

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Л.В. Горцева, кандидат хим. наук, Т.В. Шутова, Т.П. Костюченко

ГП «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л.И.Медведя Министерства здравоохранения Украины», г. Киев

Резюме. Розроблено методичні підходи до аналізу токсичних хімічних сполук, що входять до складу пакувальних полімерних матеріалів. Для визначення рівнів міграції компонентів поліетилентерефталату, що застосовується для пакування харчових продуктів, використаний метод газорідинної хроматографії.

Ключові слова: пакувальні полімерні матеріали, газорідинна хроматографія, поліетилентерефталат.

Резюме. Разработаны методические подходы к анализу токсичных химических соединений, входящих в состав упаковочных полимерных материалов. Использован метод газо-жидкостной хроматографии для определения уровня миграции компонентов полиэтилентерефталата, применяемого для упаковки пищевых продуктов.

Ключевые слова: упаковочные полимерные материалы, газо-жидкостная хроматография, полиэтилентерефталат.

Summary. New methodical approaches were developed to analyze toxic chemical compounds contained in packaging polymeric materials. We have applied a gas-liquid chromatography method to detect migration level of polyethyleneterephthalate components used for food packaging.

Key words: packaging polymeric materials, gas-liquid chromatography, polyethyleneterephthalate components.

Современный уровень развития химии и физики высокомолекулярных соединений позволяет синтезировать новые полимеры, модифицировать существующие, целенаправленно изменять их свойства для дальнейшего использования в легкой, пищевой промышленности, медицине, фармацевтике, строительстве, машиностроении и т. д.

Мировое производство пластмасс возрастает ежегодно на 5–6% [1]. Следует отметить, что более 60% выпускаемых полимерных материалов применяется для упаковки пищевых продуктов и напитков, мировое производство которых выросло за последние 50 лет более, чем вдвое. Вопросы качества пищевых продуктов, напитков, их безопасного влияния на организм человека не могут быть решены изолированно от упаковки, которая является их неотъемлемой частью. Инновации в сфере упаковки во многом способствовали расширению ассортимента пищевых продуктов и технологий производства.

К упаковочным материалам предъявляются достаточно жесткие санитарно-гигиенические и экологические требования относительно их качества и безопасности. Они являются важным фактором обеспечения сохранности пищевых продуктов, а также играют определенную роль в охране окружающей среды, в частности предотвращении и сокращении образования пищевых отходов.

Разнообразие материалов, используемых для упаковки пищевых продуктов и напитков, а также множество продуктов, которые в них упаковываются, требует индивидуального подхода к выбору упаковки с учетом ее свойств, комплекса требований общего и специального назначения, свойств упакованных продуктов, из которых определяющими являются: природа пищевого продукта, его консистенция, масса, условия хранения и сроки реализации. Свойства полимерной упаковки определяются составом полимерной композиции, ее химической природой, структурой полимера, наличием функциональных групп, кристаллическостью, лиофильностью, лиофобностью и т. д.

Наиболее распространенными типами полимерных материалов, используемых в качестве пищевой упаковки, являются полиэфиры, полиолефины, полистирол, поливинилхлорид и другие.

Один из наиболее популярных представителей термопластичных полиэфиров — полиэтилентерефталат (ПЭТ). Его получают путем конденсационной полимеризации двухосновных кислот (терефталевой) или диметилтерефталата (ДМТФ) с гликолями. Применяемые в настоящее время материалы и изделия, изготовленные из ПЭТ, выгодно отличаются от других своими механическими, химическими, электрическими свойствами и необычной способностью существовать как в

аморфном, так и в кристаллическом состоянии. Его универсальность, благодаря исключительным физическим свойствам и экологической безопасности, которая заключается в способности подвергаться повторной переработке без отрицательных последствий для объектов окружающей среды, предопределили возможность изготовления из него различных изделий: пленок, контейнеров, бутылочной тары, емкостей, волокон для производства тканей и других изделий, предназначенных для использования в различных отраслях промышленности.

Высокие потребительские свойства тары, изготовленной из ПЭТ, обеспечили этому материалу стремительный рост в производстве упаковки для напитков. Использование ПЭТ для изготовления бутылок, предназначенных для хранения газированных напитков, — одно из наиболее важных открытий современной технологии пластиков.

Барьерные свойства ПЭТ позволяют при упаковке газированных напитков задерживать углекислый газ внутри напитков, но являются недостаточными, по мнению многих специалистов, для упаковки пива и других пищевых продуктов, высокочувствительных к воздействию кислорода. Тем не менее, в настоящее время бутылочная ПЭТ тара широко используется для упаковки и хранения минеральной воды, пива, слабоалкогольных напитков и весьма активно вытесняет такие традиционные материалы как стекло и бумага [2]. Последние несколько лет рост мирового рынка ПЭТ составляет в среднем 10% в год. Использование ПЭТ бутылок (млрд. шт.) для упаковки и хранения воды, безалкогольных напитков и пива представлены в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что рынок ПЭТ-тары характеризуется устойчивой тенденцией к росту.

Вопросы безопасного использования этого материала с точки зрения выделения из него ряда химических веществ, оценки уровней их миграции и возможного влияния на пищевой продукт весьма актуальны. Следует отметить, что взаимодействие

упаковочного материала и пищевого продукта определяются скоростью перемещения газов, водяных паров, влаги, низкомолекулярных соединений: из пищевого продукта сквозь слой упаковки в окружающую среду; из окружающей среды сквозь упаковку в пищевой продукт; из пищевого продукта в упаковочный материал; из упаковочного материала в пищевой продукт. Такое взаимодействие может привести к существенному изменению как самого пищевого продукта, так и упаковки. Миграции компонентов, входящих в состав упаковочного материала, контролируется допустимым количеством миграции (ДКМ) остаточных мономеров, красителей, стабилизаторов, пластификаторов и других компонентов их состава.

При исследовании бутылок, изготовленных из ПЭТ, для решения вопроса их соответствия требованиям пищевой безопасности проводят органолептические и санитарно-химические исследования. При этом контролируется уровень миграции таких химических компонентов: ацетальдегид, формальдегид, диметилтерефталат, этиленгликоль, метиловый спирт, бутиловый, изобутиловый спирты, ацетон.

При исследовании ПЭТ упаковки особого внимания заслуживает определение следовых количеств ацетальдегида, поскольку это летучее химическое соединение может оказывать неблагоприятное влияние на упакованный продукт при определенных уровнях его выделения из упаковки. [3]

Миграция таких химических веществ, как ацетальдегид, формальдегид, которые являются продуктами термоокислительной деструкции, особенно опасна при использовании ПЭТ-тары в контакте с газированными напитками. Поэтому необходим тщательный аналитический контроль за уровнями выделения этих веществ из ПЭТ-бутылок. Такой контроль осуществляется путем использования метода реакционной газовой хроматографии, который позволяет определять ацетальдегид на уровне 0,02 мг/л и формальдегид на уровне 0,005 мг/л.

Немаловажным также является определение следовых количеств диметилтерефталата — одно-

Таблица

Использование ПЭТ бутылок (млрд. гит.) для упаковки и хранения воды, безалкогольных напитков и пива.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Пиво	0,3	0,7	0,9	1,2	1,3	1,4	1,5
Безалкогольные напитки	0,8	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Минеральная вода	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1,1	1,2
Всего ПЭТ-бутылок	1,4	2,4	3	3,6	3,9	4,2	4,5

го из основных компонентов, участвующих в процессе конденсационной полимеризации ПЭТ.

Для определения ДМТФ используют газохроматографический метод с применением капиллярной кварцевой колонки и пламенно-ионизационного детектора. Эфир терефталевой кислоты экстрагируют из исследуемых объектов н-гексаном, с последующей рекстракцией метанолом и определением исследуемого вещества в сконцентрированном экстракте газохроматографически [4].

С целью повышения чувствительности и селективности определения остаточного содержания ДМТФ разработана методика его определения, основанная на экстракции диметилтерефталата из модельных растворов, имитирующих пищевые продукты н-гексаном с последующим газохроматографическим определением при использовании детектора постоянной скорости рекомбинации. Этот метод позволяет значительно сократить объемы как самих исследуемых, объектов так и экстрагента. Диапазон измеряемых концентраций 0,05-2,0 мг/дм³.

Хроматограмма определения ДМТФ в водной вытяжке представлена на рисунке.

Выводы. С целью осуществления контроля за уровнем выделения диметилтерефталата из упаковочных материалов, изготовленных из полиэтилентерефталата, разработана высокочувстви-

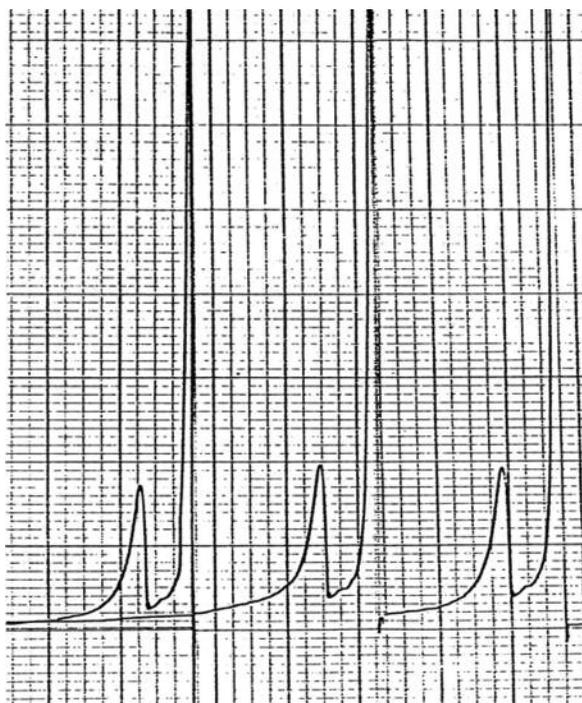


Рис. Хроматограмма определения ДМТФ в гексановом экстракте из водной вытяжки на уровне 0,2 мг/дм³

тельная и селективная методика хроматографического определения остаточного содержания диметилтерефталата в модельных средах, имитирующих пищевые продукты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джайлз Д. Производство упаковки из ПЭТ / Д. Джайлз, Д. Брукс, О.Ю. Сабсай - М.: Профессия, 2006. –368 с.
2. Безопасность использования полимерных материалов для упаковки пищевых продуктов / А.Е. Подрушняк, Н.Г. Проданчук, Л.В. Горцева, Т.В. Шутова [и соавт.] // Продукты и ингредиенты, 2004. –С. 54–55.
3. Report on Packaging Materials 1/ Polyethylene Terephthalat (PET) for food Packaging Application/ International Life Sciences 2000, p. 12/
4. Газохроматическое определение диметилфталата, диметилтерефталата, диэтилфталата, дибутилфталата, бутилбензилфталата и диоктилфталата в водных вытяжках из материалов различного состава. Методические рекомендации № 01.025-07.

Надійшла до редакції 25.04.2013 г.