

Уровни миграции токсичных веществ из пленочных упаковочных полилактидных материалов с углеволокном в модельные среды, имитирующие пищевые продукты

Кузовкова А.А.¹, Чеботкова Д.В.¹,
Лебединская К.С.¹, Добыш В.А.²

Секция 3. «Гигиена питания»



Актуальность. Полилактид отвечает концепции устойчивого развития, поскольку для его синтеза используются ежегодно возобновляемые природные ресурсы (сельскохозяйственные растения). Упаковочные изделия из полилактида (далее – ПЛ) – экологически чистая альтернатива традиционной упаковке, изготовленной на основе нефти. При производстве ПЛ в атмосферу выбрасывается на 50 % меньше углекислого газа, чем при производстве полимеров на основе нефти, а использование ископаемых ресурсов меньше на 35 %. Сам по себе ПЛ является хрупким материалом с низким удлинением при разрыве и ударной вязкостью. Это привело к разработке различных методов модификации для улучшения механических свойств ПЛ, особенно его прочности. Такие методы включают смешивание с другими полимерами, использование пластификаторов, добавление армирующих наполнителей и волокон. Для модификации ПЛ достаточно широко применяют различные углеродные наполнители, например, графеновые нанопластины, многостенные углеродные нанотрубки, фуллерен, и черный углерод (сажу). Для оценки безопасности таких композиционных ПЛ-материалов, контактирующих с пищевыми продуктами, требуются исследования миграции как углеродных наполнителей, в особенности углеродных наночастиц, так и токсичных химических элементов и веществ из данных материалов в пищевые продукты.

Цель исследований — установить уровни миграции летучих токсичных веществ из отечественного пленочного ПЛ-материала с 10 % углеволокна в модельные среды, имитирующие пищевые продукты.

Объект исследований — ПЛ-материал в виде пленки толщиной 200 мкм с 10 % углеволокна, разработан и предоставлен ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси».

Предмет исследований – уровни миграции 16 токсичных веществ из ПЛ-материала в модельные среды при комнатной температуре: дистиллированную воду; 0,3% раствор молочной кислоты; 3% раствор молочной кислоты; 2% раствор уксусной кислоты с 2 % поваренной соли; 2% раствор лимонной кислоты; 20% раствор этилового спирта, после экспозиции в течение 1 и 3 суток.

Методы исследования. Фрагмент ПЛ-материала в виде пленок размером 5×10 см (с учетом площади обеих поверхностей итоговая площадь составила 100 см²) помещали в плотно закрывающийся стеклянный бокс и заливали модельным раствором из расчета на 2 см² поверхности 1 см³ модельного раствора (50 см³). Концентрации формальдегида, эпихлоргидрина, ацетальдегида, ацетона, гексана, гептана, бутилового, изобутилового, пропилового, изопропилового, метанола, бензола, толуола, ксилолы, этилацетата, бутилацетата, винилхлорида, винулацетата, фенола в модельных вытяжках из ПЛ-материала определяли газохроматографическим методом.

Оценочными параметрами служили допустимые количества миграции токсичных веществ (далее – ДКМ), установленные в ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» для биоразлагаемой (бумага, бумага парафинированная, картон, картон мелованный, картон макулатурный, пергамент растительный, подпергамент (бумага с добавками, имитирующими свойства пергамента растительного)) упаковки, контактирующей с пищевыми продуктами. Полученные результаты исследований представлены в таблице 1.

Вывод: Результаты свидетельствуют о наличии миграции ряда летучих токсичных веществ на уровнях выше установленных ДКМ из исследуемого ПЛ-материала в отдельные модельные среды: метанола в 0,3% раствор молочной кислоты при контакте в течение 3 суток, ацетальдегида в 3% раствор молочной кислоты при контакте в течение 1 и 3 суток, ацетона в 2% раствор лимонной кислоты при контакте в течение 1 и 3 суток. Наблюдалась миграция ацетона на уровне ДКМ в 2% раствор уксусной кислоты, содержащей 2 % поваренной соли. Остальные исследуемые вещества мигрировали из ПЛ-материала в модельные среды, представленные в таблицах 1–6, на уровнях ниже ДКМ. Уровни миграции всех исследуемых летучих токсичных веществ из ПЛ-материала толщиной 200 мкм с 10% углеволокна в 20% раствор этилового спирта были ниже уровней предела обнаружения веществ.

Исследования выполнены в рамках НИР «Изучить санитарно-химические показатели гигиенической безопасности образцов отечественных биоразлагаемых материалов на основе полилактидов на этапе разработки технологий их производства». ГПНИ 2 «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» (подпрограмма «Лесохимия-2»).

¹ Государственное предприятие «НПЦГ», г. Минск
² ИХНМ НАН Беларуси, г. Минск

Таблица 1 – Уровни миграции летучих токсичных веществ из ПЛ-материала толщиной 200 мкм с 10 % углеволокна в модельные среды

Модельная среда / условия моделирования	Токсичное вещество	Уровни миграции (мг/дм ³)		Требования ТР ТС 005/2011, ДКМ, мг/дм ³
		при контакте в течение 1 сут	при контакте в течение 3 сут	
Дистиллированная вода / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Метанол	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Толуол	менее 0,005	менее 0,005	0,5
	Формальдегид	0,029	менее 0,02	0,1
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Гексан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Гептан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1
0,3% раствор молочной кислоты / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	0,1	0,2
	Ацетон	менее 0,05	0,07	0,1
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изопропанол	менее 0,05	0,17	0,5
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Метанол	менее 0,05	0,31	0,2
	Толуол	менее 0,005	менее 0,005	0,5
	Формальдегид	0,047	0,045	0,1
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Гексан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Гептан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1
3% раствор молочной кислоты / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	0,58	0,51	0,2
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Метанол	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Толуол	менее 0,005	менее 0,005	0,5
	Формальдегид	менее 0,02	менее 0,02	0,1
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Гексан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Гептан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Эпихлоргидрин	менее 0,005	0,007	0,1
2% раствор лимонной кислоты / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Ацетон	0,19	более 1,0	0,1
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изопропанол	менее 0,05	0,06	0,5
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Метанол	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Толуол	менее 0,005	менее 0,005	0,5
	Формальдегид	0,048	0,039	0,1
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Гексан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Гептан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1
2% раствор уксусной кислоты, содержащей 2 % поваренной соли / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Ацетон	0,1	0,06	0,1
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5
	Метанол	менее 0,05	менее 0,05	0,2
	Толуол	менее 0,005	менее 0,005	0,5
	Формальдегид	0,02	менее 0,02	0,1
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1
	Гексан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Гептан	менее 0,005	менее 0,005	0,1
	Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1