Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии РЦГЭиОЗ

Международная научно-практическая конференция «Здоровье и окружающая среда», приуроченная к 100-летию санитарно-эпидемиологической службы Республики Беларусь, 19-20.11.2026

Конференция «Здоровье и окружающая среда»

Удобрение «Аммофос»: сравнительный анализ токсикологического профиля модификаций с микроэлементами и без

Юркевич Е.С., Ильюкова И.И., Ковалевич В.И.

1. Актуальность

Востребованность в минеральных комплексных азотно-фосфорных удобрениях обусловлена потребностью точного управления питанием растений, что незаменимо для развития корневой системы, повышения урожайности и адаптации культур к стрессам. Из этой группы удобрений одним из самых востребованных и эффективных в мировом и отечественном сельском хозяйстве является Аммофос, высокая популярность которого обусловлена уникальным сочетанием концентрированного фосфора в легкоусвояемой форме и стартовой дозы азота.

В частности, Аммофос (с микроэлементами и без) является традиционным удобрением для основного и предпосевного внесение в почву, а формы с микроэлементами, дополнительно содержащими цинк, марганец, бор или медь, особенно актуальны на бедных дерново-подзолистых или карбонатных почвах, где наблюдается дефицит катализаторов биохимических процессов, что повышает устойчивость к засухе и грибкам.

2. Объект, цель и предмет исследования

- Объект исследований: удобрение минеральное комплексное азотно-фосфорное «Аммофос» без добавок и с добавками микроэлементов (марка 12-52-0,45(B), марка 12-52-0,9(Cu), марка 12-52-0,8(Zn), марка 12-52-0,7(Mn), марка 12-52-0,13(Mo), марка 12-52-0,04(Co), марка 12-52).
- Цель исследования – оценить комплексный риск воздействия удобрения минерального комплексного азотно-фосфорного «Аммофос» без добавок и с добавками микроэлементов с целью определения способности накапливаться в организме и оказывать неблагоприятное воздействие на функциональное состояние органов и систем подопытных животных.
- Предмет исследований – острая пероральная и дермальная токсичность; раздражающее действие на кожу и слизистые; сенсибилизирующее и кумулятивное действие.

3. Результаты токсикологических исследований

Показатель	Результат (для всех изученных марок)
Острая токсичность при однократном внутрижелудочном введении	DL50 для аммофоса составляет > 5000 мг/кг.
Острая токсичность при накожном нанесении	DL50 для аммофоса составляет > 2500 мг/кг.
Местно-раздражающее действие при однократном нанесении на неповрежденные кожные покровы	Обладает слабым раздражающим действием на кожные покровы (3В класс, слабое раздражающее действие)
Раздражающее действие при однократном воздействии на слизистые оболочки глаз	Обладает выраженным раздражающим действием (3А класс, выраженное раздражающее действие)
Сенсибилизирующее действие и иммунотоксичности	Не вызывают уплотнения и воспаления ткани, не оказывающим сенсибилизирующее действие на модели воспроизведения гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ) на белых мышах (4 класс, отсутствие аллергенного действия (в рамках стандартного протокола исследований)

4. Токсикологические свойства основных компонентов

Компонент (химическая формула)	Идентификационные данные	Острая токсичность	Гигиенические нормативы и классификация
Дигидрофосфат аммония ($NH_4H_2PO_4$)	CAS № 7722-76-1, ЕС №. 231-764-5	LD_{50} (крыса, орально) >2500 мг/кг, LD_{50} (крыса, дермально) >5000 мг/кг, LC_{50} (крыса, ингаляционно, 4 часа) >5000 мг/м^3 воздуха	ПДКв.р.з. = 10 мг/м^3, 4 класс опасности; ПДКатм.в. = 2000 мкг/м^3 (м.р.) / 800 мкг/м^3 (с.с.) / 200 мкг/м^3 (с.г.), ЛПВ – рез., класс опасности – 4; ПДКв.в.: полифосфаты = 3,5 мг/дм^3, ЛПВ – орг.зап., класс опасности – 3, аммиак (по азоту) = 1,5 мг/л, ЛПВ – орг.зап., класс опасности – 4; ПДВп.в.: фосфат-ион = 0,066 мг/ Рдм^3, аммоний-ион (в пересчете на азот) = 0,39 мг/дм^3
Сульфат аммония ($(NH_{4/2}SO_4$)	CAS № 7783-20-2, ЕС №. 231-984-1	LD_{50} (крыса, орально) >4250 мг/кг, LD_{50} (крыса, дермально) >2000 мг/кг	ПДКв.р.з. = 10 мг/м^3, 3 класс опасности; ПДКатм.в. = 200 мкг/м^3 (м.р.) / 150 мкг/м^3 (с.с.) / 100 мкг/м^3 (с.г.), ЛПВ – рез., класс опасности – 4; ПДКв.в.: по азоту = 1,0 мг/дм^3, ЛПВ – орг.привк., класс опасности – 3, сульфаты = 500 мг/л, ЛПВ – орг.привк., класс опасности – 4; ПДВп.в.: аммоний-ион = 0,39 мг/дм^3, сульфат-ион = 100 мг/дм^3
Сульфат кальция ($CaSO_4$)	CAS № 7778-18-9, ЕС №. 231-900-3	LD_{50} (крыса, орально) >1581–3000 мг/кг, LD_{50} (крыса, дермально) – не достигается (вещество не всасывается через неповрежденную кожу, LC_{50} (крыса, ингаляционно) >3.26 мг/л воздуха (за 4 часа воздействия пыли, метод OECD 403)	ПДКв.р.з. (по кальций сульфат дигидрату = 2 мг/м^3, 3 класс опасности; ПДКв.в. (сульфаты): = 500 мг/дм^3, ЛПВ – орг.привк., класс опасности – 4; ПДВп.в. (сульфат-ион) = 100 мг/дм^3

Примечания: ПДКврз – предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны; ПДКатм.в. – предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе (м.р. – максимально разовая, с.с. – средне-суточная, с.г.- среднегодовая); ПДКв.в – предельно допустимая концентрация в воде водоемов; ПДВп.в. – предельно допустимый сброс в водные объекты; ЛПВ – лимитирующий показатель вредности: рез. – резорбтивный; орг.зап. – органолептический запах; орг.привк. – органолептический привкус.

5. Оценка основных показателей токсичности и рисков

- **Острая токсичность:** продукт обладает крайне низкой системной токсичностью при случайном проглатывании или попадании на кожу. Маловероятно возникновение острого отравления при стандартном обращении.
- **Местное раздражающее действие:**
  - **глаза** - пыль аммофоса вызывает умеренное механическое и легкое химическое раздражение слизистых оболочек (покраснение, слезотечение).
  - **кожа** - при кратковременном контакте не повреждает кожные покровы. Однако при длительном воздействии или соприкосновении с влажной кожей (особенно при наличии микротравм) может вызывать сухость, шелушение и легкий дерматит.
  - **дыхательные пути** - вдыхание мелкодисперсной пыли во время фасовки или внесения удобрения раздражает верхние дыхательные пути, вызывая першение в горле и кашель
- **Кумулятивный эффект:** не установлен, компоненты не накапливаются в организме.
- **Специфические эффекты (канцерогенность, мутагенность)**: не установлены

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принципиальной разницы в токсикологическом профиле и классе опасности между чистым Аммофосом и Аммофосом с добавками микроэлементов нет. Оба варианта классифицируются абсолютно одинаково:

- **по показателям острой оральной и дермальной токсичности – 4 класс опасности** (малоопасные вещества (ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ / 5 класс по ГОСТ 32419-2022),
- **при однократном воздействии на слизистые оболочки глаз - 3А класс (выраженное раздражающее действие)**;
- **при однократном эпикутанном воздействии на кожные покровы - 3В класс (слабое раздражающее действие)** (в соответствии с классами опасности, указанными в изменениях, утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 07.04.2011 № 622).
- **не обладает сенсибилизирующим действием - 4 класс** (отсутствие сенсибилизирующего действия в рамках стандартного протокола исследований) (в соответствии с классами опасности, указанными в изменениях, утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 07.04.2011 № 622).

Присутствующие в составе удобрения на микроуровне химические элементы не существенны в плане оценки токсичности готовой смеси, м класс опасности удобрения не меняют. Согласно правилам классификации смесей (ГОСТ 32423, международные паспорта безопасности MSDS), компоненты, содержащиеся в количестве менее 1–2 % по действующему веществу, не влияют на изменение итогового класса опасности всей смесевой продукции, а в аммофосе с микроэлементами доля добавок (бор ≈ 0,4 %, медь ≈ 0,8 %, цинк ≈ 0,7 %, марганец ≈ 0,5 %) крайне мала, при этом микроэлементы интегрированы внутрь самой гранулы, поэтому продукт физически ведет себя так же, как стандартный моноаммонийфосфат.

ecoltox501@rspch.by