10^{-2}	1,0	9,0	10^{-3}	7–1, 7–2, 7–3
10^{-2}	2,0	до 20	10^{-3}	1,0	9,0	10^{-4}	6–1, 6–2, 6–3
10^{-3}	2,0	до 20	10^{-4}	1,0	9,0	10^{-5}	5–1, 5–2, 5–3
10^{-4}	2,0	до 20	10^{-5}	1,0	9,0	10^{-6}	4–1, 4–2, 4–3
10^{-5}	1,0	до 100	10^{-7}	–	–	–	–
10^{-7}	2,0	до 20	10^{-8}	1,0	9,0	10^{-9}	3–1, 3–2, 3–3
10^{-8}	1,0	до 100	10^{-10}	–	–	–	–
10^{-10}	2,0	до 20	10^{-11}	1,0	9,0	10^{-12}	2–1, 2–2, 2–3
10^{-11}	1,0	до 100	10^{-13}	–	–	–	–
10^{-13}	1,0	до 100	10^{-15}	–	–	–	–
10^{-15}	1,0	до 100	10^{-17}	1,0	9,0	10^{-18}	1–1, 1–2, 1–3
–	–	1,0	–	–	9,0	0	К–1, К–2, К–3

Визуальный контроль выявил морфофункциональные отклонения от нормы у инфузорий, вступивших в замедленную фазу роста в среде, содержащей нитрит натрия в концентрациях 10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1} мг/мл. Появились единичные мертвые особи, количество которых увеличивалось по мере возрастания концентрации препарата в среде культивирования.

Скорость роста популяции *T. pyriformis*, культивируемой в среде, содержащей нитрит натрия в концентрации 10^{-18} мг/мл, в лаг-фазе, логарифмической и фазе замедленного роста была ниже, чем в контроле, и только в стационарном состоянии несколько превысила контрольный уровень. Нитрит натрия в концентрации 10^{-12} мг/мл вызвал снижение скорости роста популяции на всех этапах ее жизненного цикла. Снижение скорости роста популяции в среде культивирования, содержащей нитрит натрия в концентрации 10^{-9} мг/мл, в лаг-фазе и логарифмической фазе роста сменилось ее увеличением в фазе замедленного роста и стационарном состоянии. Скорость роста популяции под влиянием нитрита натрия в концентрации 10^{-6} мг/мл несколько увеличилась по сравнению с контролем. В лаг-фазе и стационарном состоянии увеличение носило статистически значимый характер ($p<0,05$, $p<0,01$). В среде культивирования, содержащей нитрит натрия в концентрациях 10^{-5} и 10^{-4} мг/мл, скорость

роста популяции в лаг-фазе и логарифмической фазе роста не носила статистически значимых различий по отношению к контролю, в фазе замедленного роста и стационарном состоянии она была выше, чем в контроле. Скорость роста популяции *T. pyriformis* в среде культивирования, содержащей нитрит натрия в концентрации 10^{-3} мг/мл, превышала контрольный уровень на всех этапах жизненного цикла популяции ($p<0,05$). При увеличении концентрации нитрита натрия в среде культивирования до 10^{-2} мг/мл в интервале 24–48–72 часа не отмечалось статистически значимых изменений скорости роста популяции по отношению к контролю, а через 96 часов она была выше, чем в контроле. В среде культивирования, содержащей нитрит натрия в концентрации 10^{-1} мг/мл, отмечались фазовые колебания скорости роста популяции *T. pyriformis* с преобладанием ингибирующих эффектов. Изменение скорости роста *T. pyriformis* в питательной среде, содержащей нитрит натрия, обусловило соответствующие изменения времени генерации, числа поколений и численности популяции (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели жизнедеятельности *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде с нитритом натрия

Концентрация, мг/мл	Время экспозиции в часах			
	24	48	72	96
1	2	3	4	5
Константа мгновенной скорости роста				
0 (контроль)	0,113 ±0,0024	0,102±0,0012	0,078±0,0001	0,058±0,0000
10^{-18}	0,102±0,0011**	0,106±0,0002*	0,074±0,0002****	0,059±0,0001***
10^{-12}	0,100±0,0022**	0,097±0,0003**	0,075±0,0006**	0,057±0,0000****
10^{-9}	0,104±0,0025	0,100±0,0006	0,082±0,0008***	0,060±0,0006
10^{-6}	0,124±0,0018*	0,106±0,0018	0,079±0,0009	0,061±0,0003***
10^{-5}	0,109±0,0013	0,104±0,0004*	0,079±0,0000***	0,061±0,0001***
10^{-4}	0,115±0,0008	0,105±0,0008	0,082±0,0006***	0,060±0,0001****
10^{-3}	0,123±0,0000*	0,106±0,00004*	0,081±0,0000****	0,060±0,00016****
10^{-2}	0,110±0,0029	0,105±0,0008	0,077±0,0009	0,061±0,00001****
10^{-1}	0,094±0,0013***	0,083±0,0011***	0,076±0,0004***	0,060±0,0003***
5×10^{-1}	0,072±0,0050****	0,073±0,0012****	0,060±0,0010****	0,040±0,0005****
Время генерации				
0 (контроль)	6,16±0,132	6,78±0,079	8,89±0,013	11,85±0,004
10^{-18}	6,81±0,070**	6,53±0,014*	9,33±0,002****	11,72±0,024***
10^{-12}	6,95±0,153**	7,12±0,025**	9,25±0,0891**	12,18±0,014***
10^{-9}	6,66±0,158	6,93±0,045	8,45±0,078***	11,64±0,116
10^{-6}	5,61±0,084*	6,55±0,109	8,78±0,097	11,34±0,063***
10^{-5}	6,35±0,076	6,65±0,023	8,79±0,0015***	11,30±0,017****
10^{-4}	6,04±0,040	6,58±0,050	8,49±0,060***	11,55±0,013****
10^{-3}	5,65±0,000*	6,51±0,002*	8,51±0,000****	11,46±0,031****
10^{-2}	6,31±0,074	6,61±0,052	9,03±0,105	11,39±0,002****
10^{-1}	7,40±0,100***	8,39±0,116***	9,15±0,052***	11,60±0,051***
5×10^{-1}	9,69±0,707****	9,52±0,151***	10,62±0,200***	17,40±0,229****

Продолжение таблицы 4

Число поколений				
0 (контроль)	3,90±0,084	7,09±0,083	8,10±0,012	8,10±0,003
10^{-18}	3,52±0,036**	7,35±0,015*	7,72±0,002****	8,20±0,017***
10^{-12}	3,46±0,076**	6,74±0,023**	7,78±0,068**	7,88±0,009****
10^{-9}	3,61±0,085	6,92±0,045	8,52±0,078***	8,25±0,082
10^{-6}	4,28±0,064*	7,33±0,121	8,20±0,090	8,47±0,047***
10^{-5}	3,78±0,046	7,21±0,025	8,19±0,001***	8,49±0,013****
10^{-4}	3,98±0,026	7,30±0,056	8,48±0,060***	8,31±0,009****
10^{-3}	4,25±0*	7,37±0,002*	8,46±0****	8,38±0,023****
10^{-2}	3,81±0,045	7,26±0,057	7,98±0,093	8,43±0,001****
10^{-1}	3,24±0,044***	5,72±0,079***	7,87±0,045***	8,27±0,036***
5×10^{-1}	2,50±0,174***	5,05±0,082****	6,20±0,107****	5,52±0,073****
Численность популяции				
0 (контроль)	30000±1732	273000±15600	548000±4600	548000±1154
10^{-18}	23000±577**	326000±3464*	421000±577****	586000±6928***
10^{-12}	22000±1154**	214000±3464**	442000±21000**	471000±2887****
10^{-9}	24500±1443	243000±7500	735000±40000***	610000±34641
10^{-6}	39000±1732*	325000±27000	592000±36950	710000±23094***
10^{-5}	27500±866	297000±5196	585000±577***	721000±6350****
10^{-4}	31500±577	315000±12124	715000±29444***	635000±4041****
10^{-3}	38000±0*	331000±577*	704000±0****	664000±10392****
10^{-2}	28000±866	307000±12124	506000±32331	689000±577****
10^{-1}	19000±577***	106000±5774***	467000±14473***	619000±15588***
5×10^{-1}	11500±1323***	66000±3844***	148000±11015****	92000±4619****

Примечания:
1. * — Статистически достоверные изменения при p<0,05.
2. ** — Статистически достоверные изменения при p<0,02.
3. *** — Статистически достоверные изменения при p<0,01.
**** — Статистически достоверные изменения при p<0,001.

Колебания показателей жизнедеятельности популяции *T. pyriformis* под влиянием нитрита натрия являются отражением фазных изменений в процессах метаболизма одноклеточного организма в зависимости доза – время – эффект (рисунок 1).

Рисунок 1 – Изменение численности популяции *Tetrahymena pyriformis* на этапах жизненного цикла в среде культивирования, содержащей возрастающие концентрации нитрита натрия

Количественная оценка адаптационных колебаний численности популяции *T. pyriformis* в первом жизненном цикле под воздействием нитрита натрия выявила статистически достоверное снижение ее адаптационного потенциала в среде, содержащей токсикант в концентрациях 10^{-12}, 10^{-1}, 5×10^{-1} мг/мл (на 18, 14, 82 % соответственно, $p<0,001$), и увеличение адаптационного потенциала на 15, 19, 17, 21, 24 и 9 % ($p<0,01–0,001$) под влиянием нитрита натрия в концентрациях 10^{-9}, 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2} мг/мл. Доза нитрита натрия 10^{-5} мг/мл, соответствующая медиане суточного потребления, повысила адаптационный потенциал популяции на 17 %, доза 10^{-4} мг/мл, соответствующая 90 процентилю, – на 21 % и доза нитрита натрия 10^{-3} мг/мл, соответствующая ДСП, повысила адаптационный потенциал популяции на 24 % (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние нитрита натрия на адаптационный потенциал *Tetrahymena pyriformis*

Нитрит натрия, мг/мл	Коэффициент адаптогенности	Нитрит натрия, мг/мл	Коэффициент адаптогенности
0 (контроль)	1,00±0,01	0 (контроль)	1,00±0,01
10^{-18}	0,97±0,01	10^{-4}	1,21±0,03***
10^{-12}	0,82±0,01****	10^{-3}	1,24±0,01****
10^{-9}	1,15±0,00****	10^{-2}	1,09±0,01***
10^{-6}	1,19±0,02****	10^{-1}	0,86±0,00****
10^{-5}	1,17±0,00****	5×10^{-1}	0,18±0,01****
Примечание — Обозначения см. таблицу 4.			

Осуществлена оценка безвредности колбасных изделий (сырокопченая, варено-копченая, полукопченая, сосиски), при выработке которых использовался нитрит натрия в количестве 5,6; 7,5; 10 г на 100 кг сырья (таблица 1). Контролем являлся колбасный фарш без нитрита натрия, в состав которого входило 35 % говядины жилованной колбасной и 65 % свинины жилованной колбасной.

Наиболее высокой пищевой и энергетической ценностью характеризовались колбасы сырокопченая, полукопченая и варено-копченая. Содержание белка в этих колбасах составляет соответственно 23, 17 и 17 г/100 г продукта. Энергетическая ценность этих изделий (452, 419, 410 ккал/100 г) была вдвое выше, чем у сосисок (210 ккал/100 г) (таблица 6.

Таблица 6 – Пищевая и энергетическая ценность колбасных изделий

Вид колбасного изделия	Белки, г/100 г	Жиры, г/100 г	Вода, г/100 г	Энергетическая ценность, ккал/100 г
Сырокопченая	23	40	30	452
Полукопченая	17	39	50	419
Варено-копченая	17	38	40	410
Сосиски	12	18	65	210
Фарш колбасный (контроль)	15	30	55	330

Колбасные изделия исследованы в хроническом и пролонгированном экспериментах на *T. pyriformis*. В хроническом эксперименте концентрация изделий в культуральной среде составляла 5, 10, 20 мг/мл, что соответствует суточному потреблению мясопродуктов 100, 200, 400 г (минимальный, средний и высокий уровень потребления мяса и мясопродуктов, включая колбасные изделия). В пролонгированном эксперименте содержание колбасных изделий в среде культивирования *T. pyriformis* составляло 20 мг/мл, на данной концентрации продукта наблюдался максимальный рост популяции (таблица 7).

Таблица 7 – Пищевая и энергетическая ценность среды культивирования *Tetrahymena pyriformis* на основе колбасных изделий

Показатели	Виды колбасных изделий				
	фарш колбасный (контроль)	сырокопченая	полукопченая	варено-копченая	сосиски
Белки, мг/мл	3,0	4,6	3,4	3,4	2,4
Жиры, мг/мл	6,0	8,0	7,8	7,6	3,6
Углеводы, мг/мл	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Энергетическая ценность, ккал/мл	144	150	144	142	102

При расчете содержания нитрита натрия в среде культивирования *T. pyriformis* учитывали уровень его внесения в колбасные изделия и содержание этих изделий в среде культивирования. Содержание нитрита натрия в среде культивирования с разной концентрацией колбасных изделий в экстраполяции на человека превышало 90 процентиль алиментарной нагрузки и соответствовало 1/3 ДСП, ½ ДСП, ДСП, 2 ДСП (таблица 8).

Таблица 8 – Содержание нитрита натрия в среде культивирования *Tetrahymena pyriformis* на основе колбасных изделий с учетом суточного потребления

Вид колбасных изделий	Содержание колбасных изделий в среде культивирования, мг/мл (суточное потребление, г)					
	5 мг/мл (100 г/сутки)		10 мг/мл (200 г/сутки)		20 мг/мл (400 г/сутки)	
	$NaNO_2$, мг/мл	$NaNO_2$, мг/сутки	$NaNO_2$, мг/мл	$NaNO_2$, мг/сутки	$NaNO_2$, мг/мл	$NaNO_2$, мг/сутки
Сырокопченая	5×10^{-4}	10	10^{-3}	20	2×10^{-3}	40
Полукопченая	$3{,}75\times10^{-4}$	7,5	$7{,}5\times10^{-4}$	15	$1{,}5\times10^{-3}$	30
Варено-копченая	5×10^{-4}	10	10^{-3}	20	2×10^{-3}	40
Сосиски	$2{,}8\times10^{-4}$	5,6	$5{,}6\times10^{-4}$	11,2	$1{,}12\times10^{-3}$	22,4

Результаты оценивались в первом (24–96 часов) и седьмом жизненном цикле (312–384 часа) популяции.

Культивирование *T. pyriformis* в течение 96 ч в среде на основе колбасных изделий, выработанных с применением нитрита натрия, не вызвало видимых морфологических и функциональных изменений в их организме. Биотический потенциал (БП) и относительная биологическая ценность (ОБЦ) колбасных изделий по отношению к фаршу колбасному без нитрита натрия (контроль), увеличились для сырокопченой, полукопченой и варено-копченой колбасы при всех уровнях содержания этих продуктов в среде культивирования ($p<0{,}001$–$0{,}01$). БП и ОБЦ сосисок при высоком уровне их содержания в среде культивирования снизились по отношению к контролю ($p<0{,}001$–$0{,}05$) (таблицы 9–10).

Таблица 9 – Биотический потенциал популяции *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде на основе колбасных изделий, выработанных с применением нитрита натрия

Вид изделия	96 часов		96 часов	384 часа
	5 мг/мл (100 г)	10 мг/мл (200 г)	20 мг/мл (400 г)	
Фарш колбасный	0,34±0,006	0,68±0,004	0,82±0,033	2,71±0,004
Колбасы:				
Сырокопченая	0,91±0,020****	1,45±0,032****	1,84±0,058****	4,43±0,030****
Полукопченая	0,66±0,029****	0,73±0,015*	1,28±0,049****	0,21±0,020****
Варено-копченая	0,43±0,023***	1,35±0,086****	1,09±0,004****	0,67±0,020****
Сосиски	0,40±0,026	1,04±0,020****	0,71±0,015*	0
Примечание — Обозначения см. таблицу 4.				

Таблица 9 – Относительная биологическая ценность (%) колбасных изделий, выработанных с применением нитрита натрия

Вид изделия	96 часов		96 часов	384 часа
	5 мг/мл (100 г)	10 мг/мл (200 г)	20 мг/мл (400 г)	
Фарш колбасный	100±1,7	100±0,58	100±4	100±0
Колбасы:				
Сырокопченая	270±5,2****	213±4,6****	225±6,9****	164±1,0****
Полукопченая	195±6,3****	108±2,0**	157±5,5****	8±0,9****
Варено-копченая	127±6,6***	198±16*	133±0,58****	25±0,01****
Сосиски	119±7,5	152±2,9****	86±1,7****	0
Примечание — Обозначения см. таблицу 4.				

Пролонгированное культивирование *T. pyriformis* в среде с высокой концентрацией колбасных изделий вызвало увеличение биотического потенциала тест-объекта в седьмом жизненном цикле (384 ч) по отношению к первому жизненному циклу (96 ч) в 3,3 раза в среде на основе фарша и в 2,4 раза в среде на основе колбасы сырокопченой ($p<0,001$). Колбасы полукопченая, варено-копченая и сосиски при пролонгированном воздействии на популяцию в концентрации 20 мг/мл среды вызвали угнетение генеративной функции *T. pyriformis* и оказали прямое токсическое действие в седьмом жизненном цикле, приведя к стопроцентной гибели популяции в среде на основе сосисок. ОБЦ колбасы, рассчитанная по показателям роста популяции в стационарной фазе седьмого жизненного цикла, составила для колбасы сырокопченой 164, полукопченой 8, варено-копченой 25 % по отношению к контролю (фарш колбасный) ($p<0,001$, таблицы 9–10).

Заключение. Нитрит натрия, внесенный в стандартную среду культивирования *Tetrahymena pyriformis* в концентрациях, изоэффективных медиане, 90 процентилю алиментарной нагрузки и допустимому суточному потреблению, оказал умеренное стимулирующее действие на популяцию на протяжении ее жизненного цикла, повысив ее адаптационный потенциал в среднем на 20 % ($p<0,001$).

Сырокопченые колбасные изделия, выработанные с применением нитрита натрия и внесенные в среду культивирования на уровне, изоэффективном ДСП нитрита натрия и превышающем ДСП нитрита натрия в два раза не оказали токсического действия на *Tetrahymena pyriformis* и повысили биотический потенциал популяции как в первом, так и в седьмом жизненном цикле.

Варено-копченые и полукопченые колбасные изделия, выработанные с применением нитрита натрия и внесенные в среду культивирования на уровне, изоэффективном ДСП и в полтора раза превышающем ДСП нитрита натрия, повысили биотический потенциал популяции в первом жизненном цикле и оказали резко выраженное ингибирующее действие на популяцию в седьмом жизненном цикле, снизив ее биотический потенциал на 75–92 %

(p<0,001). Сосиски в тех же условиях оказали еще более выраженное негативное воздействие на популяцию, снизив ее биотический потенциал популяции по отношению к контролю на 14 % (p<0,05) уже в первом жизненном цикле. Нарастающий ингибирующий эффект при пролонгированном культивировании популяции в среде на основе сосисок привел к ее гибели в седьмом жизненном цикле.

Таким образом, использование биомодели *Tetrahymena pyriformis* для оценки риска алиментарной нагрузки пищевой добавкой нитрит натрия выявило зависимость степени риска не только от дозы нитрита натрия и времени экспозиции, но и от технологии получения продукта, содержащего нитрит натрия.

Литература

1. Момот, О. А. Применение методов биотестирования в методологии оценки риска для здоровья населения: автореф. Дис. … канд биол. наук / О. А. Момот. – Калуга, 2007. – 21 с.

2. Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на Tetrahymena pyriformis / МЗ РБ : утв. 11.07.2002, № 20-0102; авт.-сост. А. С. Богдан. – Минск, 2002. – 63 с.

3. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц ; пер. с англ. – М. : Практика, 1998. – 459 с.

4. Лабораторные методы исследования в клинике: справочник / В. В. Меньшиков [и др.]. – М. : Медицина, 1987. – 368 с.

Поступила 14.06.2012

BIOASSAY METHODS ON TETRAHYMENA PYRIFORMIS FOR ASSESSING THE RISK OF SODIUM NITRITE ALIMENTARY STRESS

Bogdan A.S., Bondaruk A.M., Zhurihina L.N., Svintsilova T.N.,Tsygankov V.G., Fedorenko E.V.
The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk

Sodium nitrite at concentrations corresponding to the middle and high level of alimentary stress has no toxic effect on Tetrahymena pyriformis throughout the life cycle of a population.

Cooked sausage products containing sodium nitrite at concentrations corresponding to the high level of consumption of meat and the allowable daily intake of sodium nitrite showed a growth stimulating effect on Tetrahymena pyriformis in the first life cycle and toxical effect – in the seventh life cycle of a population. Salami, worked out with the use of sodium nitrite has no toxic effect on Tetrahymena pyriformis.

Keywords: sodium nitrite, alimentary stress, risk assessment, bioassay, *Tetrahymena pyriformis*.

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЙОДАТА И ЙОДИДА КАЛИЯ НА TETRAHYMENA PYRIFORMIS

Богдан А.С., Бондарук А.М., Журихина Л.Н., СвинтиловаТ.Н., Цыганков В.Г., Федоренко Е.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Йодат калия по показателям острой и подострой токсичности, определенным на *Tetrahymena pyriformis*, является умеренно токсичным, а йодид калия – малотоксичным соединением. По результатам токсикологической оценки в хронических экспериментах на *Tetrahymena pyriformis* йодат калия относится к первому классу опасности, а йодид калия – ко второму классу опасности.

Йодат и йодид калия при хроническом воздействии на *Tetrahymena pyriformis* на протяжении жизненного цикла популяции в концентрациях, изоэффективных среднему и высокому уровню алиментарной нагрузки этими соединениями, не вызвали статистически значимых изменений в показателях жизнедеятельности популяции.

Ключевые слова: йодат калия, йодид калия, токсичность, опасность, *Tetrahymena pyriformis*.

Введение. Человек подвергается действию огромного количества вредных химических веществ, поступающих в его организм в основном с пищевыми продуктами. Поэтому процесс питания несет в себе элементы токсического риска. Методики оценки риска алиментарной нагрузки химическими веществами предусматривают количественную оценку вероятности ущерба для здоровья человека, связанного с действием химических веществ. Базовой информацией для проведения исследований такого рода является токсикологическая характеристика *in vivo* веществ, риск от воздействия которых предполагается оценить [1].

В современной токсикологической практике, наряду с традиционными, широкое распространение получили альтернативные методы исследования, в т.ч. с использованием беспозвоночных организмов. Всемирная организация здравоохранения, Международные медико-биологические общества не только одобряют, но и настоятельно рекомендуют и поддерживают использование альтернативных методов [2].

Поступление в организм человека с пищей контаминантов, пищевых и обогащающих добавок требует разработки методических подходов и критериев оценки алиментарной нагрузки этими веществами.

Йод в составе йодата или йодида калия в качестве обогащающей добавки вносится в поваренную соль, которая применяется при производстве широкого спектра пищевых продуктов (колбасные, мясные и рыбные изделия, консервированная продукция) и повсеместно используется в домашнем хозяйстве.

Цель исследования – изучить токсичность йода в составе йодата и йодида калия и оценить риск алиментарной нагрузки йодом на *Tetrahymena pyriformis*.

Материалы и методы исследований. Материал исследования: калий йодноватокислый (йодат калия, KJO_3), ГОСТ 4202–75, ч.д.а.; калий йодистый (йодид калия, KJ), ГОСТ 4232–74, х. ч.

Тест-объект исследований – лабораторная культура одноклеточных организмов инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, штамм W (далее – *T. pyriformis*), произрастающая в среде известного состава и являющаяся изолированной популяцией организмов, рост которой подчиняется общим закономерностям роста популяций. Количество химического вещества, вносимого в культуру *T. pyriformis*, рассчитывается в мг/мл культуры.

Жизненный цикл развития популяции T. pyriformis – совокупность фаз развития, пройдя которые популяция достигает максимальной численности. В питательной среде стандартного состава (пептон – 2 %, глюкоза – 0,5 %, натрий хлористый – 0,1 %, дрожжевой экстракт – 0,1 %, ph – 7,2) жизненный цикл популяции *T. pyriformis* осуществляется за 96 часов. За это время она проходит лаг-фазу (0–24 часа), логарифмическую фазу (24–48 часов), фазу замедленного роста (48–72 часа) и к 96 часам вступает в стационарное состояние.

Исследование токсических свойств йодата и йодида калия при остром, подостром и хроническом воздействии на *T. pyriformis* и изучение их биологического действия на тест-объект в концентрациях, изоэффективных среднему и высокому уровню алиментарной нагрузки йодом, проводилось согласно Инструкции [3].

Острый и подострый эксперименты проводились на популяции *T. pyriformis* в стационарной фазе роста. Эффект токсического действия учитывается по реакции «жизнь-смерть». Длительность острого эксперимента – 30 минут, подострого – 2 часа. Рассчитывались следующие параметры токсичности: DL_{16} – доза химического вещества в мг/мл культуры, вызывающая в остром и подостром экспериментах гибель 16 % организмов. DL_{50} – доза химического вещества в мг/мл культуры, вызывающая в остром и подостром экспериментах гибель 50 % организмов, средняя смертельная доза. DL_{84} – доза химического вещества в мг/мл культуры, вызывающая в остром и подостром экспериментах гибель 84 % организмов. $Ккум_{acuta}$ – коэффициент кумуляции при остром воздействии. Определялся делением средней смертельной дозы, определенной в подостром эксперименте, на среднюю смертельной дозу, определенную в остром эксперименте.

Изучение токсичности йодата и йодида калия в хроническом эксперименте осуществлялось на протяжении жизненного цикла популяции *T. pyriformis*. По результатам подсчета численности популяции в лаг-фазе, логарифмической фазе, фазе замедленного роста и стационарном состоянии рассчитывались показатели: DE_{16}, DE_{50}, DE_{84} – дозы химического вещества, вы-

зывающие в хроническом эксперименте угнетение генеративной функции *T. pyriformis* на 16 %, 50 %, 84 % по отношению к контролю; $Ккум_{chronica}$, определяемый делением DE_{50} в стационарной фазе на DE_{50}, полученную в логарифмической фазе роста хронического эксперимента; Z_{chr} – зона хронического действия, определяемая делением DL_{50} на DE_{50}.

При изучении биологической активности йодата и йодида калия в хроническом эксперименте рассчитывали показатели, характеризующие закономерности роста популяций: константа мгновенной скорости роста, время генерации, число поколений; осуществляли графический анализ роста популяции в среде культивирования, содержащей возрастающие концентрации йодата и йодида калия; рассчитывали коэффициент адаптогенности (далее – $К_{ад}$) – интегральный показатель, характеризующий адаптационный потенциал популяции. Анализируя полученные данные, определяли максимальную неэффективную дозу (далее – МНД) и рассчитывали показатель $ЛД_{50}$/МНД.

По полученным критериям количественной оценки токсических свойств йодата и йодида калия в экспериментах на *T. pyriformis*, определяли класс опасности этих химических веществ. Отнесение вещества к классу опасности производили по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности (таблица 1).

Таблица 1 – Гигиеническая классификация токсичности и опасности вредных веществ по результатам изучения их токсичности на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель	Классы по убывающей степени токсичности и опасности			
	1	2	3	4
$ЛД_{50}$, мг/мл	менее 0,1	0,1–1,0	1,1–20	более 20
$Ккум_{ac}$, $Ккум_{chr.}$	менее 0,1	0,10–0,30	0,31–0,50	более 0,50
Zchronica	более 10	10,0–5,0	4,9–2,5	менее 2,5
МНД, мг/мл	менее 10^{-6}	10^{-6}–10^{-4}	10^{-4}–10^{-1}	более 10^{-1}
$ЛД_{50}$/МНД	более 10^{6}	10^{6}–10^{5}	10^{5}–10^{4}	менее 10^{4}

Результаты и их обсуждение. При исследовании острой и подострой токсичности йодата калия по 100 000 инфузорий в стационарной фазе вносили в 1 мл растворов йодата калия концентраций 2, 5, 10, 15, 20, 34, 42 мг/мл. Содержание йода в растворах при этом составило 1, 3, 6, 9, 12, 20, 25 мг/мл. При исследовании острой и подострой токсичности йодида калия по 100 000 инфузорий в стационарной фазе вносили в 1 мл растворов йодида калия концентраций 10, 20, 30, 40 и 50 мг/мл. Содержание йода в растворах при этом составило 7,6; 15,2; 22,8; 30,4; 38,0 мг/мл. При исследовании хронической токсичности йодата и йодида калия популяция *T. pyriformis* культивировалась в среде, содержащей KJO_3 в концентрациях от 0,1 до 5 мг/мл, KJ в концентрациях от 1 до 10 мг/мл (таблица 2).

Таблица 2 – Концентрации растворов йодата и йодида калия для проведения токсикологических исследований

Острая и подострая токсичность, мг/мл				Хроническая токсичность, мг/мл			
KJO_3	пересчет на J	KJ	пересчет на J	KJO_3	пересчет на J	KJ	пересчет на J
0 (контроль)	0	0	0	0 (контроль)	0	0	0
2	1	10	7,6	0,1	0,06	1,0	0,76
5	3	20	15,2	0,25	0,15	2,0	1,52
10	6	30	22,8	0,50	0,30	4,0	3,04
15	9	40	30,4	0,75	0,45	6,0	4,56
20	12	50	38,0	1,0	0,60	8,0	6,08
34	20	–	–	5,0	3,00	10,0	7,60
42	25	–	–	–	–	–	–

Йодат калия в концентрации 2 мг/мл (1 мг/мл J) и йодид калия в концентрации 10 мг/мл (7,6 мг/мл J) не оказали видимого влияния на *T. pyriformis* при 30-минутном воздействии. По мере увеличения концентраций препаратов в пробах нарастала картина интоксикации, характеризующаяся морфологическими изменениями особей, появлением малоподвижных и обездвиженных организмов и их гибелью. В пробах, содержащих йодат калия в концентрации 42 мг/мл и йодит калия в концентрации 50 мг/мл, отмечалась 100 % гибель инфузорий, сопровождающаяся их лизисом. В подострых экспериментах 100 % летальность инфузорий отмечалась в пробах, содержащих йодат калия в концентрациях 15, 20, 34 мг/мл, а йодид калия в концентрации 30 мг/мл. При хроническом воздействии на популяцию йодат калия в концентрации 5 мг/мл и йодид калия в концентрациях 8 и 10 мг/мл вызвали 100 % угнетение генеративной функции инфузорий.

Методом пробит-анализа летальности организмов в остром и подостром экспериментах и угнетения генеративной функции инфузорий в хроническом эксперименте рассчитаны параметры острой, подострой и хронической токсичности йодата и йодида калия (таблица 3).

Таблица 3 – Основные параметры токсичности йодата и йодида калия по результатам оценки на *Tetrahymena pyriformis W*

Показатели токсичности	Йодат калия		Йодид калия	
	величина токсичности	класс опасности	величина токсичности	класс опасности
Острая токсичность				
DL_{16}, мг/мл	6,79	–	19,8	–
DL_{50}, мг/мл	18,57±0,037 в пересчете на J 11,01±0,022	3	30,7±0,038 в пересчете на J 23,45±0,029	4
DL_{84}, мг/мл	30,36	–	41,5	–

Продолжение таблицы 3

Подострая токсичность				
DL_{16}, мг/мл	7,05	–	21,9	–
DL_{50}, мг/мл	9,94±0,013	–	24,4±0,006	–
DL_{84}, мг/мл	12,84	–	26,89	–
$Ккум_{acuta}$	0,54	4	0,80	4
Хроническая токсичность в логарифмической фазе роста				
DE_{16}, мг/мл	–	–	–	–
DE_{50}, мг/мл	0,14±0,006	–	1,12±0,004	–
DE_{84}, мг/мл	0,76	–	2,44	–
Хроническая токсичность в стационарной фазе роста				
DE_{16}, мг/мл	–		2,74	
DE_{50}, мг/мл	0,34±0,005	–	3,49±0,007	–
DE_{84}, мг/мл	0,72±0,004	–	4,23	–
$Ккум_{chronica}$	2,86	4	3,12	4
$Z_{chronica}$	54,6	1	8,80	2

Йодат калия по результатам исследования токсических свойств в остром, подостром и хроническом экспериментах на *T. pyriformis* является умеренно токсичным соединением со слабо выраженными кумулятивными свойствами (3 и 4 класс опасности соответственно). По зоне хронического действия йодат калия относится к 1 классу опасности. Йодид калия по результатам исследования токсических свойств в остром, подостром и хроническом экспериментах на *T. pyriformis* является малотоксичным соединением со слабо выраженными кумулятивными свойствами (4 класс опасности). По зоне хронического действия йодид калия относится ко 2 классу опасности. По средней смертельной дозе острого эксперимента йодат калия в 1,65 раз токсичнее йодида калия (в пересчете на йод в 2 раза), а по DE_{50} хронического эксперимента в 10 раз (таблица 3).

Для биологической оценки йода в составе йодата и йодида калия в хроническом эксперименте на *T. pyriformis* учитывались параметры их острой и хронической токсичности, алиментарная нагрузка йодом при разных уровнях потребления необогащенных и обогащенных пищевых продуктов, суточные нормы потребления йода для разных групп населения, рекомендованные ВОЗ. Алиментарная нагрузка йодом рассчитывалась с учетом медианы и 90 процентиля потребления пищевых продуктов. Поступление йода оценивалось при потреблении пищевых продуктов без обогащения и с 10, 50, 100 % доли обогащенных продуктов. Данные, полученные для человека, экстраполировались на *T. pyriformis* [4] (таблица 4).

Таблица 4 – Расчет содержания йодата и йодида калия в среде культивирования *Tetrahymena pyriformis*, исходя из алиментарной нагрузки йодом при разных уровнях потребления пищевых продуктов

Поступление йода	Без обогащения пищевых продуктов	С долей обогащенных пищевых продуктов		
		100 %	50 %	10 %
Средний уровень потребления пищевых продуктов				
Нагрузка йодом, мкг	92,0	242,3	197,5	161,7
Пересчет на KJO_3, мкг	155	408,5	333,0	272,6
Пересчет на Т.р., мкг	0,00775	0,0204	0,01166,5	0,0136
Пересчет на Т.р., мг/мл	$7,75\times10^{-6}$	$2,00\times10^{-5}$	$1,66\times10^{-5}$	$1,36\times10^{-5}$
Пересчет на KJ, мкг	120,34	316,93	258,33	211,50
Пересчет на Т.р., мкг	0,0061	0,0153	0,0130	0,0106
Пересчет на Т.р., мг/мл	$6,1\times10^{-6}$	$1,5\times10^{-5}$	$1,3\times10^{-5}$	$1,1\times10^{-5}$
Высокий уровень потребления пищевых продуктов				
Нагрузка йодом, мкг	234,2	683,1	565,0	470,6
Пересчет на KJO_3, мкг	394,9	1152,5	952,6	793,4
Пересчет на Т.р., мкг	0,0175	0,0576	0,0476	0,03967
Пересчет на Т.р., мг/мл	$1,75\times10^{-5}$	$5,8\times10^{-5}$	$4,8\times10^{-5}$	4×10^{-5}
Пересчет на KJO_3, мкг	306,33	893,50	739,02	615,54
Пересчет на Т.р., мкг	0,0154	0,0447	0,0370	0,0308
Пересчет на Т.р., мг/мл	$1,5\times10^{-5}$	$4,5\times10^{-5}$	$3,7\times10^{-5}$	$3,1\times10^{-5}$

Суточные нормы потребления йода, определенные ВОЗ				
для человека			в пересчете на *Tetrahymena pyiformis*	
J, мкг	В пересчете на KJO_3, мкг	В пересчете на KJ, мкг	KJO_3, мг/мл	KJ, мг/мл
50	84,3	65,4	$4,2\times10^{-6}$	$3,3\times10^{-6}$
90	151,7	117,72	$7,6\times10^{-6}$	$5,9\times10^{-6}$
120	202,3	156,96	$1,0\times10^{-6}$	$7,9\times10^{-6}$
150	252,9	196,20	$1,26\times10^{-6}$	$9,9\times10^{-6}$
200	337,2	261,6	$1,70\times10^{-6}$	$1,3\times10^{-5}$
Примечание — Т.р. — *T. pyiformis*				

Биологическое действие йодата калия исследовали в диапазоне концентраций 10^{-18} – 0,34 мг/мл, йодида калия – 10^{-18} – 3,5 мг/мл (таблица 5).

Таблица 5 – Концентрации растворов йодата и йодида калия для изучения биологического действия в хронических экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*

KJO_3, мг/мл	10^{-18}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-5}	5×10^{-5}	10^{-4}	5×10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	0,34
KJ, мг/мл	10^{-18}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	5×10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1,0	3,5

Концентрации йодата и йодида калия 10^{-6}, 10^{-5}, 10^{-4} мг/мл являются изоэффективными физиологической норме потребления йода человеком и среднему и высокому уровню алиментарной нагрузки йодом.

Визуальный анализ состояния популяции *T. pyriformis*, культивировавшейся в среде, содержащей йодат калия, не выявил видимых морфологических и функциональных отклонений от контроля в лаг-фазе и логарифмической фазе роста популяции в пробах, содержащих йодат калия во всех исследуемых концентрациях. Через 72–96 часов инкубации в пробах, содержащих йодат калия в концентрациях 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1}, 0,34 мг/мл, размер инфузорий уменьшился, появилось много особей атипичной формы, малоподвижных и с измененным характером движения. В концентрациях 10^{-1} и 0,34 мг/мл отмечалась летальность отдельных особей.

Через 24 часа инкубации снизилась скорость роста, увеличилось время генерации и уменьшилось число поколений в пробах, содержащих йодат калия в концентрациях 10^{-9}, 5×10^{-5}, 10^{-1} и 0,34 мг/мл. Соответственно концентрациям численность популяции уменьшилась на 23 ($p<0,05$), 25 ($p<0,02$), 41 ($p<0,01$), 58 % ($p<0,001$). Увеличение численности популяции в среде, содержащей йодат калия в концентрации 10^{-12} (на 18 %) и 10^{-6} (на 11 %) мг/мл, было статистически недостоверным (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели жизнедеятельности *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде с йодатом калия

Концентрация, мг/мл	Время экспозиции в часах			
	24	48	72	96
1	2	3	4	5
Константа мгновенной скорости роста				
0 (контроль)	0,112 ±0,0025	0,101±0,0001	0,081±0,0003	0,060±0,0002
10^{-18}	0,106±0,0020	0,101±0,0010	0,080±0,0004	0,062±0,0004***
10^{-12}	0,118±0,0032	0,100±0,0009	0,080±0,0005	0,061±0,00015
10^{-9}	0,099±0,0025*	0,099±0,0003***	0,079±0,0002***	0,061±0,0003
10^{-6}	0,116±0,0041	0,099±0,0006*	0,078±0,0006***	0,062±0,0003*
10^{-5}	0,109±0,0025	0,099±0,0016	0,080±0,006	0,061±0,0003
5×10^{-5}	0,100±0,0014**	0,99±0,0017	0,080±0,0005	0,062± 0,0002***
10^{-4}	0,117±0,0027	0,101±0,0016	0,081±0,0001	0,063±0,0001****
5×10^{-4}	0,113±0,0025	0,096±0,0008***	0,080±0,0004*	0,061±0,0005
10^{-3}	0,109±0,0066	0,101±0,0011	0,079±0,0006	0,062±0,0002***
10^{-2}	0,104±0,0028	0,101±0,0008	0,079±0,0007	0,062±0,000****
10^{-1}	0,089±0,00029***	0,079±0,0007***	0,073±0,0004***	0,061±0,0004
0,34	0,076±0,0025***	0,063±0,0035****	0,058±0,0020****	0,051±0,0012****
Время генерации				
0 (контроль)	6,22±0,138	6,86±0,006	8,55±0,032	11,45±0,048
10^{-18}	6,56±0,127	6,89±0,068	8,63±0,048	11,09±0,061***
10^{-12}	5,86±0,155	6,91±0,063	8,70±0,051	11,37±0,028
10^{-9}	6,98±0,176*	7,01±0,024***	8,72±0,027***	11,29±0,057
10^{-6}	6,01±0,214	6,99±0,041*	8,90±0,065***	11,22±0,058*

Продолжение таблицы 6

10^{-5}	6,39±0,146	6,99±0,117	8,68±0,067	11,36±0,096
5×10^{-5}	6,97±0,098**	7,03±0,120	8,61±0,054	11,11±0,034***
10^{-4}	5,91±0,135	6,87±0,113	8,56±0,011	11,08±0,024***
5×10^{-4}	6,16±0,132	7,18±0,061***	8,70±0,040*	11,44±0,101
10^{-3}	6,41±0,369	6,86±0,072	8,74±0,064	11,17±0,031***
10^{-2}	6,64±0,182	6,84±0,057	8,77±0,074	11,10±0,049***
10^{-1}	7,77±0,243***	8,78±0,075***	9,53±0,055****	11,29±0,073
0,34	9,18±0,307****	11,04±0,635****	11,91±0,423****	13,53±0,334****
Число поколений				
0 (контроль)	3,86±0,086	6,99±0,006	8,42±0,032	8,38±0,035
10^{-18}	3,66±0,070	6,97±0,069	8,34±0,046	8,66±0,048***
10^{-12}	4,10±0,111	6,95±0,064	8,28±0,048	8,44±0,021
10^{-9}	3,44±0,088*	6,85±0,023***	8,26± 0,026***	8,51±0,043
10^{-6}	4,00±0,142	6,87±0,040*	8,09±0,059***	8,56±0,044*
10^{-5}	3,76±0,088	6,87±0,114	8,29±0,064	8,45±0,041
5×10^{-5}	3,45±0,048**	6,83±0,117	8,36±0,053	8,64±0,026***
10^{-4}	4,07±0,093	6,99±0,114	8,41±0,011	8,66±0,019***
5×10^{-4}	3,90±0,085	6,68±0,057***	8,27±0,038*	8,40±0,074
10^{-3}	3,77±0,230	7,00±0,074	8,24±0,061	8,59±0,024***
10^{-2}	3,62±0,096	7,02±0,058	8,21±0,069	8,65±0,038***
10^{-1}	3,10±0,099***	5,47±0,047***	7,55±0,043***	8,50±0,056
0,34	2,62±0,086****	4,38±0,240****	6,06±0,208****	7,11±0,172****
Численность популяции				
0 (контроль)	29000±1764	254000±1155	685000±15000	667000±16425
10^{-18}	25000±1200	251000±12347	649000±20827	808000±27300***
10^{-12}	34500±2754	248000±11136	621000±20537	697000±10100
10^{-9}	22000±1364*	231000±3712***	611000±10975***	728000±21572
10^{-6}	32000±3180	234000±6429*	545000±21858***	753000±22930*
10^{-5}	27000±1691	236000±18148	629000±27745	701000±19810
5×10^{-5}	22000±726**	229000±18774	658000±23861	797000±14530***
10^{-4}	34000±2110	256000±19425	682000±5033	811000±10430***
5×10^{-4}	30000±1803	206000±8083***	619000±16221*	675000±35634
10^{-3}	28000±4752	257000±13532	604000±25482*	771000±12719***
10^{-2}	25000±1590	260000±10263	595000±27720*	804000±21633***
10^{-1}	17000±1202***	89000±2906***	376000±11136***	726000±28378
0,34	12000±726****	43000±6566****	136000±18037****	279000±31440****

Примечания:
4. * — Статистически достоверные изменения при p<0,05.
5. ** — Статистически достоверные изменения при p<0,02.
6. *** — Статистически достоверные изменения при p<0,01.
7. **** — Статистически достоверные изменения при p<0,001.

В логарифмической фазе роста популяции йодат калия в концентрациях 10^{-9}, 10^{-6}, 5×10^{-5}, 10^{-1} и 0,34 мг/мл оказал ингибирующее действие на *T. pyriformis*. Численность популяции снизилась соответственно концентрациям йодата калия на 9 (p<0,01), 8 (p<0,05), 19 (p<0,01), 65 (p<0,01) и 83 % (p<0,001) (таблица 6).

Через 72 часа инкубации ингибирующее действие йодата калия на *T. pyriformis* усилилось. В пробах, содержащих йодат калия в концентрациях 10^{-9}, 10^{-6}, 5×10^{-4}, 10^{-3}, 10^{-2}, 10^{-1} и

0,34 мг/мл, численность популяции снизилась на 11 ($p<0,01$), 20 ($p<0,01$), 10 ($p<0,05$), 12 ($p<0,05$), 13 ($p<0,05$), 45 ($p<0,01$) и 80 % ($p<0,001$) (таблица 6).

При вступлении популяции в стационарную фазу роста проявилось ростстимулирующее действие йодата калия в концентрациях 10^{-18}, 10^{-6}, 5×10^{-5}, 10^{-4}, 10^{-3} мг/мл. Численность популяции соответственно концентрациям йодата калия увеличилась на 21 ($p<0,01$), 13 ($p<0,05$), 19 ($p<0,01$), 22 ($p<0,01$), 16 ($p<0,01$), 21 % ($p<0,01$). В среде, содержащей йодат калия в концентрации 0,34 мг/мл, численность популяции составляла 42 % по отношению к контролю ($p<0,001$) (таблица 6).

Визуальный анализ состояния популяции *T. pyriformis*, культивировавшейся в среде, содержащей йодид калия, показал, что в пробах, содержащих йодид калия в концентрациях 10^{-18}–10^{-4} мг/мл, все особи на протяжении жизненного цикла популяции были живыми, активными, без видимых отклонений от контроля. В среде культивирования, содержащей йодид калия в концентрациях 10^{-2}, 10^{-1}, 1,0 и 3,5 мг/мл, через 72 часа инкубации у инфузорий наблюдались морфологические и функциональные отклонения от контроля. Через 96 часов такие же явления наблюдались в пробах с концентрацией йодида калия 10^{-3} мг/мл. В пробах с концентрацией йодида калия 1,0 и 3,5 мг/мл отмечалась гибель организмов.

Через 24 часа инкубации в среде культивирования, содержащей йодид калия в концентрации 10^{-18} мг/мл, увеличилось время генерации, соответственно снизилась скорость роста, уменьшилось число поколений и численность популяции составила 73 % от контрольного уровня ($p<0,02$). Под действием йодида калия в концентрации 1,0 мг/мл численность популяции снизилась на 39 % ($p<0,01$), 3,5 мг/мл – на 88 % ($p<0,001$). Йодид калия в остальных исследовавшихся концентрациях не вызвал статистически значимых изменений в показателях жизнедеятельности *T. pyriformis* в лаг-фазе (таблица 7).

Таблица 7 – Показатели жизнедеятельности *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде с йодидом калия

Концентрация, мг/мл	Время экспозиции в часах			
	24	48	72	96
1	2	3	4	5
Константа мгновенной скорости роста				
0 (контроль)	0,105±0,0030	0,090±0,0009	0,077±0,0005	0,061±0,0005
10^{-18}	0,092±0,0004**	0,090± 0,0008	0,077±0,0010	0,061±0,0002
10^{-12}	0,103±0,0031	0,091±0,0004	0,080±0,00004****	0,062±0,0001
10^{-9}	0,111±0,0037	0,094±0,00015**	0,077±0,0004	0,060±0,0004
10^{-6}	0,100±0,0038	0,089±0,0009	0,079±0,0003**	0,060±0,0003
$5x10^{-6}$	0,096±0,0052	0,085±0,0020	0,075±0,0008	0,059±0,0004**
10^{-5}	0,101±0,0027	0,089±0,0008	0,078±0,0005	0,060±0,0003
10^{-4}	0,104±0,0030	0,088±0,0012	0,077±0,0003	0,062±0,0004
10^{-3}	0,105±0,0024	0,095±0,0010**	0,081±0,0001****	0,064±0,0001***
10^{-2}	0,099±0,0046	0,094±0,0007*	0,078±0,0002	0,062±0,0003
10^{-1}	0,101±0,0024	0,093±0,0009	0,079±0,0005*	0,062±0,0001
10^{0}	0,084±0,0025**	0,086±0,0002***	0,078±0,0001	0,063±0,00015*
3,5	0,016±0,0040****	0,050±0,0012****	0,061±0,0011****	0,055±0,0006****
Время генерации				
0 (контроль)	6,58±0,181	7,67±0,079	9,06±0,063	11,38±0,098
10^{-18}	7,51±0,031**	7,67±0,069	9,02±0,112	11,33±0,032
10^{-12}	6,74±0,206	7,62±0,034	8,65±0,004****	11,24±0,025
10^{-9}	6,21±0,201	7,35±0,012**	8,96±0,052	11,53±0,079
10^{-6}	6,94±0,271	7,79±0,082	8,79±0,034**	11,59± 0,058
$5x10^{-6}$	7,29±0,378	8,13±0,189	9,28±0,106	11,87±0,085**
10^{-5}	6,89±0,179	7,74±0,071	8,92±0,058	11,49±0,066
10^{-4}	6,70±0,192	7,92±0,109	8,99±0,039	11,09±0,067
10^{-3}	6,60±0,152	7,27±0,072**	8,58±0,007****	11,91±0,015***
10^{-2}	7,05±0,332	7,39±0,053*	8,89±0,018	11,22±0,051
10^{-1}	6,89±0,164	7,44±0,075	8,79±0,056*	11,19±0,022
10^{0}	8,24±0,246***	8,03±0,018**	8,93±0,016	11,04±0,026*
3,5	48,44±13,46*	13,74±0,324****	11,40±0,204****	12,68±0,142****
Число поколений				
0 (контроль)	3,66±0,103	6,26±0,064	7,95±0,056	8,44±0,073
10^{-18}	3,49±0,013**	6,26±0,057	7,98±0,098	8,47±0,024***
10^{-12}	3,57±0,106	6,30±0,028	8,32±0,004****	8,54±0,019
10^{-9}	3,87±0,129	6,53±0,010**	8,04± 0,047	8,32±0,057
10^{-6}	3,47±0,130	6,16±0,064	8,19±0,031**	8,29±0,041
$5x10^{-6}$	3,31±0,181	5,91±0,138	7,76±0,088	8,09±0,058*
10^{-5}	3,49±0,093	6,20±0,057	8,07±0,053	8,35±0,048
10^{-4}	3,59±0,104	6,06±0,083	8,01±0,036	8,65±0,052
10^{-3}	3,64±0,084	6,60±0,066**	8,39±0,007****	8,79±0,012***
10^{-2}	3,42±0,158	6,49±0,047*	8,09±0,017	8,55±0,039
10^{-1}	3,49±0,084	6,45±0,065	8,18±0,052*	8,58±0,017
10^{0}	2,92±0,086***	5,98±0,013**	8,06±0,015	8,69±0,020*
3,5	0,57±0,140****	3,49±0,083****	6,32±0,112****	7,57±0,085****
Численность популяции				
0 (контроль)	25000±1855	150000±6666	495000±19333	697000±35483

Продолжение таблицы 7

10^{-18}	18000±166**	150000±5925	508000±34195	711000±11850
10^{-12}	24000±1691	158000±3055	641000±1732****	747000±9820
10^{-9}	29500±2753	185000±1333**	525000±17371	642000±25006
10^{-6}	22000±1922	140000±6359	586000±12701**	625000±17676
$5x10^{-6}$	20000±2666	121000±11566	435000±25673	545000±22400**
10^{-5}	22500±1500	147000±5811	538000±20000	653000±21489
10^{-4}	24000±1763	134000±7571	517000±12875	807000±29356
10^{-3}	25000±1443	195000±8969**	670000±3055****	889000±7688***
10^{-2}	22000±2315	181000±5811*	547000±6359*	753000±20666
10^{-1}	22500±1322	175000±7688	583000±20954*	764000±9018
10^{0}	15000±881***	126000±1154**	533000±5456	829000±11623*
3,5	3000±289****	23000±1301****	161000±12238****	382000±22715****
Примечание: — Обозначения см. таблицу 6.				

Через 48 часов инкубации йодид калия в концентрациях 10^{-9}, 10^{-3} и 10^{-2} мг/мл оказал ростстимулирующее действие на *T. pyriformis*, увеличив численность популяции соответственно на 21 ($p<0,02$), 27 ($p<0,02$) и 18 % ($p<0,05$). Численность популяции *T. pyriformis*, культивировавшейся в среде, содержащей йодид калия в концентрации 1,0 мг/мл, снизилась на 18 % ($p<0,02$), 3,5 мг/мл – на 85 % ($p<0,001$). Статистически значимых изменений в показателях жизнедеятельности *T. pyriformis* под действием йодида калия в остальных исследовавшихся концентрациях не отмечалось (таблица 7).

Через 72 часа инкубации йодид калия только в концентрации 3,5 мг/мл оказал ингибирующее действие на популяцию, снизив ее численность на 68 % ($p<0,001$). В пробах, содержащих йодид калия в концентрациях 10^{-12}, 10^{-6}, 10^{-3}, 10^{-2} и 10^{-1} мг/мл, численность популяции увеличилась по отношению к контролю соответственно на 30 ($p<0,001$), 18 ($p<0,02$), 35 ($p<0,001$), 11 ($p<0,05$) и 18 % ($p<0,05$) (таблица 7).

Через 96 часов инкубации статистически значимое ростстимулирующее действие на популяцию йодид калия оказал в концентрации 10^{-3} мг/мл, увеличив ее численность на 28 % ($p<0,01$). Увеличилась также на 19 % ($p<0,05$) численность популяции в пробе, содержащей йодид калия в концентрации 1,0 мг/мл, проявившей выраженное ингибирующее действие на популяцию в лаг-фазе и логарифмической фазе роста. Йодид калия в концентрации 5×10^{-6} мг/мл снизил численность популяции на 22 % ($p<0,02$), в концентрации 3,5 мг/мл – на 45 % ($p<0,001$) (таблица 7).

Адаптация популяции *T. pyriformis* к воздействию йодата и йодида калия в диапазоне сверхмалых, малых и субтоксичных концентраций протекала в колебательном режиме, с чередованием периодов стимуляции и угнетения роста популяции в зависимости «доза – время – эффект» (рисунки 1–2).

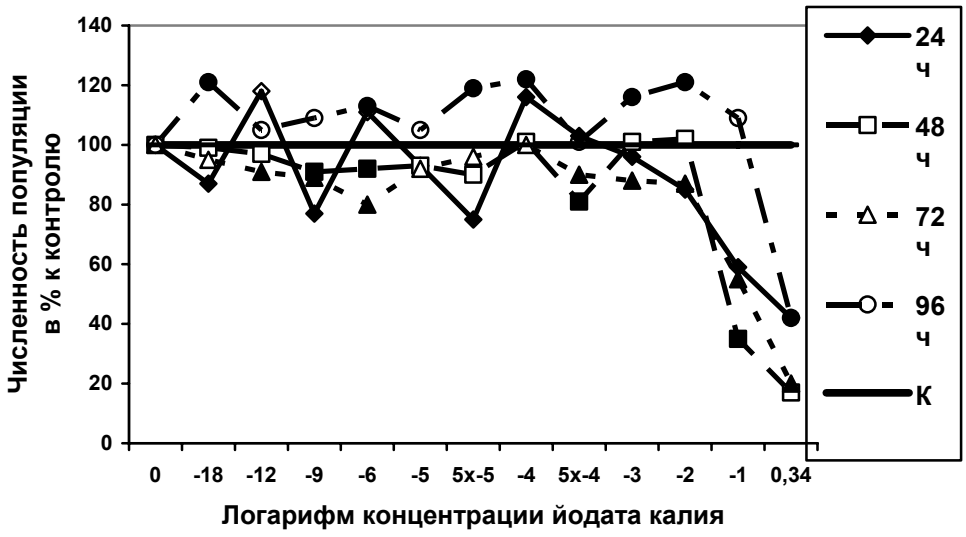


Рисунок 1 – Изменение численности популяции *Tetrahymena pyriformis* на этапах жизненного цикла в среде культивирования, содержащей возрастающие концентрации йодата калия

Примечание — Статистически достоверные изменения по отношению к контролю ($p<0,05$) обозначены черными маркерами.

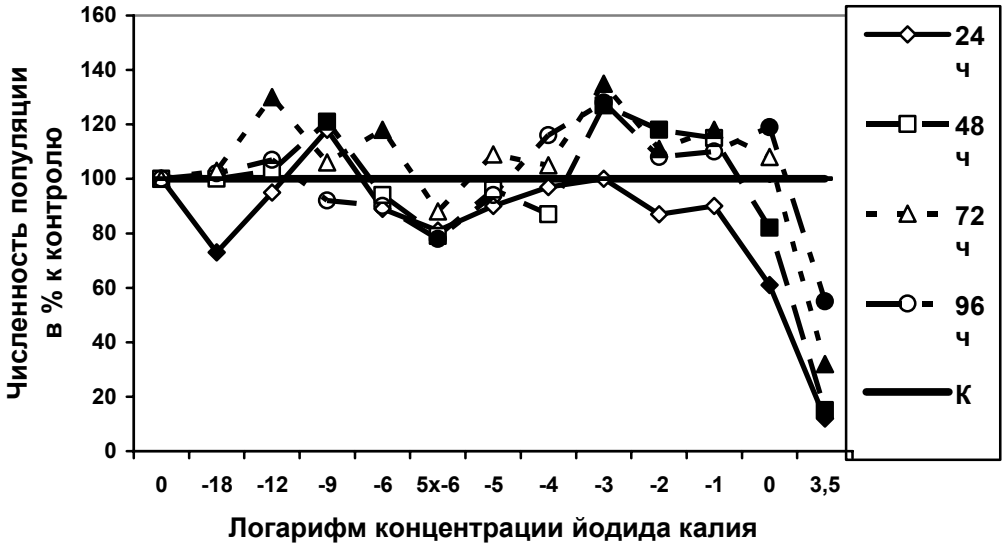
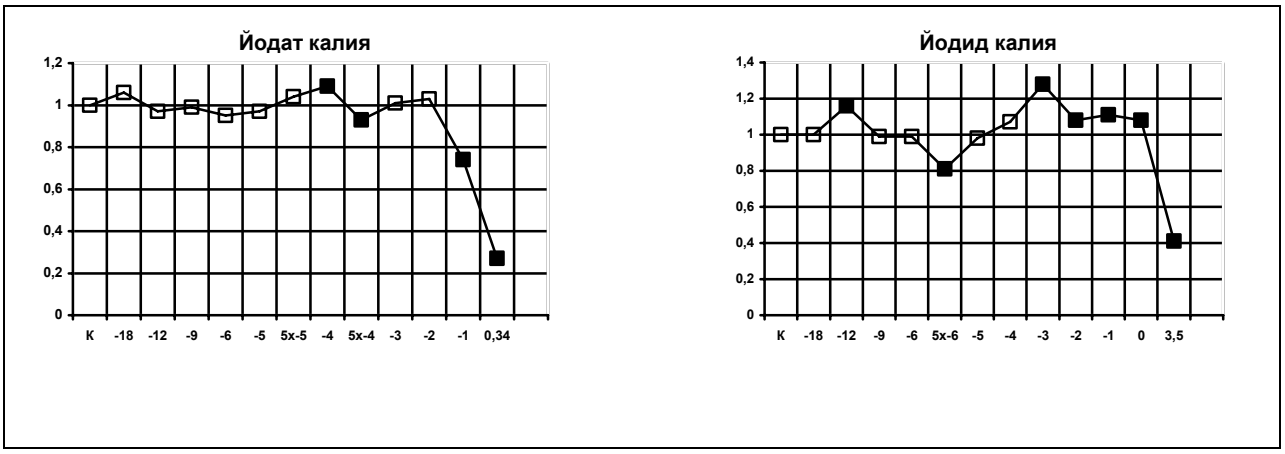


Рисунок 2 – Изменение численности популяции *Tetrahymena pyriformis* на этапах жизненного цикла в среде культивирования, содержащей возрастающие концентрации йодида калия

Фазы ингибирования и стимулирования показателей жизнедеятельности популяции *T. pyriformis* под влиянием йодата калия в концентрациях 10^{-18}, 10^{-12}, 10^{-9}, 10^{-6}, 10^{-5}, 5×10^{-5} мг/мл уравновешивали друг друга и коэффициент адаптогенности не отклонялся от контрольного уровня более чем на 6 % ($p>0,05$), т.е. популяция находилась в состоянии гомеостаза. Под влиянием йодата калия в концентрациях 10^{-4}–5×10^{-4} мг/мл наблюдались фазовые

колебания адаптационного потенциала. Состояние гомеостаза популяции в среде культивирования, содержащей йодат калия в концентрациях 10^{-3}–10^{-2} мг/мл, сменилось угнетением механизмов адаптации на 26 и 73 % ($p < 0{,}001$) под действием йодата калия в концентрациях 10^{-1} и 0,34 мг/мл (рисунок 3).



По горизонтали – логарифм концентрации; по вертикали – коэффициент адаптогенности

Рисунок 3 – Адаптационный потенциал *Tetrahymena pyriformis* при хроническом воздействии йодата и йодида калия

При хроническом воздействии на популяцию *T. pyriformis* возрастающих концентраций йодида калия наблюдалось чередование периодов возрастания и угнетения адаптационного потенциала популяции в зависимости «доза–эффект». В среде культивирования, содержащей йодид калия в концентрациях 10^{-18}, 10^{-9}, 10^{-6}, 10^{-5} и 10^{-4} мг/мл, адаптационный потенциал отклонялся от контроля в среднем на 3 %, т.е. популяция находилась в состоянии гомеостаза (рисунок 3).

Одним из показателей опасности вещества является максимальная неэффективная доза хронического эксперимента ($МНД_{chr.}$). Несмотря на то, что йодат и йодид калия проявляли биологическую активность в сверхмалых концентрациях (10^{-18}–10^{-9} мг/мл), мы, при определении $МНД_{chr.}$, руководствовались практикой современного гигиенического нормирования, которое осуществляется не на сверхмалых дозах, а на так называемых малых дозах веществ. При определении $МНД_{chr.}$ учитывались следующие критерии: наличие/отсутствие морфологических и функциональных отклонений у тест-объекта, колебания численности популяции на этапах интерфазной активности, адаптационный потенциал популяции. Исходя из этих критериев, $МНД_{chr.}$ для йодата калия – 10^{-5} мг/мл, для йодида калия – 10^{-4} мг/мл.

Таким образом, по результатам токсикологической оценки на *T. pyriformis* йодид калия в 10 раз менее опасен, чем йодат калия.

По результатам токсикологической оценки в остром, подостром и хроническом экспериментах на *T. pyriformis* йодат калия относится к 1 классу опасности, йодид калия – ко 2 классу опасности (таблица 8).

Таблица 8 – Гигиеническая классификация йодата и йодида калия по результатам токсикологической оценки на *Tetrahymena pyriformis*

Показатель токсичности	Йодат калия		Йодид калия	
	величина токсичности	класс опасности	величина токсичности	класс опасности
$ЛД_{50}$, мг/мл	18,57±0,037	3	30,7±0,038	4
$К_{кум}$	0,54	4	0,80	4
$Z_{chronica}$	54,6	1	8,78	2
$МНД_{chr.}$, мг/мл	10^{-5}	2	10^{-4}	3
$ЛД_{50}/МНД_{chr}$	$3,7\times10^{5}$	2	$3,1\times10^{5}$	3

Концентрация йодата калия 10^{-5} мг/мл, определенная как максимальная неэффективная в хронических экспериментах на *T. pyriformis*, является изоэффективной суточному потреблению йода 123 мкг, что соответствует результатам расчета алиментарной нагрузки йодом при среднем уровне потребления пищевых продуктов населением и находится в пределах рекомендаций ВОЗ.

Концентрация йодида калия 10^{-4} мг/мл, определенная как максимальная неэффективная в хронических экспериментах на *T. pyriformis*, является изоэффективной суточному потреблению йода 1529 мкг, что в 7,6 раз превышает рекомендации ВОЗ (200 мкг) и в 2–3 раза превышает расчетные величины алиментарной нагрузки йодом при высоком уровне потребления обогащенных йодом пищевых продуктов.

Заключение. По токсикологическим показателям, определенным в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*, йодат калия является веществом умеренной токсичности со слабо выраженными кумулятивными свойствами, а йодид калия малотоксичным соединением со слабо выраженными кумулятивными свойствами. По результатам токсикологической оценки в хронических экспериментах йодат калия относится к 1 классу опасности, йодид калия – ко 2 классу опасности.

Йодид и йодат калия при воздействии на *Tetrahymena pyriformis* на протяжении жизненного цикла популяции в концентрациях, изоэффективных среднему и высокому уровню алиментарной нагрузки этими соединениями, не вызвали статистически значимых изменений в показателях жизнедеятельности популяции.

Литература

1. Куценко, С. А. Основы токсикологии: Научно-методическое издание / С. А. Куценко. – СПб : Фолиант, 2004. – 720 с.

2. Приоритетные аспекты экспериментальных исследований безопасности лекарственных средств / И. М. Трахтенберг, Н. В. Кокшарева, Ю. И. Лобода // Сучасні пробл. токсикол. (Соврем. пробл. токсикол.) [Электронный ресурс]. – 2003, № 1, http://www.medved.kiev.ua/arhiv_mg/st_2003/03_1_1.htm. Рус.

3. Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на Tetrahymena pyriformis / МЗ РБ: утв. 11.07.2002, № 20-0102; авт.-сост. А. С. Богдан. – Минск, 2002. – 63 с.

Поступила 14.06.2012

TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF POTASSIUM IODATE AND POTASSIUM IODIDE ON *TETRAHYMENA PYRIFORMIS*

Bogdan A.S., Bondaruk A.M., Zhurihina L.N., Svintsilova T.N., Tsygankov V.G., Fedorenko E.V.
The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk

According to toxicological parameters defined in the acute and subacute experiments on *Tetrahymena pyriformis*, potassium iodate is a substance of medium toxicity with mild cumulative properties, and potassium iodide is a low toxicity compound with low-grade cumulative properties. According to the results of the toxicological evaluation in chronic experiments, potassium iodate belongs to the first hazard class, potassium iodide - to the second hazard class.

Potassium iodide and potassium iodate in chronic effect on *Tetrahymena pyriformis* throughout the life cycle of a population at concentrations corresponding to the middle and high level of alimentary stress do not cause statistically significant changes in terms of population activity.

Keywords: potassium iodate, potassium iodide, toxicity, risk, *Tetrahymena pyriformis*.

ТОКСИКОМЕТРИЯ НИТРИТА НАТРИЯ НА TETRAHYMENA PYRIFORMIS

Бондарук А.М., Богдан А.С., Журихина Л.Н., СвинтиловаТ.Н., Цыганков В.Г., Федоренко Е.В.
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. По токсикологическим параметрам, определенным в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*, нитрит натрия является веществом средней токсичности с умеренно выраженными кумулятивными свойствами. По токсикологическим параметрам, определенным в хронических экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*, нитрит натрия соответствует 1 классу опасности (чрезвычайно опасное соединение).

Ключевые слова: нитрит натрия, токсичность, *Tetrahymena pyriformis*.

Введение. Использование методов биотестирования в методологии оценки риска алиментарной нагрузки ксенобиотиками, в том числе пищевыми добавками, предусматривает использование биомоделей, альтернативных теплокровным животным. Альтернативные биомодели должны отвечать ряду требований: быстрота, точность, воспроизводимость, сопоставимость с физиологической реакцией на теплокровных животных. При разработке методических подходов и критериев оценки алиментарной нагрузки контаминантами, пищевыми добавками и обогащающими биологически активными веществами в качестве биомодели оценки риска нами используется *Tetrahymena pyriformis W*.

Цель исследования – изучить токсичность пищевой добавки нитрит натрия на *Tetrahymena pyriformis*.

Материалы и методы исследований. Материал исследования – натрий азотистокислый (нитрит натрия, $NaNO_2$, ГОСТ 4197–74, ч.д.а., Пищевая добавка Е 250), используемый в производстве колбас и мясных продуктов в качестве консерванта и стабилизатора цвета.

Тест-объектом оценки токсичности нитрита натрия являлась лабораторная популяция одноклеточных организмов инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, штамм W (далее – *T. pyriformis*). Токсичность нитрита натрия исследована в остром, подостром и хроническом экспериментах на *T. pyriformis* по Инструкции [1].

T. pyriformis культивируется в инкубаторе при 25±0,1 ^{0}С. Дважды в неделю инфузории пересеваются из среда А (пептон 2 г, глюкоза 0,5 г, натрий хлористый 0,1 г, дрожжевой экстракт 0,1 г, дистиллированная вода до 1 л, pH 7,1) в среду Б (пептон 20 г, глюкоза 5 г, натрий хлористый 1 г, дрожжевой экстракт 1 г, дистиллированная вода до 1 л, pH 7,1). Рост *T. pyriformis* происходит с непостоянной скоростью: выделяются лаг-фаза (0–24 ч), логарифмическая (24–48 ч), замедленная (48–72 ч) и стационарная (72–96 ч) фаза роста. Совокупность фаз развития, пройдя которые популяция достигает максимальной численности, составляют ее жизненный цикл.

Изучение токсичности нитрита натрия осуществлялось на *T. pyriformis*, культивировавшейся в среде А (энергетическая ценность 10 ккал/мл) и среде Б (энергетическая ценность 100 кал/мл).

Острая и подострая токсичность нитрита натрия изучалась на популяции *T. pyriformis,* вступившей в стационарную фазу роста. Время экспозиции при определении острой токсичности 30 минут, подострой – 2 часа. Исследование осуществлялось трижды, в разные даты.

Пример подготовки проб нитрита натрия для определения острой и подострой токсичности. Активная кислотность растворов нитрита натрия без доведения pH равнялась 7,0. Раствор $NaNO_2$ концентрации 37,5 мг/мл вносили в десятимиллиметровые, приведенной в таблице 1. В пробы добавляли по 0,25 мл 72-часовой культуры *T. pyriformis* плотностью 405 000 организмов в 1 мл. Общий объем пробы составлял 1 мл. Содержание инфузорий в

пробе 100 000 организмов/мл. Концентрация $NaNO_2$ в пробах: 1, 5, 10, 15, 20, 30 мг/мл. Пробы без добавления нитрита натрия являлись контролем (далее – К). Пробы К–1, 1–1, 2–1, 3–1, 4–1, 5–1, 6–1 использованы для определения острой токсичности, пробы К–2, 1–2, 2–2, 3–2, 4–2, 5–2, 6–2 – для определения подострой токсичности нитрита натрия (таблица 1).

Таблица 1 – Подготовка проб для определения острой и подострой токсичности нитрита натрия на *Tetrahymena pyriformis*

№№ проб	К-во раствора $NaNO_2$ концентрированный 37,5 мг/мл, мл	К-во H_2O, мл	К-во 72-часовой культуры *T. pyriformis* 405000/мл, мл	Концентрация $NaNO_2$, мг/мл
К–1, К–2	–	1,0	0,25	0
1–1, 1–2	0,03	0,97	0,25	1
2–1, 2–2	0,17	0,83	0,25	5
3–1, 3–2	0,33	0,67	0,25	10
4–1, 4–2	0,50	0,50	0,25	15
5–1, 5–2	0,67	0,33	0,25	20
6–1, 6–2	1,00	0	0,25	30

Хроническая токсичность нитрита натрия исследовалась на развивающейся популяции на протяжении ее жизненного цикла. Каждая концентрация препарата исследовалась в четырех повторностях. Результаты оценивались на этапах интерфазной активности: через 24, 48, 72, 96 часов. Препарат исследовался в концентрациях от 0,25 до 1,5 мг/мл (таблица 2).

Таблица 2 – Приготовление растворов нитрита натрия для изучения хронической токсичности

Исходный раствор		H_2O, мл	Промежуточный раствор		Среда Б, мл	Рабочий раствор, мг/мл	№№ проб
мг/мл	мл		мг/мл	мл			
H_2O	–	1,0	–	–	9,0	0	К–1, К–1, К–3
100	0,5	до 20	2,5	1,0	9,0	0,25	1–1, 1–2, 1–3
100	1,0	до 20	5,0	1,0	9,0	0,50	2–1, 2–2, 2–3
100	1,5	до 20	7,5	1,0	9,0	0,75	3–1, 3–2, 3–3
100	2,0	до 20	10	1,0	9,0	1,0	4–1, 4–2, 4–3
100	3,0	до 20	15	1,0	9,0	1,5	5–1, 5–2, 5–3

Общепринятым в токсикологии методом пробит-анализа летальности организмов в остром и подостром экспериментах и угнетения генеративной функции инфузорий под действием нитрита натрия в хроническом эксперименте рассчитаны параметры острой, подострой и хронической токсичности нитрита натрия: DL_{16}, DL_{50}, DL_{84} (дозы препарата в мг/мл, вызывающие гибель 16, 50, 84 % организмов при остром и подостром воздействии), DE_{16}, DE_{16}, DE_{16} (дозы препарата в мг/мл, угнетающие генеративную функцию инфузорий в хроническом эксперименте на 16, 50, 84 %).

Коэффициент кумуляции при остром воздействии ($Ккум_{acuta}$) рассчитывали делением DL_{50} подострого эксперимента на DL_{50} острого эксперимента.

Коэффициент кумуляции при хроническом воздействии ($Ккум_{chronica}$) рассчитывали делением DE_{50}, определенной в стационарной фазе на DE_{50}, определенную в логарифмической фазе.

Z_{chr} – зона хронического действия, рассчитывалась делением средней смертельной дозы, определенной в остром эксперименте на дозу, угнетающей рост популяции на 50 % в стационарной фазе хронического эксперимента (DL_{50}/DE_{50}).

Отнесение нитрита натрия к классу опасности производили по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности [1].

Полученные экспериментальные данные по определению токсикологических параметров обработаны статистически с определением средней арифметической каждого вариационного ряда (X), среднеквадратичного отклонения (S), стандартной ошибки (m), коэффициента вариации (V) [2–3].

Результаты и их обсуждение. Картина интоксикации *T. pyriformis* нитритом натрия в среде Б в остром эксперименте характеризовалась отсутствием изменений в состоянии инфузорий в пробах, содержащих нитрит натрия в концентрации 1 мг/мл. Начиная с концентрации 5 мг/мл и выше, у инфузорий изменялась форма и характер движения, отмечалась гибель организмов, степень которой увеличивалась по мере увеличения концентрации препарата. Нитрит натрия в концентрации 30 мг/мл привел к 100 % летальности инфузорий в остром эксперименте.

В подостром эксперименте токсический эффект, проявлявшийся в появлении атипичных форм с измененным характером движения, наблюдался уже в пробах, содержащих нитрит натрия в концентрации 1 мг/мл. В пробах, содержащих нитрит натрия в концентрациях 5, 10, 15 мг/мл, летальность инфузорий составила 25, 36 и 68 % соответственно. Нитрит натрия в концентрации 20 мг/мл привел к 100 % гибели инфузорий при подостром воздействии.

Результаты статистической обработки параметров токсичности нитрита, полученных в остром и подостром экспериментах на *T. pyriformis* приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты первичной токсикологической оценки нитрита натрия на *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде Б

Параметры токсичности, мг/мл	Показатели					
	n	варианты	X	S	m	V, %
Острая токсичность						
DL_{16}	3	9,95; 10,10; 10,45	10,17	0,21	0,12	2,06
DL_{50}	3	13,39; 13,50; 14,55	13,81	0,67	0,38	4,85
DL_{84}	3	16,34; 17,00; 19,12	17,48	1,46	0,84	8,35
Подострая токсичность						
DL_{16}	3	4,08; 4,14; 4,32	4,18	0,14	0,08	3,35
DL_{50}	3	6,55; 6,62; 7,13	6,77	0,36	0,21	5,32
DL_{84}	3	8,80; 9,18; 10,32	9,43	0,79	0,46	8,38
$Ккум_{acuta}$	3	0,49; 0,49; 0,49	0,49	0	0	0

Анализ этих данных показывает, что отклонения вариант от средней величины находятся в пределах 2,06–8,38 % и составляют в среднем 5,38 %. Расчет пределов X±1S, X±2S, X±2m показал, что варианты параметров токсичности находятся, в основном, в пределах X±1S и X±2m. Это свидетельствует о правильности и воспроизводимости полученных результатов (таблица 3).

Нитрит натрия в концентрации 1,0 и 1,5 мг/мл вызвал 100 % угнетение генеративной функции инфузорий. В таблице 4 приведены результаты статистической обработки параметров хронической токсичности нитрита натрия для популяции *T. pyriformis* в логарифмической и стационарной фазе роста, произраставшей в среде Б, содержащей токсикант в концентрациях 0,25, 0,50, 0,75 мг/мл. Коэффициент вариации превышает 10 % только для DE_{16} в логарифмической и стационарной фазе роста (13,33 и 40 % соответственно). Значения DE_{50} и DE_{84} для остальных параметров хронической токсичности находятся в пределах X±1S, что свидетельствует о правильности исследований (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты исследования хронической токсичности нитрита натрия на *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде Б

Параметры токсичности, мг/мл	Показатели					
	n	варианты	X	S	m	V, %
Логарифмическая фаза роста						
DE_{16}	4	0,12; 0,15; 0,16; 0,17	0,15	0,02	0,01	13,33
DE_{50}	4	0,36; 0,36; 0,38; 0,40	0,38	0,02	0,01	5,26
DE_{84}	4	0,56; 0,58; 0,59; 0,60	0,58	0,02	0,01	3,39
Стационарная фаза роста						
DE_{16}	4	0,01; 0,02; 0,02; 0,03	0,02	0,008	0,004	40,00
DE_{50}	4	0,24; 0,25; 0,25; 0,25	0,25	0,006	0,003	2,40
DE_{84}	4	0,47; 0,47; 0,47; 0,48	0,47	0,006	0,003	1,28
$Ккум_{acuta}$	4	0,67; 0,67; 0,66; 0,62	0,66	0,02	0,01	3,03

По результатам токсикометрии в остром, подостром и хроническом экспериментах на *T. pyriformis*, культивировавшейся в стандартной среде с энергетической ценностью 100 ккал/мл, нитрит натрия является веществом средней токсичности с умеренно выраженными кумулятивными свойствами (3 класс токсичности) и широкой зоной хронического токсического действия (1 класс опасности) (таблица 5).

Таблица 5 – Основные параметры токсичности нитрита натрия по результатам оценки на *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде Б

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс опасности
Острая токсичность		
DL_{16}, мг/мл	10,17±0,12	–
DL_{50}, мг/мл	13,81±0,38	3
DL_{84}, мг/мл	17,48±0,84	–
Подострая токсичность		
DL_{16}, мг/мл	4,18±0,08	–
DL_{50}, мг/мл	6,77±0,21	–
DL_{84}, мг/мл	9,43±0,46	–
$Ккум_{acuta}$	0,49±0	3
Хроническая токсичность в логарифмической фазе роста		
DE_{16}, мг/мл	0,15±0,01	–
DE_{50}, мг/мл	0,38±0,01	–
DE_{84}, мг/мл	0,58±0,01	–
Хроническая токсичность в стационарной фазе роста		
DE_{16}, мг/мл	0,02±0,004	–
DE_{50}, мг/мл	0,25±0,003	3
DE_{84}, мг/мл	0,47±0,003	–
$Ккум_{chronica}$	0,66±0,01	4
$Z_{chronica}$	55,24	1

По результатам токсикометрии в остром и подостром экспериментах на *T. pyriformis*, культивировавшейся в стандартной среде с энергетической ценностью 10 ккал/мл, нитрит натрия также является веществом средней токсичности с умеренно выраженными кумулятивными свойствами (таблица 6). Однако токсичность его по величине DL_{50} (5,31 мг/мл) в 2,6 раза выше, чем токсичность нитрита натрия для *T. pyriformis*, культивировавшейся в среде Б (13,81 мг/мл) (таблицы 5–6).

Таблица 6 – Параметры острой и подострой токсичности нитрита натрия по результатам оценки на *Tetrahymena pyriformis*, культивировавшейся в среде А

Острая токсичность		
DL_{16}, мг/мл	0,25	–
DL_{50}, мг/мл	5,31±0,02 (в 2,6 раза)	3
DL_{84}, мг/мл	10,35	–

Продолжение таблицы 6

Подострая токсичность		
DL_{16}, мг/мл	0,35	–
DL_{50}, мг/мл	1,92±0,21	–
DL_{84}, мг/мл	3,49	–
$Ккум_{acuta}$	0,36	3

Полученные данные по токсикометрии нитрита натрия на *T. pyriformis* согласуются с литературными данными по токсикологической характеристике этого вещества [4–5].

Заключение. По токсикологическим параметрам, определенным в остром и подостром экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*, нитрит натрия является веществом средней токсичности с умеренно выраженными кумулятивными свойствами. По токсикологическим параметрам, определенным в хронических экспериментах на *Tetrahymena pyriformis*, нитрит натрия соответствует 1 классу опасности (чрезвычайно опасное соединение). Токсичность нитрита натрия находится в обратной зависимости от пищевой ценности питательной среды.

Литература

1. Инструкция по гигиенической оценке химических веществ, многокомпонентных смесей и полимерных материалов на Tetrahymena pyriformis / МЗ РБ : утв. 11.07.2002, № 20-0102 ; авт.-сост. А. С. Богдан. – Минск, 2002. – 63 с.

2. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц ; пер. с англ. – М. : Практика, 1998. – 459 с.

3. Прозоровский, В. Б. Статистическая обработка результатов фармакологических исследований / В. Б. Прозоровский // Психофармакол. биол. наркология. – 2007. – Т. 7. – № 3–4. – С. 2000 – 2120.

4. Хайруллин, Д. Д. Изучение острой токсичности натрия-нитрита на лабораторных животных / Д. Д. Хайруллин // Научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Актуальные проблемы ветеринарии». – Казань, 2007. – С. 80 – 82.

5. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень) : ГН 7–68 Н 98 / МЗ РБ : Республиканские санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. – Минск, 1998. – 84 с.

Поступила 14.06.2012

SODIUM NITRITE TOXIMETER ON *TETRAHYMENA PYRIFORMIS*

Bondaruk A.M., Bogdan A.S., Zhurihina L.N., Svintsilova T.N., Tsygankov V.G., Fedorenko E.V.

The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk

According to toxicological parameters defined in acute and subacute experiments on Tetrahymena pyriformis, sodium nitrite is a substance of medium toxicity with moderate cumulative properties. According to toxicological parameters defined in chronic experiments on Tetrahymena pyriformis, sodium nitrite corresponds to a hazard class (extremely dangerous compound).

Keywords: sodium nitrite, toxicity, *Tetrahymena pyriformis.*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИИ ПРИ ХИМИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ НПВС

Борисевич С.Н., Верховенко Т В., Федосенко А. Л.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Препараты группы нестероидных противовоспалительных средств (далее – НПВС) широко применяются населением, отпускаются в аптеке преимущественно без рецепта врача и нередко являются причиной острого отравления из-за передозировки. Отравления препаратами НПВС характеризуются симптоматикой, сходной с отравлениями некоторыми наркотиками, что затрудняет диагностику. Решающее значение в диагностике таких отравлений имеют результаты химико-токсикологического исследования, производимые в специализированных лабораториях. Метод микрокристаллоскопии дает возможность получить информацию о природе токсикантов в короткий срок при минимальном объёме образца, содержащего к тому же большое количество примесей. Нами осуществлен поиск условий микрокристаллоскопического определения шести препаратов этой фармакологической группы (анальгин, аспирин, индометацин, диклофенак, ибупрофен, напроксен). Кристаллы выразительной формы, имеющие аналитическое значение, получены для аспирина, индометацина и ибупрофена, что может быть использовано в химико-токсикологическом их исследовании.

Ключевые слова: химико-токсикологический анализ, микрокристаллоскопия, аспирин, индометацин, ибупрофен.

Введение. Препараты группы НПВС нередко являются причиной острого отравления. Они отпускаются в аптеке преимущественно без рецепта врача, широко применяются населением и вызывают отравления чаще всего из-за передозировки. По данным литературы, частота отравлений жаропонижающими и нестероидными противовоспалительными средствами составляет 23 % от всех случаев отравлений лекарствами [1–2]. Исход острого отравления зависит от того, насколько быстро будет поставлен диагноз, эффективно и целенаправленно

оказана медицинская помощь пострадавшему. Отравления препаратами группы НПВС характеризуются симптоматикой, сходной с отравлениями некоторыми наркотиками, что затрудняет клиническую диагностику. Решающее значение в диагностике таких отравлений имеют результаты химико-токсикологического исследования, производимые в специализированных лабораториях.

Медицинская и химическая составляющие диагностики острых отравлений тесно связаны между собой. Только с помощью химических методов можно произвести определение токсикантов в различных объектах и поставить окончательный диагноз отравления. При проведении химико-токсикологического анализа необходимо получить как можно больше информации о природе токсикантов в короткий срок при минимальном объёме образца, содержащего к тому же большое количество примесей (например, биологическая жидкость) [3].

Этим требованиям удовлетворяет метод микрокристаллоскопии, который используется в химико-токсикологических лабораториях как подтверждающий. Аналитическая ценность микрокристаллоскопических реакций состоит в простоте и быстроте их выполнения, наглядности микроскопической картины и высокой чувствительности, позволяющей идентифицировать минимальное количество исследуемого вещества. В литературе нами не найдена информация о применении метода микрокристаллоскопии в анализе препаратов группы НПВС [4–5].

Целью нашей работы явился поиск условий микрокристаллоскопического определения 6 препаратов этой группы (анальгин, аспирин, индометацин, диклофенак, ибупрофен, напроксен).

Материал и методы исследований. Исследования выполнены с использованием лекарственных субстанций анальгина, аспирина, индометацина, диклофенака, ибупрофена, напроксена по следующей методике: несколько кристаллов исследуемого препарата помещают на предметное стекло, прибавляют 1 каплю реактива и наблюдают в микроскоп форму кристаллов образующегося продукта. Наблюдения производились ex tempore, через 20 мин, 1 час и 24 часа. Среди препаратов исследуемой группы есть вещество основного характера (анальгин) и вещества кислотного характера, содержащие карбоксильную группу (аспирин, диклофенак, ибупрофен, индометацин, напроксен). В качестве реактивов на анальгин использовались раствор Люголя, перманганат калия, фосфорно-молибденовая кислота, нитропруссид натрия и др. Для веществ кислотного характера мы использовали их способность выделяться из концентрированных минеральных кислот (серной и азотной) в кристаллической форме.

Результаты и их обсуждение. Положительный результат получен для трех препаратов из исследуемых: аспирин (с конц.H_2SO_4 и конц.HNO_3), индометацин (с конц.HNO_3) и

ибупрофен (с конц.HNO_3). Другие препараты не дали кристаллов выразительной формы. Продукт взаимодействия аспирина с концентрированной серной кислотой дал кристаллы, представляющие собой единичные иглы и иглы, собранные в пучки (рисунок 1). В результате взаимодействия аспирина с концентрированной азотной кислотой были получены продолговатые призматические кристаллы преимущественно с односторонними концевыми гранями (рисунок 2). Продуктом взаимодействия ибупрофена с концентрированной азотной кислотой явилась совокупность крупных прозрачных кристаллов полигональной и кубической формы (рисунок 3). В результате взаимодействия индометацина с концентрированной азотной кислотой получены тонкие пластинки кубической формы (рисунок 4).

Размер и форма кристаллов не изменяются во времени. Реакции воспроизводимы и могут быть использованы в химико-токсикологическом анализе, в том числе при исследовании биожидкостей на наличие аспирина, ибупрофена и индометацина после проведения пробоподготовки.

Рисунок 1 – Кристаллы продукта взаимодействия аспирина с концентрированной серной кислотой

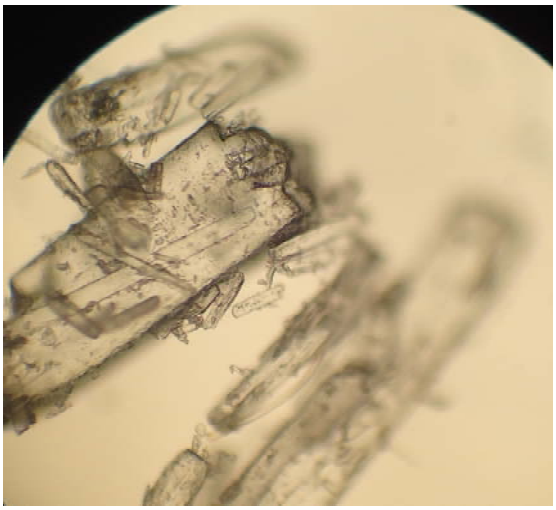


Рисунок 2 – Кристаллы продукта взаимодействия аспирина с концентрированной азотной кислотой

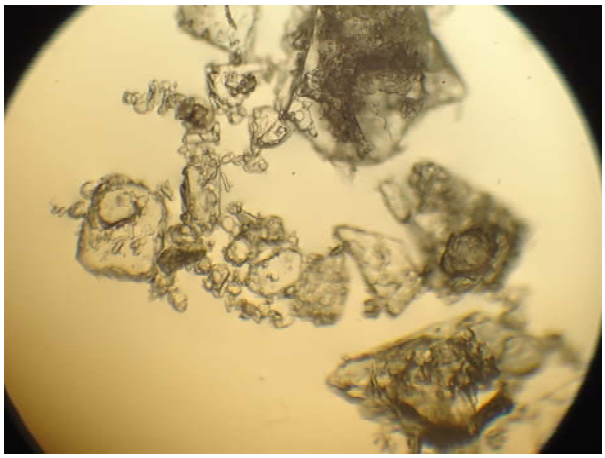


Рисунок 3 – Кристаллы продукта взаимодействия ибупрофена с концентрированной азотной кислотой

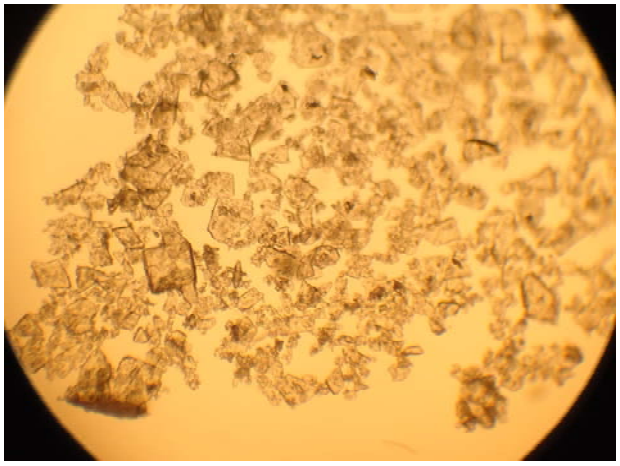


Рисунок 4 – Кристаллы продукта взаимодействия индометацина с концентрированной азотной кислотой

Заключение. Препараты группы НПВС нередко являются объектами химико-токсикологического анализа. В качестве подтверждающего в химико-токсикологических лабораториях используется метод микрокристаллоскопии. Нами предложена методика микрокристаллоскопического определения трех препаратов группы НПВС (аспирин, ибупрофен и индометацин), заключающаяся в выделении из концентрированных минеральных кислот их кислотных форм в кристаллическом виде. Реакции воспроизводимы и могут быть использованы в химико-токсикологическом анализе, в том числе при исследовании биологических жидкостей.

Литература

1. Клиническая токсикология детей и подростков / под ред. И. В. Марковой [и др.]. – СПб. : Интермедика, 1999. – 400 с.

2. Горошко, В. И. Поиск условий хроматографирования препаратов группы НПВС при их химико-токсикологическом исследовании. / В. И. Горошко, Д. А. Коржаль, С. Н. Борисевич // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены. – Минск : ГУ РНМБ, 2010. – Вып.16. – С. 310 – 313.

3. Борисевич, С. Н. Организация лабораторной диагностики острых отравлений: учеб.-метод. пособие / С. Н. Борисевич. – Минск: БГМУ, 2012. – 92 с.

4. Позднякова, В. Т. Микрокристаллоскопический анализ фармацевтических препаратов и ядов / В. Т. Позднякова. – Москва : Медицина, 1968. – 228 с.

5. Борисевич, С. Н. Методы лабораторной диагностики острых отравлений: учеб.-метод. пособие / С. Н. Борисевич. – Минск: БГМУ, 2010. – 64 с.

Поступила 12.06.2012

MICROCRYSTALLOSCOPICAL METHOD FOR CHEMICAL AND TOXICOLOGICAL STUDIES OF NSAID PREPARATIONS

Barysevitch S.N., Verkhavenka T.V., Fedasenka A.L.

The Belarusian State Medical University, Minsk

Medications of NSAIDs are often the objects of chemical and toxicological analysis. Microcrystoscopy is used as a confirmatory method in chemical and toxicological laboratory. We have suggested the determination of aspirin, ibuprofen and indomethacin using this method, involving the separation of reaction products in crystalline form with concentrated mineral acids. All the reactions are reproducible and can be used in chemical and toxicological analysis, including the research of bioliquids.

Keywords: chemical and toxicological research, microcrystalloscopy method, aspirin, ibuprophen, indomethacine.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОНУТРИЕНТОВ В ПИТАНИИ СТУДЕНТОВ

Дервоедов Д.Г., Абрамова А.Ю., Баран О.В., Бацукова Н.Л., Замбржицкий О.Н.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Исследовано фактическое питание у студентов УО «Белорусский государственный медицинский университет» (УО «БГМУ») на содержание кобальта, кремния, индол-

3-карбинола (И-3-К), селена и соответствие данных микронутриентов физиологическим нормам суточного потребления. Установлен недостаток в обеспечении организма студентов селеном.

Ключевые слова: фактическое питание, физиологическая норма суточного потребления, микроэлементозы, индол-3-карбинол, кобальт, кремний, селен, селенодефицит, селенометионин, профилактика селенодефицита.

Введение. Укрепление физического и психического здоровья молодежи республики необходимо для сохранения производительных сил общества. В настоящее время процесс обучения в УО «БГМУ» характеризуется разнообразием форм и методов обучения, высокой интенсивностью труда, внедрением новых технических средств и новых учебных технологий. Информационные и эмоциональные стрессы, сопровождающие обучение, негативно отражаются на здоровье студентов.

Рациональное, сбалансированное питание обеспечивает нормальный рост и развитие организма, определяет умственное и физическое развитие, оптимальное функционирование всех органов и систем, формирование иммунитета и адаптационных резервов организма. Одной из главных задач рационального и сбалансированного питания является оптимальное обеспечение организма человека необходимыми нутриентами. Существенным достижением нутрициологии в последние годы, в свете концепции оптимального питания, явились новые данные о биологической роли многих микронутриентов, которые ранее вообще не рассматривались в качестве факторов, необходимых для жизнедеятельности человека. В настоящее время для многих из них доказано участие в целом ряде метаболических процессов, а следовательно, и необходимость присутствия в рационе питания, например кобальта и кремния. Кобальт входит в состав витамина B_{12}, потенцирует всасывание железа в кишечнике и его использование в последующих процессах образования гемоглобина, активирует процессы роста, участвует в образовании инсулина. Кобальт тормозит синтез тироксина, положительно влияет на синтез мышечных белков, активирует активность одних ферментов (костная и кишечная щелочная фосфатаза, карбоксилазы, каталаза и др.) и угнетает активность других (цитохромоксидазы, сукцинатдегидразы). Кобальт необходим для нормальной деятельности поджелудочной железы.

Кремний в организме человека способствует всасыванию кальция и стимулирует рост костей, необходим для правильного формирования скелета, предупреждает развитие остеопороза, улучшает состояние кожи, ногтей, волос, стимулирует работу иммунной системы, уменьшает риск развития сердечнососудистых заболеваний, укрепляет кровеносные сосуды, хрящи и сухожилия, участвует в регуляции кровяного давления.

В нутрициологии существуют такие понятия как рекомендуемый уровень адекватного потребления и верхний допустимый уровень потребления нутриентов. Рекомендуемый уровень адекватного потребления – это уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, достаточный для удовлетворения потребностей в них конкретных групп здоровых лиц с учетом возраста и пола.

Верхний допустимый уровень потребления – наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на показатели состояния здоровья практически у всех лиц из общей (конкретной) популяции. По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает.

На основе принципов доказательной медицины получены принципиально новые данные в отношении биологической роли для человека так называемых минорных биологически активных веществ (флаваноиды, индолы, органические кислоты, экзогенные пептиды и др.). Дефицит этих и многих других биологически активных соединений, получаемых из пищевых растений, животных и одноклеточных микроорганизмов, приводит к снижению резистентности организма к неблагоприятным факторам окружающей среды (маладаптации), формированию иммунодефицитных состояний, нарушению функции систем антиоксидантной защиты, увеличению степени риска возникновения разнообразных заболеваний, снижению качества жизни и эффективности лечебных мероприятий.

Одной из важнейших функций индолов (например, индол-3-карбинола) является регуляция активности ферментов первой и второй фаз метаболизма ксенобиотиков и их протекторная роль в отношении некоторых форм онкологической патологии (предотвращает развитие гормонозависимых опухолей). Кроме этого, индол-3-карбинол обладает антиоксидантными свойствами и является мощным стимулятором натуральных процессов детоксикации организма, активизируя ферменты печени, а также является высокоэффективным веществом, укрепляющим иммунную систему организма.

Природным источником индол-3-карбинола являются овощи семейства крестоцветных: капуста цветная, редька, капуста Кале, капуста брокколи, белокочанная капуста, хрен, горчица.

Представителем эссенциальных микроэлементов, оказывающих существенное влияние на здоровье человека, является селен. Он участвует во многих метаболических процессах, регулирует синтез гормонов щитовидной железы, обладает радиопротекорным, **(радиопротекторным)** антиоксидантным, антимутагенным и детоксикационными свойствами [1].

Недостаток селена вызывает слабость, повышенную утомляемость, головокружение. При дефиците селена снижается функциональная активность щитовидной и поджелудочной желез, печени. Развиваются дисбактериоз, аллергозы, дистрофические изменения в мышцах, кардиомиопатия и др. [2].

Содержание селена в организме человека зависит от уровня его алиментарного потребления, которое тесно связано с распространением данного элемента в биосфере того региона, где он проживает. Содержание селена в почвах Беларуси незначительно — около 0,1 мг/кг, а в питьевой воде всего 0,35—0,85 мкг/л. К полноценным по содержанию селена водам относятся те, в которых концентрация этого микроэлемента достигает 10 мкг/л. Обеспеченность населения Республики Беларусь селеном находится на уровне ниже оптимального. Содержание селена в сыворотке крови человека при оптимальной обеспеченности организма составляет 120—130 мкг/л. Жители некоторых регионов республики по уровню содержания селена в сыворотке крови могут быть охарактеризованы как имеющие субоптимальную обеспеченность (90—120 мкг/л) или легкую форму недостаточности (70—90 мкг/л) селена [3].

Обмен селена в организме тесно связан с обменом такой незаменимой аминокислоты как метионин. Животные организмы не способны напрямую синтезировать селенометионин, однако количество его, включаемого в состав животных белков, в значительной степени зависит от количества, поступающего с пищей метионина, хотя механизм этого влияния пока до конца не выяснен. Таким образом, при недостаточном поступлении животного белка (или животных белков бедных метионином) организм может испытывать селеновый голод, даже при адекватном поступлении этого микроэлемента с пищей [4].

Цель работы — исследовать обеспеченность селеном студентов УО «БГМУ» с учетом оценки их фактического питания на содержание животного белка, дать количественную оценку фактического питания студентов-медиков на содержание индол-3-карбинола и соответствие физиологической норме суточного потребления и количественную оценку фактического потребления студентами кобальта и кремния, как нутриентов.

Материалы и методы исследований. Изучение фактического питания студентов УО «БГМУ» для установления обеспеченности селеном выполнено с помощью метода 24-х часового воспроизведения питания с использованием таблиц химического состава продуктов [5]. В процессе работы были получены данные от 644 респондентов в возрасте 19—25 лет (144 юношей и 500 девушек).

Изучено содержание индол-3-карбинола, кобальта и кремния в рационах питания 650 студентов (150 юношей и 500 девушек) 2–5 курсов БГМУ в возрасте от 19 до 25 лет при помощи исследования 650 меню-раскладок, составленных методом 24-часового воспроизведе-

ния питания с использованием данных содержания И-3-К в растительных продуктах [6], для кобальта и кремния – с использованием таблиц химического состава пищевых продуктов [5]. Оценку обеспеченности питания студентов индол-3-карбинолом, кобальтом и кремнием осуществляли исходя из действующих в настоящее время норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения на территории Российской Федерации, т.к. в Республике Беларусь нормирование изучаемого минорного биологически активного соединения не введено [7,8].

Результаты исследований статистически обработаны с использованием программного обеспечения «StatSoft STATISTICA 8.0» и «MicroSoft OFFICE EXCEL 2007».

Результаты и их обсуждение. Усвоение селена связано с содержанием метионина в пищевом рационе. Оценку обеспеченности селеном мы осуществляли в двух направлениях: оценка поступления селена в организм с пищей и оценка обеспеченности суточного рациона животным белком (норма физиологической потребности в животном белке при коэффициенте физической активности 1,6 для мужчин 44 г, для женщин — 36 г) [9].

Выявлено, что суточный рацион питания юношей содержит 39,66±3,35 мкг селена ($p<0,05$), что ниже нормы потребления примерно в 1,75 раза, а девушек в среднем — 27,26±1,33 мкг в сутки ($p<0,05$), что также ниже физиологической нормы примерно в 2,22 раза. Из числа обследованных недостаток в селене испытывают 90,97% юношей и 96,00% девушек (рисунок 1).

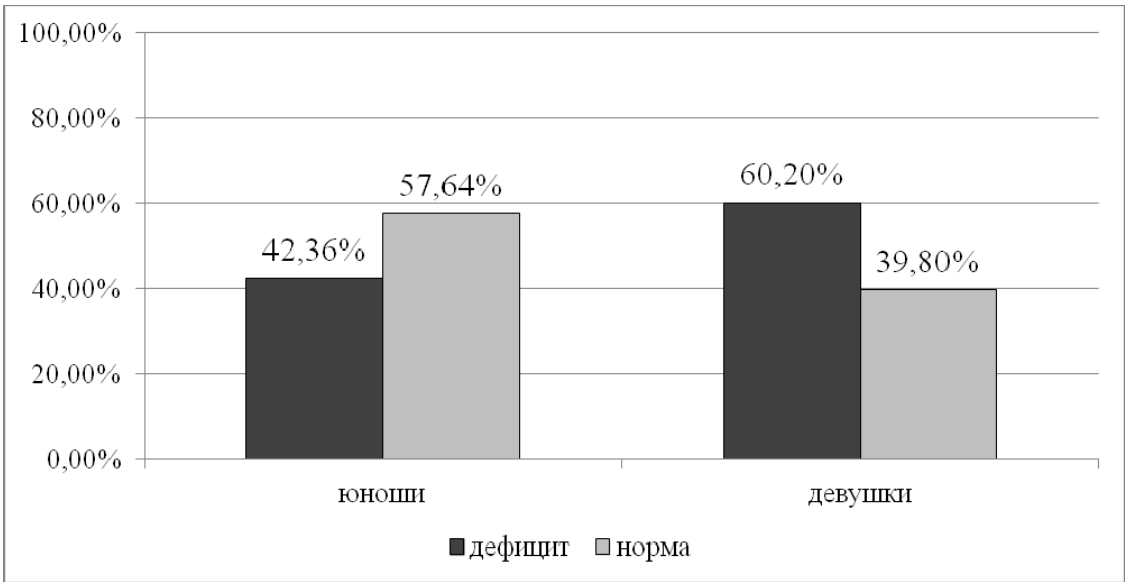


Рисунок 1 – Структура потребления селена юношами и девушками

Оценка обеспеченности студентов животным белком показала, что среднесуточное потребление юношами животного белка составляет 50,95±4,14 г (*p<0,05*), что превышает норму потребления. Девушки получают с пищей в среднем 34,39±1,57 г (*p<0,05*) животного белка, что незначительно ниже нормы. Из числа обследованных дефицит по животному белку в питании испытывают 42,36% юношей и 60,20% девушек (рисунок 2). Следует отметить, что основную часть животного белка респонденты получали с молоком, молочными продуктами и колбасными изделиями. Данные продукты относительно бедны метионином, а значит, белок этих продуктов не является достаточным селенсберегающим фактором в организме человека.

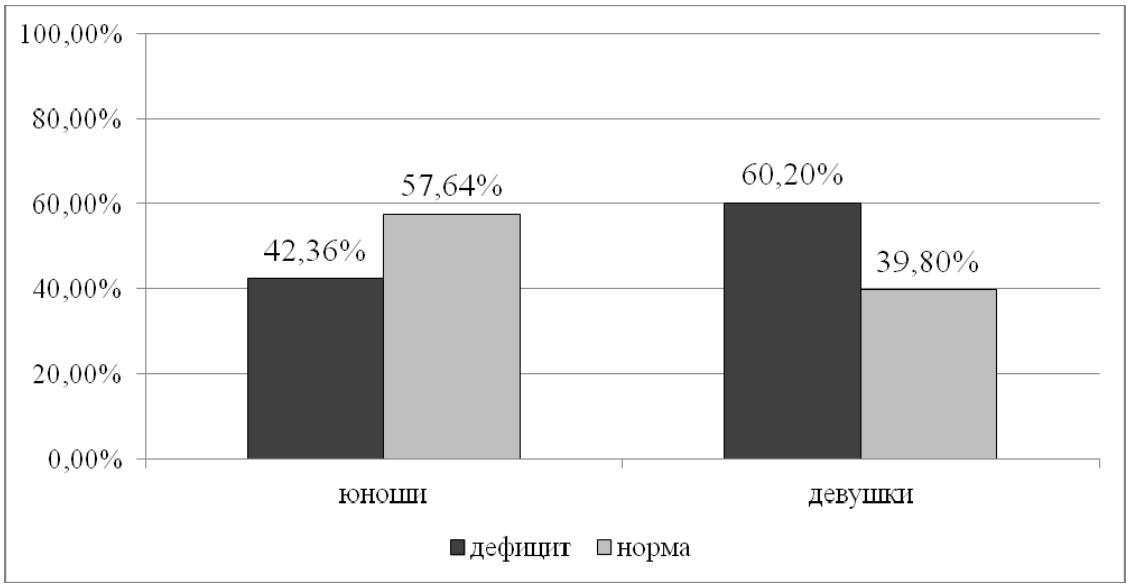


Рисунок 2 – Структура потребления животного белка юношами и девушками

В таблице 1 приведены данные содержания индол-3-карбинола в фактическом питании студентов, а на рисунке 3 - распределение потребления индол-3-карбинола студентами.

Таблица 1 – Суточное потребление индол-3-карбинола студентами

Биологически активное соединение	Рекомендуемый уровень потребления	Верхний допустимый уровень потребления	Девушки	Юноши
Индол-3-карбинол	50 мкг/сут	300 мкг/сут	132,5±14,86	114,53±14,53

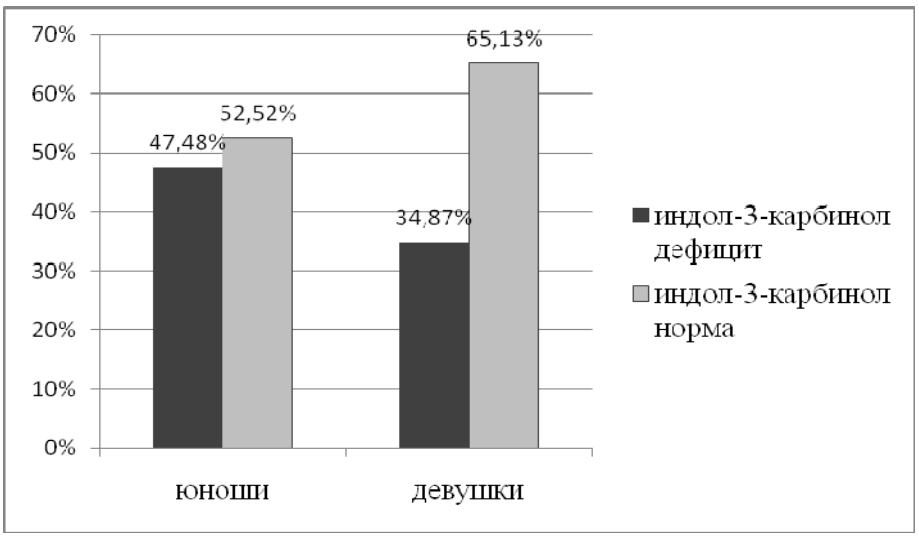


Рисунок 3 – Распределение потребления индол-3-карбинола студентами

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что 47,48 % девушек и 34,87 % юношей не получают достаточного количества И-3-К. Достижение суточной нормы (50 мкг) предполагает употребление большой порции крестоцветных овощей и в дополнение к овощам И-3-К в виде биологически активных добавок.

Изучено суточное потребление кобальта и кремния (таблица 2), а также получены данные о распределении потребления Co и Si студентами (рисунки 4 и 5).

Таблица 2 – Суточное потребление Co и Si студентами

Микроэлемент	Суточная норма	Девушки	Юноши
Co	10 мкг/кг	31.64±7.64	51.52±4.77
Si	30 мг/кг	54.39±5.88	91.4±5.95

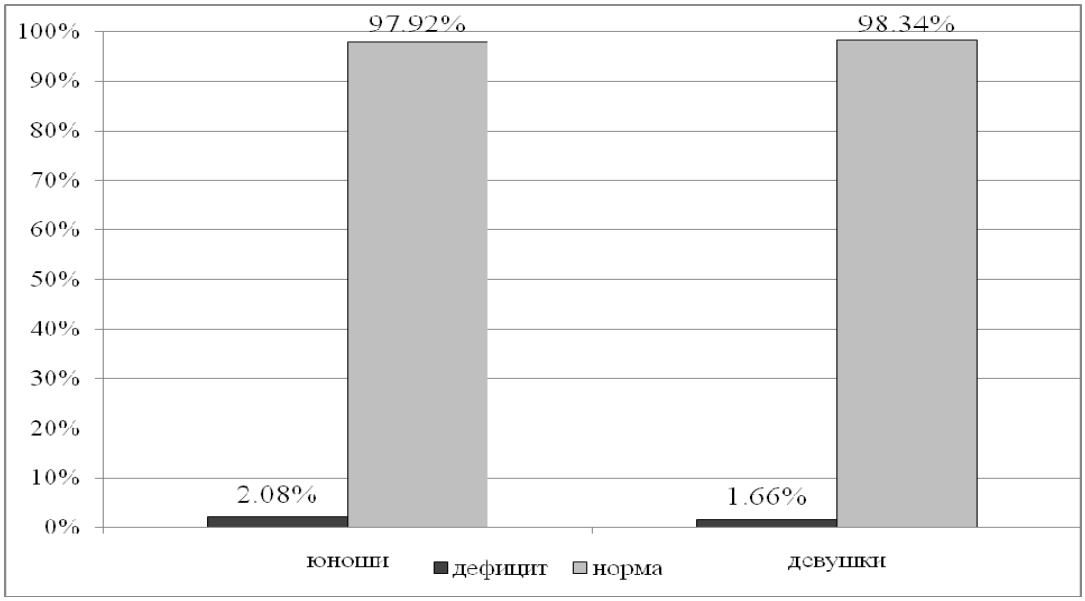


Рисунок 4 – Распределение потребления Co студентами

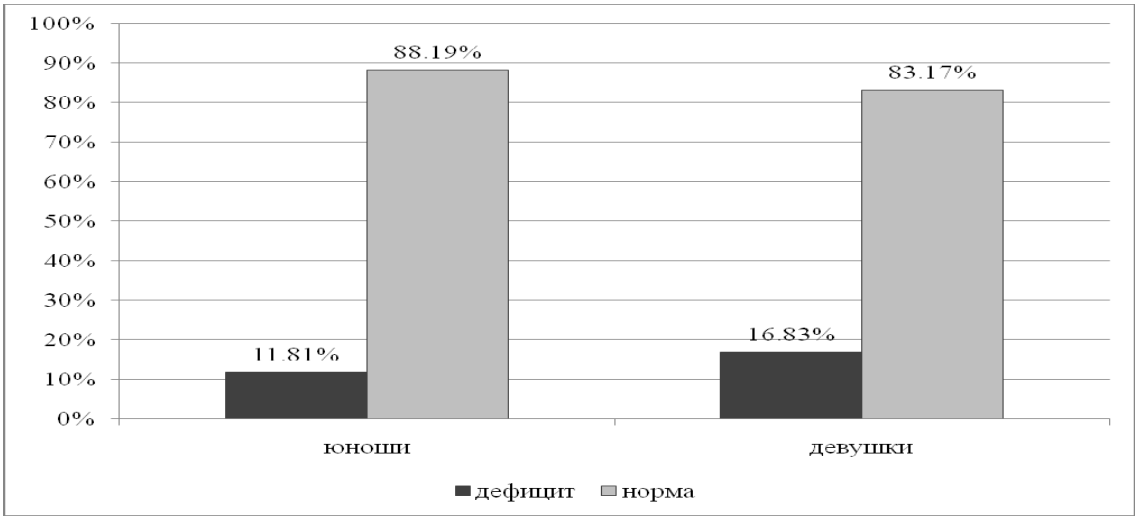


Рисунок 5 – Распределение потребления Si студентами

Установлено, что большая часть студентов потребляет физиологическую норму кобальта (97,9% - юноши и 98,3% - девушки) и кремния (88,2% - юноши и 83,1% - девушки). Студентам, чьи показатели оказались ниже нормы, следует произвести коррекцию своего пищевого рациона. Рекомендуется включать в рацион продукты, богатые кобальтом и кремнием.

Заключение. На основании исследования обеспеченности студентов УО «БГМУ» изученными микронутриентами (селен, индол-3-карбинол, кобальт, кремний) и определения соответствия физиологической норме суточного потребления и количественной оценки фактического потребления установлено наличие выраженного дефицита селена, недостаточное поступление индол-3-карбинола, требующее коррекции, соответствие физиологическим нормам потребление кобальта и кремния.

Для обеспечения адекватного, рационального и сбалансированного питания студентов можно рекомендовать:

– Для увеличения поступления индол-3-карбинола употребление большой порции крестоцветных овощей (например, необходимо ежедневно съедать половину кочана капусты белокочанной) и принимать в дополнение к овощам И-З-К в виде биологически активных добавок, таких как: «Индол-3-Карбинол», «Супер Индол», «Индогрин», «Индол плюс» и т.д.

– Для коррекции пищевого рациона при недостаточном поступлении кобальта рекомендуется включать в рацион питания продукты богатые кобальтом: мясо кальмара, треску и печень трески, рыбные консервы, томатную пасту, крупу манную и пшеничную, печень говяжью, мясо кролика, фундук, плоды груши, яйца куриные, чеснок, говядину; болгарский перец, нечищеный картофель, свеклу, редьку, редис, лук, топинамбур, крупы, минеральную воду. Для повышения потребления кремния - морские водоросли.

Проблема селенодефицита требует принятия государственных мер по селенизации продуктов питания, в частности, принятие государственных программ по селенизации минеральных удобрений и обогащению продуктов селеном (особенно животного происхождения, например, яиц, молока, молочных продуктов); внедрение продуктов богатых селеном, а также искусственно обогащенных данным микроэлементом в сферу общественного питания и организованных коллективов, а также усиление роли работы по формированию здорового образа жизни по адекватному, рациональному, сбалансированному питанию.

Литература

1. Селен в организме человека / В. А. Тутельян [и др.]. – М. : Изд-во РАМН. – 2002. – 224 с.
2. Жаворонков, А. А. Микроэлементозы. Новый класс болезней человека, животных и растений/ А. А. Жаворонков, Л. М. Михалева, А. П. Авцын // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – М. : Наука, 1999. – С. 183 – 199.
3. Зайцев, В. А. Исследование селенового статуса жителей некоторых регионов Республики Беларусь / В. А. Зайцев, З. Т. Бутько, Л. С. Ивашкевич // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / ГУ «Респ. науч.-практ. центр гигиены»; гл. ред. С. М. Соколов. – 2005. – Вып. 6. – С. 539 – 542.
4. Цикуниб, А. Д. Диетопрофилактика недостаточности селена / А. Д. Цикуниб, С. А. Завгородний // Гигиена и санитария. – 2011. – № 1. – С. 66 – 68.
5. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы: в 2 ч. / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-е изд. – М. : Агропромиздат, 1987. – Ч. 2. – 360 с.
6. Режим доступа: www.nsp.kharkov.ua. – Дата доступа: 24.05.2012.
7. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации МР 2.3.1.2432.-08. – М., 2008. – 39 с.
8. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: метод. рекомендации МР 2.3.1. 1915-04. – М., 2004. – 33 с.
9. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы. Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь : утв. постановлением МЗ РБ № 16 от 14.03.2011.

Поступила 15.06.2012

STUDY OF MICRONUTRIENTS IN STUDENTS' DIET

Dervoedov D.G., Abramova A.Yu., Baran O.V., Batsukova N.L., Zambrzhitsy O.B.
The Belarusian State Medical University, Minsk

The actual diet of BSMU students on the content of cobalt, silicon, indole-3-carbinol, selenium, and compliance with these micronutrients to physiological norms of daily intake has been studied. It has been found the selenium deficiency in the diet which requires taking action for its compensation in the diet of the population of the Republic of Belarus.

Keywords: actual diet, physiological norm, daily intake, indole-3-carbinol, cobalt, silicon, selenium deficiency, selenimethionine, selenium deficiency prevention.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Дудчик Н.В., Трешкова Т.С., Ушкова Л.Л., Грищенкова Т.В.
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В работе представлены основные результаты сравнительных испытаний методов молекулярно-генетического и бактериологического анализа *Listeria monocytogenes, Salmonella,* энтерогеморрагической *Escherichia coli (EHEC)*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter sakazakii, Staphylococcus aureus* в различных образцах продовольственного сырья и пищевых продуктов; проанализированы операционные характеристики используемых методических подходов.

Ключевые слова: пищевые продукты, патогенные микроорганизмы, полимеразная цепная реакция, культуральные методы.

Введение. Микробиологические риски и болезни пищевого происхождения представляют собой важную проблему в области здравоохранения, которая становится все более и более актуальной в связи с тем, что изменение свойств микроорганизмов в условиях развитого индустриального производства и антропогенного воздействия на окружающую среду привело к усилению патогенного потенциала некоторых видов бактерий, появлению новых или эволюционно измененных возбудителей заболеваний с пищевым путем передачи (эмерджентных пищевых патогенов). В свете современных концепций микроорганизмы *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *EHEC*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter sakazakii, Staphylococcus aureus* характеризуются экологическим своеобразием, детерминированностью источников

выделения и по частоте обнаружения являются доминирующими среди обширной группы возбудителей пищевых зоонозов и антропонозов [1].

Аналитический обзор существующих методов исследования патогенных микроорганизмов включает не только их детальные характеристики, но и может служить отправной точкой при выборе наиболее эффективных и адекватных схем микробиологического анализа. Методы диагностики пищевых патогенных микроорганизмов, основанные на изучении фенотипических свойств, не могут обеспечить их адекватное выявление и идентификацию из таких сложных аналитических матриц, как продовольственное сырье и пищевые продукты. Современные подходы к организации системы обеспечения безопасности пищевых продуктов требуют детального исследования не только фенотипических, но и генотипических особенностей патогенных микроорганизмов [2–5]. Это обосновывает необходимость разработки новых подходов в системе санитарно-эпидемиологического контроля продовольственного сырья и пищевых продуктов, в том числе на основе создания и внедрения высокочувствительных и эффективных методов микробиологического и молекулярно-генетического анализа.

Цель исследований: провести апробацию традиционных культуральных методов анализа патогенных микроорганизмов и ПЦР-анализа на различных образцах продовольственного сырья и пищевых продуктов и проанализировать операционные характеристики используемых методических подходов.

Материалы и методы исследований. Для оценки эффективности предложенной схемы проводили искусственную контаминацию продовольственного сырья и пищевых продуктов (мясо кур и субпродуктов, говядина, свинина, полуфабрикаты мясные рубленные, молоко и молочные продукты, смеси сухие молочные для детского питания, яйца) следующими штаммами микроорганизмов*: Salmonella paratyphi* ATCC 9150 (10^2 КОЕ/мл), *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 (10^2 КОЕ/мл), *Shigella flexnery* ATCC 12022 (10^2КОЕ/мл), *Shigella sonne* (10^2 КОЕ/мл), *E.coli* K-12 RS 5064 ВКПМ B-4310 (10^2 КОЕ/мл), *Listeria monocytogenes* NCTC 7973 (10^2 КОЕ/мл), *Escherichia coli (O157:H7)* NCTC 12900 (10^2 КОЕ/мл), *Campylobacter jejuni* ATCC 29428 (10^2 КОЕ/мл), *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048 (10^2 КОЕ/мл), *Citrobacter freundii* ATCC 8090 (10^2 КОЕ/мл), *Shigella flexnery* ATCC 12022 (10^2 КОЕ/мл). *Enterobacter sakazakii* ATCC 51329 (10^2КОЕ/мл), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (10^2КОЕ/мл), *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 (10^2КОЕ/мл), *Micrococcus luteus* ATCC 10240 (10^2КОЕ/мл), *Rhodococcus equi* ATCC 6939 (10^2КОЕ/мл).

Для выявления бактерий в продуктах питания использовали традиционные культуральные методы и метод полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Выявление бактерий рода *Salmonella spp.* с применением культуральных методов проводили в соответствии с протоколами исследования по ISO 6579:2002 «Микробиология

пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения сальмонеллы», выявление бактерий рода *Listeria monocytogenes* - по ISO 11290-1:1996(E). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения и подсчета *Listeria monocytogenes*. Часть 1. Метод детектирования, ISO 11290-2:1998(E). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод обнаружения и подсчета *Listeria monocytogenes*. Часть 2. Метод подсчета; выявление бактерий *Escherichia coli (O157:H7)* – по ИСО 16649-1. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета бетаглюкуронидаза-положительных *Escherichia coli* (кишечная палочка). Часть 1. ИСО 16649-2:2001. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета бетаглюкуронидазаположительных *Escherichia coli* (кишечная палочка). Часть 2. Выявление бактерий *Campylobacter jejuni* в соответствии с протоколами исследования в соответствии с МУК 4.2.2321-08 «Методы определения бактерий рода *Campylobacter* в пищевых продуктах»; выявление бактерий *Enterobacter sakazakii* – по ИСО/ТС 22964:2006. Молоко и молочные продукты. Выявление бактерий *Enterobacter sakazakii;* выявление бактерий *Staphylococcus aureus* – по ИСО 6888-1:1999. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета коагулазоположительных стафилококков (*Staphylococcus aureus* и другие виды). Часть 1. Метод с применением агаровой среды Байрд-Паркер., ИСО 6888-2:1999. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальный метод подсчета коагулазо-положительных стафилококков (*Staphilococcus aureus* и другие виды). Часть 2. Метод с применением агаровой среды фибриногена плазмы кролика.

Выявление микроорганизмов в продуктах питания методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией проводили в несколько этапов. На первом этапе выделяли ДНК из исследуемых образцов после первичного обогащения, затем проводили ПЦР-амплификацию участка ДНК данного микроорганизма и гибридизационно-флуоресцентную детекцию непосредственно в ходе ПЦР.

Экстракцию ДНК из исследуемого материала проводили с использованием набора реагентов «SureFood®PREP Bacteria» (R-Biopharm, Германия) в присутствии внутреннего контрольного образца, который позволил контролировать выполнение процедуры исследования для каждого образца. Пробы ДНК использовали для амплификации участка ДНК перечисленных выше возбудителей при помощи специфичных праймеров и фермента Taq-полимеразы. В составе реакционной смеси присутствовали флуоресцентно-меченные олигонуклеотидные зонды, которые гибридизировались с комплементарным участком амплифицируемой ДНК-мишени, в результате чего происходило нарастание интенсивности флуорес-

ценции. Это позволяло регистрировать накопление специфичного продукта амплификации путем измерения интенсивности флуоресцентного сигнала. Детекцию флуоресцентного сигнала осуществляли непосредственно в ходе ПЦР с помощью амплификатора с системой детекции результатов в режиме «реального времени» (Rotor Gene 6000, Corbett Research).

Исследования выполнялись в соответствии с Инструкциями по применению наборов реагентов для выявления микроорганизмов в продуктах питания методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией «АмплиСенс *Salmonella spp.* – FL», «АмплиСенс® EHEC-FL», «АмплиСенс *Campylobacter spp.* – FL», «АмплиСенс *Cronobacter sakazakii* – FL» (Российская Федерация), а также с Инструкциями по применению наборов реагентов «SureFood *Staphylococcus aureus»*, «SureFood *Listeria monocytogenes»* (R-Biopharm, Германия).

Результаты интерпретировали следующим образом:

положительные – выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они были действительно добавлены (П);

отрицательные – не выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они действительно не были внесены (О);

ложноположительные – выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они не были действительно добавлены (ЛП);

ложноотрицательные – не выявлены микроорганизмы в пробах, в которые они действительно были внесены (ЛО).

Высчитывали точность, чувствительность и специфичность для каждого метода определения по приведенным ниже формулам:

$$\text{Точность} = \frac{П+О}{П+ЛП+О+ЛО} \quad (1)$$

В данном случае точность показывает возможность используемого метода детектировать пробы, действительно содержащие изучаемые микроорганизмы, как положительные, а пробы действительно не содержащие изучаемые микроорганизмы, как отрицательные.

$$\text{Чувствительность} = \frac{П}{П+ЛО} \quad (2)$$

В данном случае чувствительность показывает возможность используемого метода детектировать пробы, действительно содержащие изучаемые микроорганизмы, как положительные.

$$\text{Специфичность} = \frac{О}{О+ЛП} \quad (3)$$

В данном случае специфичность показывает возможность используемого метода детектировать пробы, не содержащие изучаемые микроорганизмы, как отрицательные.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований по оценке точности, чувствительности и специфичности определения патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа представлены в таблицах 1–6.

Таблица 1 – Сравнительная оценка эффективности определения *Salmonella spp* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,76	0,97	0,76	0,98	0,92	1,0
Говядина – сырье	15	0,74	0,96	0,74	0,98	0,90	1,0
Свинина – сырье	10	0,78	0,96	0,74	0,98	0,90	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,72	0,97	0,72	0,98	0,80	1,0
Яйца	20	0,72	0,97	0,74	0,98	0,82	1,0
Молоко и молочные продукты	40	0,74	0,96	0,78	0,98	0,90	1,0

Таблица 2 – Сравнительная оценка эффективности определения *L. monocytogenes* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,78	0,97	0,76	0,98	0,92	1,0
Говядина – сырье	15	0,76	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0
Свинина – сырье	10	0,76	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,74	0,97	0,72	0,98	0,80	1,0
Молоко и молочные продукты	40	0,68	0,96	0,78	0,98	0,86	1,0

Таблица 3 – Сравнительная оценка эффективности определения энтерогеморрагических *E.coli (EHEC)* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,80	0,97	0,76	0,98	0,86	1,0
Говядина – сырье	15	0,78	0,98	0,76	0,98	0,84	1,0
Свинина – сырье	10	0,82	0,98	0,76	0,98	0,84	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,78	0,97	0,74	0,98	0,80	1,0
Молоко и молочные продукты	40	0,72	0,98	0,80	0,98	0,82	1,0

Таблица 4 – Сравнительная оценка эффективности определения *Campylobacter jejuni* в пищевых продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Мясо кур и субпродуктов	40	0,74	0,97	0,74	0,98	0,67	1,0
Говядина – сырье	15	0,70	0,94	0,70	0,98	0,65	1,0
Свинина – сырье	10	0,70	0,94	0,70	0,98	0,64	1,0
Полуфабрикаты мясные	20	0,68	0,95	0,72	0,98	0,67	0,98

Таблица 5 – Сравнительная оценка эффективности определения *E.sakazakii* в сухих молочных смесях с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Сухие молочные смеси	100	0,72	0,98	0,70	0,98	0,86	1,0

Таблица 6 – Сравнительная оценка эффективности определения *S. aureus* в молоке и молочных продуктах с применением традиционных культуральных методов и ПЦР-анализа

Объект исследования	Кол-во	Точность		Чувствительность		Специфичность	
		Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР	Культуральный	ПЦР
Молоко – сырье	20	0,75	0,98	0,72	0,98	0,94	1,0
Сухие молочные смеси	20	0,72	0,98	0,70	0,98	0,86	1,0
Сыры	20	0,76	0,96	0,76	0,98	0,88	1,0
Творог	20	0,75	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0
Творожные продукты	20	0,74	0,96	0,74	0,98	0,88	1,0

Таким образом**,** результаты, представленные в таблицах 1–6, показали высокую специфичность (100 %), а также наибольшую чувствительность в отношении ПЦР-анализа. Сопоставление результатов ПЦР-анализа и культурально-биохимических методов показало, что применение ПЦР на этапе идентификации позволяет повысить диагностическую достоверность исследования за счет снижения числа ложноположительных и ложноотрицательных результатов.

Результаты исследований подтвердили высокую эффективность метода ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией в реальном времени для выявления эмерджентных патогенных микроорганизмов. Показано, что применение данного метода позволяет не только повысить эффективность проводимого контроля, но и обеспечивает получение достоверных и сопоставимых результатов при существенном сокращении времени проведения анали-

за. Кроме того, применение ПЦР при микробиологическом контроле пищевых продуктов позволяет снизить трудоемкость исследований и улучшить качество проводимых анализов, а также обеспечивает ускорение проведения анализов в 2 – 3 раза за счет сокращения длительности предварительных этапов обогащения исследуемых образцов без снижения уровня чувствительности, точности и специфичности метода.

Литература

1. Ефимочкина, Н. Р. Эмерджентные бактериальные патогены в пищевой микробиологии / Н. Р. Ефимочкина. – М. : Изд-во РАМН, 2008. – 256 с.

2. Stewart, G. C. Staphylococcus aureus. Foodborne Pathogens / G. C. Stewart // Microbiology and Molecular Biology. Horizon Scientific Press – 2008.

3. Nachamkin, I. Campylobacter Infections. Foodborne Pathogens / I. Nachamkin / Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. – 2005.

4. Paoli, C. Listeria monocytogenes. Foodborne Pathogens / C. Paoli // Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. – 2005.

5. Andrews, P. Salmonella spp. Foodborne Pathogens / P. Andrews // Microbiology and Molecular Biology. Caister Academic Press. – 2005.

Поступила 04.07.2012

MOLECULAR–BIOLOGICAL METHODS FOR PATHOGEN MICROORGANISMS' IDENTIFICATION IN FOOD

Dudchik N.V., Treshkova T.S., Ushkova L.L., Grishchenkova T.V.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

The objectives of this study are to compare different methods (culture, real-time PCR-based) with respect to sensitivity, precision and accuracy. The performances of *Listeria monocytogenes, Salmonella, EHEC*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter sakazakii, Staphylococcus aureus* detection methods have been evaluated. The PCR assay is proved to be a highly specific and sensitive method for detecting food pathogens and the incorporation of a routine PCR test with standard culture techniques could be effective in providing the more accurate profile of the prevalence of these pathogens.

Keywords*:* food, pathogens, polymerase chain reaction, culture methods.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Журихина Л.Н., Богдан А.С., Ивко Н.А., Цыганков В.Г., Бондарук А.М.,
** Колосовская Л.С., * Севастей Л.И.*
Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск
** Государственное предприятие «Белтехнохлеб», г. Минск*

Реферат. Обогащенные хлебобулочные изделия для спортсменов циклических, сложнокоординационных и скоростно-силовых видов спорта по своему составу соответствуют особенностям метаболизма в этих видах спорта. Содержание биологически активных веществ в суточной порции обогащенных хлебобулочных изделий не превышает верхнего допустимого уровня суточного потребления этих соединений, что соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам специализированного назначения.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия специализированного спортивного питания, пищевая и биологическая ценность, биологически активные вещества.

Введение. Одним из существенных факторов восстановления в общей системе подготовки спортсменов высшей квалификации является организация питания с использованием специализированных пищевых продуктов. Такое питание должно способствовать профилактике и коррекции перенапряжения организма, повышению физической и психической работоспособности, регуляции массы тела, мобилизации резервных возможностей организма в экстремальных условиях (тренировочный процесс, соревнования) [1]. Специализированные продукты питания могут быть в виде традиционных пищевых продуктов (хлеб, молоко, кисломолочные продукты и другие), обогащенных витаминно-минеральными комплексами, фитокомпозициями (далее – ФК) или другими биологически активными добавками к пище, а также в виде сбалансированных нутриентов.

Осуществлена оценка обогащенных хлебобулочных изделий, предназначенных для использования в питании спортсменов, на соответствие гигиеническим требованиям, предъявляемым к специализированным пищевым продуктам для спортсменов [2], на этапе их разработки государственным предприятием «Белтехнохлеб».

Материалы и методы исследований. Исследованы хлебобулочные изделия для спортсменов циклических видов спорта, обогащенные фитокомпозицией ФК-Ц; сложнокоординационных видов спорта, выработанные с использованием фитокомпозиции ФК-СК; скоростно-силовых видов спорта, выработанные с использованием ФК-СС. Контролем являлись хлебобулочные изделия, выработанные по тем же технологиям, но без фитокомпозиций.

Пищевая ценность хлебобулочных изделий оценивалась по содержанию основных нутриентов (белки, жиры, углеводы) и энергетической ценности в соответствии с потребностью в пищевых веществах и энергии спортсменов циклических, сложнокоординационных и скоростно-силовых видов спорта [3]. Биологическую ценность хлеба определяли химическим методом, который состоит в сравнении аминокислотного состава белка хлеба с аминокислотным составом «идеального» шкалы ФАО/ВОЗ. Этот методический прием получил название аминокислотного скора (далее – АКС). Суть метода состоит в том, что АКС каждой незаменимой аминокислоты (далее – АК) в стандартном белке принимают за 100 %, а в исследуемом белке определяют % соответствия. АКС рассчитывали тремя способами: по лимитирующей аминокислоте (далее – АКл); по сумме критических аминокислот (далее – АКкр) – метионина, лизина, треонина; по сумме незаменимых аминокислот (далее – АКн).

В хлебобулочных изделиях определено фактическое содержание тиамина, рибофлавина и ниацина. Содержание тиамина определяли флюорометрическим методом, основанным на окислении тиамина в щелочной среде железосинеродистым калием с образованием сильно флюоресцирующего в ультрафиолетовом свете тиохрома (максимум возбуждения при 365 нм, максимум флюоресценции при 436 нм). Интенсивность флюоресценции тиохрома прямо пропорциональна содержанию тиамина [4]. Содержание рибофлавина определяли люмифлавиновым методом, основанным на использовании свойства рибофлавина при облучении в щелочной среде переходить в люмифлавин, интенсивность флюоресценции которого измеряют после его извлечения хлороформом при 440–500 нм [4]. В основе метода определения ниацина лежит реакция, протекающая в две стадии. Первая стадия – реакция взаимодействия пиридинового кольца никотиновой кислоты с бромистым роданом (цианом), вторая стадия – образование окрашенного глутаконового альдегида в результате взаимодействия с ароматическими аминами. Интенсивность окраски образующегося соединения, прямо пропорциональная количеству ниацина, измеряется колориметрически [4].

Хлебобулочные изделия исследованы на соответствие гигиеническим требованиям по содержанию биологически активных веществ в составе обогащающей фитокомпозиции (витамины, селен, биологически активные вещества растений) с учетом суточного потребления хлеба. Учитывались рекомендуемые уровни потребления биологически активных веществ: адекватный (далее – АУ), верхний допустимый (далее – ВДУ) [2] и суточное потребление (далее – СП) этих веществ с обогащенным хлебом.

Результаты и их обсуждение. В продуктовый набор спортсменов циклических и скоростно-силовых видов спорта, обеспечивающий энергетическую ценность рациона 6000 ккал, входит 500 г ржаного и пшеничного хлеба. В продуктовый набор спортсменов сложнокоординационных видов спорта, обеспечивающий энергетическую ценность рациона 4000

ккал, входит 350 г хлеба (ржаного и пшеничного). Энергетическая квота хлеба в рационе спортсменов циклических видов спорта составляет 19, сложнокоординационных – 23 и скоростно-силовых – 22 % от общей энергетической ценности рациона (таблица 1).

Таблица 1 – Пищевая ценность хлебобулочных изделий специализированного спортивного питания

Пищевая ценность и компоненты рецептуры	Виды спорта		
	циклические	сложнокоор-ди-национные	скоростно-силовые
Энергетическая ценность рациона, ккал	6000	4000	6000
Суточное потребление хлеба, г	500	350	500
Содержание основных пищевых веществ в хлебе, г/100 г:			
белков	7,2	12,5	17,8
жиров	2,8	2,5	3,0
углеводов	44,5	47,0	40,7
Энергетическая ценность хлеба, ккал/100 г	232	264,1	261
Энергетическая квота хлеба в рационе, ккал	1160	924,35	1305
Энергетическая квота хлеба в рационе, %	19	23	22

Учитывая характер нагрузок и требования, предъявляемые к рациону спортсменов циклических видов спорта (лыжные гонки, гребля, велогонки и другие) во время усиленных тренировок, хлеб, потребляемый в этот период в качестве специализированного продукта повышенной биологической ценности, должен поставлять спортсменам достаточное количество энергии, быть обогащен моно- и дисахаридами, эссенциальными микронутриентами и минорными компонентами пищи гепатопротекторного и тонизирующего действия, а также легко усваиваться. При изготовлении хлеба для спортсменов циклических видов спорта были использованы мука пшеничная 1-го сорта, солод ячменный, а также курага и изюм в качестве источников моно- и дисахаридов.

На определенных этапах подготовки спортсменов сложнокоординационных (спортивная и художественная гимнастика, акробатика, фигурное катание и другие) и скоростно-силовых (тяжелая атлетика, метания, силовое троеборье, спринт и другие) видов спорта возникает необходимость в развитии мышечной силы и требуется дополнительное потребление пищевого белка. В связи с этим пища спортсменов, занимающихся вышеназванными видами спорта, должна содержать повышенное количество полноценных и легкоусвояемых белков. Белки, входящие в состав хлеба, как и большинство растительных белков, отличаются недостаточностью аминокислот лизина и треонина. Эти аминокислоты в основном лимитируют его биологическую ценность. Поэтому в хлебе как специализированном продукте питания спортсменов сложнокоординационных и скоростно-силовых видов была увеличена белковая квота, кроме этого хлеб был обогащен полноценным молочным белком копреципитатом.

Копреципитат – молочнобелковый концентрат, продукт комплексной коагуляции казеина и сывороточных белков. Копреципитат является высококонцентрированным безлактозным белком, обладающим высокой биологической ценностью, а также большой влагоудерживающей и эмульгирующей способностью, что определяет перспективность его использования в производстве хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий.

Сравнение аминокислотного состава белка необогащенного хлеба с аминокислотным составом «идеального» белка шкалы ФАО/ВОЗ показало, что белок хлеба характеризуется более низким содержанием незаменимых аминокислот лизина и треонина, лимитирующих его биологическую ценность. Биологическая ценность необогащенного хлеба (аминокислотный скор – АКС) по отношению к «идеальному» белку составила: по лимитирующей аминокислоте (лизину) – 47, по сумме критических аминокислот (АМкр) метионин, лизин, треонин – 72, по сумме незаменимых аминокислот (АКн) – 101 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая ценность хлеба из муки пшеничной 1 сорта, обогащенной копреципитатом (4 % к весу муки), рассчитанная по аминокислотному скору

Показатели	Содержание аминокислот, мг/г белка				
	идеальный белок	хлеб без копреципитата		хлеб с копреципитатом	
Белок, %	–	7,7		10,9	
Аминокислоты:	%	мг/г белка	%	мг/г белка	%
Валин	50	48,3	97	51,4	101
Изолейцин	40	50,1	128	49,6	124
Лейцин	70	76,8	110	83,2	118
Лизин	55	25,8	47	46,4	84
Метионин+цистин	35	37,7	108	36,1	103
Треонин	40	30,4	76	33,2	83
Триптофан	10	11,4	114	12,8	128
Фенилаланин+тирозин	60	83,4	139	85,9	143
АКС по АКл, %	100	47		84	
АКС по АКкр, %	100	72		89	
АКС по АКн, %	100	101		111	

Добавление к муке при выработке хлеба 4 % копреципитата увеличивает его биологическую ценность (аминокислотный скор – АКС) по лимитирующей аминокислоте лизину (АКл) на 37, по сумме критических аминокислот (АМкр) метионин, лизин, треонин на 17 и по сумме незаменимых аминокислот (АКн) – на 11 % по отношению к «идеальному» белку шкалы ФАО/ВОЗ (таблица 2).

Осуществлена гигиеническая оценка обогащенных хлебобулочных изделий специализированного спортивного питания витаминами с учетом витаминов, содержащихся в самом пищевом продукте и внесенных с фитокомпозицией.

Анализ соотношения витаминов в фитокомпозициях для обогащения хлебобулочных изделий спортсменов циклических, сложнокоординационных и скоростно-силовых видов спорта показал, что в них соблюден физиологический баланс между антиоксидантными витаминами А и Е (1:10) и метаболическими витаминами группы В: B_1, B_2, B_3, B_6, B_9 (1:1,2:13:1,4:0,2).

Соблюдение физиологического соотношения витаминов и сбалансированности их с белками рациона позволяет создать оптимальный метаболический фон в организме, способствующий его лучшей адаптации к физическим и эмоциональным нагрузкам.

Осуществлен анализ расхода витаминов при выработке хлебобулочных изделий спортсменам циклических, сложнокоординационных (таблица 3) и скоростно-силовых видов спорта (таблица 4) и расчет их поступления в организм без учета потерь при кулинарной обработке, но с учетом содержания в необогащенном хлебе.

Таблица 3 – Расход витаминов и селена при обогащении хлебобулочных изделий для спортсменов циклических и сложнокоординационных видов спорта (*без учета потерь при кулинарной обработке)*

Обогащающие субстанции	РУП, мг/сутки		Содержание в хлебе, мг/100 г		СП (мг) с хлебом		СП с хлебом, % от ВДУ	
	АУ	ВДУ	исходное	внесено	350 г	500 г	350 г	500 г
Е (α-токоферол)	15	150	1,96	3,00	17,36	24,80	17	25
А (ретинол)	0,9	3,0	0	0,30	1,05	1,50	35	50
B_1 (тиамин)	1,5	5,0	0,16	0,45	2,14	3,05	42	60
B_2 (рибофлавин)	1,8	6,0	0,05	0,54	2,06	2,95	34	49
B_3 (PP, ниацин)	20	60	1,54	6,0	26,39	37,70	44	63
B_6 (пиридоксин)	2,0	6,0	0,13	0,63	2,66	3,80	44	63
B_c (B_9, фолацин)	0,4	0,6	0,027	0,09	0,41	0,58	68	98
Селен, мкг	75 для мужчин 55 для женщин	150	–	7,2	25,2	36,00	17	24

Установлено, что по некоторым витаминам их суточное потребление (СП) было выше адекватного уровня (АУ), но по всем витаминам оно не превышало верхнего допустимого уровня (ВДУ) и рекомендуемого уровня потребления (РУП) в спорте, что соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам специализированного назначения [2].

Таблица 4 – Расход витаминов и селена при обогащении хлебобулочных изделий для спортсменов скоростно-силовых видов спорта (б*ез учета потерь при кулинарной обработке)*

Обогащающие субстанции	РУП, мг/ сутки		Содержание в хлебе, мг/100 г		СП (мг) с хлебом	
	АУ	ВДУ	исходное	внесено	500 г	% от ВДУ
Е (α-токоферол)	15	150	1,96	4,00	29,80	20
А (ретинол)	0,9	3,0	0	0,40	2,00	67
B_1 (тиамин)	1,5	5,0	0,16	0,65	4,05	81
B_2 (рибофлавин)	2,0	6,0	0,05	0,80	4,25	71
B_3 (PP, ниацин)	20	60	1,54	8,5	50,2	84
B_6 (пиридоксин)	2,0	6,0	0,13	0,90	5,15	86
B_c (B_9, фолиевая кислота)	0,4	0,6	0,027	0,12	0,74	123
Селен, мкг	75 для мужчин 55 для женщин	150	–	7,2	36,00	24

Предполагаемое поступление селена в организм спортсменов с обогащенным хлебом составило 34–65 % от адекватного и 17–24 % от верхнего допустимого уровня потребления, что находится в рамках гигиенических требований к биологически активным веществам в составе специализированных пищевых продуктов: не менее 15 % адекватного уровня потребления и не превышать верхний допустимый уровень их потребления [2].

Определено содержание тиамина, рибофлавина и ниацина в хлебце, обогащенном ФК-Ц; багете, обогащенном ФК-СК; рожке, обогащенном ФК-СС. Потери витаминов в процессе выпечки варьировали в пределах 5–20 %. Потребление тиамина, рибофлавина и ниацина с суточной нормой хлеба спортсменами циклических видов спорта составило соответственно: 50, 42, 49 % от ВДУ суточного потребления, сложнокоординационных – 48, 39, 46 % от ВДУ и скоростно-силовых – 78, 76, 80 % от ВДУ потребления (таблица 5).

Таблица 5 – Фактическое содержание тиамина, рибофлавина и ниацина в хлебобулочных изделиях специализированного спортивного питания

Показатели	Тиамин	Рибофлавин	Ниацин
ВДУ СП, мг	5,0	6,0	60,0
Циклические виды спорта, потребление хлеба 500 г			
Содержание в хлебе, мг/100 г	0,50	0,50	5,90
СП с хлебом, мг	2,5	2,5	29,5
% от ВДУ СП	50	42	49
Сложнокоординационные виды спорта, потребление хлеба 350 г			
Содержание в хлебе, мг/100 г	0,68	0,67	7,93
СП с хлебом, мг	2,38	2,34	27,76
% от ВДУ СП	48	39	46
Скоростно-силовые виды спорта, потребление хлеба 500 г			
Содержание в хлебе, мг/100 г	0,78	0,91	9,56
СП с хлебом, мг	3,90	4,55	47,80
% от ВДУ СП	78	76	80

Растительное сырье, входящее в состав фитокомпозиций, обогащает хлебопродукты и является источником биологически активных веществ, обладающих полифункциональной активностью (кардиотонической, гепатопротекторной, мембраностабилизирующей, иммунокорригирующей, антиоксидантной, седативной) и соответственно адаптогенным действием.

В состав фитокомпозиции ФК-Ц входили (в г сухого сырья на 100 г ФК): плоды боярышника *(Crataegus sp.)* – 1,00; трава эхинацеи пурпурной *(Echinacea purpurea Moench.)* – 0,75; корень лапчатки прямостоячей *(Potentilla erecta Raesch.)* – 0,25; корень солодки голой *(Glycyrrhiza glabra L.)* –0,50; ягоды черники обыкновенной *(Vaccinium myrtillus L.)* – 20,00, всего 22,5 г сухого растительного сырья. Рассчитано, что 22,5 мг растительного сырья содержат 221,6 мг флаваноидов, 2560 мг таннидов, 115 мг глицирризиновой кислоты. При внесении 4 % фитокомпозиции в муку для выпечки хлеба содержание растительного сырья в 100 г продукта составило 720 мг, в том числе флавоноидов 6,9 мг, таннидов 81,92 мг, глицирризиновой кислоты 3,68 мг (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание биологически активных комплексов растений в хлебобулочных изделиях, предназначенных для спортсменов циклических видов спорта

Показатели	Боярышник	Лапчатка	Солодка	Черника	Эхинацея	Σ
Содержание в 100 г фитокомпозиции						
Растительное сырьё, г	1,00	0,25	0,50	20,00	0,75	22,5
Флавоноиды, мг	78	–	20	120	3,6	221,6
Танниды, мг	–	77,5	–	2400	82,51	2560,01
Глицирризиновая кислота, мг	–	–	115	–	–	115
Содержание в 100 г хлебопродукта						
Растительное сырьё, мг	32	8	16	640	24	720
Флавоноиды, мг	2,50	–	0,64	3,64	0,12	6,90
Танниды, мг	–	2,48	–	76,80	2,64	81,92
Глицирризиновая кислота, мг	–	–	3,68	–	–	3,68

В состав фитокомпозиции ФК-СК входили (в г сухого сырья на 100 г ФК): плоды боярышника *(Crataegus sp.)* – 1,25; трава эхинацеи пурпуровой *(Echinacea purpurea Moench.)* – 1,00; корень цикория обыкновенного *(Cichorium intybus L.)* – 1,00; ягоды черники обыкновенной *(Vaccinium myrtillus L.)* – 5,5; яблочные выжимки – 5,0. 100 г хлеба содержат при этом 440 мг растительного сырья, в том числе 4,68 мг флавоноидов, 24,64 мг таннидов, 1,76 мг фенольных кислот (таблица 7).

Таблица 7 – Содержание биологически активных комплексов растений в хлебобулочных изделиях, предназначенных для спортсменов сложнокоординационных видов спорта

Показатели	Боярышник	Цикорий	Черника	Эхинацея	Яблоки	Σ
Содержание в 100 г фитокомпозиции						
Растительное сырьё, г	1,25	1,00	5,50	1,00	5,00	13,75
Флавоноиды, мг	97,5	–	33,0	4,8	11,0	146,3
Танниды, мг	–	–	660,0	110,0	–	770,0
Фенольные кислоты, мг	–	55,0	–	–	–	55,0
Содержание в 100 г хлебопродукта						
Растительное сырьё, мг	40	32	176	32	160	440
Флавоноиды, мг	3,12	–	1,06	0,15	0,35	4,68
Танниды, мг	–	–	21,12	3,52	–	24,64
Фенольные кислоты, мг	–	1,76	–	–	–	1,76

В состав фитокомпозиции ФК-СС входили (в г сухого сырья на 100 г добавки): корень солодки голой *(Glycyrrhiza glabra L.)* – 0,25; плоды боярышника *(Crataegus sp.)* – 1,00; семена расторопши пятнистой *(Silybum marianum L., Gaerth)* – 0,75; корни и корневище бадана толстолистного *(Bergenia crassifolia L.)* – 0,25 (таблица 8).

Таблица 8 – Содержание биологически активных комплексов растений в хлебобулочных изделиях, предназначенных для спортсменов скоростно-силовых видов спорта

Показатели	Бадан	Боярышник	Расторопша	Солодка	Σ
Содержание в 100 г фитокомпозиции					
Растительное сырьё, г	0,25	1,00	0,75	0,25	2,25
Флавоноиды, мг	–	78,0	–	10,0	88,0
Танниды, мг	29,0	–	–	–	29,0
Глицирризиновая кислота, мг	–	–	–	57,5	57,5
Флаволиганы	–	–	26,25	–	26,25
Содержание в 100 г хлебопродукта					
Растительное сырьё, мг	8	32	24	8	72
Флавоноиды, мг	–	2,5	–	0,32	2,82
Танниды, мг	0,93	–	–	–	0,93
Глицирризиновая кислота, мг	–	–	–	1,84	1,84
Флаволигнаны	–	–	0,84	–	0,84

В 100 г хлеба, обогащенного фитокомпозицией ФК-СС, содержалось 72 мг растительного сырья, в том числе 2,82 мг флавоноидов, 0,93 мг таннидов, 1,84 мг глицирризиновой кислоты. Суточное потребление биологически активных веществ растений с обогащенным хлебом варьировало от 14 до 68 % от верхнего допустимого уровня, что соответствует гигиеническим требованиям к пищевым продуктам специализированного питания для спортсменов (таблица 9) [5].

Таблица 9 – Суточное потребление биологически активных веществ растений с хлебобулочными изделиями специализированного спортивного питания

Показатели	Флавоноиды	Танниды	Фенольные кислоты	Глицирризиновая кислота
АУ СП, мг	85	200	10	10
ВДУ СП, мг	120	600	20	30
Циклические виды спорта, потребление хлеба 500 г				
Содержание БАВ в хлебе, мг/100 г	6,90	81,92	–	3,68
СП с хлебом, мг	34,50	409,50	–	18,40
% от АУ СП	41	205	–	184
% от ВДУ СП	29	68	–	61
Сложнокоординационные виды спорта, потребление хлеба 350 г				
Содержание БАВ в хлебе, мг/100 г	4,68	24,64	1,76	–
СП с хлебом, мг	16,38	86,24	6,16	–
% от АУ СП	19	43	62	–
% от ВДУ СП	14	14	31	–
Скоростно-силовые виды спорта, потребление хлеба 500 г				
Содержание БАВ в хлебе, мг/100 г	3,66	0,93	–	1,84
СП с хлебом, мг	18,30	4,65	–	9,20
% от АУ СП	22	2	–	92
% от ВДУ СП	15	1	–	31

Заключение. Обогащенные хлебобулочные изделия для спортсменов циклических, сложнокоординационных и скоростно-силовых видов спорта по своему составу соответствуют особенностям метаболизма в этих видах спорта. Обогащение хлеба для спортсменов сложно-координационных и скоростно-силовых видов спорта копреципитатом увеличивает его биологическую ценность по незаменимой аминокислоте лизину на 37 %. Внесение в хлебобулочные изделия спортсменов циклических видов спорта сухофруктов обогащает хлеб моносахарами глюкозой и фруктозой, являющимися основным источником энергии в этих видах спорта.

Содержание витаминов и биологически активных веществ растений (флавоноиды, танниды, фенольные кислоты) в суточной порции обогащенных хлебобулочных изделий не превышает верхнего допустимого уровня суточного потребления этих соединений, что соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к обогащенным пищевым продуктам специализированного назначения. Так, фактическое содержание тиамина, рибофлавина и ниацина в суточной порции обогащенных хлебопродуктов составило соответственно: для спортсменов циклических видов спорта 50, 42, 49 %, для спортсменов сложнокоординационных видов спорта 48, 39, 46 %, для спортсменов скоростно-силовых видов спорта 78, 76, 80 % от верхнего допустимого уровня суточного потребления. Суточное по-

требление биологически активных веществ растений с обогащенным хлебом колеблется в пределах 14–68 % от верхнего допустимого уровня, что также соответствует гигиеническим нормативам.

Литература

1. Португалов, С. Н. Биологически активные добавки в спорте / С. Н. Португалов // Вестн. спорт. науки. – 2003. – № 4. – С. 4 – 10.

2. «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (Глава II, Раздел 1), утвержденные Решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010. №2 99.

3. Питание и фармакологическое обеспечение спортсменов сборных команд СССР : метод. рек. – М., 1985. – 116 с.

4. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – С. 305 – 309.

5. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: метод. рек. : МР 2.3.1.1915-04 : утв. Роспотребнадзором 02.07.2004. – 36 с.

Поступила 14.06.2012

HYGIENIC ESTIMATION OF BAKERY FOODSTUFFS FOR SPECIAL SPORTS NUTRITION

Zhurihina L.N., Bogdan A.S., Ivko N.A., Tsygankov V.G., Bondaruk A.M.,
** Kolosovskaya L.S., *Sevastey L.I.*
The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk
** Government enterprise «Beltechnokhleb», Minsk*

Enriched bakery products for athletes in cyclic, complicated movement coordinating sports and speed and strength sports correspond to the peculiarities of metabolism in these kinds of sports. The content of biologically active substances in a daily serving of enriched bakery products does not exceed the upper tolerable daily intake levels of these compounds, which corresponds to the hygienic requirements for special purpose foods.

Keywords: bakery for special sports nutrition, food and biological value, biologically active substances.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФИТОКОМПОЗИЦИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

*Журихина Л.Н., Богдан А.С., Цыганков В.Г., Бондарук А.М., * Еншина А.Н., ** Варавина Н.П.*

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

** Белорусский государственный университет физической культуры, г. Минск*

*** Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск*

Реферат. Проведен анализ химического состава фитокомпозиций из растений, интродуцированных на территории Республики Беларусь и являющихся источниками биологически активных веществ фенольной природы, каротиноидов и аскорбиновой кислоты. Проведено количественное определение углеводов, минеральных веществ, витаминов и фенольных соединений в фитокомпозиции. Содержание основных биологически активных компонентов, определенное в фитокомпозиции расчетным методом, совпадает с результатами лабораторных исследований.

Ключевые слова: фитокомпозиции, углеводы, витамины, минеральные вещества, фенольные соединения, каротиноиды.

Введение. Анализ фактического питания населения экономически развитых стран, в том числе и Республики Беларусь, показывает, что, несмотря на достаточную обеспеченность населения разнообразными пищевыми продуктами, в популяции наблюдается дефицит той или иной степени важных нутриентов (витаминов, минеральных веществ).

В последние годы весьма важным результатом эпидемиологических исследований фактического питания и здоровья отдельных популяций населения в различных странах мира является факт выявления ранее неизвестных факторов пищи, приводящих к повышению качества жизни, укреплению здоровья и снижению риска развития многих заболеваний. Это позволило обосновать необходимость значительного расширения списка если не эссенциальных, то, по крайней мере желательных, факторов пищи за счет так называемых минорных биологически активных компонентов пищи: биофлавоноидов, индолов, фитостеролов, изотиоционатов и других. Таким образом, в основе современных представлений о здоровом питании должна лежать концепция оптимального питания, предусматривающая необходимость и обязательность полного обеспечения потребностей организма не только в энергии, эссенциальных макро- и микронутриентах, но и в целом ряде необходимых минорных компонентах рациона [1].

Проведено исследование химического состава фитокомпозиций (далее – ФК) как источников эссенциальных макро- и микронутриентов, минорных компонентов пищи.

Материалы и методы исследований. Разработанные четыре состава ФК представлены различными комбинациями плодов барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris* L.), ирги колосистой (*Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), боярышника мягковатого (*Crataegus submollis* Sarg.), клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* Ait.), плодов и листьев лимонника китайского (*Schizandra chinensis* Turch.), взятые в равных по массе количествах (таблица 1). Высушенное сырье измельчалось до порошкообразного состояния.

Таблица 1 – Состав лабораторных образцов фитокомпозиций

Растительное сырье	ФК-1	ФК-2	ФК-3	ФК-4
Ирга колосистая, плоды (*Amelanchier spicata L.*)	+	+	+	–
Барбарис обыкновенный, плоды (*Berberis vulgaris L.*)	+	–	–	+
Боярышник мягковатый, плоды (*Crataegus submollis Sarg.)*	+	+	+	+
Лимонник китайский, листья (*Schizandra chinensis Turch.*)	–	–	+	–
Лимонник китайский, плоды (*Schizandra chinensis Turch.*)	–	+	–	–
Рябина обыкновенная, плоды (*Sorbus aucuparia L.*)	+	+	+	+
Клюква крупноплодная, плоды (*Vaccinium macrocarpon Ait.*)	–	–	–	+

В состав всех ФК входят плоды рябины и боярышника, характеризующиеся высоким содержанием не только фенольных соединений, но и каротиноидов. В состав ФК-1 дополнительно входят плоды ирги и барбариса. Все компоненты ФК-1 обладают не только целебными, но и пищевыми свойствами. Они употребляются в пищу населением и используются в пищевой промышленности. ФК-2 отличается от ФК-1 тем, что вместо плодов барбариса в ее состав введены плоды лимонника. Ягоды барбариса содержат токсичный алкалоид берберин. В плодах лимонника содержатся высокоактивные тонизирующие вещества схизандрин и схизандрол. ФК-3 отличается от ФК-2 тем, что вместо плодов лимонника в ее состав включили менее токсичные листья лимонника. В состав ФК-4 в отличие от ФК-3 вместо ягод ирги входят ягоды клюквы крупноплодной. Все компоненты фитокомпозиций ФК-1, ФК-2 и ФК-4 употребляются в пищу.

По результатам токсикологической оценки фитокомпозиций на тест-объекте *Tetrahymena pyriformis* перспективными для дальнейших исследований явились ФК-1 и ФК-3 [2].

Химический состав фитокомпозиции ФК-1 определялся в лаборатории химии растений Центрального ботанического сада Национальной Академии наук Беларуси (далее – ЦБС НАНБ). Содержание сухих веществ, золы и минеральных веществ определяли унифицированными методами (Ю.Ю. Лурье, 1973), сахаров – с помощью бумажной хроматографии (И.Г. Завадская, 1962). Крахмал определяли фотометрическим методом (И.Ф. Писаренко, 1971), пектиновые вещества (растворимый пектин и протопектин) – методом, основанным на количественном учете образующейся при их гидролизе галактуроновой кислоты с помощью

окрашивания карбазолом в сернокислой среде. Содержание белка в фитокомпозициях определяли методом Лоури в модификации для пищевых продуктов.

Каротиноиды и β-каротин после извлечения определяли спектрофотометрическим методом (В.М. Березовский, 1973). Содержание аскорбиновой кислоты, тиамина, рибофлавина, ниацина определяли унифицированными методами [3].

Состав фенольных соединений определяли в спиртовом экстракте ФК-1. Содержание антоцианов и лейкоантоцианов определяли фотометрическим методом по Суэйну и Хиллису. Катехины определяли фотометрическим методом с применением ванилинового реактива (М.Г. Запрометов, 1964). Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом с применением бумажной хроматографии и экстинкционных коэффициентов (Л. Сарапуу, 1971).

Результаты и их обсуждение. Растения *рода Crataegus, Sorbus, Amelanchier, Berberis, Schizandra,* интродуцированные в ЦБС НАНБ, отличаются высоким содержанием биологически активных веществ, характеризующихся широким спектром фармакологической активности. ЦБС НАНБ в своей интродукционной деятельности акцентировал внимание на отбор видов растений указанных родов, перспективных для получения биологически активных добавок к пище (далее – БАД). Исследованы биологические особенности, технология возделывания, биохимический состав растений, выявлены видовые различия, заложены промышленные плантации для получения сырья, необходимого для производства БАД. Химический состав плодов боярышника мягковатого *(Crataegus submollis Sarg.)*, рябины обыкновенной *(Sorbus aucuparia L.)* сорта «Невежинская», ирги колосистой *(Amelanchier spicata L.)*, барбариса обыкновенного *(Berberis vulgaris L.)*, лимонника китайского *(Schizandra chinensis Baill)* по литературным данным приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав плодов растений, входящих в фитокомпозиции

Показатели	Содержание в зрелых плодах				
	рябины	боярышника	ирги	барбариса	лимонника
Сухие вещества, %	37,5	23,4	23,4	24,5	—
% на сухую массу					
Глюкоза	7,6	5,5	–	–	1,38±0,15
Фруктоза	7,5	13,9	–	–	1,88±0,18
Сахароза	8,8	4,1	–	–	0,63±0,08
Сумма сахаров	23,4	23,5	9,67	5,27	3,89±0,41
Сорбит	25,3	11,3	–	–	–
% на сырую массу					% на сухую массу
Гидропектин	1,1	2,1	0,12–0,27	–	1,64±0,16
Протопектин	0,6	1,2	0,12–0,68	–	5,16±0,64
Пектиновые вещества	1,7	3,3	0,24–0,95	7,0	6,80±0,802
мг % на сырую массу					мг % на сухую массу

Продолжение таблицы 2

Витамин С	57,9	47,6	25,0–43,3	35,6	30–70
Каротиноиды, сумма	20,6	11–22	1,50–2,02	1,28	–
β-каротин	5,9	2,1	0,189–0,302	0,43	–
Антоцианы	–	960	895	288	170,7±19,7
Лейкоантоцианы	–	172	712	734	1536,6±65,2
Антоциановые пигменты	1053	1132	1607	1022	1707,3±84,8
Катехины	218	532	141	289	658,7±26,4
Флавонолы	198	172	127	209	917,2±34,4
Хлорогеновые кислоты	94	85	209	1267	490,3±13,8
Схизандрин	–	–	–	–	1300
Сумма фенолов	1563	1921	2084	2787	–
Сумма фенолов, % на сухую массу	4,2	8,2	8,9	11,4	5,1

Результаты по изучению химического состава разных видов боярышника, рябины, барбариса, ирги, лимонника китайского, интродуцированных в Республике Беларусь, согласуются с данными по составу этих растений, выращенных в ряде регионов Российской Федерации, Украины [4–5].

Как видно из таблицы 2, в плодах *Crataegus submollis, Sorbus aucuparia, Amelanchier spicata, Berberis vulgaris, Schizandra chinensis* содержится значительное количество биологически активных веществ фенольной природы, обладающих антиоксидантной активностью и адаптогенными свойствами, каротиноидов, аскорбиновой кислоты, а также простых и сложных углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза, пектиновые вещества).

В таблице 3 приведены результаты лабораторного исследования химического состава фитокомпозиции ФК-1, включающей плоды боярышника мягковатого, рябины обыкновенной сорта «Невежинская», ирги колосистой, барбариса обыкновенного. В ФК-1 содержится 93,86±0,04 % сухих веществ, 13,87±0,05 % белка, 2,73±0,07 % золы. В составе золы выявлено значительное количество калия, кальция, фосфора и микроэлементов – марганца и железа.

Таблица 3 – Химический состав фитокомпозиции ФК-1

Показатели качества	Результаты анализа
Абсолютно сухой вес, %	93,86±0,43
Зола, %	2,73±0,07
Белки, %	13,87±0,05
Кислотность, % в пересчете на яблочную	2,68±0,15
Минеральные элементы, мг %	
Натрий	4,16
Калий	1290,89
Кальций	289,40
Магний	89,06
Фосфор	169,96

Продолжение таблицы 3

Железо	2,679
Цинк	1,104
Марганец	4,754
Медь	0,539
Углеводы, %	
Крахмал	0,84±0,01
Сахароза	1,075±0,04
Глюкоза	4,96±0,09
Фруктоза	8,00±0,40
Растворимый пектин	0,43±0,01
Протопектин	0,70±0,01
Провитамины и витамины, мг %	
В-каротин	23,25±0,83
Сумма каротиноидов	39,72±0,53
Аскорбиновая кислота	91,75±2,94
Тиамин	0,02±0,00
Рибофлавин	0,88±0,06
Ниацин	3,10±0,14
Фенольные соединения, мг %	
Сумма антоциановых пигментов	2040,0±49,96
Антоцианы	516,0±36,01
Флавонолы	2481,6±109,02
Катехины	951,6±9,01
Хлорогеновые кислоты	924,5±52,04

Углеводы ФК-1 представлены в основном моносахарами, причем содержание фруктозы (8,00±0,40 %) почти вдвое превышает содержание глюкозы (4,96±0,09 %). В то же время в ФК-1 отмечено незначительное содержание сахарозы и крахмала.

ФК-1 отличается значительным содержанием аскорбиновой кислоты (91,75±2,94 мг %) и каротиноидов (39,72±0,53 мг %). Среди витаминов группы В наиболее высоко содержание ниацина (3,10±0,14 мг %) и рибофлавина (0,88±0,061 мг %). Содержание тиамина незначительно.

ФК-1 содержит значительное количество таких фенольных соединений, как антоцианы и флавонолы. Сумма антоцианов и лейкоантоцианов составляет 2040,0±49,96 мг %, флавонолов – 2481,6±109,02 мг %. Катехины и хлорогеновые кислоты содержатся в меньшем количестве – 951,6±9,00 и 924,5±52,04 мг % соответственно.

Исходя из содержания основных биологически активных веществ в органах растений, входящих в состав лабораторных образцов фитокомпозиций, рассчитано предполагаемое содержание этих веществ в ФК-1 и ФК-3. Результаты расчета приведены в сравнении с фактическим содержанием биологически активных веществ в ФК-1, определенным аналитическими методами (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание основных биологически активных компонентов в фитокомпозициях ФК-1 и ФК-3

Показатели (на сухую массу)	ФК-1		ФК-3
	фактическое	расчетное	расчетное
Антоциановые пигменты, мг %	2897±20	4231	3636
Катехины, мг %	1201±7	1039	915
Флавонолы, мг %	2482±109	525	645
Хлорогеновые кислоты, мг %	924±52	1745	478
Схизандрин, мг %	–	–	320
Сумма фенолов, мг %	7504±188	7540	5994
Сумма фенолов, %	7,5	7,5	6,0
Сумма сахаров, %	14,0±0,53	19,5	15,23
Пектиновые вещества, %	6,3±0,043	6,0	5,73
Аскорбиновая кислота, мг %	91,75±2,94	111,5	107,8
Каротиноиды, мг %	39,72±0,53	33,3	28,1

Суммарное содержание фенольных соединений, сахаров, пектиновых веществ, а также каротиноидов и аскорбиновой кислоты в ФК-1, определенное расчетным методом, совпало с фактическим содержанием этих веществ в фитокомпозиции по результатам лабораторных исследований.

Заключение. Проведенный анализ химического состава фитокомпозиций из растений, интродуцированных на территории Республики Беларусь, показал, что они являются источниками углеводов, минеральных веществ, витаминов группы В (ниацина и рибофлавина) и аскорбиновой кислоты, а также биологически активных веществ фенольной природы и каротиноидов, что позволяет рекомендовать их в качестве компонентов биологически активных добавок к пище, обладающих антиоксидантным действием. Содержание основных биологически активных компонентов ФК-1, определенное расчетным методом, совпадает с фактическим содержанием этих веществ в фитокомпозиции по результатам лабораторных исследований.

Литература

1. Тутельян, В. А. Наука о питании : прошлое, настоящее и будущее / В. А. Тутельян // Вопр. питания. – 2005. – № 6. – С. 3 – 10.

2. Журихина, Л. Н. Комплексная биологическая оценка многокомпонентных БАД на *Tetrahymena pyriformis* / Л. Н. Журихина // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2009. – № 4. – С. 89 – 95.

3. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – С. 316 – 319.

4. Стрельцина, С. А. Биохимический состав ирги ольхолистной (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) в условиях северо-запада Российской федерации / С. А. Стрельцина, Л. А. Бурмистров // Аграрная Россия. – 2006. – № 6. – С. 63 – 67.

5. Базарнова, Ю. Г. Исследование содержания некоторых биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, в дикорастущих плодах и травах / Ю. Г. Базарнова // Вопр. питания. – 2007. – № 1. – С. 22 – 26.

Поступила 14.06.2012

CHEMICAL COMPOSITION OF PHYTOMIXTURES USED FOR FOODSTUFF ENRICHMENT BY BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Zhurihina L.N., Bogdan A.S., Tsygankov V.G., Bondaruk A.M.,
**Yenshina A.N., **Varavina N.P.*
The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk
** The Belarusian State University of Physical Education, Minsk*
*** The central botanical garden NAN of Belarus, Minsk*

The analysis of phytomixtures chemical composition from plants introduced in Republic of Belarus, that are the sources of biologically active substances of a phenolic nature, carotinoids and ascorbic acid has been carried out. The content of the main biologically active components in phytomixtures coincides with the results of laboratory studies.

Keywords: phytomixtures, carbohydrates, vitamins, mineral substances, phenolic compounds, carotinoids.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОФИЛАКТИКИ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ В ДЕТСКИХ ОРГАНИЗОВАННЫХ КОЛЛЕКТИВАХ

*Коломиец Н.Д., Тонко О.В., Ханенко О.Н., * Романова О.Н., ** Фисенко Е.Г.,*
*** Левшина Н.Н., *** Жуковский В.В., *** Гавриленко В. В.,*
*Шмелева Н.Д., * Панасюк Ю. В.*
Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск
** Республиканский научно-практический центр детской онкологии и гематологии*
***Минский городской центргигиены и эпидемиологии*
**** Центр гигиены и эпидемиологии Ленинского района г.Минска*

Реферат. Определены возможные категории риска, вероятности возникновения пищевых отравлений в детских дошкольных, школьных и больничных учреждениях в зависимости от санитарно-гигиенических условий и организации питания. Установлено, что на объектах с высокой и средней степенью риска высокая микробная нагрузка на поверхностях пищеблока определялась достоверно чаще (при $p<0,01$), чем на объектах с низким уровнем риска.

Ключевые слова: микробиологический мониторинг, микробная нагрузка, смывы, степень риска.

Введение. В течение последних нескольких десятилетий заболеваемость болезнями пищевого происхождения возросла во многих странах мира. Существует ряд причин, по которым данная негативная тенденция усугубляется: адаптация и усиление патогенности отдельных микроорганизмовв окружающей среде; изменения в системах производства пищевых продуктов, включая новые методы кормления сельскохозяйственных животных и рыбы, изменения в агрономических процессах, рост объемов в международной торговле; увеличение численностиуязвимых групп населения; международный туризм; изменения в образе жизнии организации питания человека и вдемографической ситуации в целом. В нашей республике также регистрируется подъем заболеваемости острыми кишечными инфекциями. Особенно тяжело болеют дети. При этом нередко реализуется пищевой путь передачи инфекции, связанный с нарушением технологии приготовления и условий хранения кулинарных блюд. В этих условиях требуется особенно жесткий микробиологический контроль не только пищевых продуктов, но и окружающей среды, из которой микроорганизмы могут попасть в пищу.

Целью настоящей работы явилосьизучение и оценка уровней микробиологической нагрузкидля различных поверхностейна пищеблоках детского дошкольного и школьного питания.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлись смывы с поверхностей оборудования, инвентаря, посуды, вспомогательных средств на разных стадиях и этапах производства, раздачи и хранения готовой продукции. Отбор проб проводили в соответствии со стандартом ISO 18593:2004 [1]. В работе использовали следующие питательные среды: жидкая среда Мак Конки, солевой бульон, мясо-пептонныйагар, желточно-солевой агар, энтерококковыйагар, среда Эндо, а также подложки «RIDA®COUNT», в соответствии с инструкцией по применению. Видовую идентификацию микроорганизмов осуществляли по общепринятым микробиологическим методикам мануально и с помощью автоматического бактериологического анализатора Vitec 2 Compact. Статистическая обработка цифрового материала с целью определения удельного веса и структуры первичных данных с достоверностьюр<0,05 проводилась с использованием программы EPI INFO.

Результаты и их обсуждение. Для определения уровней микробной контаминации среды технологического окружения проведено обследование следующих объектов:

– школа №1 (в нашем исследовании) построена по типовому проекту в 1964 году. Пищеблок состоит из основного совмещенного помещения, предназначенного для подготовки сырой продукции, приготовления (варочные поверхности), разделки и раскладки готовой продукции, цеха хранения и подготовки сырых овощей, моечной столовой посуды, в которой выделено место для хранения моющих и дезинфицирующих средств, кладовая, раздевалка и туалет для персонала, столовая на 160 посадочных мест;

– школы №2 и №3 (в нашем исследовании) построены по типовому проекту в 2004 году. Проектная вместимость 930 учащихся. Набор помещений пищеблока соответствует современным требованиям: мясной цех, овощной цех, цех сыпучих продуктов, холодный и горячий цех с котломоечной, хлеборезка и посудомоечная, два обеденных зала, бельевая, 3 подсобных помещения, гардероб с душевой и санузел с комнатой гигиены. Поточность при расстановке оборудования соблюдается;

– детское дошкольное учреждение (далее – ДДУ) – ясли-сад с группой недельного пребывания построено в 1992 году по типовому проекту с бассейном, рассчитано на 330 мест. Пищеблок имеет следующий набор помещений: варочный зал, овощной цех, кладовая для овощей, кладовая для сыпучих продуктов, помещение для мытья кухонной посуды. Все технологическое оборудование установлено в соответствии с проектом, поточность соблюдается;

– пищеблок детской больницы (далее – ДБ)располагает достаточным количеством помещений и оборудования позволяющих соблюдать технологический и санитарно-гигиенический режимы;

– буфет родильного дома (далее – РД), где осуществляется только подготовке к раздаче и раздача пищи.

Санитарно-техническое состояние всех пищеблоков и буфета на момент обследования удовлетворительное. Моющие и дезинфицирующие средства имеются в достаточном количестве.

Для санитарно-гигиенической и эпидемиологической характеристики пищеблоков вышеперечисленных учреждений на основании данных о размещении (соответствие требованиям санитарным нормам и правилам), оснащении, типе питания (полный цикл приготовления пищи или только разогрев) по степени возможного риска возникновения пищевого отравления обследованные объектыбыли предварительно разделены по категориям вероятности реализациириска (таблица 1).

Таблица 1 – Определение категории риска, вероятности возникновения пищевых отравлений вдетских дошкольных, школьных и больничных учреждениях в зависимости от типа питания

Категорияриска	Соответствие технического состояния требованиям санитарных норм и правил	Тип приготовления пищи
Низкий	Соответствует (помещения, оборудование)	Полный цикл или только разогрев
Средний	Частично (недостаточный набор помещений и/или оборудования, но поточность соблюдается)	Полный цикл или только разогрев
Высокий	Не соответствует (недостаточный набор помещений и/или оборудования, нет разделения «чистой» и «грязной» зон)	Полный цикл

В соответствии с разработанной оценочной шкалой обследованные пищеблоки были квалифицированы по категориям рискаследующим образом: низкий – ДБ, РД, школы №2 и № 3;средний – ДДУ;высокий – школа №1. На каждом из объектов исследовали около 40 смывов с различных предметов. Микробный пейзаж был представлен преимущественно Enterococcuscloacae, Enterococcusfaecalis, Enterococcusfaecium, C.freundii, Klebsiellaoxytoca, Escherihiacoli, Staphylococcusepidermidis,Staphylococcusaureus, Staphylococcussaprophyticus.

Уровни микробной нагрузки в чистых помещениях во время работы, на оборудовании и посуде оценивались по шкале ISO с модификацией, предложенной нами:

<1 КОЕ/см^2 – отлично;

2 – 10 КОЕ / см^2 – хорошо;

11 – 50 КОЕ /см^2 – плохо.

Результаты этих исследований представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Результатыопределения микробной нагрузки на поверхностьна объектах среды технологического окружения

Вид поверхности/категория риска	Школа №1	ДДУ	Школа №2	Школа №3	ДБ	РД
	высокий	средний	низкий			
Доски разделочные	хорошо	хорошо	отлично	хорошо	отлично	отлично
Ножи, ломтерезкадля готовой продукции	отлично	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо	отлично
Подносы	плохо	хорошо	отлично	отлично	отлично	хорошо
Полотенце для рук	плохо	плохо	хорошо	отлично	хорошо	отлично
Обеденные столы	хорошо	плохо	отлично	хорошо	отлично	отлично
Спецодежда	плохо	плохо	отлично	хорошо	отлично	отлично
Стеллажи для чистой посуды	плохо	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Вилки, ложки, черпаки	хорошо	хорошо	отлично	хорошо	отлично	отлично
Тарелки, салатницы	хорошо	хорошо	отлично	хорошо	отлично	отлично

Продолжение таблицы 2

Кружки, стаканы	хорошо	хорошо	отлично	хорошо	отлично	отлично
Посуда кухни для горячего	плохо	плохо	отлично	хорошо	отлично	нет
Посуда кухни для холодного	хорошо	хорошо	отлично	отлично	отлично	нет
Протирочная машина для пюре, терки	отлично	хорошо	отлично	отлично	отлично	нет
Руки работника после гигиенической обработки	плохо	плохо	хорошо	плохо	отлично	отлично
Стены на уровне стола подготовки сырой мясной продукции	плохо	плохо	хорошо	хорошо	хорошо	нет
Стол подготовки сырой мясной продукции	плохо	хорошо	отлично	плохо	отлично	нет
Вентили кранов в «грязной» зоне	плохо	плохо	плохо	плохо	хорошо	нет
Вентили кранов в «чистой» зоне	хорошо	плохо	хорошо	хорошо	хорошо	хорошо
Поверхность линии раздачи	хорошо	нет	хорошо	хорошо	нет	нет

Анализ полученных данных, показалчто в школе №1с высоким риском микробной контаминации выявлено наибольшее число поверхностей с оценкой «плохо» – 9 из 19 (47,4±11,8%; p<0,01). Такими поверхностями являлись подносы, посуда кухни для горячего, стеллажи для чистой посуды, стол подготовки сырой мясной продукции, вентили кранов в «грязной» зоне, полотенце для рук, спецодежда, руки работника после гигиенической обработки.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика микробной нагрузки на объектах различными категориями риска

Характеристика микробной нагрузки в смывах на объекте±	Объект	Результат при p<0,01	Сравнение объектов	Результатпри p<0,01
плохо	школа 1	47,5±11,8%*	Школа 1 /ДДУ	2,9±16,8%**
плохо	ДДУ	44,4±12,0%*		
плохо	школа 2	5,2±5,2%**	школа 1/ школа 2	42,1±12,9 %*
плохо	школа 3	16,7±9,0%**	школа 1/ школа 3	30,7±14,8%*
хорошо	школа 1	42,1±11,6%*	Школа 1 /ДДУ	13,5±16,8%**
хорошо	ДДУ	55,5±12,0%*		
хорошо	школа 2	36,8±11,3%*	школа 1/ школа 2	5,3±16,3%**
хорошо	школа 3	63,1±11,3%*	школа 1/ школа 3	21,1±16,3%**
хорошо	ДБ	33,3±11,4%*	школа 1/ДБ	6,8±16,7%**
хорошо	РД	25,0±13,1%**	Школа1/РБ	17,1±17,5%**
отлично	школа 1	10,5±7,2%**	школа 1/ школа 2	42,1±13,8%*
отлично	школа 2	52,6±11,7%*		
отлично	школа 3	21,5±9,6%*	школа 1/ школа 3	10,5±12,0%**

Продолжение таблицы 3

отлично	ДБ	66,7 ±11,4%*	школа 1/ДБ	56,1±13,5%*
отлично	РД	75,0±13,0%*	Школа 1/РБ	64,5±14,9%*

Примечания:
1. * — Достоверно.
2. ** — Недостоверно.

Результаты с оценкой «отлично» на этом объекте, были получены только в 2 (10,5±7,2 %) случаях, при исследовании разделочных ножей, ломтерезки для готовой продукциии протирочной машины для приготовления пюре из картофеля. Восемь образцов (42,1±11,6 %), преимущественно столовой посуды получили оценку «хорошо». В ДДУ из исследованных 18 образцов превалировало число образцов с оценкой «хорошо» – 10 (55,6±12,0 %); 8 (44,4±12,0 %) смывов-полотенце для рук, спецодежда, руки работника после гигиенической обработки, вентили кранов в «грязной»и «чистой» зонах, обеденные столы, посуда кухни для горячего, вентили кранов в «грязной»и «чистой» зонах,стены на уровне стола подготовки сырой мясной продукции имели микробную нагрузкуболее 11 КОЕ /см^2 , что соответствовало оценке «плохо». В школах №2 и №3 результаты исследования смывов с поверхностей были значительно лучше. Оценку «плохо»получил только 1 (5,3±5,3 %) смыв с вентиля кранов в «грязной» зоне (школа №2) и 3 (15,7±8,6 %) смывасо стола подготовки сырой мясной продукции, вентилей кранов в «грязной» зоне, рук работника после гигиенической обработкив школе №3. Число проб с оценкой «хорошо» составило 7 (36,8±11,3 %)и 12 (63,1±11,3 %), с оценкой «отлично» – 11 (57,9±11,6 %) и 4 (21,5±9,6 %), соответственно. При анализе результатов исследования смывов из пищеблоков детских медицинских учрежденийнегативных проб не выявлено.В детской больнице число смывов, оцененных на «отлично», составило 12 (66,7±11,4 %), хорошо – 6 (33,3±11,4 %), в буфетной роддома – 9 (75,0±13,0 %) и 3 (25,0±13,1 %), соответственно.

В итоге, на объектах с высокой и среднейстепенью рискавысокую микробную нагрузку имели 47,4±11,8 % и 44,4±12,0 % поверхностей, соответственно. Обращает на себя внимание,что из 18 смывов, взятых с рук работников пищеблоков после гигиенической обработки,9 имели оценку «плохо», что составило 50±12,1 %. Спецодежда работников пищеблоков, на объектах с «высоким» и «средним» уровнями рискакак грязная (оценка «плохо») была оцененаиз 18 у 6 (33,3±11,4 %) человек. Такие же неудовлетворительные результаты были получены при исследовании вентилей кранов в «чистой» зоне ДДУ. Поверхности 4-х объектов с низкой степенью риска также имели различия по микробной нагрузке. Школы № 2 и № 3,построенные в один год и имеющие одинаковые санитарно-гигиенические условия, отличались не только по характеристике микробной нагрузки на поверхности, но ипо обучению работников гигиеническим навыкам (смывы с рук). При санитарно-гигиеническом обследовании на пищеблоке шко-

лы № 3 было выявлены нарушения санитарно-эпидемиологического режима.Кроме школ № 2 и № 3 к объектам с низким уровнем рискабыли отнесены пищеблок детской больницы и буфетная родильного дома. В этом случае большинство поверхностей имели оценку «отлично», а поверхностей с оценкой «плохо» не было определено ни в одном смыве.

Все вышеизложенное позволяет сделать заключение, что важная роль в обеспечении микробиологической безопасности на пищеблоках принадлежит его сотрудникам. На основании данных, полученных в этих исследованиях и предыдущих,проведен анализ микробной нагрузки и технологических процессов с целью установления контрольных точек и критических контрольных точек. Установлено, что к контрольным точкам могут быть отнесены процессы, связанные с подготовкой продукции с последующей термической обработкой, поверхности и предметы, предназначенные для этих целей. Все процессы и предметы, поверхности, с которыми соприкасаются продукты/блюда, не требующие термической обработки, должны выполняться в соответствии с технологическими документами и контролироватьсяс помощью периодического микробиологического контроля, в соответствии с программой производственного контроля.К критическим контрольным точкам отнесены температурные режимы, соблюдение которых препятствует росту микроорганизмов или уничтожает их. Дополнительным существенным фактором риска микробной контаминации пищи/готовых блюд является немотивированное поведение персонала.

Выводы.

1. На объектах с высокой и средней степенью риска высокаямикробнаянагрузка на поверхностях пищеблока определялась достоверно чаще (прир<0,01) чем на объектах с низким уровнем риска.

2. Дополнительным существенным фактором риска микробной контаминации пищи/готовых блюд из среды технологического окружения является немотивированное поведение персонала, что подтверждается неудовлетворительными результатами смывов с рук и спецодежды – 9 (50±12,1 %)и6 (33,3±11,4 %), соответственно.

3. Установлено, что к контрольным точкам могут быть отнесены процессы, связанные с подготовкой продукции с последующей термической обработкой, поверхности и предметы, предназначенные для этих целей.

Литература

1. Иммунофлуоресцентный метод ускоренного выявления патогенных микроорганизмов в сырье и пищевых продуктах : инструкция по применению: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.03.2010 г. №073-0210 / Н.Д. Коломиец, Н.Н. Левшина,И.А. Байроченко. – Минск, 2010. – 15 с.

2. Риски первичной и вторичной микробиологической контаминации при приготовлении пищи / Н.Д. Коломиец [и др.] // Материалы X1 Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей : сб. ст. /под ред. акад. РАМН проф. Г.Г.Онищенко, акад. РАМН проф. А.И.Потапова. – М., Ярославль: Из-во «Канцлер», 2008. – Том II. – С. 129 – 132.

3. Метод выявления санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов с использованием автоматического анализатора «ТЕМПО» : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 08.05.2009 г. №163-1208 / Н.Д. Коломиец,Н.Н. Левшина. –Минск, 2009. – 14 с.

4. Оптимизированные методы количественного выявления санитарно-показательных и патогенных микроорганизмов : инструкция по применению: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19.03.2010 г. №074-0210 / Н.Д. Коломиец [и др.]. – Минск, 2010. – 12 с.

5. ISO 18593:2004. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Горизонтальные методы отбора проб с поверхностей помощью контактных пластинок и тампонов.

Поступила 01.06.2012

MICROBIOLOGICAL MONITORING AS A TOOL PREVENTION FOODBORN DISEASESOF CHILDREN ORGANIZED COLLECTIVE

*Kolomiets N.D., Tonko O.V., Hanenko O.N., * Romanova O.N., ** Fisenko E.G.,*
*** Levshin N.N., *** ZhukovskyV.V., *** GavrilenkoV.V.,Shmeleva N.D., * Panasyuk Y.B.*
Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk
** Republican Scientific Practical Center of PediatricOncology and Hematology;*
*** Minsk City Center for Hygiene and Epidemiology;*
**** Center for Hygiene and Epidemiology of the Leninsky district of Minsk*

The possible risk category of foodborn diseases in preschool, school and hospitals, depending on the hygienic conditions and catering services. It is established that the objects of experiments with high and medium risk high microbial load on surfaces catering determined significantly higher ($p<0,01$) than at objects with low levels of risk.

Keywords: microbiological monitoring, microbial load, wipes, the degree of risk.

ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОБРАЩЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*Коломиец Н.Д., * Федоренко Е.В., Тонко О.В., ** Федоров Ю.Е.,*
**** Щербина О.В., *** Ристич Г., *** Баротова В.В.*
Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск
** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*
*** Министерство здравоохранения Республики Беларусь, г. Минск*
**** Международная финансовая корпорация, г. Минск*

Реферат. Одним из основных элементов обеспечения безопасности пищевой продукции является разработка и внедрение систем производственного контроля, основанных на идентификации опасностей и анализе их риска. Такие системы являются предпосылкой для внедрения системы управления безопасностью пищевой продукции. С этой целью в Республике Беларусь постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.03.2012 года № 32 утверждены новые Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля при производстве, реализации, хранении, транспортировке продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов». Разработанный документ соответствует международным требованиям.

Ключевые слова: безопасность пищевых продуктов, программы производственного контроля, опасность, анализ риска.

Введение. Проблема обеспечения безопасности пищевой продукции является актуальной во всем мире, что связано с рядом объективных причин – глобализацией торговли, укрупнением пищевых производств, демографическими процессами, тенденциями в питании населения. В последние десятилетия произошел переход от регламентирования безопасности пищевых продуктов, основанном на выявлении в производственном цикле или в торговой сети небезопасных пищевых продуктов, обязательном их изъятия из торговой сети и санкций, налагаемых на ответственные стороны к идентификации конкретных опасностей на пищевых производствах, анализу их риска и ранжированию точек, в которых необходимо применение контроля для обеспечения безопасности выпускаемой продукции. Указанный подход позволяет концентрировать ресурсы предприятия на наиболее гигиенически значимых этапах производства и является основой для принятия превентивных мер.

Распространенность пищевых отравлений остается настораживающей - каждый третий житель развитых стран ежегодно страдает от указанных заболеваний, регистрируются

тяжелые случаи вплоть до летальных исходов. Пищевые продукты содержат те или иные количества потенциально опасных веществ (контаминантов), применение средств защиты растений, ветеринарных препаратов при получении продовольственного сырья и пищевых добавок при производстве пищевых продуктов постоянно увеличивается. Несмотря на достигнутый уровень решения проблем обеспечения безопасности «продовольственные скандалы» регистрируются в мире регулярно. В качестве одного из примеров можно привести массовое заболевание в 2011 году кишечной инфекцией, связанной с патогенной кишечной палочкой E.coli 0104:H4, эпицентром которого явилась Германия. Контаминированная пища не имела никаких объективных признаков недоброкачественности, поэтому потребовалось немало усилий для того, чтобы определить и устранить источник заражения. В свою очередь, это неизбежно привело к дополнительным человеческим жертвам и огромным финансовым потерям во многих странах Европы.

В указанных условиях основные акценты по обеспечению безопасности пищевых продуктов перемешаются в сферу производства, при этом наиболее эффективными являются системы производственного контроля, реализующие предупреждающие, профилактические меры. Поэтому установление санитарно-гигиенических требований к программам производственного контроля на пищевых предприятиях является актуальной задачей.

Цель настоящей работы – провести анализ действующего международного и национального законодательства в части установления требований к программам производственного контроля.

Результаты и их обсуждение. Производство пищевых продуктов и их распределение в современных условиях требует соблюдения высоких стандартов гигиены как в экспортирующих, так и в импортирующих странах.

На международном уровне разработка и реализация программ контроля соблюдения санитарно-гигиенических требований установлена Стандартом Комиссии Кодекс Алиментариус «Общие принципы пищевой гигиены» (CAC/RCP 1-1969), который в 2003 году был дополнен приложением «Система анализа рисков и критических контрольных точек и руководство по их применению» [1]. Согласно указанному документу на предприятии должны реализовываться программы и надлежащие гигиенические практики, которые соответствующим образом разработаны, действуют и верифицированы.

В 2004 году в Европейском союзе принимается Регламент № 852/2004 «О гигиене пищевых продуктов», в котором указывается, что производитель пищевых продуктов для обеспечения ее безопасности внедряет принципы анализа риска и критических контрольных точек, изложенные в соответствующем стандарте Кодекс Алиментариус [2]. Согласно указанному документу одним из принципов обеспечения безопасности пищевой продукции на

предприятии наряду с общим выполнением процедур, основывающихся на принципах анализа риска и критических контрольных точек, является применение процедур надлежащей гигиенической практики.

Согласно статье 11 Закона Республики Беларусь № 340-З от 07.01.2012 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» одним из элементов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения является производственный контроль.

Статьей 9 Закона Республики Беларусь от 29 июня 2003 г. № 217-З «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» определено, что субъекты хозяйствования обязаны осуществлять производственный контроль качества и безопасности выпускаемой продукции в установленном ими порядке с учетом определения критических контрольных точек и требований законодательства Республики Беларусь.

Внедрение систем производственного контроля, основанных на принципах анализа риска и критических контрольных точек, вытекает из международных обязательств Республики Беларусь в рамках интеграционных образований (Таможенный союз, Единое экономическое пространство). Так, согласно статье 10 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), утвержденного решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880, при осуществлении процессов производства (изготовления) пищевой продукции, связанных с требованиями безопасности такой продукции, изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах анализа риска и критических контрольных точек [3].

С этой целью в соответствии с Законом Республики Беларусь № 340-З от 07.01.2012 года «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.03.2012 г. № 32 утверждены новые Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля при производстве, реализации, хранении, транспортировке продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов» (далее - Санитарные нормы) [4]. Указанный документ устанавливает санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля и процедурам по соблюдению требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения на отдельных этапах обращения продовольственного сырья и пищевых продуктов - при производстве, реализации, хранении и транспортировке.

Документом внесены новые термины или их новые редакции. Так, под анализом риска понимают оценку информации об опасностях и условиях, ведущих к их возникновению, с целью определения их значимости для безопасности продовольственного сырья и (или) пи-

щевых продуктов и обоснования мероприятий по управлению выявленными опасностями и условиями, ведущими к возникновению опасностей. В свою очередь опасность - биологический, химический или физический фактор в продовольственном сырье и (или) пищевых продуктах, компонентах, материалах и изделиях, контактирующих с продовольственным сырьем и (или) пищевыми продуктами, окружающей и производственной среде или условия производства, реализации, хранения, транспортировки пищевой продукции, при которых возможно создание угрозы жизни и (или) здоровью.

Санитарными нормами установлено, что целью производственного контроля является обеспечение безопасности и (или) безвредности для жизни и здоровья населения Республики Беларусь и среды обитания человека объектов производственного контроля, в том числе путем:

– предотвращения опасностей в продовольственном сырье и (или) пищевых продуктах, компонентах, материалах и изделиях, контактирующих с ними, включая возможное перекрестное загрязнение продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов;

– снижения вероятности внесения опасностей в пищевые продукты через продовольственное сырье, компоненты, материалы и изделия, контактирующие с продовольственным сырьем и (или) пищевыми продуктами, окружающую и производственную среду;

– снижения вероятности внесения опасностей в окружающую и производственную среду через продовольственное сырье, компоненты, материалы и изделия, контактирующие с продовольственным сырьем и (или) пищевыми продуктами, используемые при производстве продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов.

Обсуждаемым документом определяется порядок организации и осуществления производственного контроля. Принципиально новой в Санитарных нормах вляется глава 3 «Требования к программе производственного контроля». Она основывается на международных рекомендациях PAS 220:2008 «Предварительные программы безопасности пищевой продукции для пищевого производства» – стандарте, регламентирующим требования к обязательным гигиеническим программам. Согласно указанному документу система контроля гигиенических условий производства должна охватывать следующие элементы: размещение и устройство зданий, расположение производственных и вспомогательных помещений, организацию рабочего пространства, водоснабжение, канализацию, вентиляцию и отопление зданий и сооружений, управление отходами, размещение и обслуживание технологического оборудования, мойку и дезинфекцию, обеспечение поточности технологических процессов и предупреждение перекрестной контаминации, дезинсекцию, гигиена у персонала и его обучение.

Согласно Санитарным нормам программа производственного контроля в части показателей безопасности и безвредности для жизни и здоровья населения должна основываться на анализе рисков и определении критических контрольных точек.

Программа производственного контроля составляется в письменной форме, утверждается субъектом производственного контроля и должна включать:

– санитарные нормы и правила, гигиенические нормативы, методы и методики контроля факторов среды обитания человека, в соответствии с осуществляемой субъектом производственного контроля деятельностью;

– планы размещения производственных, вспомогательных и бытовых помещений, зданий, сооружений;

– схемы установки технологического оборудования;

– планы наружных и внутренних сетей холодного и горячего хозяйственно-питьевого водоснабжения, технического водоснабжения, отопления, вентиляции и канализации;

– перечень поставщиков продовольственного сырья, компонентов, материалов и изделий, контактирующих с продовольственным сырьем и пищевыми продуктами, упаковочных и вспомогательных материалов;

– описания производственных процессов с указанием обязательных к ним требований;

– маршруты движения продовольственного сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, материалов и изделий, контактирующих с ними, отходов производства, работников;

– перечень осуществляемых субъектами производственного контроля работ и услуг, в том числе представляющих потенциальную опасность для жизни и здоровья населения, выпускаемых продовольственного сырья и пищевых продуктов;

– перечень химических, физических и биологических факторов в продовольственном сырье и пищевых продуктах и, при их обращении, этапов производства и объектов производственного контроля, среды обитания человека, в отношении которых необходимо проведение лабораторных обследований, исследований, испытаний, измерений и лабораторного контроля с указанием точек, в которых осуществляется отбор проб;

– периодичность отбора проб и проведения лабораторных исследований и лабораторного контроля;

– список профессий работников, подлежащих обязательным медицинским осмотрам, гигиеническому обучению;

– перечень должностных лиц, на которых в установленном порядке возложены функции по осуществлению производственного контроля и ответственность за его выполнение, разработку и реализацию мер, направленных на устранение выявленных нарушений;

– инструкции по санитарной обработке помещений, оборудования, тары и инвентаря, а также технологические инструкции для проведения отдельных операций и технологических этапов;

– перечень мероприятий, проведение которых необходимо для обеспечения безопасного производства, реализации, хранения, транспортировки продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов и осуществления эффективного контроля соблюдения законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Беларусь, выполнением санитарно-противоэпидемических мероприятий.

Программы производственного контроля составляются в произвольной форме, они предусматривают также документирование их реализации, контроль эффективности, внесение изменений согласно проведенной оценке.

Заключение. Разработка и внедрение программ производственного контроля представляется чрезвычайно важным событием для обеспечения безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов на основных этапах обращения пищевой продукциии. Эффективность таких программ обусловлена возможностью их гибкой адаптации согласно действующей законодательной и технической нормативно-правовой базе, позволяющей обеспечить безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов в соответствии с международными рекомендациями. Проведенный анализ свидетельствует о соответствии Санитарных норм международным требованиям. Применение указанного документа будет способствовать выполнению требований законодательства Республики Беларусь, Единого экономического пространства и основных стран экспорта пищевой продукции.

Литература

1. Codex Alimentarius Commission. Recommended international code of practice – general principles of food hygiene. CAC/RCP 1-1969, Rev. 4–2003. Rome, Joint FAO/ WHO Food Standards Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource].– Mode of access: http://www.codexalimentarius.net/download/standards /23/cxp_001e.pdf. – Date of access: 18.05.2012.

2. Regulation (EC) NO 852/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs / Access to European Union law [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri= CONSLEG:2004R0852:20090420:EN:PDF- Дата доступа: 06.05.2012.

3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) / Комиссия Таможенного союза [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS% 20PishevayaProd.pdf - Дата доступа: 12.05.2012.

4. Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля при производстве, реализации, хранении,

транспортировке продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов», Постановление МЗ РБ №32 от 30.03.2012. / Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: http://rcheph.by/ru/catalog/page_18_0_4112.html – Дата доступа: 16.05.2012.

Поступила 24.07.2012

PRODUCTION CONTROL'S PROGRAMS AS MEANS ENSURING SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL POPULATION'S WELLBEING AT SEPARATE CYCLE'S STAGES OF FOOD RAW MATERIALS AND FOODSTUFF

*Kolomiets N.D., * Fedorenko E.V., Tonko O.V., ** Fedorov Y.E., *** Sherbina O.V., *** Ristic G., *** Barotova V.V.*

Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk

** The Republican scientific-practical centre of Hygiene, Minsk*

*** Ministry of Health of the Republic of Belarus, Minsk*

**** International Finance Corporation, Minsk*

One of basic elements of food production's safety is development and introduction of production control's systems based on hazards identification and their risk analysis. Such systems are the basis for introduction of a food safety control system. For this purpose new sanitary norm and rule «Sanitary and epidemiologic requirements to production control's implementation by production, realization, storage, transportation of food raw materials and (or) foodstuff» were accepted by the Regulation of Ministry of Health of the Republic of Belarus from 30.03.2012 of No. 32. The document corresponds to the international requirements.

Keywords: foodstuff safety, production control's programs, hazard, risk analysis.

БЕЛКОВЫЙ КОМПОНЕНТ ПИТАНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

Лавинский Х.Х., Рябова Н.В., Брановицкая А.А.

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Онкологическая заболеваемость является одной из важнейших медицинских и социальных проблем в большинстве стран мира. Рак молочной железы занимает ведущее место в структуре онкологической патологии женского населения. Ежегодно в мире отмечается 1 млн. новых случаев рака молочной железы. Особенно высокие показатели заболевае-

мости раком молочной железы наблюдаются в США, Канаде, Франции, Израиле, Швейцарии, Прибалтийских странах, низкие – в Японии, среднеазиатских и африканских государствах. В Республике Беларусь ежегодно регистрируется около 3500 новых случаев заболевания раком молочной железы.

Изучение взаимосвязи нарушений функций органов и систем организма человека при опухолевом росте свидетельствует, что одним из факторов, способствующих увеличению риска развития онкологических заболеваний различной локализации, является несбалансированное, нерациональное питание (Суджян А.В., 1982; Шапот В.С., Шелепов В.П.,1982). По данным ВОЗ примерно одна треть заболеваемости и смертности от рака во всем мире связана с питанием. Среди факторов риска развития некоторых онкологических заболеваний нерациональное питание занимает второе место после табакокурения [1].

Ключевые слова: питание, белок, онкология.

Введение. Установлено, что, несмотря на различия в клинической картине различных онкологических заболеваний, их патогенез имеет существенное сходство: в его основе лежат глубокие расстройства обмена веществ и энергии (Дильман В. М. 1987; Морозкина Т.С., 1989; Каганов Б.С., Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А., Салтанов А.И., 2009).

У большинства онкологических больных отмечается уменьшение массы тела, обусловленное потерями жировой и мышечной массы. Потери массы тела указывают на неблагоприятное течение болезни: больные с потерей массы тела живут меньше. Прогрессирование явлений синдрома гиперметаболизма – гиперкатаболизма ведет к ускорению процессов белково-энергетической недостаточности (далее – БЭН), гиповитаминозам, значительным нарушениям гомеостаза (Тутельян В.А., Каганов Б.С., 2006 г.). Истощение больных раком обусловлено не только нарушениями питания. Причинами его являются также: анорексия, дисбактериоз пищеварительного тракта, мальабсорбция, расстройства обмена белков и аминокислот, потери тканевых белков. Кроме того, увеличивается расход энергии тканями, наблюдается активный захват азота, глюкозы, витаминов и других биологически активных веществ растущей опухолью (Смолянский Б.Л., Лифляндский В.Г., 2003 г.). У больных раком молочной железы состояние крайнего истощения встречается нечасто. Однако при метастазировании опухолей потери массы тела у больных резко возрастают. После лучевой и химиотерапии явления кахексии наблюдаются у онкологических больных независимо от локализации опухоли [2].

Все вышеизложенное свидетельствует о первоочередной роли белкового компонента в рационах питания онкологических больных. Тем не менее, по данному вопросу сформировались два противоположных мнения: ряд исследований (часть ученых) являются сторонниками ограничения количества белка в питании больных раком, однако большинство специалистов, наоборот, считают необходимым существенное увеличение белкового компонента в лечебных рационах онкологических больных.

Сторонники ограничения количества белка в питании онкологических больных указывают, что увеличение белка в лечебных диетах может способствовать опухолевому росту. Растущую опухоль они рассматривают как «ловушку» белка. По их мнению, применение гипопротеиновых диет будет способствовать замедлению опухолевого роста и улучшению результатов лечения [3].

Ученые, поддерживающие противоположное мнение, отмечают, что одним из стойких нарушений гомеостаза у больных онкологическими заболеваниями является БЭН. Степень тяжести БЭН у больных раком молочной железы гораздо меньшая, чем у больных другими видами рака. Однако усугубление тяжести белково-энергетической недостаточности происходит под влиянием гормональной терапии, радиотерапии, химиотерапии, а также метастазирования опухоли при различных видах онкологических заболеваний, включая рак молочной железы. Несомненно, главной причиной развития БЭН больных раком является синдром гиперметаболизма – гиперкатаболизма [1,4].

Цель работы: изучение состояния белковой обеспеченности организма больных раком молочной железы (далее – РМЖ) на стадии реабилитации.

Задачи:

– осуществить ретроспективное изучение фактического питания больных в течение 30 дней, предшествующих реабилитационным мероприятиям;

– исследовать фактическое питания больных в период реабилитации;

– оценить белковую обеспеченность организма больных на основе данных содержания альбуминов и азотистых показателей крови.

Материалы и методы исследований. В ходе исследования были обследованы 32 пациентки, больные раком молочной железы, проходящие реабилитацию в ГУ «Республиканский научно-практический центр медицинской экспертизы и реабилитации» (далее – РНПЦ МЭиР). Возраст пациенток составлял от 27 до 55 лет, на 1 и 2 стадиях заболевания. У пациенток имелись сопутствующие хронические заболевания (артериальная гипертония, гастрит, холецистит).

Ретроспективное изучение фактического питания пациенток в течение 30 дней, предшествующих реабилитационным мероприятиям осуществлялось в соответствии с Инструкцией № 017-1211 «Изучение фактического питания на основе метода анализа частоты потребления пищевых продуктов». Исследование фактического питания больных в период реабилитации было проведено с помощью метода анализа 10-дневных меню- раскладок пищевых продуктов. Для статистической обработки полученных данных применялись компьютерные программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение. Результаты ретроспективного анализа фактического питания (белкового компонента) больных РМЖ за 30 дней до направления на реабилитацию в ГУ РНПЦ МЭиР приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание белков в суточном рационе женщин, больных раком молочной железы (в течение 30 дней, предшествующих реабилитации)

Группа наблюдения	Белки, г	В том числе животного происхождения, г, %	
		граммы	%
Женщины, больные раком молочной железы	75,64±4,76	44,51±3,81	57,79±2,19

Питание пациенток в ГУ РНПЦ медицинской экспертизы и реабилитации осуществлялось в соответствии с постановлением МЗ РБ от 31 марта 2011 г. № 24. В ходе реабилитационных мероприятий пациентки, больные раком молочной железы потребляли диету Б. Общая характеристика диеты: физиологически полноценный рацион питания, энергетическая ценность, содержание белков, жиров и углеводов соответствуют нормам питания для людей, не занятых физическим трудом. Цель назначения - обеспечение организма больных физиологически полноценным питанием. Из пищевого рациона были исключены наиболее трудные для пищеварения и острые блюда. Пища готовилась в отварном, паровом или запеченном виде. Режим питания**:** дробный, 4 - 5 раз в день. Содержание белков и энергетическая ценность диеты Б представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание белков и энергетическая ценность диеты Б

Белки	Энергетическая ценность
90–95г (55 % животные)	2800–2900 ккал

Нормы среднесуточных наборов продуктов питания, входящих в диету Б для пациенток, больных раком молочной железы в период реабилитации приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Среднесуточный набор продуктов питания, входящих в диету Б

Наименование продуктов	Варианты наборов продуктов (граммов, брутто)
	Базовый рацион – диета Б
Хлеб ржаной	150
Хлеб пшеничный	150
Крахмал картофельный	5
Крупы, макаронные изделия, в том числе мука пшеничная (всего)	110

Продолжение таблицы 3

Картофель	300
Овощи, зелень	330
Фрукты свежие	–
Сухофрукты	20
Соки фруктовые, овощные	–
Говядина I категории, свинина мясная, птица	160
Колбасы, сосиски	10
Рыба, рыбопродукты, нерыбные продукты моря	70
Творог	50
Сыр	10
Яйцо	$^{1}/_{2}$ шт.
Молоко, кефир, йогурт	300
Масло сливочное крестьянское	30
Масло растительное	20
Сметана	20
Сахар, варенье	50
Чай	2
Кофе, какао, кофейный напиток	2
Дрожжи прессованные	1
Соль	10
Томат-паста, томат-пюре	5
Витамин С	70

Для пациентов с заболеваниями органов пищеварения исключаются специи, томатное пюре, томатная паста. Для пациентов с эндокринной патологией дополнительно назначаются овощи, зелень – 165 г, соки фруктовые – 150 г. Для пациентов с нефрологической патологией исключаются из набора продуктов питания для одного пациента по диете Б сыр, колбасные изделия, специи, кофе, томатная паста, томатное пюре.

Данные макронутриентного состава и энергетической ценности рациона питания больных в период реабилитации представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Макронутриентный состав и энергетическая ценность рациона питания больных в период реабилитации

	Фактические значения (анализ меню-раскладок РНПЦ)
Белок общий (г)	94,53±3,32
Белок животный (г)	49,56±3,65
Белок животный (%)	51,95±2,54
Белок растительный (г)	44,9±1,95
Углеводы (г)	384,4±6,9
Жиры (г)	104,93±5,37
Калории (ккал)	2948,44±68,76

Анализ содержания белка в суточных рационах женщин, больных раком молочной железы, до и во время реабилитации показал, что количество белка было больше в рационах в течение реабилитационного периода (рисунок 1).

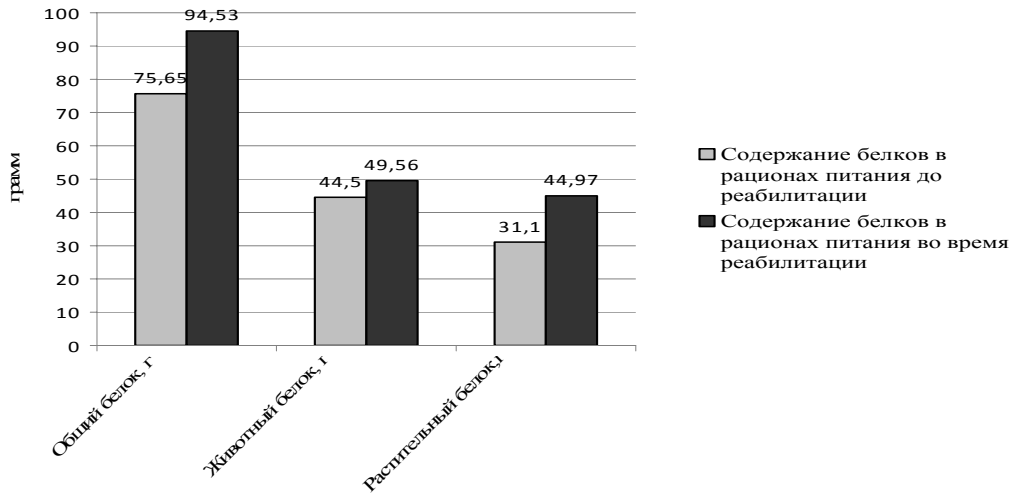


Рисунок 1 – Содержание белка в суточных рационах женщин, больных раком молочной железы, до и во время реабилитации

Биохимический анализ крови: альбумины – 49±10,57 г/л, мочевина – 5,25±0,28 ммоль/л, креатинин – 71,27±3,86 мкмоль/л, мочевая кислота – 188,5±64,5 мкмоль/л. Показатели биохимического анализа крови находились в пределах нормы, что свидетельствует об адекватной белковой обеспеченности больных РМЖ в реабилитационный период.

Заключение. Результаты ретроспективного анализа фактического питания (белкового компонента) больных РМЖ за 30 дней до направления в РНПЦ МЭиР: общее количество белка в рационах питания больных составляло 75,64±4,76 г, из них белок животного происхождения – 44,51±3,81г или 57,79±2,19 %.

В рационах питания пациенток на стадии реабилитации в РНПЦ МЭ и Р количество белка выше, чем в период, предшествующий госпитализации: количество белка в суточном рационе во время реабилитации равно 94,53±3,32 г, в том числе белка животного происхождения 49,56±3,65 г, что составило 51,95±2,54 % от общего количества белка.

Результаты биохимических исследований крови свидетельствуют, что белковая обеспеченность организма больных как до, так и в период реабилитации была адекватной.

Положительную роль в обеспеченности организма белком в период реабилитации сыграло полноценное белковое питание в 30-тидневный период, предшествующий реабилитации, что также способствовало улучшению состояния пациентов.

Литература

1. Каганов, Б. С. Вестник интенсивной терапии / Б. С. Каганов, Х. Х. Шарафетдинов. – 2009. – № 1. – С. 49 – 56.
2. Вершинина, С. Ф., Руководство для пациентов с онкологическими заболеваниями / С. В. Вершинина, Е. В. Потявина. – СПб., 2009. – 125 с.
3. Волосянко, М. И. Традиционные и естественные методы предупреждения и лечения рака / М. И. Волосянко. – М., 1994. – 267 с.
4. Досталова, О. Как сопротивляться раку / О. Досталова. – СПб., 1994. – 126 с.

Поступила 21.06.2012

PROTEIN COMPONENT OF THE DIET OF CANCER PATIENT

Lavinskii Ch.Ch., Ryabova N.V., Branovickaya A.A.

Belarussian State Medical University, Minsk

Protein in the diet of cancer patients is important. Analysis of the diets showed that the amount of protein in the hospital diet higher than at home diet. Was determined by an adequate supply of protein in patients with breast cancer.

Keywords: diet, protein, oncology.

КОРРЕКЦИЯ СЕЛЕНЕМИИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ НАЗНАЧЕНИИ СЕЛЕНОМЕТИОНИНА ЖЕНЩИНАМ РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА

*Мойсеенок Е.А., * Пеховская Т.А., * Лукиенко Е.П., * Коваленчик И.Л., * Мойсеенок А.Г.*

Гродненский государственный медицинский университет, г. Гродно

** Гродненский филиал Института биоорганической химии НАН Беларуси, г. Гродно*

Реферат. У 36 женщин в возрасте 18-40 лет изучали уровень селена, активность глутатион-пероксидаз и показатели окислительного стресса до и после назначения селенометионина в суточной дозировке 100 мкг (2 или 4 недели) или 200 мкг (2 недели). Достоверный рост селенемии выявлен при назначении только 100 мкг селенометионина, изменившись при 2-х недельном курсе с 61,90±3,87 до 98,98±4,29 мкг/л. У этих же лиц выявлена активация глутатион-пероксидаз и снижение тиобарбитурат- и дифениламино-регирующих субстанций в плазме крови. Рекомендуется применение селенометионина в курсовой дозе 1,4 мг для коррекции селенового статуса организма.

Ключевые слова: селен, селенометионин, окислительный стресс, женщины репродуктивного возраста.

Введение. Более ранними исследованиями, в том числе проведенными в нашей лаборатории и опубликованными в одном из предыдущих выпусков «Здоровье и окружающая среда» [1] выявлен распространенный дефицит эссенциального микроэлемента селена у женщин детородного возраста. Известен феномен физиологического снижения селенемии в последнем триместре беременности, что свидетельствует об исключительной важности микроэлемента в поддержании антиоксидантного потенциала будущей матери, новорожденного ребенка и ресурса их здоровья [2]. К сожалению, до настоящего времени в нашей стране до конца не решены вопросы гигиенической оценки обеспеченности организма селеном, не приняты референтные величины селенемии, не оценен вклад селенового статуса в формирование антиоксидантной системы организма. В настоящей работе изучено воздействие биокорректора «Витаселен Е», содержащего селенометионин в дозе 50 мкг, т.е. 20 мкг неорганического селена, назначаемого женщинам репродуктивного возраста в различных курсовых дозировках с целью профилактики дефицита микроэлемента и витамина Е. Эффективность коррекции селенемии контролировалась как уровнем селена в плазме крови, так и показателями окислительного стресса: активностью глутатион-пероксидаз, уровнем небелковых и белковых сульфгидрильных групп, содержанием тиобарбитурат-реагирующих и дифениламино-реагирующих соединений. Последний показатель традиционно рассматривается как интегрирующий для продуктов окислительного стресса [3].

Материалы и методы исследований. В обследовании на условиях добровольного согласия и анонимности приняли участие 36 женщин в возрасте 18-40 лет из различных социальных групп населения. Участницы были разделены на 3 равноценные группы. 1-ая группа получала 50 мкг селенометионина двукратно (утром и вечером) в течение 1 месяца, 2-ая группа – аналогичную дозу селенометионина 2 недели, 3-я группа получала 100 мкг селенометионина двукратно на протяжении 2 недель. До начала приема биокорректора была произведена оценка пищевого статуса и взят анализ крови для исследования исходного уровня селена и показателей окислительного стресса. Повторный анализ крови проводился сразу по завершении приема биодобавки.

Кровь, взятая у обследуемых натощак, после стабилизации и центрифугирования использовалась для получения плазмы, которая подвергалась немедленному замораживанию при -70 – -80°С. В крови исследовали уровень продуктов окислительного стресса, реагирующих с N,N-диметил-р-фенилендиамином [4], накопление тиобарбитурат-реагирующих продуктов [5] и уровень небелковых сульфгидрильных групп [6]. Содержание селена в плазме крови определяли на приборе Analist600 (PerkinElmer) методом атомной абсорбционной

спектрометрии в графитовой печи с коррекцией фона [7]. Активность глутатион-пероксидаз в крови измеряли с использованием субстратов: перекиси водорода – H_2O_2 [8] и трет-бутилгидропероксида – t-BOOH [9]. Белок определяли по методу Лоури, гемоглобин – унифицированным гемоглобинцианидным методом. Статистическая обработка результатов осуществлялась на персональном компьютере в пакете статистических программ SPSS 16 for Windows (SPSS Inc., США).

Результаты и их обсуждение. С учетом известных данных о необходимости длительного назначения селеновых субстанций для коррекции недостаточности [2] предполагалось, что месячный курс селенометионина в суточной дозировке 100 мкг/л (40 мкг неорганического селена) будет достаточно эффективным с точки зрения референтного уровня в 100 мкг/л, свидетельствующего о достижении оптимального уровня обеспеченности. Исходные данные во всех 3-х наблюдаемых группах обследованных в среднем составляли величины в пределах 61-67 мкг/л, что соответствовало только 50-60% референтных показателей [2]. Эти, а также данные после приема биокорректора «Витаселен Е», представленные в таблице 1 показывают, что ежедневный прием микроэлемента в количестве 40 мкг на протяжении месяца увеличил селенемию только до 127% от исходного уровня. Более короткий, 2-х недельный курс назначения биокорректора в той же дозе оказался эффективнее, рост селенемии превысил 160% от исходного уровня и достиг значений близких к 100 мкг/л селена. Увеличение дозировки селенометионина вдвое при аналогичной продолжительности введения обнаружило лишь тенденцию к росту селенемии, практически нивелирующую идею увеличения суточной дозировки для достижения целей коррекции селенового статуса.

Таблица 1 – Активность изоферментов глутатион-пероксидаз (ГПО) и уровень селена в плазме крови женщин на фоне введения биодобавки (селенометионин, СМ) (M±SD)

Группа	Селен в плазме крови, мкг/л	ГПО (t-BOOH), мкМ GSH/мин/мг белка плазмы	ГПО (H_2O_2), мкМ GSH/мин/мг белка плазмы
1.1 Исходный уровень	66.67±1.48	5.36±0.71	5.01±0.43
1.2 + СМ	85.13±4.27*	8.12±1.06*	7.11±0.95*
2.1 Исходный уровень	61.90±3.87	5.65±0.67	4.83±0.69
2.2 + СМ	98.98±4.29*	7.87±1.22*	6.28±0.79*
3.1 Исходный уровень	67.06±3.20	5.92±0.53	5.02±0.87
3.2 + СМ	73.11±3.51	7.70±0.93*	5.79±0.76*
Примечание: * – $p < 0,05$ по отношению к исходному уровню			

Соответственно изменениям уровня селенемии наблюдается рост активности глутатион-пероксидаз во всех группах обследованных. Рост активности фермента оказался достоверным как в отношении t-BOOH-метаболизирующего фермента, так и анализируемого на H_2O_2 в качестве субстрата. В первом случае увеличение активности составило 151,5%, 139,3% и 130% для 1-3-й групп, соответственно. Рост H_2O_2-метабилизирующего фермента составил 139%, 130% и 115,5% для 1-3-й групп, соответственно. Эти данные свидетельствуют, что при использовании в качестве субстрата глутатион-пероксидаз терт-бутилпероксида (t-BOOH) селеноспецифичность ферментативной активности выражена больше, нежели при использовании перекиси водорода. В целом, данные таблицы 1 указывают, что динамика показателей, характеризующих обеспеченность организма селеном, существенно различается и, если в отношении селенемии предпочтительно назначение 2-х недельного профилактического курса биокорректора, то в отношении селено-специфичных глутатион-пероксидаз более значительная активация достигается при месячном курсе коррекции статуса микроэлемента.

Каковы особенности изменений показателей окислительного стресса при назначении селенометионина в различных курсовых дозах? Интегрирующий показатель окислительного стресса в виде дифениламино-реагирующих продуктов заметно снизился в плазме крови лиц 1-ой группы (месячный курс селенометионина) - до 75% исходного уровня и, особенно, у лиц 2-ой группы (2-х недельный курс селенометионина) - до 72,3% исходного уровня. Последнее снижение является высокодостоверным статистически. Это в полной мере относится к показателю тиобарбитурат-реагирующих продуктов в данной группе, где снижение уровня конечных продуктов перекисного окисления липидов составило 70% от исходного уровня. Не выявлено изменений в показателях дифениламино-реагирующих и тиобарбитурат-реагирующих продуктов у лиц 3-й группы (назначение 200 мкг селенометионина в сутки на протяжении 2 недель) и общего уровня сульфгидрильных групп белков во всех обследованных группах. Следовательно, потенциально коррегирующий эффект селенометионина проявляется в строго дозированном диапазоне назначения носителя микроэлемента и проявляется на фоне существенного и достоверного увеличения селенемии (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание дифениламино-реагирующих продуктов (ДАРП), тиобарбитурат-реагирующих продуктов (ТБРП) и белковых сульфгидрильных групп (Белк.SH) в плазме крови женщин, получавших селенометионин в форме биодобавки

Группа	ДАРП у.е./мл. плазмы	Белк.SH нмоль/мл. плазмы	ТБРП нмоль/мл. плазмы
1.1 Исходный уровень	42.7±9.4	49.77±7.85	3.40±0.43
1.2 + СМ	33.2±7.3*	51.67±12.11	3.41±0.40

Продолжение таблицы 2

2.1 Исходный уровень	51.9±8.8	54.73±12.63	4.42±0.77
2.2 + СМ	37.6±6.7*	54.42±13.41	3.09±0.37*
3.1 Исходный уровень	38.2±6.4	51.52±6.10	3.11±0.44
3.2 + СМ	34.5±8.3	56.31±10.64	3.13±0.45
Примечание: * – $p < 0,05$ по отношению к исходному уровню			

Представляет несомненный интерес корреляция изученных показателей при их соотношении с уровнем селенемии (таблица 3). Из двух изученных изоферментов глутатионпероксидаз, t-BOOH - метаболизирующий фермент проявил значимую реакцию увеличением активности у обследованных лиц второй группы, однако у лиц 1 и 3-й групп эта зависимость не прослеживается. Равным образом это относится к активности H_2O_2 - метаболизирующего фермента.

В отличие от дифениламино-реагирующих продуктов, показатель перекисного окисления липидов (тиобарбитурат-реагирующие продукты) также заметно отреагировал снижением у лиц 2-ой группы (отрицательная корреляция как показатель зависимости окислительного стресса от селенового статуса). Это, однако, не свидетельствует в пользу допущения о взаимосвязи селенемии и показателя перекисного окисления липидов, т.к. исходный уровень в 1 и 3-й группе не выявил взаимосвязи этих показателей. В определенной степени это можно отнести и к показателям уровня сульфгидрильных групп белков.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции содержания селена в группах и показателей окислительного стресса

Показатели	Содержание селена в группах					
	1.1 Исходный уровень	1.2 + СМ	2.1 Исходный уровень	2.2 + СМ	3.1 Исходный уровень	3.2 + СМ
ГПО (t-BOOH)	0,03	- 0,21	0,01	0,41	0,16	- 0,26
ГПО (H2O2)	- 0,22	- 0,1	0,27	0,13	0,38	- 0,13
ДАРП	- 0,6	0,66	0,02	0,16	0,18	0,05
ТБРП	0,47	0,27	- 0,54	- 0,17	0,01	0,42
Белк.SH	- 0,51	0,67	0,06	0,2	- 0,16	- 0,3

Проверка наличия корреляционных зависимостей всех изученных показателей с уровнем исходной селенемии обнаружило наличие умеренной корреляционной зависимости между содержанием микроэлемента и уровнем тиобарбитурат-реагирующих продуктов (-0,32). У лиц второй группы средний прирост уровня селена составил 37 мкг/л, но в варианте по-

парной корреляции это не выявило определенную взаимосвязь с изменением активности глутатион-пероксидаз и падением уровня дифениламино-реагирующих продуктов. Можно с определенной долей уверенности (с учетом ограниченности обследованного контингента) утверждать, что корреляционная зависимость показателя селенемии проявилась в динамике активности t-BOOH- метаболизирующего фермента и уровне тиобарбитурат-реагирующих продуктов у лиц 2-ой группы, где проявился отчетливый корригирующий эффект селенометионина.

Заключение. Селенометионин как носитель селена, несмотря на высокую (как и неорганический селен) токсичность широко применяется в форме биологически активной добавки (биокорректора) в составе т.н. биоселена (дрожжевой селен, селено-спирулина и т.д.), где он наряду с селеноцистеином присутствует в качестве основной селено-содержащей субстанции.

В связи с относительно высокой стоимостью производства химический синтез селенометионина уступает биологическим технологиям, однако эта субстанция получает достаточно хорошую перспективу в виде рецептурной формы и в биокорректорах со сложной рецептурой. В данный момент в Республике Беларусь селенометионин является основным компонентом биокорректора «Вита-селен Е» (производитель УП «Лигур», Минская обл.). Обобщенный анализ перспектив применения селенометионина был сделан P.Surai в его известной монографии [10]. Обращено внимание на высокий уровень биодоступности соединения, быстрое поступление в кровообращение в неизменном виде и возможность его аккумулирования как резервной формы микроэлемента в тканях, которая может быть использована для синтеза биологически активной формы селена: селеноцистеина и селенопротеинов [2,10]. Несомненно, что с точки зрения физиологии питания селенометионин превосходит селенит, особенно по способности активировать глутатион-пероксидазы на фоне неадекватной обеспеченности селеном [10]. Однако остается открытым вопрос о суточных дозировках селенометионина для коррекции пониженного статуса микроэлемента.

Судя по реакции различных тестов селенового статуса в ответ на длительное назначение селенометионина (50,0–200,0 мкг/сутки) в течение 12 месяцев наиболее убедительные результаты получены по динамике селенемии, тогда как реакция селенопротеинов зависела от их генотипа, также как и экскреция микроэлемента [11].

Наши данные позволяют предложить, что эффективность назначения селенометионина в качестве биокорректора максимальна при 2-х недельном курсе применения в суточной дозировке 100 мкг. Необходимы дальнейшие исследования с учетом различной степени дефицита селена и особенностей полиморфизма селенопротеинов.

Литература

1. Мойсеенок, Е.А. Содержание селена в плазме крови молодых женщин и родильниц / Е.А. Мойсеенок, Г.В. Альфтан, А.Г. Мойсеенок // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / ГУ «РНПЦ гигиены» ; гл. ред. С.М. Соколов. – Минск, 2006. – Вып. 8. – С. 374–379.

2. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В.А. Тутельян [и др.]. – М.: Изд-во РАМН, 2002. – 224 с.

3. Use of N,N-dimethyl-p-phenylenediamine to evaluate the oxidative status of human plasma / V. Verde [et al.] // Free Radical Research. – 2002. – Vol. 36(8). – P. 869-873.

4. A novel method for measuring the oxidative status in serum / G. Randazzo [et al.] // Natural antioxidants and anticarcinogens in nutrition, health and disease. Second Intern. Conf.– Helsinki, 1998. – S IV/10.

5. Стальная, И.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии; под. ред. Ореховича. – М., 1977. – С. 66-68.

6. Веревкина, И.А. Колориметрический метод определения SH-групп и SS-связей в белках при помощи 5,5-дитиобис(2-нитробензойной) кислоты / И.А. Веревкина, А.И. Точилкин, Н.А. Попова // Современные методы в биохимии; под. ред. Ореховича. – М., 1977. – С. 223-231.

7. Alfthan, G. Determination of selenium in small volumes of blood plasme and serum by electrothermal atomic absorbtion spectrophotometry / G. Alfthan, J. Kumpulainen // Anal. Chem. Acta. – 1982. – Vol. 140. – P. 221-227.

8. Кругликова, Г.О. Глутатионпероксидазная и глутатионредуктазная активность печени крыс после введения селенита натрия / Г.О. Кругликова, И.М. Штутман // Укр. біохім. журн. – 1976. – Т.48, № 2. – С. 227-233.

9. Моин, В.М. Простой и специфический метод определения активности глутатионпероксидазы в эритроцитах / В.М. Моин // Лабораторное дело. – 1986. – № 12. – С. 724-727.

10. Suraj, P.F. Selenium in nutrition and health / P.F. Suraj. – Nottingham: Nottingham University Press, 2006. – 974 p.

11. Selenium accumulation in prostate tissue during a randomized, controlled short-term trial of l-selenomethionine: a Southwest Oncology Group Study / A.L. Sabichi [et al.] // Clin. Cancer Res. – 2006. – Vol. 12 (7 Pt 1). – P. 2178-2184.

Поступила 06.06.2012

CORRECTION OF BLOOD SELENIUM AND OXIDATIVE STRESS INDICES BY PROPHYLACTIC SELENOMETHIONINE ADMINISTRATION IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE

*Moiseenok E.A., * Pekhovskaya T.A., * Lukienko E.P., * Kovalenchik I.L., * Moiseenok A.G.*

Grodno State Medical University, Grodno

** Grodno branch of the Institute of Bioorganic Chemistry, NAS Belarus, Grodno*

Blood plasma selenium levels, the activity of glutathione peroxidase and indices of oxidative stress were studied in 36 women aged 18-40 years before and after the administration of Se-methionine at a daily dosage of 100 μg (2 or 4 weeks) or 200 μg (2 weeks). Reliable growth of selenium levels from 61.9 ± 3,87 up to 98.98 ± 4,29 μg/l was identified only in the administration of 100 μg of Se-methionine during 2-week course. The activation of glutathione peroxidase and reduction of thiobarbiturate- and diphenylamine-reactive substances in the blood plasma was revealed in these same individuals. It is recommended to use Se-methionine in the course dose of 1.4 mg for the correction of selenium status of the organism.

Keywords: selenium, Se-methionine, oxidative stress, women of reproductive age.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЛИМЕНТАРНОЙ НАГРУЗКИ ПИЩЕВЫМИ ДОБАВКАМИ (НА ПРИМЕРЕ НИТРИТОВ)

Федоренко Е.В., Шуляковская О.В., Бордак Л.В.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. Пищевые добавки широко применяются при производстве пищевых продуктов. Гигиеническое регламентирование указанных веществ включает определение области и доз их применения. Расчет алиментарной нагрузки позволяет проводить количественную оценку поступления пищевых добавок, устанавливать группы повышенного риска и обосновывать, при необходимости, региональные нормативы. Гигиеническая оценка алиментарной нагрузки нитритами показала отсутствие значимого риска для здоровья взрослых потребителей с обычными уровнями потребления колбасных изделий. Для потребителей со значительной долей в рационе пищевых продуктов, содержаших нитриты, возможно превышение значения допустимого суточного потребления.

Ключевые слова: алиментарная нагрузка, пищевые добавки, допустимое суточное поступление, оценка риска здоровью.

Введение. Последние десятилетия характеризуются большими объемами применения при производстве пищевых продуктов различных химических соединений – пищевых добавок и технологических вспомогательных средств. Пищевые добавки используются для придания пищевым продуктам желаемых свойств, либо с технологической целью и непосредственно поступают в организм человека. В основе разрешения их применения лежат токсикологические исследования и установление безопасных доз использования, не представляющих риска для здоровья всех групп потребителей. Законодательством Таможенного союза [1] установлен перечень пищевых добавок, разрешенных для применения в пищевой промышленности. Вместе с тем, Комиссией Кодекс Алиментариус ФАО (ВОЗ), наряду с регламентацией уровней применения пищевых добавок при производстве отдельных видов пищевой продукции, устанавливаются значения допустимого дневного поступления (Acceptable Daily Intake). Допустимое суточное поступление представляет собой количество пищевой добавки, выраженное исходя из массы тела (в мг на 1 кг массы тела), которое может потребляться ежедневно в течение всей жизни индивидуума без значимого риска для здоровья.

В отличие от гигиенического регламентирования расчет алиментарной нагрузки позволяет количественно оценивать поступление пищевых добавок при различных сценариях алиментарной экспозиции и выявлять среди потребителей группы риска, обосновывая тем самым как область, так и дозы применения пищевых добавок. При этом учитываются особенности формирования такой нагрузки - поступление пищевых добавок из различных видов пищевых продуктов, их потенциальные и/или реальные дозы, диапазон значений, которые наблюдаются при оценке потребления отдельных видов пищевых продуктов.

Основными целями оценки алиментарной нагрузки пищевыми добавками являются:

– мониторинг уровня потребления отдельных пищевых добавок и его сравнение с допустимым суточным поступлением;

– определение групп потребителей, среди которых поступление пищевых добавок с рационом приближается к допустимому или превышает его и разработка рекомендаций по снижению такой алиментарной нагрузки;

– обоснование региональных гигиенических нормативов применения пищевых добавок при производстве определенных видов пищевых продуктов для всех или отдельных групп потребителей.

В республике до настоящего времени оценка алиментарной нагрузки пищевыми добавками не проводилась.

В качестве модели нами были использованы нитриты – пищевые добавки, широко применяющиеся в пищевой промышленности. Использование указанных веществ связано с их способностью сохранять окраску колбасных изделий. Кроме того, нитриты обладают ан-

тимикробной активностью против Clostridium botulinum, повышают тем самым безопасность продукции и увеличивают ее сроки годности. Установлено, что при поступлении в организм нитритов возможен эндогенный синтез нитрозаминов, которые обладаются канцерогенными свойствами. Поэтому в отношении нитритов установлены максимально допустимые уровни содержания в конечной продукции – 50 мг/кг массы продукта, их применение разрешено только в колбасных изделиях [1].

Цель настоящей работы - на основании обоснованных моделей (сценариев) расчета алиментарной нагрузки пищевыми добавками провести гигиеническую оценку поступления нитритов, применяемых в качестве пищевых добавок, в составе рациона взрослых потребителей.

Материалы и методы исследований. Исследовались колбасные изделия, изготовленные с использованием пищевых добавок Е 249 (нитрит калия) или Е250 (нитрит натрия), в которых в соответствии с [2] проводилось определение содержания нитритов. Оценка структуры потребления колбасных изделий проводилась среди взрослого населения города Минска с использованием частотного метода согласно [3]. Количество обследованных – 112 человек. Для расчета алиментарной химической нагрузки нитритами использовались две группы показателей – уровни потребления отдельных видов пищевых продуктов, содержащих нитриты и содержание указанных соединений (регламентируемое или фактическое) в их составе.

С учетом рекомендаций международных организаций (Комиссия Кодекс Алиментариус) [4], нами были обоснованы основные модели (сценарии, уровни) оценки алиментарной нагрузки пищевыми добавками [5].

Первая модель предполагает расчет теоретического максимального дневного поступления пищевых добавок. При этом используются рекомендуемые уровни потребления пищевых продуктов («гипотетический» рацион), которые соотносятся с максимальным допустимым уровнем применения пищевой добавки. При этом исходят из следующих предположений:

– пищевая добавка используется согласно принципам надлежащей производственной практики и содержится во всех видах пищевых продуктов, для которых она разрешена в максимально допустимом количестве;

– уровень пищевой добавки не уменьшается в процессе кулинарной обработки;

– пищевые продукты, содержащие пищевую добавку, употребляются в полном объеме (без отходов) потребителями каждый день в течение всей жизни на среднем для населения в целом уровне.

Указанный расчет позволяет получить общие представления об уровне поступления пищевых добавок, однако не учитывает вариабельность потребления пищевых продуктов среди отдельных потребителей.

Вторая модель предполагает оценку фактических уровней потребления пищевых продуктов, изготовленных с максимально допустимым уровнем пищевой добавки. При этом в качестве продуктовых наборов могут использоваться рационы различных групп населения – взрослые, дети, подростки, а также средние и высокие уровни потребления пищевых продуктов среди отдельных групп потребителей. Используются результаты изучения фактического питания населения, которые могут быть получены с использованием различных методов.

Наиболее реалистичные данные можно получить при использовании сценария, который учитывает реальную структуру потребления пищевых продуктов и фактическое содержание в них изучаемой пищевой добавки.

С целью моделирования различных сценариев поступления пищевых добавок используют как средние уровни потребления пищевых продуктов (средняя экспозиция), а также учитывают так называемых «высоких» потребителей – лиц, употребляющих пищевые продукты (или отдельные их группы) в больших количествах (агравированная, максимальная экспозиция). Как правило за средний уровень потребления принимают медианное значение, для максимального уровня используют с учетом неопределенностей 90–97,5 процентили.

Полученные с использованием различных моделей значения алиментарной экспозиции пищевой добавки соотносятся с уровнем допустимого суточного поступления, которое для нитритов составляет 0,06 мг/кг массы тела. Согласно [4] масса тела взрослых потребителей принималась равной 60 кг.

Результаты и их обсуждение. Среднее содержание нитритов (медиана) в различных видах колбасных изделий, определенное в соответствии с [2] составило 25 мг/кг, значение 90 процентиля – 32,2 мг/кг.

Уровни потребления колбасных изделий среди взрослых потребителей согласно рациональным уровням потребления (теоретическое потребление) и фактические значения, полученные с использованием частотного метода, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Потребление колбасных изделий согласно рекомендуемым рациональным нормам потребления и результатам изучения фактического питания с использованием частотного метода (г/сутки)

Наименование продукта	Потребление	
	Медиана	90 процентиль
Рациональные нормы потребления (теоретическое потребление)		
Колбасные изделия*	10,0	40,0
Фактическое потребление (изученное с использованием частотного метода)		
Сосиски, сардельки	17,85	35,7
Колбаса копченая, варенокопченая, окорок, ветчина	14,28	58,28
Колбаса вареная	17,85	71,4
Всего:	49,98	165,38
Примечание — * — Данные указаны в виде минимального и максимального значений.		

В таблице 2 приведены значения потенциальных доз нитритов, поступающих в организм взрослых потребителей с колбасными изделиями, согласно различным моделям расчета алиментарной нагрузки, описанным выше.

Таблица 2 – Экспозиция нитритами в составе колбасных изделий, расчитанная при использовании различных моделей расчета алиментарной нагрузки пищевыми добавками (мг/кг массы тела)

Сценарий		Экспозиция	
		средняя	максимальная
Модель 1		0,008	0,03
Модель 2		0,04	0,14
Модель 3*	среднее потребление	0,021	0,027
	«высокое» потребление	0,069	0,089
Примечание — * — С учетом среднего (медианы) и значения 90 процентиля содержания нитритов в колбасных изделиях.			

В таблице 3 приведены величины алиментарного поступления нитритов в составе рациона по отношению к допустимому суточному поступлению.

Таблица 3 – Доля нитритов, поступающих с колбасными изделиями, от допустимого суточного поступления (%)

Сценарий		Доля от допустимого суточного поступления	
		средняя	максимальная
Модель 1		13	50
Модель 2		67	233
Модель 3	среднее потребление	35	45
	«высокое» потребление	115	148

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии превышения допустимого суточного поступления нитритов для взрослых потребителей с обычными уровнями потребления колбасных изделий, что подтверждается всеми моделями расчета (13 - 67% от допустимого суточного поступления). Однако, в случае использования агравированных моделей (использование нитритов в максимально допустимых уровнях, 90 процентиль фактического содержания нитритов, высокие уровни потребления колбасных изделий) наблюдается иная тенденция – алиментарная экспозиция нитритами составляет от 45 до 233%. При этом больший вклад в формирование такой нагрузки формирует не столько применение пищевой добавки, сколько уровни потребления пищевых продуктов, в производстве которых используются нитриты. Следует отметить, что наиболее реалистичные сценарии расчета алиментарной нагрузки нитритами (модели, учитывающие фактическое содержание нитритов в колбасных

изделиях и реальные уровни их потребления) свидетельствует об отсутствии риска для здоровья потребителей – уровень экспозиции нитритами в составе рациона составляет 45 % от их допустимого суточного поступления.

Заключение. Применение указанных расчетных моделей позволяет прогнозировать поступление пищевых добавок в организм и проводить оценку риска для здоровья отдельных групп населения в зависимости от уровня пищевой добавки в рационе и структуры потребления пищевых продуктов, содержащих изучаемые вещества. При этом применение указанной методологии целесообразно в отношении пищевых добавок, для которых установлены значения допустимого суточного поступления, используемого в качестве оценочного критерия алиментарной экспозиции.

Проведенная оценка алиментарной нагрузки нитритами свидетельствует об отсутствии значимого риска для здоровья потребителей с обычными уровнями потребления колбасных изделий – алиментарная нагрузка нитритами не превышает 67 % от допустимого суточного поступления при использовании всех моделей расчета алиментарной экспозиции. Сценарии расчета, учитывающие максимальные значения реального или допустимого содержания нитритов и высокие уровни потребления колбасных изделий, показывали, что при таких условиях риск негативного влияния нитритов на здоровье потребителей возрастет, поскольку наблюдается превышение значения допустимого суточного поступления в 1,2 – 2,3 раза.

Дальнейшие исследования алиментарной нагрузки в обсуждаемой области целесообразно проводить с учетом возможности эндогенного синтеза нитритов из нитратов, поступающих в организм с пищевой продукцией растительного происхождения (овощами) и в качестве пищевых добавок, а также для отдельных групп детского населения.

Литература

1. Раздел 22. Требования безопасности пищевых добавок и ароматизаторов главы II Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/db/techregulation/sanmeri/ Documents/ Гл.II%20Р.22.%20Пищевые_добавки.pdf. – Дата доступа : 18.05.2012.

2. ГОСТ 29299-92. Мясо и мясные продукты. Метод определения нитрита. – Введ. 01.01.91. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 4 с.

3. Инструкция по применению. Регистрационный № 017-1211. Изучение фактического питания на основе метода анализа частоты потребления пищевых продуктов. – утв. Заместителем Министра здравоохранения – Гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь 15.12.2011г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://rspch.by/Docs/Instr_017-1211.pdf. – Дата доступа: 18.05.2012.

4. Guidelines for simple evaluation of food additive intake (CAC/GL 03-1989) [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.codexalimentarius.net. – Date of access: 18.05.2012.

5. Инструкция по применению. Регистрационный № 018-1211. Оценка алиментарной нагрузки на население. – Утв. Заместителем Министра здравоохранения – утв. Заместителем Министра здравоохранения – Гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь 15.12.2011г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://rspch.by/Docs/instr_018_1211.pdf. Дата доступа: 18.05.2012.

Поступила 25.07.2012

HYGIENIC ASSESSMENT OF FOOD ADDITIVES' DIETARY INTAKE (ON THE EXAMPLE OF NITRITES)

Fedorenko E.V., Shulyakovskaya O.V., Bordak L.V.

The Republican Scientific and Practical Centre of Hygiene, Minsk

Food additives are widely applied by production of foodstuff. The hygienic reglamentation of the specified substances includes definition of area and application's doses. Dietary intake's assessment allows to carry out a quantitative assessment food additives' intake, to establish the increased risk's groups and to prove, if necessary, regional standards. The hygienic assessment of nitrites' dietary intake showed absence of significant health risk for adult consumers with usual consumption levels of sausage products. For consumers with a considerable diet share of the containing nitrites' foodstuff, excess of value of acceptable daily intake is possible.

Keywords: dietary intake, food additives, acceptable daily intake, health risk assessment.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ ИЗБЫТОЧНОЙ МАССЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Цемборевич Н.В., Цыганков В.Г.

Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск

Реферат. В статье представлены результаты исследования приоритетных детерминант формирования избыточной массы тела у детей школьного возраста и обоснован комплекс мер по их минимизации, который включают в себя устранение энергетического дисбаланса организма путем коррекции рациона питания и увеличения физической активности за счет физических нагрузок средней интенсивности. Для устранения энергетического дисбаланса организма путем коррекции рациона питания разработаны следующие меры: снижение калорийности ра-

циона за счет уменьшения поступления жиров, преимущественно животного происхождения, уменьшения доли насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот; коррекция углеводного компонента питания путем увеличения доли сложных углеводов и клетчатки и уменьшения доли простых углеводов; сбалансированность рационов питания по содержанию макронутриентов (белков, жиров и углеводов); коррекция микронутриентного состава рационов питания (увеличение потребления витамина А, аскорбиновой кислоты, железа).

Ключевые слова: избыточная масса тела, рацион питания, статус питания, физическая активность.

Введение. Избыточная масса тела у детей и подростков – серьезная социальная и медицинская проблема, связанная с развитием осложненных и морбидных форм ожирения у взрослых. 50 % детей, имевших избыточный вес в 6-летнем возрасте, став взрослыми, страдают ожирением [1]. Для подростков, имеющих лишний вес, эта вероятность развития ожирения возрастает до 80 %. Высокий индекс массы тела в подростковом возрасте является прогностическим показателем повышения у взрослых показателей смертности и сердечно-сосудистых болезней даже при последующей потере избыточной массы тела. Детское ожирение ассоциируется также с повышенным артериальным давлением, ранними признаками атеросклероза, диабетом второго типа, поликистозным изменением яичников, которые проявляются в указанном возрастном периоде.

Развитие избыточной массы тела у детей определяется совокупностью различных генетических, средовых (поведенческих), семейных и метаболических факторов [2].

К основным средовым причинам формирования избыточной массы тела относят нарушение пищевого поведения и недостаточную физическую активность. Эти стереотипы вырабатываются у детей под влиянием традиций семьи и общества.

Согласно данным ВОЗ [3], в 2010 году около 43 миллиона детей в возрасте до 5 лет имели избыточный вес. Считавшиеся ранее характерными для стран с высоким уровнем доходов, избыточный вес и ожирение теперь получают все большее распространение в странах с низким и среднем уровнем доходов, особенно в городах. В развивающихся странах детей с избыточным весом насчитывается почти 35 миллионов, а в развитых – 8 миллионов.

В настоящее время в Республике Беларусь имеются отдельные данные о распространенности избыточной массы тела среди детей, однако на популяционном уровне и в разрезе регионов указанная проблема не изучалась, равно, как не оценивались основные детерминанты развития указанных состояний.

Отсутствие национальных исследований, определяющих основные детерминанты формирования избыточной массы тела среди детей, затрудняет разработку соответствующих профилактических мероприятий на различных уровнях.

С 2010 по 2012 гг. сотрудниками Республиканского научно-практического центра гигиены в рамках выполнения задания 03.05 «Оценить распространенность избыточной массы тела и риск развития ассоциированных с ней заболеваний у детей школьного возраста. Обосновать и разработать меры по снижению риска формирования избыточной массы тела среди детей школьного возраста» отраслевой научно-технической программы «Здоровье и окружающая среда» проведены исследования, позволившие определить основные детерминанты формирования избыточной массы тела у детей школьного возраста и разработать комплекс мероприятий по профилактике формирования избыточной массы тела у детей школьного возраста.

Материалы и методы исследований. Проведено обследование фактического питания, физической активности и состояния здоровья в связи с характером питания у детей в возрасте от 7 до 14 лет, посещающих общеобразовательные учреждения г. Минска. Общая численность обследованных – 102 человека, в том числе 43 ребенка с нормальной массой тела (индекс массы тела 18,5–24,9) и 59 детей с избыточной массой тела (индекс массы тела 25-30).

Изучение энергетической ценности и нутриентного состава рационов питания школьников проводили с использованием аналитического метода (по меню-раскладкам) и метода 24-часового воспроизведения питания (анкетно-опросного метода). Для расчета энергетической ценности и нутриентого состава рационов питания использовалась компьютерная программа Access на базе персонального компьютера. Компьютерная база данных о составе продуктов и блюд создана на основе таблиц «Химический состав пищевых продуктов», справочных таблиц содержания основных пищевых компонентов в овощных культурах, выращенных в разных областях республики и сборника рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания.

Изучение физической активности проводили с использованием разработанной анкеты о виде и продолжительности различных видов физической активности в течение недели.

В зависимости от уровня физической активности в анкетах детей разделии на 4 группы:

1 группа – «спорт» (активность высокой интенсивности, вызывающая значительное учащение сердцебиения: занятия физкультурой, спортом);

2 группа – ФАС (физическая активность средней интенсивности, вызывающая выраженное учащение сердцебиения: подвижные игры, небыстрая езда на велосипеде, прогулка быстрым шагом, уборка квартиры и т.д.);

3 группа – ФАН (физическая активность низкой интенсивности, не вызывающая учащение сердцебиения: спокойные игры (в том числе компьютерные), рисование, рисование, прослушивание музыки, просмотр телепередач и т.д.);

4 группа - «ТВ. и комп.» (из 3 группы выделили продолжительность просмотра телепередач и нахождения за компьютером).

Физическую активность оценивали в мин/сут.

При изучении физического развития проводили измерение основных антропометрических показателей (длина тела, масса тела, окружность грудной клетки) по унифицированным соматометрическим методам и расчет антропометрических индексов.

Анализ компонентного состава тела проводили на основании данных антропометрических исследований и изучения толщины кожно-жировых складок в трех точках каллиперометрическим методом. Рассчитывали тощую (активную) массу тела, абсолютное количество и относительное содержание жира в организме.

Для оценки пищевого статуса использовали антропометрические индексы: вес/рост, вес/возраст, рост/возраст, индекс массы тела (ИМТ = масса тела (кг)/рост (м)^2).

Для оценки нутриентной обеспеченности организма обследуемых детей проводили соматоскопическое определение микросимптомов белковой, витаминной и минеральной недостаточности путем оценки состояния слизистых и кожных покровов, волос, ногтевых пластинок с использованием диагностической таблицы.

У 78 обследованных школьников (в том числе 19 детей с нормальной массой тела и 59 детей – с избыточной массой тела) проведены исследования биохимических показателей белкового, витаминного и минерального обмена.

Проведено определение общего азота и его фракций, водорастворимых витаминов и ряда минеральных веществ в утренней порции мочи, взятой натощак. Поскольку состояние организма рано утром натощак – это состояние основного обмена, уровни экскреции азотсодержащих веществ с утренней порцией мочи достоверно отражают состояние белкового обмена. Это позволяет использовать величины экскреции азотсодержащих веществ с утренней порцией мочи для оценки белковой обеспеченности организма детей. Для оценки адекватности питания по белковому компоненту определяли уровень экскреции с мочой общего азота, мочевины, креатинина, свободного аминного азота.

Обеспеченность организма детей школьного возраста минеральными веществами и витаминами изучали по величинам ренальной экскреции этих веществ.

Результаты и их обсуждение. Анализ фактического питания детей с нормальной массой тела (ИМТ = 18,5–24,9), составивших контрольную группу, характеризовался сбалансированностью по содержанию белков, жиров и углеводов и пищевой ценности. При этом отмечено снижение потребления полиненасыщенных жирных кислот, увеличение доли потребляемых простых углеводов, низкий уровень содержания в рационе клетчатки и сложных полисахаридов. Дисбаланс микронутриентов в рационе питания выражался в относительном дефиците витамина А и бета-каротина, а также железосодержащих продуктов питания.

При анализе фактического питания школьников с избыточной массой тела (ИМТ = 25-30) установлено, что потребление белка составило 15,1 % энергетической ценности среднесуточного рациона и находилось на верхней границе рекомендуемого уровня потребления. Превышение потребления животного белка в 2,2 раза выявлено у 47,2 % детей. При этом соотношение белков животного и растительного происхождения в рационе было примерно равным 1,1:1,0, что соответствует общепринятым нормам (оптимальный уровень – 1:1). Отмечено достоверное увеличение детьми с избыточной массой тела потребления животного протеина ($p<0,010$) по сравнению со здоровыми детьми.

Доля жиров в энергетической ценности рационов питания детей с избыточной массой тела составила 39,12 %, что превышало рекомендуемую верхнюю границу потребления на 8 % и составило 79,4±1,9 г/сут при рекомендуемой норме 70 г/сут. Следует отметить достоверное увеличение потребления жиров преимущественно животного происхождения по сравнению с детьми с нормальной массой тела ($p<0,05$), в то время как доказано, что превышение содержания жира в суточном рационе питания более чем на 30–40 % от рекомендуемого уровня потребления способствует развитию ожирения. Значительный удельный вес (14,54 %) в суточном рационе составляли насыщенные жирные кислоты, уровень потребления которых составил 136,81±10,66 г/сут. Среднесуточное потребление холестерина составило 731,62±39,28 мг/сут, что превышало приемлемый уровень (300–500 мг/сут) и было достоверно выше ($p<0,001$), чем у контрольной группы. Уровень потребления полиненасыщенных жирных кислот соответствовал 4,9 % от потребленной энергии или 16,5 % от пищевой энергии, потребленной за счет жира (в норме 20–30 %) и являлся минимальным допустимым по общепризнанным стандартам. Основными источниками данных соединений выступали: подсолнечное масло, свиное сало, мясные продукты.

Уровень потребления углеводов превышал рекомендуемые значения и составил 65,64 % от среднесуточного потребления энергии, достоверно превышая в 1,4 раза ($p<0,001$) уровень потребления углеводов детьми с нормальной массой тела. Структура потребления сахаров не соответствовала сбалансированному питанию, так как имело место выраженное увеличение потребления простых сахаридов по отношению к полисахаридам. Основными источниками простых углеводов, как и в структуре питания детей с нормальной массой тела, были сахар и сахаросодержащие продукты. Общее количество потребленной клетчатки было низким и составило 9,42±1,24 г/сут, что существенно ($p<0,001$) ниже про сравнению с группой детей с нормальной массой тела. Выявлено максимальноу потребление простых углеводов ($p<0,001$) и минимальное потребление сложных углеводов ($p<0,05$).

Энергетическая ценность среднесуточного рациона питания превышала рекомендуемые величины в 1,7 раза. При этом отмечен дисбаланс в потреблении жиров и

углеводов. Соотношение белков, жиров и углеводов по массе составляло 1:1,3:5,1 при рекомендуемом соотношении 1:1:4.

При анализе содержания витаминов в среднесуточном рационе питания детей с избыточной массой тела отмечен низкий уровень потребления витаминов А, С и бета-каротина. Уровень потребления витамина А составил 0,69±0,12 мг/сут при рекомендуемом уровне 1,5 мг/сут. Основными источниками витамина А и бета-каротина являлись молочные продукты и яйца.

Уровень потребления витаминов группы В, витамина РР соответствовали рекомендуемому уровню. У большинства детей (59,71 %) отмечалось низкое потребление аскорбиновой кислоты, преимущественно в зимне-весенний период, которое составило 58,36±3,53 мг/сут при рекомендуемом уровне потребления 60–100 мг/сут. Отмечен дефицит потребления витамина Е – 17,65±2,37 ($p<0,010$) при рекомендуемом уровне потребления 20–40 мг/сут. Уровень потребления ряда витаминов (B_1, B_6, B_{12}, РР) и микроэлементов (медь, марганец) превышал нормативные величины.

Из нарушений обмена микроэлементов в питании детей школьного возраста с избыточной массой тела выявлен дефицит поступления железа ($p<0,001$), что было подтверждено результатами соматоскопического и биохимического исследования.

Для оценки нутриентной адекватности фактического питания и статуса питания проведены биохимические исследования мочи по определению величины экскреции азотистых веществ, водорастворимых витаминов и минеральных веществ, которые достоверно отражают динамику статуса питания (состояния здоровья) в связи с изменением фактического питания.

У детей 7-10 лет наблюдается умеренное снижение уровня мочевины в моче – 327,2±19,1 ммоль/сутки, при физиологическом значении 333,0–587,7 ммоль/сутки. В моче детей 11–13 лет и 14–17 лет количество мочевины соответствует физиологической норме – 512,4±46,7 и 488,8±19,6 ммоль/сутки.

В ходе исследований обнаружено увеличение ренальной экскреции аминного азота у детей с избыточной массой тела (22,7±1,01 ммоль/сутки, при норме 3,57–14,28 ммоль/сутки). Возможно, это является показателем наличия в моче аминокислот, незадействованных в метаболических циклах организма и указывает на несбалансированность аминокислотного состава рациона питания, связанного с дефицитом в них белков животного происхождения, что подтверждает результаты изучения фактического питания этих подростков.

Оценка данных биохимических исследований показала, что величины экскреции креатинина с мочой, а также значения креатининового коэффициента у подростков всех коллективов соответствуют физиологической норме. Следовательно, можно сделать вывод, что величина мышечной массы тела у подростков, относящихся к различным коллективам, вполне достаточная.

С целью достоверной оценки обеспеченности организма минеральными веществами и витаминами изучалась экскреция с мочой кальция, фосфора, железа, калия, натрия, меди, аскорбиновой кислоты, тиамина, рибофлавина, входящих в перечень основных эссенциальных элементов пищи.

Результаты выведения с мочой минеральных веществ указывают на явный дефицит усвояемого железа в рационах всех групп учащихся. Средние величины экскреции данного микроэлемента составляло 0,04–0,07 ммоль/сутки, при физиологической норме 0,1–2,05 ммоль/сутки.

Количество фосфора в моче обследованных учащихся колеблется от 42,6±6,02 до 43,9±3,11 ммоль/сутки, при рекомендуемом уровне 12,9–42 ммоль/сутки. О недостаточном поступлении меди с рационами питания мы можем судить по низким уровням экскреции данного микроэлемента у школьников.

Характеризуя выделение водорастворимых витаминов с мочой, необходимо отметить низкий уровень ренальной экскреции аскорбиновой кислоты у подростков обследованных коллективов. Результаты исследования величины экскреции тиамина и рибофлавина (в пересчете на креатинин) свидетельствуют о недостаточной обеспеченности организма подростков указанными выше витаминами группы В.

В результате исследования установлено, что исходный недостаток витаминов А, С, B_1, B_2 и избыток белка в рационе питания у детей с избыточной массой тела способствует проявлению биохимических признаков гиповитаминозов. Сравнительный анализ фактического питания и биохимических показателей микронутриентной обеспеченности свидетельствует, что избыток жиров в пище ухудшает усвоение белков, кальция, магния, повышает потребность в витаминах, обеспечивающих жировой обмен, и йода.

В результате соматоскопического обследования школьников выявлены микросимптомы витаминной и минеральной недостаточности, которые подтверждают несбалансированность рационов питания учащихся. Выраженность микросимптомов пищевой недостаточности в летне-осенний и зимне-весенний периоды имеет достоверные различия по некоторым показателям в различные сезонные периоды. Необходимо отметить высокую распространённость микросимптомов недостаточности рибофлавина, витамина А особенно в зимне-весенний период, которые проявляются гиперкератозом (частота встречаемости – 37,5–61,3 %), ангулярным стоматитом (3,75–18,5 %), хейлозом (6,25–25,0%), гипертрофическим глосситом (32,5–60,0 %), наличием слоения ногтей (41,3–72,8 %), возникновением болезненных вертикальных трещин на губах (2,5–8,8 %). Обращают на себя внимание соматоскопические признаки недостаточной обеспеченности подростков аскорбиновой кислотой: бледность, сухость и шелушение кожи (частота встречаемости до 17,3 %); кровоточивость десен

(15,0–25,9 %); ороговение и приподнятость волосяных фолликулов. Достоверных различий анализируемых показателей среди юношей и девушек не выявлено.

Согласно проведенному анализу анкет, максимальная продолжительность занятий спортом была выявлена у мальчиков с нормальной массой тела, минимальная у девочек с избыточной массой тела (p=0,024).Результаты исследования уровней физической активности детей школьного возраста с нормальной и избыточной массой тела представлены в таблице.

Таблица – Уровни физической активности школьников с нормальной и избыточной массой тела

Уровень физической активности	Школьники с нормальной массой тела (ИМТ = 18,5-24,9)		Школьники с избыточной массой тела (ИМТ = 25-30)		p
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	0,5
Спорт, мин/сут	34,7±3,64	14,7±1,61	20,2±2,57	12,3±2,68	0,024
ФАС, мин/сут	159,2±59,3	124,1±6,75	123,2±48,8	84,2±8,71	0,033
ФАН, мин/сут	174,9±1,20	150,4±92,31	145,8±96,8	230,4±17,62	0,309
ТВ и комп., мин/сут	44,8±2,88	34,7±2,25	50,9±36,2	62,1±4,79	0,047

Среди школьников с избыточной массой тела по показателю «спорт» не выявлено гендерных различий (p>0,05) в сравнении со школьниками с нормальной массой тела (p=0,01). Аналогичная тенденция прослеживается и при оценке продолжительности ФАС. Максимальная ФАС отмечена у мальчиков с нормальной массой тела, минимальная - у девочек с избыточной массой тела. В группах детей с нормальной и избыточной массой тела ФАС не различался по полу (p>0,05). У девочек с избыточной массой тела отмечено более длительное проведение времени перед телевизором и компьютером (p=0,006). Это свидетельствует о взаимосвязи длительности интенсивных физических нагрузок и неактивного времяпровождения с развитием ожирения у детей школьного возраста.

Заключение. На основании результатов проведенных исследований определены приоритетные детерминанты формирования избыточной массы тела у школьников, к которым относятся высокие уровни потребления всех макронутриентов и энергии за счет большего потребления продуктов с высокой энергетической ценностью, а так же низкий уровень физической активности при котором энерготраты составляют 2,5–2,9 метаболического эквивалента.

На основании результатов исследований основных детерминант формирования избыточной массы тела у детей школьного возраста обоснованы меры по их минимизации, которые включают в себя устранение энергетического дисбаланса организма путем коррекции рациона питания и увеличения физической активности за счет физических нагрузок средней интенсивности.

Для устранения энергетического дисбаланса организма путем коррекции рациона питания разработаны следующие меры:

– снижение калорийности рациона за счет уменьшения поступления жиров, преимущественно животного происхождения, уменьшения доли насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот;

– коррекция углеводного компонента питания путем увеличения доли сложных углеводов и клетчатки и уменьшения доли простых углеводов;

– сбалансированность рационов питания по содержанию макронутриентов (белков, жиров и углеводов);

– коррекция микронутриентного состава рационов питания (увеличение потребления витамина А, аскорбиновой кислоты, железа).

Для коррекции рационов питания школьников с избыточной массой тела разработаны 30 технологических карт блюд с пониженной калорийностью и повышенной пищевой ценностью.

Литература

1. Клиорин, А. И. Ожирение в детском возрасте / А. И. Клиорин. – Л. : Медицина, 1989. – 255 с.

2. Рацион, питание и предупреждение хронических заболеваний: доклад исслед. группы ВОЗ: сер. технич. докл. ВОЗ № 797 / ВОЗ. – Женева: ВОЗ, 1993. – 187 с.

3. Европейская министерская конференция ВОЗ по борьбе с ожирением [Электронный ресурс]: отчет о конференции / ВОЗ; Турция, Стамбул, 15-17 ноября 2006 г. – Копенгаген, 2007. – Режим доступа: http//www.who.int. – Дата доступа 26.08.2010 г.

Поступила 03.08.2012

HYGIENE APPROACH TO THE PROPHYLAXIS OF EXCESS BODY WEIGHT OF SCHOOL CHIELDREN

Tsemborevitch N.V., Tsygankov V.G.

The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk

In the article presents the results of the research of priority determinants of the formation of overweight of school-age children and proved complex of measures to minimize them, which include the elimination of the energy unbalance of the body by correcting the diet and increasing physical activity through exercise of medium intensity.

Keywords: excess body weight, food intake, nutritional status, physical activity.

НУТРИЦИОННЫЙ СТАТУС ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ВЗРОСЛЫХ ЖИТЕЛЕЙ Г. МИНСКА: СОСТОЯНИЕ МЕТАБОЛИЗМА БЕЛКОВ, УГЛЕВОДОВ И ЖИРОВ

Юрага Т.М., [*] Кедрова И.И., Гресь Н.А., [*] Лихошва О.Н., Соловей О.М., Бондаренко Е.В., Жук А.И.

Белорусская медицинская академия последипломного образования, г. Минск

** Республиканский научно-практический центр гигиены, г. Минск*

Реферат. В статье представлены результаты изучения метаболизма белков, жиров и углеводов по данным исследования сыворотки крови и мочи у 80 практически здоровых жителей г. Минска в возрасте 18–60 лет. Настоящее исследование представляет собой один из фрагментов изучения нутриционного статуса здоровых жителей республики. При отсутствии клинически значимых нарушений метаболизма белков и углеводов наиболее неблагополучные тенденции выявлены со стороны липидного обмена у мужчин молодого возраста с нормальными значениями индекса массы тела, считающихся практически здоровыми. Повышенный уровень холестерина липопротеинов низкой плотности (далее – ЛПНП), снижение холестерина липопротеинов высокой плотности (далее – ЛПВП) и увеличение холестеринового коэффициента атерогенности свидетельствует о формировании группы риска развития атеросклероза в этой возрастно-половой категории обследованных.

Ключевые слова: нутриционный статус**,** белковый, липидный, углеводный обмены.

Введение. Периодическая коррекция республиканских норм физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии, необходимых для планирования производства и потребления пищевых продуктов, разработки мер социальной защиты, планирования питания в организованных коллективах, требует проведения обследования состояния питания и пищевого (нутриционного) статуса различных групп населения Республики Беларусь [1]. Выполненное в 2010–2012 годах изучение нутриционного статуса практически здоровых взрослых жителей г. Минска основывалось на использовании комплекса соматометрических, функциональных, клинических, биохимических показателей в сопоставлении с данными анализа фактического питания. Биохимические маркеры, характеризующие обмен белков, углеводов, липидов, витаминов и минеральных веществ, отражают интегральную картину пищевого статуса и информируют об адаптивных резервах организма, в том числе на ранних этапах их нарушения [2–3]. Данные об уровне витаминной обеспеченности представлены в сообщении первом «Нутриционный статус практически здоровых взрослых жителей г. Минска: уровень обеспеченности витаминами А, Е, B_1, B_2» (Сб. трудов РНПЦ гигиены «Здоровье и окружающая среда». Минск, 2011. Вып. 17. С. 205-211). Настоящее сообщение посвящено характеристике состояния белкового, углеводного и жирового обмена этой же категории обследованных.

Целью работы является исследование биохимических маркеров, характеризующих состояние белкового, углеводного и жирового обменов, для оценки нутриционного статуса здоровых взрослых жителей г. Минска.

Материалы и методы исследований. Под наблюдением находилось 80 практически здоровых взрослых в возрасте 18-60 лет (соотношение мужчин и женщин – 2:1). Все обследованные не имели отклонений в состоянии здоровья со стороны основных систем жизнеобеспечения и обладали адаптационными резервами, которые могут обеспечить обычные условия существования (здоровые люди, имеющие обычный рацион питания). У обследованных отсутствовали наследственные заболевания и метаболическая патология. В качестве интегрального показателя статуса питания использован массо-ростовый показатель – индекс массы тела (далее – ИМТ), величина которого у обследованных находилась в диапазоне 18,52–24,91, что соответствует нормальной массе тела.

Биохимические маркеры, характеризующие обмен белков (общий белок, альбумин, мочевина, мочевая кислота, креатинин), углеводов (глюкоза), липидов (общий холестерин (далее – ОХ) и его фракции, триглицериды (далее – ТГ) определялись в сыворотке крови и утренней порции мочи.

Исследование и оценка анализируемых показателей белкового, углеводного и жирового обменов проведена с использованием общепринятых лабораторных методов в сопоставлении с референтными значениями [4–5]. Для обработки данных обследования использованы методы описательной статистики.

Результаты и их обсуждение.

Белковый обмен. Характеристика белкового обмена по результатам лабораторных исследований позволяет, в первую очередь, оценить состояние так называемых «висцеральных» белков организма (общий белок крови, альбумин) и азотистого баланса (содержание креатинина и мочевой кислоты в сыворотке крови и их экскреция с мочой). Установлено, что обследованные имеют достоверные половые различия содержания креатинина и мочевой кислоты в сыворотке крови с преобладанием величины показателя у мужчин в каждой возрастной группе, что соответствует физиологически обусловленной более высокой активности азотистого обмена у мужчин (таблица 1). Уровень мочевины в сыворотке крови у мужчин статистически достоверно превышает данный показатель у женщин в группе лиц молодого возраста (18–39 лет). Содержание в сыворотке крови альбумина у молодых женщин достоверно превышает его уровень у лиц среднего и пожилого возраста.

Таблица 1 – Биохимические маркеры белкового обмена, характеризующие нутриционный статус практически здоровых взрослых жителей г. Минска, имеющих ИМТ 18,52-24,91 (M±m)

Показатель		мужчины		женщины	
		18-39 лет	40-60 лет	18-39 лет	40-60 лет
Общий белок сыворотки крови, г/л		71,29±1,75	67,57±1,33	69,50±0,76	68,41±1,14
Альбумин сыворотки крови, г/л		42,33±0,74	42,25±0,79	42,47±0,29 **	40,91±0,38 **
Мочевина сыворотки крови, моль/л		6,29±0,18 ▪	6,28±0,55	5,67±0,10 ▪	5,85±0,20
Креатинин	сыворотка крови, мкмоль/л	81,84±2,40 ▪▪	83,19±4,90 ▪▪	66,88±1,36 ▪▪	64,65±2,05 ▪▪
	моча, ммоль/л	16,93±2,10	17,17±4,25	17,52±0,97 *	13,53±1,55 *
Мочевая кислота	сыворотка крови, мкмоль/л	305,49±15,95 ▪▪	305,58±5,70 ▪▪	224,81±7,90 ▪▪	223,88±15,67 ▪▪
	моча, ммоль/ммоль креатинина	0,18±0,04	0,21±0,05	0,17±0,02	0,17±0,02

Примечания:
1. Достоверность различий в зависимости от возраста у лиц одного пола: * – p<0,05; ** – p<0,01.
2. Достоверность различий в зависимости от пола внутри каждой возрастной группы: ▪ – p<0,01; ▪▪ – p<0,001.

Углеводный обмен. Отклонений от нормы определяющего параметра углеводного обмена – уровня глюкозы в сыворотке крови – в целом в выборке не выявлено: средняя величина показателя во всех возрастно-половых группах соответствуют референтным значениям. Однако, учитывая наличие среди обследованных лиц, имеющих превышение максимально допустимого уровня глюкозы в крови (в диапазоне от ≥6,1 до 7,06 ммоль/л у мужчин и от ≥6,1 до 10,16 ммоль/л у женщин), нами выделены группы риска по развитию нарушений углеводного обмена. Численность этих групп в выборке составляет около 20 %, доля в мужской группе двукратно выше (27,5 %) по сравнению с женской (12,5 %).

Жировой обмен. Формирование жирового компонента тела тесно связано с состоянием показателей обмена липидов крови – ОХ и ТГ [4]. В первую очередь, следует определиться с вопросом, какая концентрация ОХ в сыворотке крови считается нормой. Согласно отечественным нормативам, верхней допустимой границей принято считать величину 6,5 ммоль/л. По данным Американского национального института здоровья, желательно, чтобы концентрация ОХ в сыворотке крови у лиц до 30 лет не превышала 4,6 ммоль/л. Для взрослых старше 30 лет она не должна быть более 5,7 ммоль/л. Опасной для состояния

здоровья человека является не только гиперхолестеринемия. К неблагоприятным последствиям приводит также и гипертриглицеридемия. Особенно неблагополучным является сочетание гиперхолестеринемии с гипертриглицеридемией.

В сыворотке крови одновременно присутствует холестерин, транспортируемый из печени или кишечника в клетки периферических органов и тканей, входящий в состав холестерина липопротеинов низкой плотности (далее – ОХ ЛПНП), холестерина липопротеинов очень низкой плотности (далее – ОХ ЛПОНП), и холестерин, транспортируемый холестерином высокой плотности (далее – ОХ ЛПВП) из клеток периферических органов и тканей в печень (частично в кишечник). Содержание холестерина в мембранах клеток периферических органов и тканей, в том числе и в клетках стенок сосудов, будет определяться сбалансированностью этих потоков. Явное преобладание в крови концентрации ОХ ЛПНП, ОХ ЛПОНП над содержанием ОХ ЛПВП будет свидетельствовать о том, что в клетках периферических тканей накапливается холестерин и возникает угроза развития атеросклеротического процесса. Стратегия предупреждения и лечения этой распространенной патологии с биохимической точки зрения должна быть направлена на уменьшение поступления холестерина в организм, снижение содержания в крови ОХ ЛПНП, ОХ ЛПОНП, повышение содержания в крови ОХ ЛПВП и на увеличение выведения холестерина из организма. Снижение поступления холестерина в организм извне может быть достигнуто за счет правильного подбора рациона, содержащего меньше холестерина и больше клетчатки.

Показатели липидного обмена в группе практически здоровых обследованных взрослых с нормальными значениями ИМТ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Биохимические маркеры жирового обмена, характеризующие нутриционный статус практически здоровых взрослых жителей г. Минска, имеющих ИМТ 18,52-24,91 (M±m)

Показатель	мужчины		женщины	
	18-39 лет	40-60 лет	18-39 лет	40-60 лет
ОХ сыворотки крови, ммоль/л	5,35±0,31 *	6,48±0,40 *	4,96±0,11 ***	5,97±0,20 ***
ТГ сыворотки крови, ммоль/л	1,03±0,15 ▪	1,23±0,20	0,73±0,03 ** ▪	1,03±0,09 **
ОХ ЛПВП, ммоль/л	1,17±0,05 *** ▪▪	1,65±0,12 ***	1,50±0,05 ▪▪	1,47±0,08
ОХ ЛПНП, ммоль/л	4,50±0,33 ▪	4,62±0,35	3,63±0,13 ***, ▪	4,89±0,34 ***

Примечания:
1. Достоверность различий в зависимости от возраста у лиц одного пола: * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$; *** – $p<0,001$.
2. Достоверность различий в зависимости от пола внутри каждой возрастной группы: ▪ – $p<0,05$; ▪▪ – $p<0,001$.

Общий холестерин. Средние значения показателя у обследованных лиц соответствуют референтым величинам [4] во всех группах, за исключением лиц мужского пола в возрасте 40-60 лет (6,52 ммоль/л), имеющих превышение верхней допустимой границы 6,5 ммоль/л. С возрастом содержание ОХ достоверно повышалось как у мужчин ($p<0,05$), так и у женщин ($p<0,001$). Если же оценивать уровень ОХ, ориентируясь на нормативы Американского национального института здоровья (4,6 ммоль/л в молодом возрасте и 5,7 ммоль/л после 30 лет), то наблюдалось превышение его значений в сыворотке крови у обследованных взрослых, считающихся практически здоровыми и имеющих нормальные значения ИМТ, во всех возрастно-половых группах.

Триглицериды, сохраняясь в пределах нормальных показателей, в молодом возрасте статически значимо ($p<0,05$) выше у мужчин по сравнению женщинами. В женской группе их уровень с возрастом достоверно повышался ($p<0,01$).

Холестерин липопротеинов высокой плотности . Данная фракция холестерина имела достоверно наиболее низкие значения у мужчин в молодом возрасте (1,17±0,05 ммоль/л) как по отношению к женщинам этой возрастной группы (1,50±0,05 ммоль/л, $p<0,01$), так и по сравнению с лицами мужского пола в группе старшего возраста (1,65±0,12 ммоль/л, $p<0,001$).

Холестерин липопротеинов низкой плотности имел значения, превышающие нормальные показатели (4,32 ммоль/л) практически во всех группах, за исключением женщин в группе молодого возраста. Отмечены статистически значимые половые различия этого показателя в молодом возрасте (4,50±0,33 у мужчин против 3,63±0,13 ммоль/л у женщин) и увеличение его с возрастом у женщин (3,63±0,13 и 4,89±0,34 ммоль/л).

Академиком А.Н. Климовым был предложен специальный показатель – холестериновый коэффициент атерогенности (далее – ХКА), характеризующий соотношение этих потоков. Этот коэффициент рассчитывается по формуле: ХКА= (ОХ сыворотки – ОХ ЛПВП) : ОХ ЛПВП. Значение ХКА в норме не должно превышать 3,0-3,5. Если же его значение выше 3,5, человеку угрожает развитие атеросклероза. Значения ХКА у практически здоровых лиц с нормальными показателями ИМТ представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения холестеринового коэффициента атерогенности (ХКА) у обследованных с нормальными значениями ИМТ (18,52-24,91)

Возраст	Мужчины			Женщины		
	Me	min-max	% лиц с ХКА > 3,5	Me	min-max	% лиц с ХКА > 3,5
18–39 лет	3,7	2,2-5,7	54	2,2	1,2-5,4	11
40–60 лет	3,2	2,2-3,7	17	3,0	1,4-7,2	19

Медиана ХКА соответствовала нормальным величинам во всех сравниваемых группах. Исключение составляли мужчины 18–39 лет, у которых этот показатель превосходит нормальные значения (3,0-3,5), составляя величину 3,7. В этой же группе процент лиц с превышением ХКА был наибольшим (54 % против 11–19 % у остальных обследованных).

Заключение. У практически здоровых взрослых жителей Беларуси с нормальными значениями ИМТ оценка показателей белкового, липидного и углеводного обменов позволяет говорить о следующих биохимических особенностях нутриционного статуса. Физиологические закономерности изменения маркеров белкового обмена, выражающиеся в более высокой активности метаболизма протеинов у лиц мужского пола по сравнению с женщинами, сохранены во всех сравниваемых возрастных группах и выражаются в достоверном повышении в сыворотке крови мужчин креатинина и мочевой кислоты.

При отсутствии в целом выраженных нарушений углеводного обмена в соответствии со средними значениями содержания глюкозы в сыворотке крови, индивидуальная оценка данных выявила более частое превышение максимально допустимого уровня этого показателя у мужчин (27,5 % против 12,5 % у женщин).

Биохимические маркеры липидного обмена у практически здоровых лиц с нормальной массой тела в рассматриваемых возрастно-половых группах отражают неблагоприятные тенденции их изменения у мужчин:

- среднее содержание ОХ и ОХ ЛПНП у лиц старшего возраста (40–60 лет) превышает верхнюю допустимую границу нормы;
- уровень ОХ ЛПВП, не выходя за пределы референтных значений, является наиболее низким у мужчин в возрасте 18–39 лет;
- повышенные значения холестеринового коэффициента атерогенности у мужчин в возрасте 18–39 лет констатированы более, чем у половины обследованных (против 11–19 % в остальных группах).

Таким образом, наиболее неблагополучные тенденции изменения липидного обмена выявлены у мужчин молодого возраста, считающихся практически здоровыми. Повышенный уровень холестерина ЛПНП, снижение холестерина ЛПВП и увеличение ХКА свидетельствуют о формировании группы риска развития атеросклероза.

Литература

1. Состояние питания взрослого населения в различных регионах Республики Беларусь / Кедрова И. И. [и др.] // Национальная политика в области здорового питания в Республике Беларусь: материалы междунар. конф., Минск, 20-21 ноября 1997 г. – Минск, 1997. – С. 25 – 28.

2. Хорошилов, И. Е. Клиническая нутрициология / И. Е.Хорошилов, П. Б.Панов. – СПб. : Saint-Petersburg, 2009. – 277 с.

3. Мартинчик, А. Н. Общая нутрициология: учеб. пособие/ А. Н. Мартинчик, И. В. Маев, О. О. Янушевич. – М. :МЕДпресс-информ, 2005. – 392 с.

4. Биологическая химия / В. К. Кухта [и др.]. – Минск, 2008. – 685 с.

5. Тиц, Н. Т. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / Н. Т. Тиц. – М., 1997 – 942 с.

Поступила 14.06.2012

THE NUTRITIONAL STATUS OF APPARENTLY HEALTHY ADULT RESIDENTS OF MINSK: CONDITION OF THE METABOLISM OF PROTEINS, CARBOHYDRATES AND LIPIDS

*Juraha T.M., * Kedrova I.I., Gres N.A., * Likhashva V.N., Solovej O.M., Bondarenko E.V., Zhuk A.I.*

The Belarusian Medical Academy of Post-graduate Education, Minsk

** The Republican Scientific and Practical Center of Hygiene, Minsk*

In the article the results of the studying of a metabolism of proteins, fats and carbohydrates according to the research of serum of blood and urine at 80 almost healthy inhabitants of Minsk at the age of 18-60 years are presented. This research represents one of the fragments of the studying of the nutritional status of healthy inhabitants of the republic. In the absence of clinically significant disorders of a metabolism of proteins and carbohydrates the most unsuccessful tendencies are revealed from a lipid exchange at men of the young age with normal values of an index of weight of the body, considered as almost healthy. We regarded the raised level of LDL, decrease in HDL and increase in coefficient of atherogenicity as the indicator of active formation of risk group with the heightened threat of development of atherosclerosis in this age and gender category of the surveyed.

Keywords: nutritional status; protein, lipid and carbohydrate metabolisms.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАТУСА ПИТАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

Борисевич Я.Н.

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Реферат. Рассматривается проблема оценки статуса питания спортсменов. Установлено, что состояние здоровья спортсмена есть результат взаимодействия различных систем организма, а также вероятно обусловлено такими факторами окружающей среды, как наличие организованного питания, учитывающего основные потребности организма юных спортсменов, режим учебно-тренировочной деятельности и условия проживания.

Ключевые слова: статус питания, игровые виды спорта, футбол, юные спортсмены.

Введение. Победы на Олимпийских играх, чемпионатах мира, Европы и других престижных соревнованиях – это гордость страны, ее визитная карточка на международной арене. Развитие физической культуры и спорта входит в список приоритетных государственных задач. Игровые виды спорта, и в том числе футбол, широко применяются во всех образовательных учреждениях в качестве средства физического воспитания детей и молодежи в учебные программы учреждений образования [1].

Футбол является одними из наиболее массовых и любимых видов спорта, развивает физические и эстетические качества личности, является средством воспитания подрастающего поколения и оздоровления населения. Укрепление физического и духовного здоровья граждан повлечет за собой снижение уровня заболеваемости, уменьшение числа асоциальных проявлений и, как следствие, экономию бюджетных средств, направляемых на профилактику, лечение, реабилитацию, а вовлечение максимального количества граждан в высокопроизводительный труд положительно отразится на экономике страны и благосостоянии граждан.

По данным Ассоциации «Белорусская федерация футбола», в Республике Беларусь подготовку юных футболистов осуществляют 109 специализированных учебно-спортивных учреждений и 9 средних школ – училищ олимпийского резерва, 18 футбольных клубов, в которых созданы группы подготовки. В этих учреждениях и клубах под руководством 900 тренеров-преподавателей занимается более 23500 юных воспитанников. В соответствии с программой развития футбола в Республике Беларусь на 2011 – 2015 годы, одной из задач на современном этапе является организация учебно-тренировочного процесса на современном научно-методическом уровне [2].

Статус питания является интегральным и репрезентативным показателем состояния здоровья. При разработке научных основ формирования статуса питания у спортсменов игровых видов спорта необходимо установить возможные условия, способствующие формированию оптимального статуса питания. Цель работы - оценить показатели статуса питания: уровень физического развития, структуру массы тела, определить конституциональный тип, наличие микросимптомов пищевой недостаточности, величину основного обмена, исследо-

вать состояние сердечно-сосудистой системы, минерального обмена, неспецифической резистентности организма, психофизиологического статуса у юных футболистов.

Материал и методы исследований. Объектом исследований были футболисты мужского пола и 1995-1997 годов рождения (112 человек), проходивших подготовку в следующих учреждениях: Республиканское государственное училище олимпийского резерва (воспитанники проживают в общежитии и получают организованное питание с учетом основных физиологических потребностей организма спортсмена), футбольный клуб «Динамо» (Минск) и Республиканский центр олимпийской подготовки по футболу Белорусского государственного университета (воспитанники проживают, в основном дома, не получают организованного питания). Данные футболисты играют в чемпионате Беларуси, а также выступают в составе сборной Республики Беларусь по футболу в своих возрастных категориях. Критериями выбора методик исследования были: возможность достоверно оценить состояние здоровья большого числа юных спортсменов в строго ограниченные промежутки времени, безопасность и неинвазивность, мобильность и невысокая стоимость финансовых затрат. Для оценки уровня физического развития спортсменов использовались общепринятые методики определения длины тела, массы тела, окружности грудной клетки. Для оценки антропометрических показателей рассчитывался индекс массы (ИМТ), а также индекс Пенье [3]. Соматотип определялся по методике конституционального типирования В.Г. Штефко и А.Д. Островского. Для выявления микросимптомов пищевой недостаточности производился осмотр кожных покровов, видимых слизистых, ногтевых пластинок [4]. Определение структуры массы тела осуществлялось методом калиперометрии при помощи калипера Харпендена. Расчет содержания жира в теле проводился по формуле Слотера (Slaughter et al., 1988):

$$\mathbf{\%\ ЖМТ = 0{,}735 \times S_2 + 1{,}0},$$

где ЖМТ – жировая масса тела; S_2 – суммарная толщина складок на трицепсе и под лопаткой, мм, а также по следующей формуле [4]:

$$\mathbf{\%\ ЖМТ = (S_3 \times (134 \times МТ + 52{,}6 \times ДТ) \times 0{,}0632 / МТ) \times 100\%},$$

где S_3 – средняя толщина кожно-жировых складок под лопаткой, в подмышечной области и возле пупка, мм, МТ – масса тела, кг, ДТ – длина тела, см.

Для определения величины основного обмена применялись весы-анализатор состава тела «Tanita-418». Данный анализатор измеряет величину электрической проводимости различных тканей организма и, используя метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, вычисляет содержание жировой ткани, величину основного обмена. На конференции First Annual Nutrition Week в 2002 году, Сан-Диего, Калифорния, США разработчиками модели было показано достоверное соответствие ($R=0{,}9$, $p<0{,}0001$) между величинами основно-

го обмена измеренными методом респираторной энергометрии и регрессионной модели Tanita.

Спирометрия и динамометрия осуществлялись по общепринятой методике. Для оценки результатов измерения жизненной емкости легких рассчитывался жизненный индекс:

ЖИ=ЖЕЛ/МТ,

где ЖИ – жизненный индекс, ЖЕЛ – жизненная емкость легких, мл, МТ – масса тела, кг. Силовой индекс рассчитывался по формуле:

СИ = (МЫШЕЧНАЯ СИЛА ПРАВОЙ КИСТИ/МТ) × 100%,

где СИ – силовой индекс, кг; МТ - масса тела, кг.

Исследование показателей деятельности сердечно-сосудистой осуществлялась по следующим параметрам: частота сердечных сокращений, артериальное давление, проводилась проба Руфье. Для оценки результатов рассчитывались: пульсовое давление, индекс Руфье, индекс физического состояния, адаптационный потенциал, общий гемодинамический показатель [3, 4].

Индекс физического состояния рассчитывался по следующей формуле:

ИФС=(700-3×ЧСС-0,8333×САД–1,6667×ДАД–2,7×В+0,28×МТ)/(350–2,6×В+0,21×ДТ);

адаптационный потенциал системы кровообращения рассчитывался по формуле:

АП=0,011×ЧСС+0,014×САД+0,008×ДАД+0,009×МТ–0,009×ДТ+0,014×–0,27;

общий гемодинамический показатель рассчитывался по формуле:

ОГП=ЧСС+ДАД+(САД-ДАД)/3

где ИФС – индекс физического состояния, АП – адаптационный потенциал, ОГП - общий гемодинамический показатель, ЧСС – частота сердечных сокращений уд/мин, САД – систолическое артериальное давление, мм ртутного столба, ДАД – диастолическое артериальное давление, мм ртутного столба, В – возраст, лет, МТ – масса тела, кг, ДТ – длина тела, см.

Индекс Руфье рассчитывался по формуле:

$$\mathbf{ИР = (P_0+P_1+P_2)/10},$$

ИР – индекс Руфье, P_0 – частота сердечных сокращений в покое до проведения измерения, P_1 – частота сердечных сокращений в течение первых 10 с после нагрузки, P_2 - частота сердечных сокращений в конце первой минуты восстановления.

Отбор проб мочи осуществлялся утром, в специальные одноразовые, стерильные, герметично закрывающиеся контейнеры объемом 100 мл. Определение содержания кальция и магния проводилось фотометрическим методом соответственно по реакции с глюкосаль-бис-(2-гидроксианил) в щелочной среде и с 1-(2-оксиаза)-2-нафтол-3(2,4-диметил)-

карбоксианилидом в щелочной среде, с использованием диагностических наборов реактивов «Анализ Х». Определение содержания фосфора и железа проводилось фотометрическим методом соответственно с ванадатом и молибдатом аммония в кислой среде и с батофенантролином с использованием наборов реактивов «Био-ЛА-Тест».

Нефелометрическим способом определялись бактерицидная активность лизоцима (БАЛ) слюны в отношении грамположительных бактерий вида Micrococcus lisodeicticus, а также бактерицидная активность слюны (БАС) в отношении грамотрицательных бактерий вида Escherichia coli. Для оценки состояния аутомикрофлоры кожи с целью определения общего микробного числа и наличия патогенных Staphylococcus aureus использовались стерильные бакпечатки со средой Коростелева. Для оценки психофизиологического статуса использовался бланковый опросник «Самочувствие, активность, настроение» - САН. Выбранные методики весьма успешно используются в практике нутрициологии, гигиены питания, а также в спортивной медицине [3, 4].

Статистическая обработка материала проводились с помощью редактора электронных таблиц Microsoft Office Excel 2007, программного пакета Statistica 6.1 Rus. Для оценки характера распределения использовался критерий Шапиро-Уилка. При этом характер распределения признака отличный от нормального принимался на уровне $p<0,05$. При анализе применялись методы описательной статистики, для показателей имеющих нормальное распределение рассчитывались средние величины, ошибка средней, стандартное отклонение, а для показателей, имеющих распределение отличное от нормального, - медиана, нижний и верхний квартили. Полученные результаты оценивалась с использованием методов дисперсионного анализа: ранговый анализ вариаций по Краскеллу-Уоллису Н, медианный тест, χ^2. Для оценки силы и направления связи между исследованными признаками применялся метод ранговой корреляции Спирмена.

Результаты и их обсуждение. Наибольшие значения показателей длины и массы тела, силового индекса имели спортсмены из РГУОР. Значения индекса массы тела, индекса Пенье, жизненной емкости легких, величины жизненного индекса во всех группах сравнения находилось в пределах физиологической нормы. Наибольшее значение окружности грудной клетки имели футболисты «Динамо». Наименьшие значения длины и массы тела, жизненной емкости легких, жизненного индекса, мышечной силы кистей обеих рук и силового индекса также имели спортсмены РЦОП (табл. 1).

Таблица 1 - Соматометрические и физиометрические показатели спортсменов Медиана (интерквартильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
масса тела, кг	54,33-66,64	66,28 (58,58-69,25)	64,8 (62,13-69,43)	62,4 (57,95-67,35)
длина тела, см	166,88-177,56	178,3 (173,9-183,3)	177,3 (171,9-181,8)	175,0 (172,5-180,0)
индекс массы тела, кг/м^2	18,80-21,49	20,6 (19,6-22,0)	20,7 (19,9-21,5)	20,4 (19,5-21,9)
окружность грудной клетки в покое*, см	80,90-89,16	88,5 (81,5-91,5)	91,0 (87,0-92,5)	88,0 (86,0-91,0)
индекс Пенье, баллы	10-30	26,3 (18,7-32,5)	28,9 (18,2-26,8)	26,9 (15,6-30,2)
жизненная емкость легких*, мл	3000-3500	4125 (3650-4700)	4200 (3900-4600)	3730 (3600-4100)
жизненный индекс, мл/кг	56,2-60,9	62,6 (59,0-70,3)	63,2 (60,0-67,3)	61,3 (54,4-65,3)
мышечная сила правой кисти, кг	36,86 26,53-47,19	36,5 (31,0-41,0)	36,0 (30,5-38,0)	32,0 (28,0-38,0)
мышечная сила левой кисти, кг	34,76 26,82-42,7	32,0 (29,0-37,5)	34,0 (30,0-40,0)	32,0 (25,0-36,0)
силовой индекс, %	70-75	54,6 (47,6-58,4)	52,7 (48,1-56,9)	51,3 (45,4-55,8)

* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне $p<0,05$.

При оценке характера распределения соматотипов в группах сравнения установлено, что наиболее часто встречающимся значениями (модой) соответственно были: в РГУОР и РЦОП - торакальный тип, а у спортсменов «Динамо» мода была множественная, так как торакальный и мускульный типы встречались одинаково часто. Торакальный и мускульный типы конституции являются наиболее благоприятными для занятий игровыми видами спорта, что свидетельствует о правильном отборе при формировании команд (табл. 2).

Таблица 2 - Распределение конституциональных типов в группах сравнения, %

Конституциональный тип	Группа сравнения					
	РГУОР		«Динамо»		РЦОП	
	n	%	n	%	n	%
Астеноидный	1	3,0	0	-	1	4,3
Торакальный	20	60,7	14	48,3	16	69,7
Мускульный	11	33,3	14	48,3	5	21,7
Дигестивный	1	3,0	1	3,4	1	4,3
Итого	33	100	29	100	23	100,00

У спортсменов в командах РЦОП и «Динамо», где питание не организовано, на медосмотре значительно чаще выявлялись симптомы микросимптомы пищевой недостаточности (табл. 3).

Таблица 3 - Распространенность отмеченных микросимптомов пищевой недостаточности в группах сравнения (абсолютное количество, %)

Симптом пищевой недостаточности	Группы сравнения					
	РГУОР		«Динамо»		РЦОП	
	абс. кол.	%	абс. кол.	%	абс. кол.	%
Гиперкератоз в областях локтевых и коленных суставов	11	33,3	15	51,7	12	52,2
Исчерченность, слоение ногтевых пластинок	2	6,1	2	6,9	5	21,7
Фолликулярный гиперкератоз	0	-	2	6,9	3	13,0
«Географический язык»	0	-	2	6,9	1	4,3
«Лакированный» язык алого цвета	0	-	0	-	2	8,7
Жалобы на кровоточивость десен	1	3,0	1	3,5	0	-
Хейлоз	0	-	0	-	1	4,3
Васкуляризация роговицы	0	-	0	-	1	4,3
Повышенная секреция сальных желез	0	-	1	3,5	0	-

Расчет процентного содержания жира в структуре массы тела спортсменов по формулам, учитывающим толщину двух (формула Слотера) и трех кожно-жировых складок, дает примерно одинаковые результаты. У спортсменов «Динамо» и РЦОП медианные значения процентного значения жирового компонента тела находились в пределах физиологической нормы, а у спортсменов РГУОР - чуть меньше нижней границы физиологической нормы, что теоретически может привести к определенному снижению выносливости при длительных физических нагрузках (табл. 4).

Таблица 4 - Структура массы тела Медиана (интерквантильный размах)

Структура массы тела	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
по трем точкам измерения, %	7,00-12,00	6,58 (5,91-7,63)	7,35 (6,06-8,46)	7,29 (5,54-8,21)
по двум точкам измерения, %	7,00-12,00	7,25 (6,48-8,68)	7,58 (6,62-9,31)	7,47 (6,03-8,5)

Так как у футболистов из групп сравнения имеются различия в величине массы тела, для сравнения величины основного обмена (ВОО) рассчитывались значения удельного основного обмена (УОО). У спортсменов РГУОР, ежедневно получавших организованное питание, значение величины удельного основного обмена были достоверно ниже (χ^2=6,05, p=0,049; Z-критерий -2,13, p=0,03), чем у футболистов с неорганизованным питанием - РЦОП и «Динамо» (табл. 5).

Таблица 5 - Основной обмен у спортсменов Медиана (интерквартильный размах)

Показатели	Группы сравнения		
	РГУОР	«Динамо»	РЦОП
Величина основного обмена, ккал	1890 (1790-1934)	1881 (1775-1948)	1637 (1593-2181)
Величина удельного основного обмена, ккал/кг·ч	1,162 (1,151-1,174)	1,175 (1,158-1,208)	1,174 (1,125-1,227)

Частота сердечных сокращений, артериальное давление, индекс Руфье, адаптационный потенциал, индекс физического состояния во всех группах сравнения находились в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о хорошей адаптации сердечно-сосудистой системы в частности и организма юных спортсменов в целом к физическим нагрузкам (табл. 6).

Таблица 6 - Функциональные возможности и адаптационные резервы сердечно-сосудистой системы юных футболистов Медиана (интерквантильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
частота сердечных сокращений, уд/мин	70,0-80,0	66,0 (60,0-72,0)	60,0 (60,0-68,0)	64,0 (60,0-68,0)
систолическое давление, мм рт ст	101,4-125,2	110,0 (100,0-120,0)	110,0 (100,0-115,0)	110,0 (100,0-110,0)
диастолическое давление*, мм рт ст	61,1-78,3	70,0 (60,0-75,0)	70,0 (60,0-70,0)	70,0 (60,0-70,0)
пульсовое давление, мм рт ст	40,3-46,9	40,0 (40,0-40,0)	40,0 (40,0-40,0)	40,0 (40,0-40,0)
индекс Руфье*, баллы	0,1-10	4,8 (4,4-5,6)	4,0 (2,8-5,2)	3,8 (2,8-5,6)
адаптационный потенциал, баллы	менее 2,20	1,761 (1,507-1,930)	1,698 (1,529-1,881)	1,660 (1,479-1,8463)
индекс физического состояния, ед	0,526-0,826	0,757 (0,712-0,879)	0,829 (0,755-0,882)	0,809 (0,761-0,895)
общий гемодинамический показатель, ед	менее 148	151,3 (136,7-157,3)	143,3 (136,7-153,3)	145,3 (133,3-151,3)

* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне $p<0,05$.

Снижение частоты сердечных сокращений свидетельствуют о положительном влиянии тренировок на сократительную функцию сердца у юных футболистов. Наилучшие значения по большинству параметров (частота сердечных сокращений, индекса Руфье, индекс физического состояния, общий гемодинамический показатель) имели футболисты «Динамо». Это может быть обусловлено более высоким уровнем материального оснащения, медицинского обеспечения, методическими особенностями подготовки, а также регулярным проведением тренировочных за-

нятий в утренние часы до уроков. Во второй половине дня после уроков занимались и футболисты РГУОР, как правило, в одни и те же часы, а РЦОП – в различные часы.

Содержания кальция в моче во всех группах сравнения было ниже нормы и сопровождалось проявлением микросимптомов его пищевой недостаточности (исчерченность ногтевых пластинок). Содержание фосфора в моче было в норме во всех группах сравнения. У футболистов «Динамо» и РЦОП, питающихся, как правило, неорганизованно (т.е. самостоятельно в домашних условиях) в моче снижено содержание магния. Содержание железа в моче превышало физиологическую норму (табл. 7).

Таблица 7 - Показатели ренальной экскреции минеральных веществ у юных футболистов Медиана (интерквантильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группа сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
Кальций*, ммоль/л	2,5-7,5	0,54 (0,48-0,64)	0,78 (0,68-0,81)	0,69 (0,60-0,87)
Фосфор*, ммоль/л	12,9-42	13,5 (12,2-15,6)	11,6 (11,3-12,6)	16,0 (15,1-16,5)
Магний*, ммоль/л	2,0-6,3	3,7 (3,3-4,2)	0,9 (0,8-1,0)	0,7 (0,6-1,0)
Железо*, мкмоль/л	до 1,8	14,1 (9,1-25,6)	5,0 (3,5-6,7)	6,0 (4,8-7,2)

* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне $p<0,05$.

Наиболее высокие значения показателей БАЛ и БАС были отмечены у спортсменов «Динамо» и РЦОП, проживающих дома, а не в общежитии. Во всех группах сравнения снижено значение БАЛ, что предположительно, обусловлено влиянием физических нагрузок (табл. 8).

Таблица 8 - Показатели неспецифической резистентности организма спортсменов Медиана (интерквантильный размах)

Показатель	Норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
БАЛ*, %	32-40	14,33 (10,90-16,25)	18,81 (13,07-21,46)	18,64 (17,92-24,55)
БАС,%	свыше 60	56,25 (50,00-75,00)	75,00 (68,75-81,25)	65,63 (50,00-79,69)

* в группах сравнения различия статистически достоверны на уровне $p<0,05$.

Медианные значения общего микробного числа (ОМЧ) и количества S. aureus на коже предплечья у спортсменов во всех группах сравнения находились в пределах нормы. Однако у отдельных футболистов РГУОР (в том числе у 2 человек, проживающих в общежитии) были отмечены случаи превышения нормы ОМЧ в 3 случаях и количества S. aureus в 1 случае. Что может быть объяснено несоблюдением правил личной гигиены у этих спортсменов в момент проведения исследований (табл. 9).

Таблица 9 - Показатели неспецифической резистентности организма спортсменов Медиана (интерквантильный размах)

Показатель	Норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
Общее микробное число, число колоний	до 40	1 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)
S. aureus, число колоний	до 8	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-1)

Во всех группах сравнения медианные значения показателей психофизиологического статуса находились в пределах физиологической нормы. Максимальный балл по критерию «самочувствие» имели спортсмены РГУОР и «Динамо», по критерию «активность» - также спортсмены РГУОР, по критерию «настроение» - спортсмены «Динамо» (табл. 10).

Таблица 10 - Психофизиологический статус спортсменов Медиана (интерквантильный размах)

Показатели	Физиологическая норма	Группы сравнения		
		РГУОР	«Динамо»	РЦОП
Самочувствие, баллы	5,00-7,00	5,85 (5,20-6,40)	5,85 (5,40-6,10)	5,50 (5,20-5,90)
Активность, баллы	5,00-7,00	5,30 (4,90-6,00)	5,15 (4,65-5,95)	5,25 (4,60-5,90)
Настроение, баллы	5,00-7,00	6,00 (5,60-6,50)	6,15 (5,50-6,55)	6,00 (4,90-6,70)

Заключение. Установлено наличие достоверной ($p<0,05$) связи между ИМТ и: СИ ($\rho=0,18$), ЖИ ($\rho=-0,18$). Результаты исследования могут свидетельствовать о наличии дефицита витаминов А, РР и кальция у спортсменов во всех группах сравнения; а также витаминов С, Р, B_1, B_2, B_6 и магния – у спортсменов РЦОП и «Динамо». Для определения ЖМТ удобно использовать формулу Слотера: при этом уменьшается количество измерений толщины кожно-жировой складки, нет необходимости дополнительного измерения длины и массы тела (например, на учебно-тренировочном сборе при размещении в гостинице), а также упрощаются математические расчеты. Установлено наличие достоверной ($p<0,05$) связи между ЖМТ в пределах физиологической нормы и: ИМТ ($\rho=0,53$), АП ($\rho=0,49$), ИФС ($\rho=-0,35$), ОГП ($\rho=0,38$). Установлено наличие достоверной ($p<0,05$) связи между УОО и: ИМТ ($\rho=-0,47$), ЖИ ($\rho=-0,32$), АП ($\rho=-0,5$), ИФС ($\rho=0,39$), ОГП ($\rho=-0,44$). Также имеется достоверная ($p<0,05$) связь между значениями величины основного обмена (ВОО) и: СИ ($\rho=0,34$), ЖМТ в пределах физиологической нормы ($\rho=0,38$). Установлено наличие достоверной ($p<0,05$) связи между ЖМТ в переделах физиологической нормы и ОМЧ ($\rho=-0,36$). Установлено наличие достоверной ($p<0,05$) связи между ИМТ и: АП ($\rho=0,49$), ИФС ($\rho=-0,19$), ОГП ($\rho=0,26$), между мышечной силой правой кисти и АП ($\rho=0,27$), ОГП ($\rho=0,18$). Установлено

наличие статистически значимых ($p<0,05$) корреляционных связей между всеми показателями психофизиологического статуса: самочувствием и активностью ($\rho=0,55$), активностью и настроением ($\rho=0,64$), самочувствием и настроением ($\rho=0,64$).

В результате комплексной оценки установлено, что состояние здоровья спортсмена есть результат взаимодействия различных систем организма, и, вероятно, обусловлено такими факторами окружающей среды, как наличие организованного питания, учитывающего основные потребности организма юных спортсменов, режим учебно-тренировочной деятельности и условия проживания.

Литература

1. Спортивные игры: Техника, тактика, методика обучения / Ю.Д.Железняк [и др.] ; по общ. ред. Ю.Д.Железняка. 3-е изд., стереотип. - М. : «Академия», 2006. – 518 с.
2. Программа развития футбола в Республике Беларусь на 2011 – 2015 годы // Ассоциация «Белорусская федерация футбола» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : http://www.bff.by/fbff/624/. – Дата доступа : 11.03.2011.
3. Макарова Г.А., Спортивная медицина : Учебник. - М.: Советский спорт, 2003. – 480 с.
4. Методические рекомендации по оценке состояния питания детей и подростков в учебно-воспитательных учреждениях / МЗ РБ; Сост. Х.Х. Лавинский, Н.Л. Бацукова, И. И. Кедрова. - Мн., 1997. - 43 с.

Поступила 15.06.2012

HYGIENIC ASSESSMENT NUTRTION STATUS PARAMETERS IN PLAYING SPORTS ATHLETES

Borisevich Y.N.

Byelorussian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

The problem of assessing the nutritional status of athletes considered. It is established that the health of the athlete is the result of the interaction of various systems of the body due to such factors as the presence of organized nutrition, taking into account the needs of the body of young athletes, the mode of a training activity and living conditions.

Key words: nutritional status, play sports, soccer, young athletes.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРОБЛЕМА ПОТРЕБЛЕНИЯ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ СТУДЕНТАМИ МЕДИЦИНСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ
Борщенская Т.И., Бацукова Н.Л., Шпаков А.А., Кулак А., Кулак П., Гута А.К. 3
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИМПЛАНТАТОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
Будкина Е.А., Козлова Т.О. 10
ТЕХНОЛОГИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО НАДЗОРА ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
Грачева В.М., Дубинин С.Е. 14
НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРИЕНТИРОВОЧНО БЕЗОПАСНЫХ УРОВНЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ N,N-ДИМЕТИЛПРОПИЛАМИНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
Гриценко Т.Д., Науменко Т.Е., Пшегрода А.Е., Шевчук Л.М. 20
ОСОБЕННОСТИ VDR-ГЕНОТИПА У БЕЛОРУССКИХ ПАЦИЕНТОВ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ И ВЛИЯНИЕ ВИТАМИНА D НА ТЕЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ
*Дударева Н.И., Аксенова Е.А., *Даниленко Н.Г.* 30
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ
Дудчик Н.В., Трешкова Т.С., Ушкова Л.Л., Грищенкова Т.В. 41
ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ У КУРЯЩИХ ДЕВУШЕК-СТУДЕНТОК
Дюбкова Т.П. 47
ФОРМИРОВАНИЕ МОТИВАЦИЙ ОТКАЗА ОТ КУРЕНИЯ ТАБАКА У СТУДЕНТОВ КЛАССИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Дюбкова Т.П. 56
ДОНОЗООЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У КРОВНЫХ РОДСТВЕННИКОВ ПАЦИЕНТОВ С ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИМИОПАТИЕЙ
Жуйко Е.Н., Анищенко И.В., Кардаш О.Ф., Кругликова М.А., Белашова И.А., Булгак А.Г., Ильюкова И.И. 66
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СЛЮНЫ И КОЖИ
Замбржицкий О.Н., Езепчик Ю.И., Герасимук М.О. 73
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНАКТИВИРОВАННОЙ ГРИППОЗНОЙ ВАКЦИНЫ ИНФЛЮВАК У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Исмагулов А.Т., Бекшин Ж.М., Сагитова С.С., Сарсенбаева Ж.К. 78
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ, СВЯЗАННЫХ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ, В ГОСУДАРСТВАХ - ЧЛЕНАХ ЕВРАЗЭС
Киселев А.В., Ломтев А.Ю., Еремин Г.Б., Панькин А.В. 80
МЕЖДУНАРОДНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМЫХ РУТИННЫХ ВЫБРОСОВ АЭС
Кляус В.В. 84
О РЕЗУЛЬТАТАХ КОМПЛЕКСНОГО РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РЕПЕРНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ
Липницкий Л.В., Гаевский И.В., Агеева Т.Н., Шапшеева Т.П. 94
ДОНОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА УПОТРЕБЛЕНИЕ АЛКОГОЛЯ И ТАБАКОКУРЕНИЕ
Мамчиц Л.П., Карташева Н.В, Климович С.В. 103
ЭФФЕКТИВНОСТЬ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА УНИВЕРСАЛЬНЫМ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМ УСТРОЙСТВОМ
Миклис Н.И., Бурак И.И., Алексеев И.С. 108
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЦИРКУЛЯТОРА ВОЗДУХА «ВИТЯЗЬ»
Миклис Н.И., Бурак И.И., Григорьева С.В. 119

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИМАНОВ (ОЗЕР) ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ КИШЕЧНЫМИ ВИРУСАМИ, ПРОСТЕЙШИМИ И ГЕЛЬМИНТАМИ
Мокиенко А.В., Засыпка Л.И., Вегержинская Н.Д., Котлик Л.С., Тарасюк Е.Ф., Вернигора И.И., Мельник Л.П., Тихенко Н.Н., Скопенко А.В. 129
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ
Мокиенко А.В., Остапец Т.В., Петренко Н.Ф., Неделько С.А., Недбайло О.В. 135
РАСЧЕТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
Науменко Т.Е., Рыбак В.А., Соколов С.М., Гриценко Т.Д., Шевчук Л.М., Пшегрода А.Е., Ганькин А.Н. 142
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ГРАНИЦЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ И ЖИЛОЙ ЗОНЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
Науменко Т.Е., Соколов С.М., Филонов В.П., Першин И.Г. 152
СРАВНЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОДХОДОВ ПО ОБОСНОВАНИЮ ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ
Николаенко Е.В. 158
ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОИСТОЧНИКОВ И КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕГИОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА
Омарова М.Н., Тотанов Ж.С., Черепанова Л.Ю., Бекшин Ж.М., Сукашев Т. И. 166
НОВЫЕ БИОМАРКЕРЫ ЭФФЕКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОИНСЕКТИЦИДОВ НА МИКРОБИОЦЕНОЗ КИШЕЧНИКА
Орленкович Л.Н. 176
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ОТРАСЛЕЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА В УКРАИНЕ
Сердюк А.М., Махнюк В.М. 185
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОКСИКОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЗАВИСИМОСТИ «КОНЦЕНТРАЦИЯ-ВРЕМЯ-ЭФФЕКТ»
Соколов С.М., Чеботарев П.А., Позняк И.С. 194
УЛЬТРАЗВУК ИСТОЧНИКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО, МЕДИЦИНСКОГО И БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ И МЕРЫ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ЕГО НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА
Соловьева И.В., Запорожченко А.А., Худницкий С.С., Быкова Н.П. *199*
УДЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ЦЕЛЬНОМ МОЛОКЕ И ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДАХ И ГРИБАХ, ЗАГОТОВЛЕННЫХ В ЧАСТНОМ СЕКТОРЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕЛЬЧИЦКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В ПЕРИОД 2000–2011 гг.
Сподабаева Е.П., Замбржицкий О.Н. 207
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ
Стефаненко А.Н., Замбржицкий О.Н. 214
РАДИОАКТИВНЫЙ СТРОНЦИЙ-90 В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ПРОИЗВОДИМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
Тернов В.И., Буткевич В.В. 222
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ОБЪЕКТОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ ОНКОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА КАК ЭТАП МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
Тонко О.В., Логинова А.Ю., Коломиец Н.Д., Долгина Ю.Н. 227
ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
Тотанов Ж.С., Черепанова Л.Ю., Ташметов К.К., Глубоковских Л.К., Шайсултанов К.Ш. 233
НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫМИ ТОМОГРАФАМИ
Худницкий С.С., Кушнерова М.В., Арбузов И.В., Соловьева И.В., Быкова Н.П., Запорожченко А.А., Жилевич И.М. 241

АНАЛИЗ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В Г. СОЛИГОРСКЕ И СОЛИГОРСКОМ РАЙОНЕ
Чаховский П.А., Аверкин Ю.И., Веялкин И.В. 248
ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ЗДОРОВЬЯ И РИСКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ СРЕДЫ
Чеботарев П.А., Галеева М.Ю. 255
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
Шевчук Л.М., Соколов С.М., Суворова И.В. 262
АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЯДА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАЗАХСТАНА ОСТРЫМИ КИШЕЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ И ГЕПАТИТОМ А
Шуратов И.Х., Оракбай Л.Ж., Джумагалиева А.Б., Кенжебаева А.Т. 271
ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ
Щербинская И.П., Филонов В.П., Семенов И.П., Мараховская С.В., Кулеша З.В., Жевняк И.В. 280

ТОКСИКОЛОГИЯ

МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ
Анисович М.В., Ильюкова И.И., Афонин В.Ю., Войтович А.М., Кардаш О.Ф., Жуйко Е.Н., Булгак А.Г. 286
ОЦЕНКА ЭФФЕКТОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В КУЛЬТУРЕ ЛИМФОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)
Анисович М.В., Ильюкова И.И., Афонин В.Ю., Войтович А.М., Наджарян Л.А., Власенко Е.К. 292
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ
Богданов Р.В., Половинкин Л.В., Соболь Ю.А., Ушков А.А. 298
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИИ ПРИ ХИМИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ НПВС
Борисевич С.Н., Верховенко Т В., Федосенко А. Л. 304
НИТРАТЫ В ВОДЕ ИСТОЧНИКОВ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ ДО 6 ЛЕТ
Будников Д.А., Бурая В.В., Дроздова Е.В., Лойко Н.К., Веремейчик Е.В. 309
ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ СТИРОЛА И МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА ПРИ СОВМЕСТНОМ ИНГАЛЯЦИОННОМ ПОСТУПЛЕНИИ В ПОДОСТРОМ ОПЫТЕ *IN VIVO*
Василькевич В.М., Половинкин Л.В., Соболь Ю.А. 318
ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КУЛЬТУРЕ ЛИМФОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА
Власенко Е.К., Анисович М.В., Наджарян Л.А., Гутковская Д.О., Ильюкова И.И. 329
ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *CUCUMIS SATIVUS*
Власенко Е.К., Наджарян Л.А., Гутковская Д.О., Гомолко Т.Н. 332
ПРОБОПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДИМЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Власенко Е.К., Шуба М.В., Поддубская О.Г., Наджарян Л.А., Гутковская Д.О. 336
НЕСЕДИМЕНТИРУЕМАЯ АКТИВНОСТЬ КАТЕПСИНА D ЛИЗОСОМ ГЕПАТОЦИТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕСТА С НАРАСТАЮЩИМИ КОНЦЕНТРАЦИЯМИ НЕИОННОГО ДЕТЕРГЕНТА ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ПЕЧЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ
Глинская Т.Н., Зиновкина В.Ю. 342
ИЗУЧЕНИЕ ЭКОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ ПРИСАДОК
Деменкова Т.В., Степанищева В.А., Рубин В.М., Лисовская Г.В., Войтович А.М. 353

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ КАДМИЯ И СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОТИОНЕИНОВ В КРОВИ КРЫС ПРИ РАЗДЕЛЬНОМ И СОВМЕСТНОМ ВВЕДЕНИИ С СОЛЯМИ СВИНЦА И РТУТИ
Елаева Н.Л., Иваненко А.А., Кашуро В.А., Малов А.М.Семенов Е.В. ,Сибиряков В.К. 360
АЛЬГОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МИНСКА
Ермоленко Г.Л., Саевич К.Ф., Шульга А.А., Антоненков А.И. 365
РАНЖИРОВАНИЕ ГОРОДОВ И СЕЛ ПО ОБСЕМЕНЕННОСТИ ИХ ТЕРРИТОРИЙ МИКРООРГАНИЗМАМИ
Жаркинов Е.Ж., Омарова М.Н., Оракбай Л.Ж., Шуратов И..Х., Кенжебаева А.Т., Джумагалиева А.Б., Тян А.Д. 369
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ОТНОШЕНИИ КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ КАРЦИНОМЫ ЛЕГКОГО ЧЕЛОВЕКА А-549
Конева И.И., Наджарян Л.А., Власенко Е.К., Гутковская Д.О. 375
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
Корикова С.И., Миклис Н.И., Половинкин Л.В., Бурак И.И. 379
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СМЕСЕВЫХ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ И МАРКИРОВКИ
Лисовская Г.В., Ильюкова И.И., Гомолко Т.Н., Деменкова Т.В. 390
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО СИНТЕЗА И ОСОБЕННОСТИ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ ТЕРЕФТАЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА
Петрова Т.Е., Харникова Г.А. 396
МЕТАЛЛОТИОНЕИН КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ МАРКЕР ОТРАВЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПРИ ГОРЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Пыхтеева Е.Г., Большой Д.В., Свиридов В.Н., Коваль М.Г. 403
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕПАРАТА ДЛЯ ПРЕДУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАПСА «ГРИПИЛ»
Соболь Ю.А., Половинкин Л.В., Эрм Г.И., Чайковская И.А., Богданов Р.В. 411
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ВРЕДНОГО ДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНО ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
Стельмах В.А., Власенко Е.К. 419
ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА – ПРОЧИЕ ОТХОДЫ КЛЕЕВ, КЛЕЕВЫХ ВЕЩЕСТВ, МАСТИК, СМОЛ (КОМПОНЕТЫ ГЕРМЕТИКА «АкриВЛАН»)
Степанищева В.А., Ильюкова И.И., Лисовская Г.В. 425
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО КОМБИНИРОВАННОГО МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА «РОДОБЕЛ T_2», ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ И ПОЧВЫ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
Студеничник Т.С., Шевляков В.В., Филонюк В.А., Эрм Г.И., Буйницкая А.В. 432
ВЛИЯНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОВТОРНОГО ИНГАЛЯЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ
Трейлиб В.В., Половинкин Л.В., Ковшова Т.В., Соболь Ю.А. 441
СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
Трешкова Т.С., Ушкова Л.Л., Грищенкова Т.В., Дудчик Н.В. 447
НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ БИОТОПЛИВА ПРИ КУМУЛЯТИВНОМ ВНУТРИЖЕЛУДОЧНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ
Ушков А.А., Соболь Ю.А., Половинкин Л.В., Ушков С.А., Петровская Е.О., Бурьяк А.И., Половинкина Т.И., Сорока Л.И., Ефимова Е.С., Ежелева С.Н. 451

ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ ФИТОКОМПОЗИЦИЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И ИММУНО-ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГЕПАТИТА
Ушков А.А., Шевляков В.В., Половинкин Л.В., Соболь Ю.А. 458
ДОЗОЗАВИСИМЫЕ ИММУНОТОКСИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НА СУБХРОНИЧЕСКОЕ ИНГАЛЯЦИОННОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ В ОРГАНИЗМ МОРСКИХ СВИНОК БЕЛОКСОДЕРЖАЩИХ СУБСТАНЦИЙ МУЧНОЙ ПЫЛИ
Ушков С.А., Шевляков В.В., Эрм Г.И., Буйницкая А.А., Чернышова Е.В., Козловская Т.В., Студеничник Т.С. 463
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЛЬЦИЯ ДИПРОЛИНАТА
Чайковская И.А. 472
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИОКСИДОВ АЗОТА И СЕРЫ НА ГЕМОПОЭТИЧЕСКУЮ И ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМЫ
Чайковская М.А., Бортновский В.Н., Сушко С.Н., Гончаров С.В, Шафорост А.С., Савин А.О. 479
АКТИВНОСТЬ МОНООКСИГЕНАЗ ПЕЧЕНИ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ, ПОДВЕРГНУТЫХ ЗАТРАВКЕ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ ИЗ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г. СОЛИГОРСКА
Чаховский П.А., Квяткевич Ю.А., Янцевич А.В., Гилеп А.А. 490
АЛЛЕРГЕННЫЕ И ИММУНОТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА «ФУНГИЛЕКС»
Чернышова Е.В., Шевляков В.В., Эрм Г.И., Буйницкая А.В., Студеничник Т.С. 497
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ
Элиович И.Г., Захаров А.П., Нехорошев А.С., Дуннен А.А. 503

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ
Атрасевич Н.И., Якимченко Д.Г., Бацукова Н. Л., Борушко Н.В. 513
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТА ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ В РАСТВОРИМОМ КОФЕ
Бацукова Н.Л., Троцкий Н.Д., Степанова Е.В., Замбржицкий О.Н. 517
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТЕСТИРОВАНИЯ НА TETRAHYMENA PYRIFORMIS ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА АЛИМЕНТАРНОЙ НАГРУЗКИ НИТРИТОМ НАТРИЯ
Богдан А.С., Бондарук А.М., Журихина Л.Н., Свинтилова Т.Н., Цыганков В.Г., Федоренко Е.В. 521
ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЙОДАТА И ЙОДИДА КАЛИЯ НА TETRAHYMENA PYRIFORMIS
Богдан А.С., Бондарук А.М., Журихина Л.Н., СвинтиловаТ.Н., Цыганков В.Г., Федоренко Е.В. 533
ТОКСИКОМЕТРИЯ НИТРИТА НАТРИЯ НА TETRAHYMENA PYRIFORMIS
Бондарук А.М., Богдан А.С., Журихина Л.Н., СвинтиловаТ.Н., Цыганков В.Г., Федоренко Е.В. 547
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИИ ПРИ ХИМИКО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ НПВС
Борисевич С.Н., Верховенко Т В., Федосенко А. Л. 554
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОНУТРИЕНТОВ В ПИТАНИИ СТУДЕНТОВ
Дервоедов Д.Г., Абрамова А.Ю., Баран О.В., Бацукова Н.Л., Замбржицкий О.Н. 558
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ
Дудчик Н.В., Трешкова Т.С., Ушкова Л.Л., Грищенкова Т.В. 567
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ
Журихина Л.Н., Богдан А.С., Ивко Н.А., Цыганков В.Г., Бондарук А.М., Колосовская Л.С., Севастей Л.И. 574
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФИТОКОМПОЗИЦИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ
Журихина Л.Н., Богдан А.С., Цыганков В.Г., Бондарук А.М., Еншина А.Н., Варавина Н.П. 584

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОФИЛАКТИКИ ПИЩЕВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ В ДЕТСКИХ ОРГАНИЗОВАННЫХ КОЛЛЕКТИВАХ
Коломиец Н.Д., Тонко О.В., Ханенко О.Н., Романова О.Н., Фисенко Е.Г., Левшина Н.Н., Жуковский В.В., Гавриленко В. В., Шмелева Н.Д., Панасюк Ю. В. 590
ПРОГРАММЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОБРАЩЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
*Коломиец Н.Д., * Федоренко Е.В., Тонко О.В., Федоров Ю.Е., Щербина О.В., Ристич Г., Баротова В.В.* 598
БЕЛКОВЫЙ КОМПОНЕНТ ПИТАНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ
Лавинский Х.Х., Рябова Н.В., Брановицкая А.А. 604
КОРРЕКЦИЯ СЕЛЕНЕМИИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ НАЗНАЧЕНИИ СЕЛЕНОМЕТИОНИНА ЖЕНЩИНАМ РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА
Мойсеенок Е.А., Пеховская Т.А., Лукиенко Е.П., Коваленчик И.Л., Мойсеенок А.Г. 610
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЛИМЕНТАРНОЙ НАГРУЗКИ ПИЩЕВЫМИ ДОБАВКАМИ (НА ПРИМЕРЕ НИТРИТОВ)
Федоренко Е.В., Шуляковская О.В., Бордак Л.В. 617
ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ ИЗБЫТОЧНОЙ МАССЫ ТЕЛА У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
Цемборевич Н.В., Цыганков В.Г. 623
НУТРИЦИОННЫЙ СТАТУС ПРАКТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ВЗРОСЛЫХ ЖИТЕЛЕЙ Г. МИНСКА: СОСТОЯНИЕ МЕТАБОЛИЗМА БЕЛКОВ, УГЛЕВОДОВ И ЖИРОВ
Юрага Т.М., Кедрова И.И., Гресь Н.А., Лихошва О.Н., Соловей О.М., Бондаренко Е.В., Жук А.И. 632
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАТУСА ПИТАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА
Борисевич Я.Н. 638

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ЗДОРОВЬЕ
И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Сборник научных трудов

Выпуск 21

Главный редактор Л.В. Половинкин

Ответственный редактор В.Ю. Зиновкина

Технический редактор: Т.И. Вершило

Подписано в печать 29.10.2012
Уч.- изд. л. 35,24.
Тираж 100 экз.

Выпущено по заказу Министерства здравоохранения Республики Беларусь
ООО «Смэлток»
Лицензия ЛИ № 02330/0494046 от 03.05.2008.
Ул. Радиальная, 36, 220070, г. Минск.
E-mail: 2854570@mail.ru