

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.95.5.009>

ИССЛЕДОВАНИЕ САНИТАРНО ГИГИЕНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРНОЙ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ НАПОЛНЕННОЙ КРАХМАЛОМ

Научная статья

Мяленко Д.М.^{1,*}, Михайленко П.Г.², Головань Н.С.³

¹ ORCID: 0000-0002-6342-7218;

² ORCID: 0000-0002-0085-0801;

³ ORCID: 0000-0003-3778-421;

^{1, 2, 3} Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (d.myalenko[at]vnimi.org)

Аннотация

В мировой и отечественной практике большинство упаковочных материалов производится из нефтяного сырья, как правило из полимеров класса полиолефинов: полиэтилена, полипропилена и их сополимеров. Данные материалы хорошо зарекомендовали себя в качестве упаковочных материалов для молочной и пищевой продукции, так как обладают необходимым набором физико-механических, санитарно-гигиенических и эксплуатационных свойств. Однако не смотря на это, полимерные материалы оказывают существенную нагрузку на экологию и окружающую среду. Проблема утилизации упаковки остается открытой и острой. В связи с этим представляет интерес поиска альтернативных упаковочных материалов с требуемым комплексом свойств и уменьшенной нагрузкой на экологию. Такими материалами могут служить наполненные органическими и неорганическими компонентами полимерные материалы.

В работе приведены данные санитарно-гигиенических исследований (определение формальдегида, определение бромлирующих веществ и миграции летучих органических соединений) полимерной полиэтиленовой пленки наполненной крахмалом.

Ключевые слова: полимерная пленка с ускоренной деструкцией, определение формальдегида, миграция летучих органических соединений.

STUDY OF SANITARY HYGIENIC INDICATORS OF POLYMER POLYETHYLENE FILM FILLED WITH STARCH

Research article

Myalenko D.M.^{1,*}, Mikhailenko P.G.², Golovan N.S.³

¹ ORCID: 0000-0002-6342-7218;

² ORCID: 0000-0002-0085-0801;

³ ORCID: 0000-0003-3778-421;

^{1, 2, 3} All-Russian Research Institute of Dairy Industry Moscow, Russia

* Corresponding author (d.myalenko[at]vnimi.org)

Abstract

In world and domestic practice, most packaging materials are made from petroleum feedstocks, usually from polymers of the polyolefin class: polyethylene, polypropylene and their copolymers. These materials have proven themselves as packaging materials for dairy and food products, as they have the necessary set of physical, mechanical, sanitary, hygienic, and operational properties. However, despite this, polymeric materials have a significant burden on the ecology and the environment. The problem of packaging disposal remains open and acute. In this regard, it is of interest to search for alternative packaging materials with the required set of properties and a reduced environmental burden. Such materials may be polymeric materials filled with organic and inorganic components.

The paper presents data on sanitary-hygienic studies (determination of formaldehyde, determination of brominating substances and migration of volatile organic compounds) of a polymeric plastic film filled with starch.

Keywords: polymer film with accelerated destruction, determination of formaldehyde, migration of volatile organic compounds.

Введение

В настоящее время вопросы экологии и охраны окружающей среды стоят довольно остро [1]. Если взять во внимание тот факт, что в качестве упаковки для молочной и пищевой промышленности львиная доля (свыше 60,0%) [2] применяются полимерные материалы то возникает необходимость создания, новых материалов которые несут уменьшенную нагрузку на экологию после ее использования в качестве упаковки [3].

В качестве таких материалов, способных выступить в роли альтернативы традиционно применяемым могут выступить наполненные растительными компонентами (например, крахмал, хмель и различные отходы растительного сырья) полимерные материалы [3], [4].

В данной работе представлены результаты научных исследований полимерной полиэтиленовой пленки наполненной крахмалом в содержании 50,0% масс.

Опытные образцы для испытаний были получены на лабораторном оборудовании по технологии плоскощелевой экструзии совместно с нашим коллегами из ФГОУ ВО МГУПП.

В качестве санитарно-гигиенических показателей полиэтиленовой пленки наполненной крахмалом с концентрацией 50% масс. предназначенной для контакта с пищевыми продуктами были выбраны следующие показатели: определение

допустимого количества миграции веществ, приложению 1 ТР ТС 005/2011; содержание формальдегида в водных вытяжках; содержание бромлирующих веществ [5], [6].

На изменение санитарно-гигиенических показателей могут влиять различные факторы такие как способ получения упаковочного материала, условия и температурные режимы эксплуатации, условия фасования (например, горячий розлив) и пр [9], [10], [11].

Определение миграции летучих органических соединений

Образцы пленки с содержанием крахмала 50,0% выдерживали в модельной трех модельных средах (дистиллированная вода, раствор молочной кислоты 0,3% и 3,0%) в соответствии с требованиями Технического регламента ТР ТС 005/2011. Время экспозиции составило 10 суток.

Исследования проводились на газовом хроматографе «Кристаллюкс 4000М» с капиллярными колонками ZB-WAX 60x0,53x1,0 и ZB-624 60x0,53x3,0

Результаты проведенных исследований представлены в Таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты исследования модельных сред из полиэтиленовой пленки наполненной крахмалом с концентрацией 50,0% масс.

Наименование показателя	Фактические значения		
	Время экспозиции 10 суток		
	Дистиллирован-ная вода	Раствор молочной кислоты 0,3%	Раствор молочной кислоты 3,0%
Ацетальдегид, мг/дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	0,08
Этилацетат, мг/ дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05
Гексан, мг/дм ³	Менее 0,005	0,008	0,008
Гептан, мг/дм ³	Менее 0,005	Менее 0,005	0,012
Ацетон, мг/ дм ³	Менее 0,05	0,05	0,06
Метиловый спирт, мг/ дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05
Бутиловый спирт, мг/ дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05
Изобутиловый спирт, мг/ дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05
Пропиловый спирт, мг/дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05
Изопропиловый спирт, мг/дм ³	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05

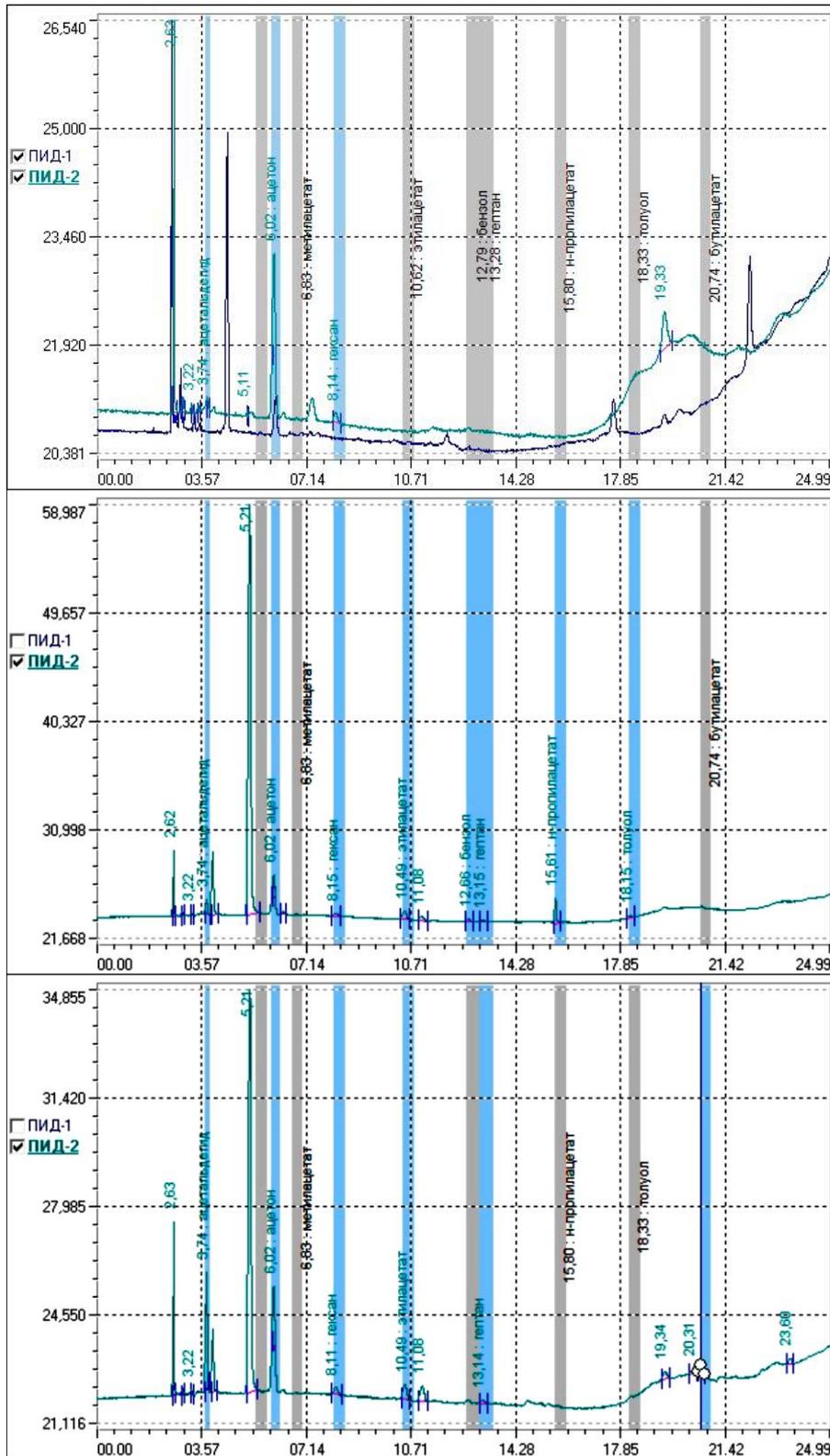


Рис. 1 – Хроматограммы вытяжек на дистиллированной воде (а), раствора молочной кислоты 0,3% (б) и 3,0% (в) из образцов полиэтиленовой пленки с содержанием крахмала 50,0% масс.

Полученные результаты санитарно-гигиенических исследований свидетельствуют о том, что опытные образцы полимерной пленки с содержанием крахмала 50,0% масс не превышают уровень сверхнормативной миграцией летучих органических соединений. Полученные результаты не превышают допустимых норм ДКМ установленных в приложении 1 к техническому регламенту таможенного союза «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011). Однако следует отметить что водные вытяжки на основе молочной кислоты 0,3%, и 3,0% имеют несколько увеличенные значения по миграции гексана, гептана изопропанола и ацетальдегида. Это может быть связано с химическими свойствами самой модельной среды. Она более интенсивно «вытягивает» вещества из исследуемых образцов упаковки.

Результаты исследований миграции формальдегида

Расчет концентрации формальдегида в модельных средах проводили по РД 52.54.492-2006 формула для расчета представлена ниже.

$$X = \frac{100 \times q_0 \times b \times 1000}{V_a \times V_b}$$

Где: q_0 – содержание формальдегида в аликвоте отгона, найденное по градуировочной зависимости, мг;

b – коэффициент, учитывающий степень отгонки формальдегида;

V_a – объем аликвоты отгона, см³ (равный 25)

V_b – объем пробы воды, взятый для отгона, см³ (равный 200)

Полученные результаты исследований миграции формальдегида из модифицированной крахмалом полиэтиленовой пленки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание формальдегида опытных образцах модифицированной полиэтиленовой пленки в различных модельных средах

Модельная среда	Результаты исследований		
	Оптическая плотность, D	Содержание формальдегида в аликвоте отгона, мг/дм ³	Содержание формальдегида, мг/дм ³
Дистиллированная вода	0,010	0,00165	0,047
Раствор молочной кислоты 0,3%	0,014	0,00207	0,053
Раствор молочной кислоты 3,0%	0,016	0,00189	0,046

Как видно из полученных данных содержание формальдегида в различных модельных средах практически одинаковое, что свидетельствует о том, что состав модельной среды практически не влияет на увеличение миграции формальдегида. Все полученные значения соответствуют требованиям нормативной и технической документации. Опыт работы лаборатории и нарабатанный массив экспериментальных данных показывает, что в раствор молочной кислоты 0,3% мигрирует больше формальдегида по сравнению с другими модельными средами. Данная тенденция, по нашему мнению может быть связана с изменением pH модельной среды.

Определение бромирующихся веществ.

Содержание бромирующихся веществ – ненормируемый показатель (вследствие различной токсичности отдельных бромирующихся веществ), но с его помощью можно получить представления о миграции из полимерного материала в модельную среду [10], [11], контактирующую с ним, фенола, непредельных соединений и других веществ, присоединяющих бром, т.е. о суммарном количестве органических веществ, реагирующих с бромом [7], [8].

Результаты исследований свидетельствуют об отсутствии деструктивных процессов, протекающих в опытных образцах полимерной полиэтиленовой пленки наполненной крахмалом с содержанием 50,0% масс.

Выводы

Комплексные санитарно-гигиенических исследований свидетельствуют об отсутствии сверхнормативной миграции летучих органических соединений (ЛОС) из опытных образцов полимерной полиэтиленовой пленки наполненной крахмалом в концентрации 50,0% масс.

Интенсивность миграции мономеров зависит от типа модельной среды. Установлено, что в вытяжке из модельной среды на основе 0,3% молочной кислоты мигрирует больше формальдегида по сравнению с другими модельными средами, о чем свидетельствуют полученные результаты.

Полученные полимерные материалы могут после полных физико-механических исследований могут быть рекомендованы в качестве альтернативы полимерным материалам, традиционно применяемым в молочной и пищевой отрасли.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Кочергина Л.Л. Гигиенические аспекты оценки полимерных упаковочных материалов и изделий / Л.Л. Кочергина // Молочная промышленность, №5, 2007. - С. 11 – 12.
2. Шевченко М.Г. Гигиенические требования к полимерным материалам, применяемым в пищевой промышленности / М.Г. Шевченко, С.В. Генель, В.Д. Феофанов - М.: Медицина, 1972. – 196 с.
3. Голиков И.В. Гигиенические проблемы современных упаковочных материалов для молочных продуктов / И.В. Голиков, А.А. Ильин, Г.Н. Крейцберг, Д.В. Макарец, И.А. Роздов // Молочная промышленность, №9, 2003. – С. 43-46.
4. Тоня В.А. Актуальные проблемы санитарно-гигиенической оценки полимерных материалов для упаковки пищевых продуктов / В.А. Тоня, А.Г. Столянова, Е.Г. Островская, И.В. Дерикот, Т.В. Тихонова, Т.А. Севастьянова, С.Н. Просеник // Актуальные проблемы транспортной медицины № 1 (3), 2006 г. С. 128-133.
5. Федотова О.Б., Безопасность упаковок: новое и хорошо забытое старое / О.Б. Федотова, А.Н. Богатырев // Пищевая промышленность. 2014. № 1. С. 12-14.
6. Фильчакова С.А. Микробиологическая чистота упаковки для молочных продуктов / С.А. Фильчакова // Молочная промышленность. 2008. № 7. С. 44-46.
7. Федотова О.Б. О показателях качества упаковочного материала, упаковки и их контроле / О.Б. Федотова // Молочная промышленность. 2017. № 1. С. 33-36.

8. Мясенко Д.М. Обеззараживание тары и упаковки УФ-излучением / Д.М. Мясенко // Молочная промышленность. 2008. № 8. С. 78.
9. Токсикология и гигиена применения полимерных материалов в пищевой промышленности / под ред. В. Е. Ковшило. – М.: Медицина, 1980. – 240 с.
10. Ухарцева И.Ю. Методы контроля свойств полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов (обзор) / И.Ю. Ухарцева, Е.А. Цветкова, В.А. Гольдаде // Пластические массы, №1-2, 2020 С 48-56.
11. Игинова Р.В. Санитарно-гигиенические требования к упаковочным полимерным материалам для пищевых продуктов / Р.В. Игинова // Современные наукоёмкие инновационные технологии сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 56-58.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kochergina L.L. Gigienicheskie aspekty ocenki polimernyh upakovocnyh materialov i izdelij [Hygienic aspects of the assessment of polymer packaging materials and products] / L.L. Kochergina // Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry], №5, 2007. - P. 11 – 12. [in Russian]
2. Shevchenko M.G. Gigienicheskie trebovanija k polimernym materialam, primenjaemym v pishhevoj promyshlennosti [Hygienic requirements for polymeric materials used in the food industry] / M.G. Shevchenko, S.V. Genel', V.D. Feofanov - M.: Medicina [Medicine], 1972. – 196 p. [in Russian]
3. Golikov I.V. Gigienicheskie problemy sovremennyh upakovocnyh materialov dlja molochnyh produktov [Hygienic problems of modern packaging materials for dairy products] / I.V. Golikov, A.A. Il'in, G.N. Krejberg, D.V. Makarcev, I.A. Rozdov // Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry], №9, 2003. – P. 43-46. [in Russian]
4. Tonja V.A. . Aktual'nye problemy sanitarno-gigienicheskoj ocenki polimernyh materialov dlja upakovki pishhevyyh produktov [Actual problems of sanitary-hygienic evaluation of polymeric materials for food packaging] / V.A. Tonja, A.G. Stoljanova, E.G. Ostrovskaja, I.V. Derikot, T.V. Tihonova, T.A. Sevast'janova, S.N. Prosenjuk // Aktual'nye problemy transportnoj mediciny [Actual problems of transport medicine] № 1 (3), 2006 g. P. 128-133. [in Russian]
5. Fedotova O.B. Bezopasnost' upakovki: novoe i horosho zabytoe staroe [Packaging safety: new and well-forgotten old] / O.B. Fedotova, A.N. Bogatyrev // Pishhevaja promyshlennost' [Food industry]. 2014. № 1. P. 12-14. [In Russian]
6. Filchakova S.A. Mikrobiologicheskaja chistota upakovki dlja molochnyh produktov [Microbiological cleanliness of packaging for dairy products] / S.A. Filchakova // Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]. 2008. № 7. P. 44-46. [in Russian]
7. Fedotova O.B. O pokazateljah kachestva upakovocnogo materiala, upakovki i ih kontrole [On the quality indicators of packaging material, packaging and their control] / O.B. Fedotova // Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]. 2017. № 1. P. 33-36. [in Russian]
8. Myalenko D.M. Obezrazhivanie tary i upakovki UF-izlucheniem [Disinfection of containers and packaging with UV radiation] / D.M. Myalenko // Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]. 2008. № 8. P. 78. [in Russian]
9. Toksikologija i gigiena primeneniya polimernyh materialov v pishhevoj promyshlennosti [Toxicology and hygiene of the use of polymeric materials in the food industry] / ed. V. E. Kovshilo – M.: Medicina [Medicine], 1980. – 240 p. [in Russian]
10. Uharceva I.Ju. Metody kontrolja svojstv polimernyh upakovocnyh materialov dlja pishhevyyh produktov (obzor) [Methods of controlling the properties of polymer packaging materials for food (review)] / I.Ju. Uharceva, E.A. Cvetkova, V.A. Gol'dade // Plasticheskie massy [Plastics], №1-2, 2020 P 48-56. [in Russian]
11. Iginova R.V. Sanitarно-gigienicheskie trebovanija k upakovocnym polimernym materialam dlja pishhevyyh produktov [Sanitary requirements for packaging polymer materials for food] / R.V. Iginova / Sovremennye naukojomkie innovacionnye tehnologii sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Modern high technology innovative technologies collection of articles of the International scientific-practical conference]. 2018. P. 56-58. [in Russian]