

# ПРОИЗВОДСТВО

## ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЯ МИГРАЦИИ ЛЕТАЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНОЙ ТЕРМОФОРМОВАННОЙ УПАКОВКИ, ОБОГАЩЕННОЙ АНТИМИКРОБНОЙ ДОБАВКОЙ В ВЫТЯЖКИ НА РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

*Мяленко Д.М.*

*«Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, заведующий сектором упаковки, к.т.н. (Россия, г. Москва)*

*Головань Н.С.*

*«Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, инженер. (Россия, г. Москва)*

## STUDIES OF THE LEVEL OF MIGRATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM POLYMER THERMOFORMED PACKAGING ENRICHED WITH ANTIMICROBIAL ADDITIVE IN EXTRACTS ON VARIOUS MODEL MEDIA

*Myalenko D.M.*

*"All-Russian Research Institute of the dairy industry, manager of the sector of packing, PhD in Technological Sciences. (Russia, Moscow)*

*Golovan N.S.*

*"All-Russian Research Institute of the dairy industry, engineer. (Russia, Moscow)*

**Аннотация.** в рамках данной работы проводятся исследования, связанные с исследованием санитарно-гигиенических характеристик разработанной опытной полимерной упаковки, модифицированной природными антимикробным компонентом с целью придания упаковке принципиально новых свойств для стабилизации в хранении расфасованной в нее пищевой продукции.

За частую упаковывание молочных и пищевых продуктов происходит при повышенных температурах, что может способствовать увеличению миграции различных компонентов. Поэтому в данной работе представлял интерес не только определить уровень миграции вредных компонентов в различные модельные среды, но и определить влияние температуры на интенсивность миграции.

**Abstract.** Within the framework of this work, research is being carried out on the sanitary and hygienic characteristics of the developed experimental polymer package modified with a natural antimicrobial component in order to give the package fundamentally new properties for stabilization in storage of food products packed in it.

Frequent packaging of dairy and food products occurs at elevated temperatures, which can contribute to increased migration of various components. Therefore, in this work it was interesting not only to determine the level of migration of harmful components to different model environments, but also to determine the effect of temperature on the intensity of migration.

**Ключевые слова:** Полимерная термоформованная тара, антимикробная добавка, модельные среды.

**Keyword:** Polymer thermoformed packaging, antimicrobial additive, model media.

Постоянное расширение ассортимента пищевых продуктов, а также общая тенденция увеличения их сроков годности предъявляют особые требования к используемым упаковочным материалам и изготовленной из них таре. Химический состав и структура упаковочных материалов определяют не только безопасность их использования при контакте с продуктом, но и обеспечивают комплекс требуемых функциональных свойств [1, 4]. Одной из существенных проблем является подавление роста нежелательной поверхностной микрофлоры на продуктах слабовязкой и жидкой текстурах. Данную проблему можно решить за счет обеспечения повышенной микробиологической чистоты продукции, подвергаемой фасованию, применения определенных стабилизирующих добавок, методов асептической расфасовки и проч. Перспективно направление, все более активно развивающееся за рубежом - использование так

называемой активной упаковки, т.е. упаковки, направленно влияющей на продукт [5.6]. В рамках данной работы проводятся исследования, связанные с исследованием санитарно-гигиенических характеристик разработанной опытной полимерной упаковки, модифицированной природными антимикробным компонентом с целью придания упаковке принципиально новых свойств для стабилизации в хранении расфасованной в нее пищевой продукции. В качестве природного модификатора использовался экстракт коры березы с основным действующим компонентом бетулин. Модифицирование полимерных изделий обычно осуществляется за счет получения композиции гранулы полимера - модификатор и дальнейшее ее использование в технологии производства контейнеров и упаковки. Обычно при внесении в полимерные материалы различных добавок наблюдаются технологические трудности,

ухудшение технологических режимов. В связи с этим очень важны температуры плавления используемых компонентов - они должны быть достаточно близки температуре плавления полимера, иначе в процессе производства возможна их деструкция. Производство упаковки, модифицированный, возможно без существенных изменений технологических режимов производства и на стандартном экструзионном оборудовании при использовании суперконцентратов. Также использование суперконцентрата увеличивает равномерность распределения антимикробных модификаторов в полимерной матрице. [6]. В качестве объекта исследования была выбрана термоформованная полимерная тара с фактическими концентрациями добавки 0.5% и 1.0%. В качестве основного полимера для производства опытных образцов термоформованной упаковки был выбран полипропилен. В качестве модификатора, придающего необходимые антимикробные свойства при создании опытных образцов, использовали экстракт коры березы (ЭКБ) – представляет собой многокомпонентную смесь, содержащую: бетулинол, лупеол, лупенон, увеол, ацетат бетулинола, аллобетулин, изобетуленол, олеановую кислоту и другие вещества. Имеет нейтральный вкус и запах, микробиологически стерилен и гигиенически безопасен. Известны его антибактериальная, противовирусная, противовоспалительная, антимутагенная и другие активности [8]. Основное действующее вещество ЭКБ – бетулинол С36Н60О3, соединение класса тритерпенов ряда лупана, содержание которого может достигать 85-90%. Это кристаллическое вещество, в воде нерастворимо, сравнительно хорошо растворяется в кипящем алкоголе, эфире, хлороформе и бензоле;  $t_{пл} = 258^{\circ}\text{C}$  (по Гаусману); не имеет запаха. Санитарно-эпидемиологическая безопасность упаковочных материалов и потребительской полимерной упаковки, контактирующей с пищевыми продуктами, обеспечивается исследованиями при проведении ее санитарно-эпидемиологической экспертизы. Основа таких исследований - определение миграции веществ из упаковочного материала в стандартную среду, моделирующую тот или иной тип продукта. Затем идентифицирует мигрант, определяют его количество, при необходимости проводят токсикологические испытания [9].

Миграция химических веществ из полимерных материалов определяется главным образом их свойствами и, в первую очередь, химической стойкостью, которая зависит от строения полимера: наличие двойных связей, функциональных групп (гидроксильных, карбоксильных, аминных, галогенных), концевых групп, «слабых» мест и т.д. Большое влияние на химическую стойкость материала оказывают также природа наполнителя, пластификатора и других добавок и их содержание [9].

С пищевым продуктом контактируют внутренние поверхностные слои полимерного

материала упаковки, которые и определяют ее безопасность. В полимерную упаковку могут попадать тяжелые металлы с различными добавками, такими как стабилизаторы, активаторы, наполнители, ингибиторы, инициаторы полимеризации, при контакте с технологическим оборудованием, а также из загрязненных компонентов и реактивов. Они весьма разнообразны по токсичности, содержанию в упаковке и способности переходить в пищевой продукт, а из него в организм человека [9-12]. При проведении санитарно-гигиенических исследований и их интерпретации имеет место фактор неопределенности, поскольку многие факторы и условия миграции не известны либо не контролируются, не учитываются, хотя играют большую роль [10-12]. Так, одним из ключевых факторов, потенциально влияющих на увеличение миграции летучих органических соединений из полимерной упаковки в модельные среды, является температура модельной среды. За частую упаковывание молочных и пищевых продуктов происходит при повышенных температурах, что может поспособствовать увеличению миграции различных компонентов. Поэтому в данной работе представлял интерес не только определить уровень миграции вредных компонентов в различные модельные среды, но и определить влияние температуры на интенсивность миграции. Для анализа влияния температур на интенсивность миграции летучих органических соединений нами был предложен следующий температурный режим воздействия на модельные среды: автоклавирование термоформованной упаковки с модельной средой при температуре  $120^{\circ}\text{C}$  в течение 20 минут.

Для выявления миграции химических веществ из полимерного материала были проведены исследования вытяжек из разработанных образцов на различных модельных средах: дистиллированная вода, 0,3% раствор молочной кислоты, 5% раствор поваренной соли, 2% раствор уксусной кислоты, 2% раствор лимонной кислоты. Исследования проводились на газовом хроматографе «Кристаллюкс 4000М» с капиллярными колонками ZB-WAX 60x0,53x1,0 и ZB-624 60x0,53x3,0.

Проведенные исследования показали, что образцы всей термоформованной упаковки из полипропилена с введенной антимикробной добавкой в концентрации от 0.5% до 1,0% не вызывает миграции вредных веществ в значениях, превышающих нормы предельно допустимых концентраций (ДКМ  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ) в водные вытяжки. Данные результаты также свидетельствует об отсутствии деструктивных процессов в материале, которые могут сказаться на качестве и безопасности исследуемых материалов. Однако следует отметить, что при использовании модельной среды из 3,0% раствора молочной кислоты, наблюдается увеличение миграции метилового спирта, хотя его значение не превышает допустимых

норм. Образцы соответствуют Единым санитарным требованиям и требованиям ТР ТС 005/2011.

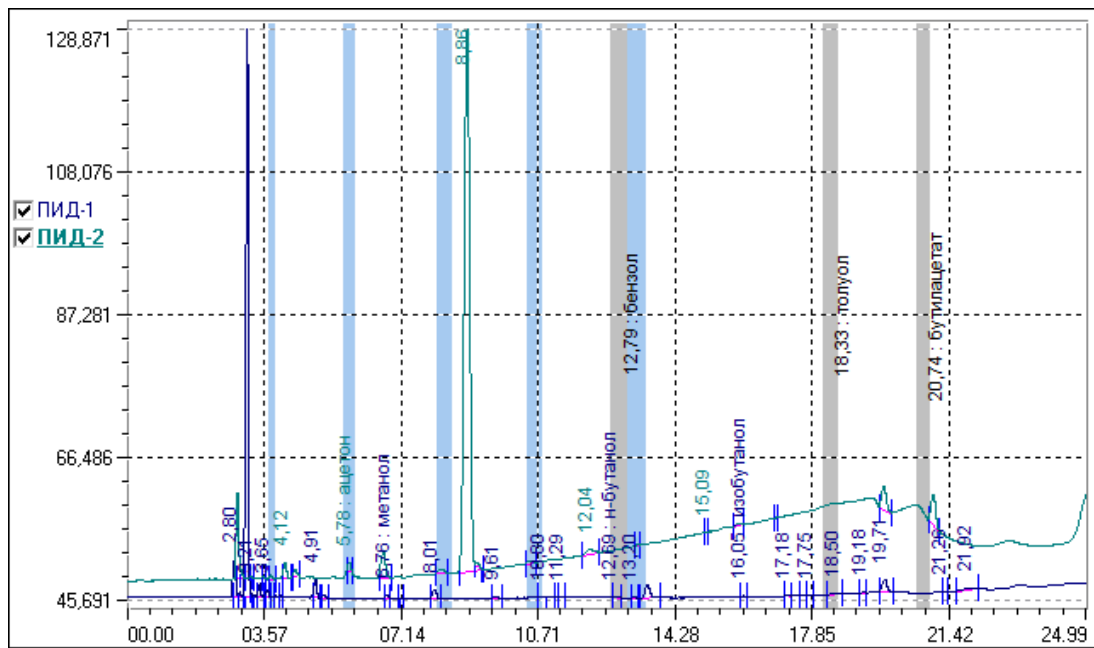


Рисунок 1. Хроматограмма с результатами анализа вытяжки полимерной термоформованной упаковки с концентрацией антимикробной добавки – 1%, на вытяжке из модельной среды 0,3% раствор молочной кислоты без дополнительного нагрева (автоклавирования).

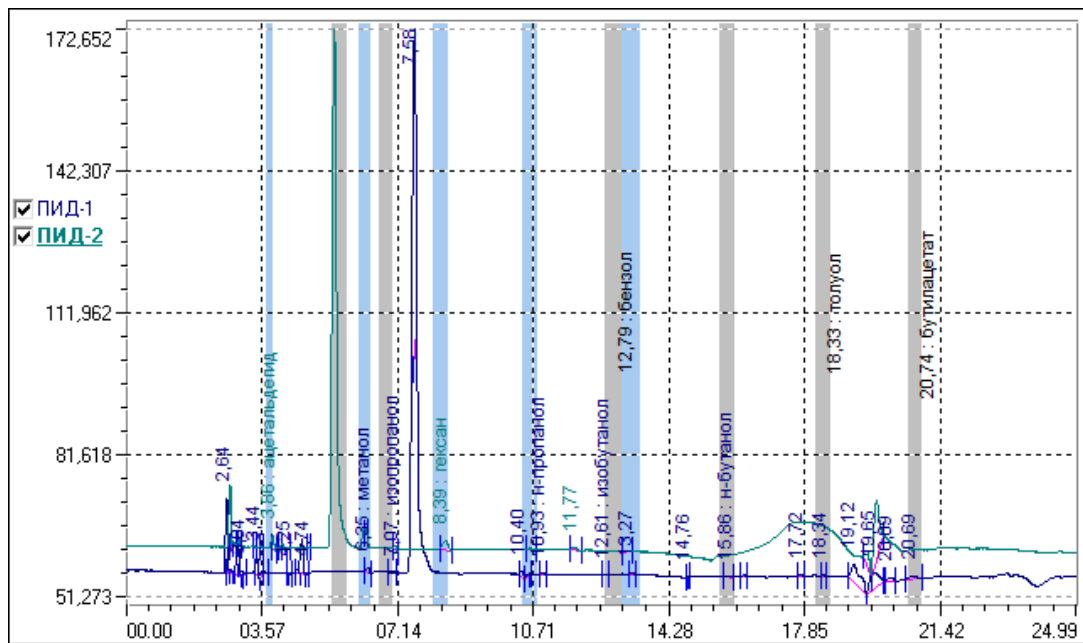


Рисунок 2. Хроматограмма с результатами анализа вытяжки полимерной термоформованной упаковки с концентрацией антимикробной добавки – 1%, на вытяжке из модельной среды 0,3% раствор молочной кислоты после нагрева (автоклавирования).

Таблица 1.

**РЕЗУЛЬТАТЫ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЫТЯЖЕК ИЗ  
ОБРАЗЦОВ ПОЛИМЕРНОЙ ТЕРМОФОРМОВАННОЙ УПАКОВКИ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ  
ПРИРОДНЫМ АНТИМИКРОБНЫМ КОМПОНЕНТОМ**

Наименование вещества	Норма по ТР ТС 005/2011	Погрешность метода контроля	Фактическое значение	
			0,5%	1,0%
1	2	3	4	5
<b>Санитарно-гигиенические исследования (модельная среда –0.3% раствор молочной кислоты) после автоклавирования</b>				
Ацетальдегид, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,2	(± 18,8 % относит)	Менее 0,05	0,07
Этилацетат, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±22,9 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Гегсан, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±18,4 % относит)	Менее 0,005	Менее 0,005
Гептан, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±23,9 % относит)	Менее 0,005	Менее 0,005
Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±16,6 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Метиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,2	(±14,0 % относит)	0,05	0,07
Пропиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±17,2 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Изопропиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±16,7 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Бутиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,5	(±20,8 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Изобутиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,5	(±17,3 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
<b>Санитарно-гигиенические исследования (модельная среда –0.3% раствор молочной кислоты) без автоклавирования</b>				
Ацетальдегид, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,2	(± 18,8 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Этилацетат, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±22,9 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Гегсан, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±18,4 % относит)	Менее 0,005	Менее 0,005
Гептан, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±23,9 % относит)	Менее 0,005	Менее 0,005
Ацетон, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±16,6 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Метиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,2	(±14,0 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Пропиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±17,2 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Изопропиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,1	(±16,7 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Бутиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,5	(±20,8 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05
Изобутиловый спирт, мг/дм <sup>3</sup>	Не более 0,5	(±17,3 % относит)	Менее 0,05	Менее 0,05

**Основные выводы:**

Исследованы вытяжки из разработанных образцов термоформованной упаковки на различных модельных средах. Результаты исследований показывают, что миграция летучих органических веществ в модельную среду с содержанием 0,3% молочной кислоты проходит более интенсивно. Однако его содержание не превышает норм ДКМ мг/дм<sup>3</sup> и соответствует требованиям ТР ТС 005/2011.

Полученные данные подтверждают целесообразность и перспективность

использования разработанной упаковки для продуктов в разветвленной поверхности, т.е. твердообразных, что было показано в предыдущих исследованиях, однако при выборе упаковки для молочной и пищевой продукции следует учитывать не только особенности самого продукта, но и температурные условия технологического процесса упаковывания.

**Список литературы:**

1. Федотова, О.Б. Вопросы безопасности упаковки для молочной продукции // О.Б. Федотова / От истоков к современности. Сборник материалов Международной недели сыроделия и маслоделия, посвященной 70-летию ВНИИМС. - Углич, ВНИИМС, 2014, С.243-249
2. Федотова, О. Б. Упаковка и хранение молока и молочной продукции / О. Б. Федотова // Переработка молока. – 2012. – № 1. – С.10-11.
3. Федотова О. Б. Безопасность упаковки, как неотъемлемая часть безопасности молочных продуктов / О. Б. Федотова // Качество и безопасность сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов / Доклады научно-практической конференции. – Углич, 8 – 9 сентября 2004. Ч. 2. С. 217 – 220.
4. Технический Регламент Таможенного союза 005/2011 «О безопасности упаковки».
5. Коулз, Р. Упаковка пищевых продуктов / Р. Коулз, Д. МакДауэлл, М. Дж. Кирван; пер. с англ. под ред. Л. Г. Махотиной. – СПб.: Профессия, 2008. – 416 с.
6. Федотова О.Б. «Активная упаковка» из полимерных материалов [текст] / О.Б. Федотова, Д.М. Мясенко, А.В. Шалаева // Молочная промышленность 2010 №1 с 22-23.
7. Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами №880-71.
8. Клабукова И.Н. Экстракт бересты для создания функциональных продуктов питания / И.Н. Клабукова Н.Г. Преснухина, О.В. Константинова, Л.И. Тарасова, Т.Г. Тагиева // Масла и жиры 2008 №5(87), С.8-10
9. Токсикология и гигиена применения полимерных материалов в пищевой промышленности / под ред. В. Е. Ковшило. – М.: Медицина, 1980. – 240 с.
10. Голиков И.В. Гигиенические проблемы современных упаковочных материалов для молочных продуктов // Голиков И.В., Ильин А.А., Крейцберг Г.Н., Макарец Д.В., Роздов И.А. // Молочная промышленность, №9, 2003. – С. 43-46.
11. Кочергина Л.Л. Гигиенические аспекты оценки полимерных упаковочных материалов и изделий / Кочергина Л.Л. // Молочная промышленность, №5, 2007. - С. 11 – 12.
12. Шевченко М.Г. Гигиенические требования к полимерным материалам, применяемым в пищевой промышленности / Шевченко М.Г., Генель С.В., Феофанов В.Д. - М.: Медицина, 1972. – 196 с.

**РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ НА ОСНОВЕ  
ПОЛИОЛЕФИНОВ ОБОГАЩЕННЫХ ПРИРОДНЫМИ АНТИМИКРОБНЫМИ И  
АНТИОКСИДАНТНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ ДЛЯ МОЛОЧНОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Мясенко Д.М.*

*«Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, заведующий сектором упаковки, к.т.н. (Россия, г. Москва)*

*Головань Н.С.*

*«Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, инженер. (Россия, г. Москва)*

**DEVELOPMENT OF MODIFIED POLYMER PACKAGE BASED ON POLYOLEFINS  
ENRICHED WITH NATURAL ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT COMPONENTS FOR  
DAIRY AND FOOD PRODUCTS**

*Myalenko D.M.*

*"All-Russian Research Institute of the dairy industry, manager of the sector of packing, PhD in Technological Sciences. (Russia, Moscow)*

*Golovan N.S.*

*"All-Russian Research Institute of the dairy industry, engineer. (Russia, Moscow)*

**Аннотация.** В рамках данной работы проводятся исследования, связанные с разработкой модифицированной полимерной упаковки на основе полиолефинов обогатенных природными антимикробными и антиоксидантными компонентами с целью придания упаковке принципиально новых свойств для стабилизации в хранении расфасованной в нее молочной продукции. Результаты комплексного исследования образцов полимерной упаковки из полиолефинов и модифицирующей добавкой обладающей комплексом антимикробных и антиоксидантных свойств.

**Abstract.** Within the framework of this work, research is being carried out on the development of modified polymer packaging based on polyolefins enriched with natural antimicrobial and antioxidant components in order to give the packaging fundamentally new properties for stabilization in storage of dairy products packed in it. Results of complex examination of samples of polymer package made of polyolefins and modifying additive with complex of antimicrobial and antioxidant properties.

**Ключевые слова:** лента из полипропилена, упаковка, антимикробное воздействие, физико-механические показатели, санитарно-гигиенические характеристики, микробиологические показатели.