



Оценка уровней миграции токсичных веществ из пленочного полилактидного материала с 1 % гидроксиапатита в среды-имитанты пищевых продуктов

Докладчик: Кузовкова А.А., зав. лаб., к.б.н.

Содокладчик: Лебединская К.С.

Лаборатория спектрометрических исследований

Лаборатория хроматографических исследований

Республиканское унитарное предприятие «Научно-

практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь



Актуальность. Широкое использование в повседневной жизни товаров из полимерных материалов, в частности, упаковки для пищевых продуктов, привело к серьезному загрязнению окружающей среды неразлагаемым или длительно разлагаемым мусором. Для решения данной проблемы необходимы новые биodeградируемые упаковочные материалы.

Полилактид (ПЛ), получаемый из стереоизомеров молочной кислоты, считается наиболее перспективным биodeградируемым полимером. Перед другими биоразлагаемыми полимерами ПЛ имеет четыре существенных преимущества: возобновляемость, биосовместимость, технологичность и энергосбережение.

В настоящее время современные технологии производства ПЛ опираются на химический синтез или биотехнологические процессы. Наиболее распространены технологии химического синтеза. Этот тип синтеза ПЛ использует различные катализаторы на основе органических и неорганических соединений металлов (олова, алюминия, щелочных металлов), в том числе тяжелых (октоат олова, хлорид олова моногидрат и др). Катализаторы на основе тяжелых металлов загрязняют полученный ПЛ, что усложняет его очистку и ограничивает применение для упаковки пищевых продуктов и медицинских изделий. К тому же ПЛ, как правило, не используют в чистом виде, а проводят модификацию различными способами в зависимости от поставленной конечной задачи, например, применяют в качестве основы для биоразлагаемых композиционных материалов. В качестве добавок (наполнителей) используют химические вещества (например, диоксид кремния, карбид кальция), природные минеральные полимеры на основе кремния, алюминия и магния (каолин и тальк) или полимеры растительного происхождения (например, лигнин, целлюлоза, крахмал, древесные опилки).

Очевидно, что подобные биоразлагаемые композиционные материалы требуют обязательного санитарно-гигиенического контроля по миграции из них тяжелых металлов и токсичных веществ.





Цель — исследовать уровни миграции токсичных веществ из отечественного пленочного ПЛ-материала с 1 % гидроксиапатита (далее — ПЛ-материал с 1 % ГА) в модельные среды, имитирующие пищевые продукты.

Объекты исследований — ПЛ-материал в виде пленки с 1 % ГА, разработанный ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси» .

Предмет исследований – уровни миграции токсичных элементов из ПЛ-материала в модельные среды при комнатной температуре: дистиллированную воду; 0,3% раствор молочной кислоты; 3% раствор молочной кислоты; 2% раствор лимонной кислоты; 20% раствор этилового спирта после экспозиции в течение 1 сут (моделирование контакта пищевых продуктов с ПЛ-материалом до 2 ч) и 3 сут (моделирование контакта пищевых продуктов с ПЛ-материалом в течение 2–48 ч).



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). 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, бутиловый, изобутиловый, пропиловый, изопропиловый, метанола, бензола, толуола, ксилолы, этилацетата, бутилацетата, винилхлорида, винилацетата, фенола в модельных вытяжках из ПЛ-материала определяли газохроматографическим методом.

Оценочными параметрами миграции токсичных веществ служили нормативы ТР ТС 005/2011 по уровням миграции служили нормативы ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» по уровням миграции токсичных веществ, выделяющихся из 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 таблицах 1-5.



Уровни миграции токсичных веществ из ПЛ-материала с 1 % ГА в дистиллированную воду

Модельная среда / условия моделирования	Токсичное вещество	Уровни миграции (мг/дм ³) из ПЛ-материала с 1 % ГА		Требования ТР ТС 005/2011, ДКМ, мг/дм ³	Соответствие нормативу
		при экспозиции в течение 1 сут	при экспозиции в течение 3 сут		
Дистиллированная вода / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2	соответствует
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01	–
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	–
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Метанол	менее 0,10	менее 0,10	0,2	соответствует
	Толуол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Формальдегид	менее 0,02	менее 0,02	0,1	соответствует
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Гексан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
	Гептан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует	



Уровни миграции токсичных веществ из ПЛ-материала с 1 % ГА в 0,3% раствор молочной кислоты

Модельная среда / условия моделирования	Токсичное вещество	Уровни миграции (мг/дм ³) из ПЛ-материала с 1 % ГА		Требования ТР ТС 005/2011, ДКМ, мг/дм ³	Соответствие нормативу
		при экспозиции в течение 1 сут	при экспозиции в течение 3 сут		
0,3% раствор молочной кислоты / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2	соответствует
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01	–
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	–
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Метанол	менее 0,10	менее 0,10	0,2	соответствует
	Толуол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Формальдегид	0,025±0,004	менее 0,02	0,1	соответствует
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Гексан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
	Гептан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует	



Таблица 3 – Уровни миграции токсичных веществ из ПЛ-материала с 1 % ГА в 3% раствор молочной кислоты

Модельная среда / условия моделирования	Токсичное вещество	Уровни миграции (мг/дм ³) из ПЛ-материала с 1 % ГА		Требования ТР ТС 005/2011, ДКМ, мг/дм ³	Соответствие нормативу
		при экспозиции в течение 1 сут	при экспозиции в течение 3 сут		
3% раствор молочной кислоты / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2	соответствует
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01	–
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	–
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Метанол	менее 0,10	менее 0,10	0,2	соответствует
	Толуол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Формальдегид	менее 0,02	0,026±0,004	0,1	соответствует
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Гексан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
	Гептан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует	



Таблица 4 – Уровни миграции токсичных веществ из ПЛ-материала с 1 % ГА в 2% раствор лимонной кислоты

Модельная среда / условия моделирования	Токсичное вещество	Уровни миграции (мг/дм ³) из ПЛ-материала с 1 % ГА		Требования ТР ТС 005/2011, ДКМ, мг/дм ³	Соответствие нормативу
		при экспозиции в течение 1 сут	при экспозиции в течение 3 сут		
2% раствор лимонной кислоты / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2	соответствует
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01	–
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	–
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Метанол	менее 0,10	менее 0,10	0,2	соответствует
	Толуол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Формальдегид	менее 0,02	менее 0,02	0,1	соответствует
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Гексан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
	Гептан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует	



Таблица 5 – Уровни миграции токсичных веществ из ПЛ-материала с 1 % ГА в 20% раствор этилового спирта

Модельная среда / условия моделирования	Токсичное вещество	Уровни миграции (мг/дм ³) из ПЛ-материала с 1 % ГА		Требования ТР ТС 005/2011, ДКМ, мг/дм ³	Соответствие нормативу
		при экспозиции в течение 1 сут	при экспозиции в течение 3 сут		
20% раствор этилового спирта / 2 см ² / 1 см ³ , комнатная температура	Ацетальдегид	менее 0,05	менее 0,05	0,2	соответствует
	Ацетон	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Бензол	менее 0,005	менее 0,005	0,01	–
	Бутилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Ксилолы (смесь изомеров)	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует
	Бутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Изобутанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	–
	Изопропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Пропанол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Метанол	менее 0,10	менее 0,10	0,2	соответствует
	Толуол	менее 0,05	менее 0,05	0,5	соответствует
	Формальдегид	менее 0,02	менее 0,02	0,1	соответствует
	Этилацетат	менее 0,05	менее 0,05	0,1	соответствует
	Гексан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
	Гептан	менее 0,01	менее 0,01	0,1	соответствует
Эпихлоргидрин	менее 0,005	менее 0,005	0,1	соответствует	



ВЫВОД

Все исследуемые химические вещества при комнатной температуре мигрируют из отечественного ПЛ-материала с 1% ГА в выбранные модельные среды после экспозиции в течение 1 сут и 3 сут на уровнях ниже нормативов, установленных в ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки».

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»).