

## Тенденции упаковки из многослойных материалов для пролонгации сроков хранения пищевой продукции

Кирш Ирина Анатольевна<sup>1</sup>, Губанова Марина Ивановна<sup>1</sup>,  
Безнаева Ольга Владимировна<sup>1</sup>, Банникова Ольга Аннатольевна<sup>1</sup>,  
Овсянников Сергей<sup>1</sup>, Морозов Сергей Сергеевич<sup>2</sup>, Траино Кристиан<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

<sup>2</sup> Компания ООО «ИЛПРА РУС» LLC “ILPRA RUS” ИТАЛИЯ

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Губановой М.И., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», адрес: 125080, г.Москва, Волоколамское шоссе, 11, e-mail: gubanovami@mgup.ru

В настоящее время постоянно растет ассортимент новых видов пищевой продукции, для сохранения которой требуется использование современных упаковочных материалов и технологий, позволяющих продлевать сроки годности продуктов питания. С этой целью широко используются для упаковки многослойные материалы. Это связано с неограниченными возможностями варьирования их свойств для обеспечения комплекса функциональных требований. Несколько лет назад на мировом рынке упаковочного оборудования под влиянием факторов технологического совершенствования и маркетинга появилась новая технология упаковки продукции в вакууме с использованием многослойных материалов, получившая название «SKIN». Итальянская компания ILPRA SPA, имея собственные производственные мощности, большой опыт в проектировании и производстве упаковочного оборудования была одной из первых компаний, внедривших данную технологию. В данной статье мы описали технологию «SKIN», которая является одной из лучших по достижению сроков годности продукции без подвергания ее термической обработке после упаковки.

**Ключевые слова:** многослойные упаковочные материалы, SKIN – технология, вакуумная упаковка, пролонгация сроков хранения, упаковочное оборудование

### Введение

Функциональные требования к упаковке зависят от вида упаковываемой продукции: это, в первую очередь – специфические условия, зависящие от типа продукта. Предъявляемые требования должны соотноситься с конкретной функцией упаковки: защитная, информационная, хранения, транспортная, дозирующая, маркетинговая, экологическая, эстетическая, эксплуатационная, нормативно-законодательная и тд.

С учетом распределения глобального рынка упаковки, самый большой сегмент занимает

упаковка пищевой продукции, на которую приходится – более 40%. Далее, по степени уменьшения доли использования, следует упаковка косметических средств, фармацевтической продукции, транспортная упаковка, упаковка промышленных товаров и т.д. (рисунок 1)<sup>1</sup> (Чалых, 2004).

По примерным оценкам, в мировом масштабе, сегмент упаковочных материалов:

- составляет треть мирового объема потребления полимеров (50 млн. тн. в год) и постоянно растет<sup>2,3</sup> (Волкова, 2020);

<sup>1</sup> Аксенова, Т. И., Ананьев, В. В., Дворецкая, Н. М., Иванова Т. В., Любешкина, Е. Г., & Розанцев, Э. Г. (2002). *Технология упаковочного производства*. Колос.

<sup>2</sup> Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. <https://newchemistry.ru/index.php> [дата обращения 12.10.2021]

<sup>3</sup> Анализ рынка (2019). ООО «Айтиллект».

### Как цитировать

Кирш, И. А., Губанова, М. И., Безнаева, О. В., Банникова, О.А., Овсянников, С., Морозов, С. С., & Траино, К. (2021). Тенденции упаковки из многослойных материалов для пролонгации сроков хранения пищевой продукции. *Health, Food & Biotechnology*, 3(4), 64-78. <https://doi.org/10.36107/hfb.2021.i4.s126>

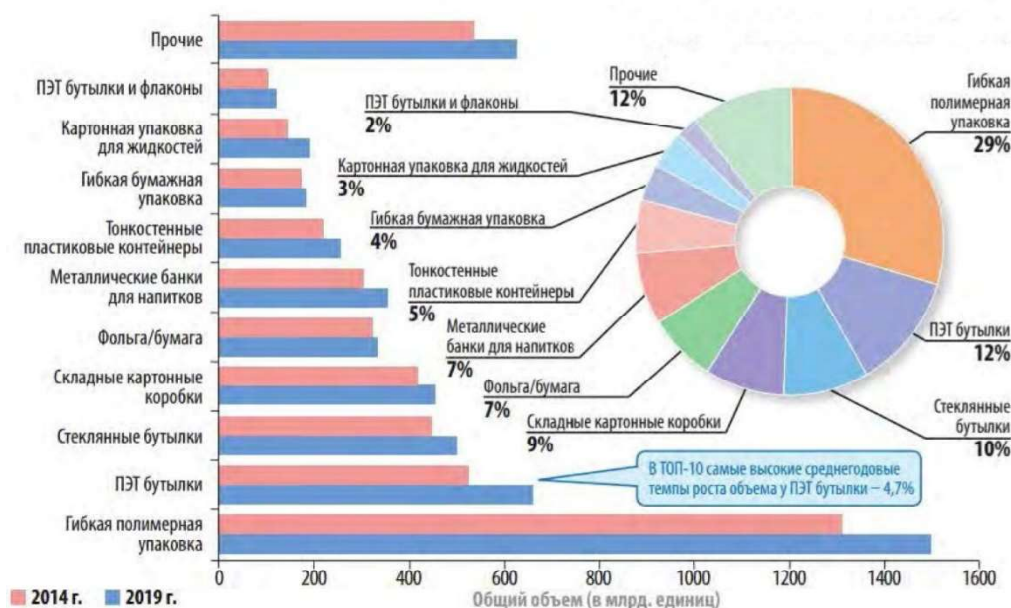


Рисунок 1  
Доля упаковки в мировом объеме

- является крупнейшим сегментом потребления полимеров;
- на 99% состоит из термопластов<sup>4</sup> (Волкова, 2020).

В числе основных факторов бурного развития сегмента полимерной упаковки, следует выделить следующие:

- технический: полимеры позволяют получать исключительный баланс массы, защитных функций, включая барьерные свойства, эксплуатационных характеристик, простоты обработки, эстетических достоинств и затрат;
- экономический: с использованием полимеров можно создавать предприятия с любой производительностью, внедрять массовое производство, присущее сегменту – «Упаковка»<sup>5,6</sup>. Так производство упаковки из заготовок на предприятиях по выпуску пищевых товаров, дает дополнительный экономический эффект, за счет сокращения стадии асептической обработки упаковки перед упаковыванием и сокращением времени технологического цик-

ла. Использование упаковки со специальными свойствами (антимикробными, фунгистатическими, антистатическими и т.п.) – снижает показатели порчи товаров и повышают сроки хранения продуктов без добавления консервантов; эстетический: полимеры дают значительно большую свободу дизайна и конструкции, чем керамика, стекло, дерево, металл и прочие традиционные материалы;

- экологические: уменьшение массы упаковки при наличии лучших защитных свойств по сравнению с бумагой и картоном делают полимеры материалами, не причиняющими вреда окружающей среде при условии их сбора и утилизации<sup>7, 8</sup>

Потребление полимеров для изготовления упаковки составляет более 38% от всего объема потребления пластмасс в Европе, и примерно 29% от объема потребления термопластов в США. В таблице 1 показана структура европейского потребления полимеров по отдельным рынкам. Данные представлены по регионам и по времени. Для рынка США учитывались только термопласты.

<sup>4</sup> Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. <https://newchemistry.ru/index.php> [дата обращения 12.10.2021]

<sup>5</sup> Там же

<sup>6</sup> Медяник, Н. Л., & Тарасюк, Е. В. (2009). *Метрология, стандартизация и сертификация в упаковочном производстве*. ГОУ ВПО «МГТУ».

<sup>7</sup> Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. <https://newchemistry.ru/index.php> [дата обращения 12.10.2021]

<sup>8</sup> Коулз, Р., МакДауэлл, Д., & Кирван, М. Дж. (2008). *Упаковка пищевых продуктов*. Профессия.

Таблица 1

Предполагаемый удельный вес товаров в обороте рынка для основных применений полимеров

Рынок	Доля, %
<b>Европейский рынок полимеров</b>	
Упаковка	38
Строительство и гражданское строительство	18
Автомобильная и транспортная промышленность	7
Электрическая и электронная промышленность	7
Промышленность	5
Спорт и развлечения	5
Мебель и спальные принадлежности	4
Прочие предметы и устройства для домашнего обихода	5
Сельское хозяйство	3
Медицина	1
<b>Рынок термопластов США</b>	
Упаковка	29
Строительство и гражданское строительство	17
Автомобильная и транспортная промышленность	5
Электрическая и электронная промышленность	3

В России потребление полимеров в сегменте «упаковка» составило 3 млн тонн в 2020 г. (рисунок 2)<sup>9</sup>. Самый большой сегмент занимает упаковка пи-

щевой продукции, на которую приходится - более 40%.

Производство упаковочных материалов является, в первую очередь, сферой применения термопластов и, в особенности, товарных термопластов (таблица 2).

Таблица 2

Потребление полимеров для производства упаковочных материалов: доля потребления по каждому классу полимеров<sup>10</sup> (Волкова, 2020)

Класс полимеров	Доля, %
Термопласты	95
Термоотверждающиеся пластмассы	1
Композиты	<1
Каучук	<1
ТПЭ	<1

Сегментация рынка полимерной упаковки по видам полимеров представлена на рисунке 3.

Согласно исследованию Университета Клемсона, США, Южная Каролина, потребность в упаковке товаров вызвана следующими четырьмя основными факторами:

1) защита пищевых продуктов от микроорганизмов, заражения и загрязнения, а также сохранение продукта от внешних воздействий, включаю-

Объем спроса на полимеры в сегменте «упаковка» составил более 3 млн тонн в 2020 году



Рисунок 2

Объем спроса на полимеры в России за 2020 г.

<sup>9</sup> Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. <https://newchemistry.ru/index.php> [дата обращения 12.10.2021]

<sup>10</sup> Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. <https://newchemistry.ru/index.php> [дата обращения 12.10.2021]

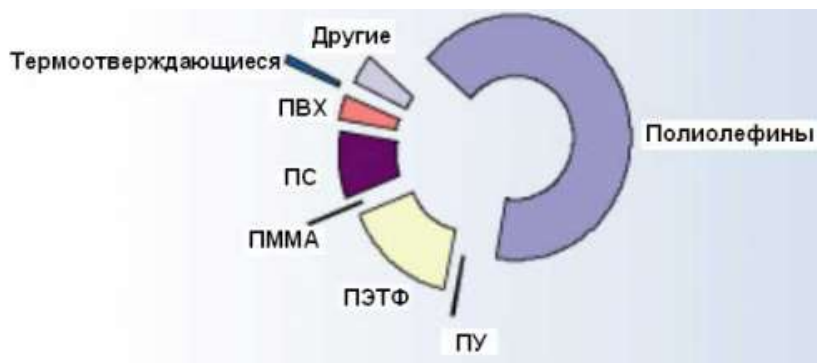


Рисунок 3

Доли использования полимеров на рынке упаковочных материалов<sup>11</sup>

ших кислород воздуха, водяных паров, солнечных лучей и т.п. Только полимеры могут быть использованы для производства эффективных защитных колпачков, пробок и т.п., которые, например, не могут снять дети. При этом упаковка обеспечивает защиту окружающей среды от протечки содержимого, в том числе агрессивных продуктов и токсичных веществ. Использование полимеров для упаковки позволяет избежать получения осколков, как при деструкции стекла.

- 2) создание герметичности – является важнейшей причиной использования упаковки для транспортировки пищевых продуктов и воды; промышленных, сельскохозяйственных и бытовых химикатов;
- 3) предоставление информации и внешний вид: упаковка может быть прозрачной или непрозрачной, окрашенной, с нанесенным текстом или рисунком, украшенной, имитирующей дерево или металл и т.п., для информирования и привлечения потребителей;
- 4) простота использования: например, возможность полного и легкого извлечения товара из упаковки.<sup>11</sup>

Таким образом, основным требованием к упаковке, а особенно к упаковке пищевых продуктов, является физиологическая безвредность упаковочных материалов, т.е. материалы должны быть инертными, а при выделении веществ, их количество не должно превышать количество ПДК согласно гигиеническим нормативам, которые при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений, установленных в соответствующей нормативно-технической доку-

ментации. С точки зрения надежности упаковки, предъявляются требования к ее способности сохранять свои функции и свойства в течение определенного времени. В данный период упаковка должна обеспечивать сохранность товаров, а упаковка на этапе логистики и продаж – сама должна обладать хорошей сохранностью. К требованиям надежности, также можно отнести и прочностные характеристики, такие как предел прочности, удлинение при разрыве, стойкость к проколам и др.

С учетом пандемии COVID-19 и росту количества продукции, заказываемой с доставкой «на дом» или «на вынос» ее барьерные свойства необходимы и для предупреждения попадания вируса в продукт (что возможно, если продукт не упакован или упакован не герметично), также требование надежности актуальны в связи многочисленными перемещениями упакованной продукции при почтовых и курьерских доставках (Крыжановский, 2008; Landowski, 2003; Кондратова, 2020).

На рисунке 4 представлены данные сегментации многослойной упаковки в пищевой промышленности в зависимости от вида продукции.

По критерию «площадь поверхности», полимерная упаковка выигрывает у других упаковочных решений – ее доля свыше 60%, как следствие – более низкая масса упаковки (Чернявский, 2000; Тверитникова, 2019).

Одним из преимуществ полимеров, в отличие от металлов и стекла, является то, что они могут быть избирательно проницаемыми к газам и парам, а также гибко реагировать на различные внешние воздействия (ударные нагрузки, свет, влагу, тепло и др.). Это существенно расширяет сферу исполь-

<sup>11</sup> Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. <https://newchemistry.ru/index.php> [дата обращения 12.10.2021]

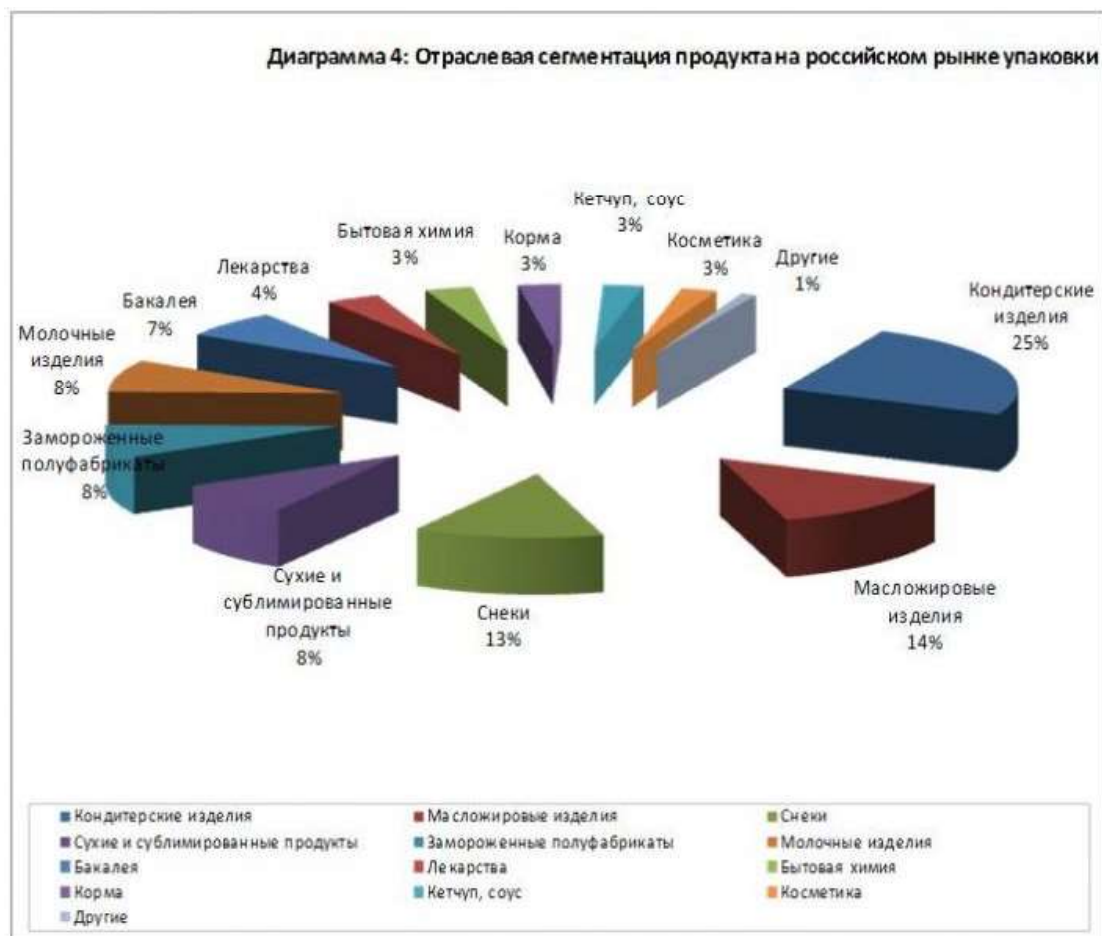


Рисунок 4

Отраслевая сегментация товаров в гибкой полимерной упаковке на российском рынке

зования полимерной упаковки и позволяет получать результаты, недостижимые для других упаковочных материалов (Кондратова, 2018; Кирш, 2019; Островская, 2020; Ложечко, 2010).

#### *Взаимодействие с упаковкой в процессе хранения пищевых продуктов*

Даже самые высококачественные продукты с течением времени утрачивают свои свойства вследствие физических, химических и биологических процессов, постоянно протекающих в продуктах. Для предотвращения порчи и консервации пищевых продуктов, используются различные способы обработки: стерилизация, пастеризация, высушивание, замораживание, обработка ионизирующими излучениями и др. (Тверитникова, 2018; Кирш, 2018; Шварц, 2005)

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и предпочтителен для обработки того или иного вида пищевых продуктов. Но ни один вид обработки не позволяет полностью нивелировать

сложные биохимические процессы, протекающие внутри самих продуктов. В той или иной степени, эти процессы обусловлены воздействием окружающей среды, что приводит к определенным изменениям в составе и свойствах пищи, например, можно выделить следующие угрозы и риски (Кирш, 2018; Кондратова, 2018):

- действие солнечного света инициирует нежелательные фотохимические реакции в продуктах;
- поглощение влаги ускоряет развитие микроорганизмов, бактерий, грибов, разрушение продуктов (размокание, раскисание, растворение и т.д.), потерю качества продукта (поджаристости, комкование и т.п.)
- потеря влаги вызывает усыхание, уменьшение массы, изменение консистенции (выпадение в осадок растворенных продуктов), потерю качества и структуры продукта (растрескивание, коробление, крошение и т.п.);
- поглощение кислорода приводит к необратимым изменениям продукта: окислению (про-



горклости) жиров, денатурации протеинов, разрушению витаминов, активных веществ и т.п.; также кислород способствует развитию аэробных микроорганизмов, бактерий, грибов, что приводит к порче продукта;

- потеря кислорода ведет к изменению красного цвета мяса, созреванию сыра с отклонениями, развитию анаэробных бактерий и порче ими продукта и др.;
- поглощение ароматических веществ из внешней среды приводит к приобретению продуктом постороннего запаха;
- улетучивание ароматических веществ вызывает ухудшение качества пищевого продукта.

При этом обязательным требованием к упаковкам для контакта с пищевыми продуктами является их санитарно-гигиеническая безопасность, что указано в нормативно-технической документации.<sup>12</sup>

Комплекс требований к упаковке и материалу упаковки формируется непосредственно для каждого конкретного пищевого продукта с учетом его состава и анализом рисков изменений, возникающих при его хранении (таблица 3)<sup>13</sup> (Кирш, 2016; Кирван, 2008)

Многослойные полимерные материалы широко применяются в так называемой упаковке в модифицированной газовой среде, отличной от воздуха. Исходя из задач, которые возникают при хранении тех или иных пищевых продуктов, различают несколько разновидностей упаковки с измененной внутренней газовой атмосферой (средой): упаковка с модифицированной газовой средой (МГС); упаковка под вакуумом и т.п.<sup>14</sup> (Кирш, 2018)

Определяющим для выбора упаковочного материала и газовой среды внутри упаковки, несомненно, является упакованный продукт (Зелке, 2011; Кирш, 2018).

Чтобы сохранить модифицированную газовую атмосферу внутри упаковки, пленочный материал, в зависимости от назначения МГС-упаковки, должен быть: свето-, влаго-, аромато-, кислородонепроницаемым, а также непроницаемым к таким

газам как CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и др. Измененный состав газовой атмосферы в свободном пространстве упаковки, например уменьшенное содержание кислорода и увеличенное — углекислого газа и/или азота, задерживает рост микроорганизмов, способствующих гниению, и замедляет порчу пищевых продуктов. Это значительно продлевает срок годности скоропортящихся продуктов при обычной и низкой температурах (таблица 4).

Разумеется, придание упаковке высокобарьерных свойств должно быть экономически обоснованным и находится в разумных пределах, исходя из продукта, условий и продолжительности его хранения (Кирш, 2018; Кондратова, 2018).

Рассмотрим более детально. Основное требование к упаковке пищевых продуктов - физиологическая безвредность упаковочных материалов, т.е. материалы должны быть инертны (т.е. не выделять веществ), а при выделении веществ, их количество не должно превышать количество предельно допустимых концентраций (далее - ПДК) согласно гигиеническим нормативам, которые при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений, установленных в нормативно-технической документации<sup>15, 16</sup>.

С точки зрения надежности упаковки, предъявляются требования к ее способности сохранять свои функции и свойства в течение определенного времени. В данный период, упаковка должна обеспечивать сохранность товаров, а упаковка на этапе логистики и продаж – сама должна обладать хорошей сохранностью. К требованиям надежности, также можно отнести и прочностные характеристики, такие как предел прочности, удлинение при разрыве, стойкость к проколам и др. При этом надежность упаковки и ее механические свойства имеют большое значение для транспортной упаковки. В процессе упаковывания важную роль имеет пригодность материалов к герметизации<sup>17, 18</sup> (Смиранный, 2005; Уайт, 2006).

<sup>12</sup> Регламент ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»

<sup>13</sup> Медяник, Н. Л., Варламова, И. А., Калугина, Н. Л., & Коляда, Л. Г. (2009). *Производство и утилизация металлической тары*. ГОУ ВПО «МГТУ».

<sup>14</sup> Медяник, Н. Л., Чупрова, Л. В., Куликова, Т. М., & Одуд, З. З. (2005). *Производство стеклянной тары*. ГОУ ВПО «МГТУ».

<sup>15</sup> Регламент ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»

<sup>16</sup> Регламент ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»

<sup>17</sup> Bravo, E. (September, 2021). The german recycling system: the world's best recycling country. Tomorrow.city. URL: <https://tomorrow.city/a/german-recycling-system> (дата обращения 12.12.2021).

<sup>18</sup> Ефремов, Н. Ф., Корнилов, И. К., Лебедев, Ю. М. (2004). *Надежность и испытание упаковки*. МГУП.

Таблица 3

*Гибкая упаковка, защищающая пищевые продукты от воздействия внешней среды*

Продукт	Состав или характеристика	Воздействия и процессы (*)							Используемая упаковка
		Действие света	Действие кислорода	Поглощение влаги	Потеря влаги	Поглощение ароматов	Потеря ароматов	Био-загрязнение	
Сахар, соль	Гигроскопичность, комкуемость	--	-	+++	--	+-	--	--	Пакеты из влагонепроницаемых РЕ пленок
Чипсы, хлопья (кукурузные и др.)	Крахмал, белки, клетчатка, жиры	+	++	++	-	+-	+-	+-	Пакеты из влаго-, свето- и кислородонепроницаемых металлизированных ВОРР-пленок
Молоко и молочные продукты	Казеин, жир, витамины	+++	+	-	+-	+	+	+++	Пакеты из РЕ-пленок, и барьерных пленок, ламинатов на основе картона, фольги и полимеров: влаго-, свето- и кислородонепроницаемых
Соки	Растворы глюкозы и сахарозы, ароматические вещества, пектины	++	+-	--	--	+-	++	+-	Упаковка из влаго-, свето- и кислородонепроницаемых ламинатов на основе картона, фольги и полимеров
Мясо и мясо-продукты	Белки, жиры, аминокислоты	+	+++	-	+-	+-	+-	++	Пакеты из барьерных пленок, непроницаемых для кислорода
Замороженные продукты	Белки, жир, клетчатка, аминокислоты	+-	+-	+-	+-	-	-	--	Пакеты из морозостойких и влагостойких РЕ пленок
Изделия из шоколада	Какао-масло, сахар, сливки	+	+	-	-	++	-	-	Упаковка из жиростойких ламинатов на основе фольги и полимеров
Кофе, чай, пряности	Ароматические вещества	-	-	++	--	++	+++	--	Пакеты из ароматонепроницаемых барьерных пленок, ламинатов на основе фольги и полимеров
Макаронные изделия	Крахмал, белки, жиры	-	-	+	--	+	-	-	Пакеты из влагонепроницаемых ВОРР-пленок
Мучнистые изделия (бисквиты, кексы, пряники)	Крахмал, белки, жиры	-	+-	+	-	+	+	+-	Упаковка из влаго- и ароматонепроницаемых РЕ и барьерных пленок
Концентраты, содержащие жир	Белки, жир, крахмал	+	++	+	--	++	+-	--	Пакеты из жиростойких и кислородонепроницаемых ламинатов на основе фольги и полимеров, барьерных пленок
Концентраты без жира	Белки, соль, крахмал	-	+-	+-	--	+-	-	+	Пакеты из влагостойких ламинатов на основе бумаги и полимеров

Примечание.\* Интенсивность процесса : +++ очень высокая; ++ высокая; + невысокая; +- умеренная; - малая; -- крайне малая

К многослойным относятся материалы, обладающие высокими барьерными свойствами, низкой газопроницаемостью, что значительно продлевает сроки хранения пищевой продукции (рисунки 5-7). Такие материалы способны выдерживать

высокие и низкие температурные режимы обработки и хранения. Многослойные материалы могут состоять только из полимерных слоев, например, ПЭ/ПА/ЕVОН/ПА/ПЭ, ПЭ/ПА/ПЭ, ПЭТ/ПЭ и т.д., состоять из полимерных слоев и бумаги или полиме-

Таблица 4

Ориентировочный срок хранения продуктов в упаковке с модифицированной газовой средой<sup>19, 20, 21</sup>

Продукт	Условия хранения, °C	Упакованный с помощью воздуха, дни	Срок хранения в упаковке с модифицированной газовой средой, дни
Говядина	2–5	4	12
Свинина	2–5	4	9
Курица	2–5	6	18
Вареное мясо	2–5	7	28
Рыба	2–5	2	10
Хлеб	20–25	7	21
Кофе	20–25	3	548 (18 мес.)

ра- алюминиевой фольги - бумаги или даже иметь металлизированный слой. Состав многослойных материалов определяется самим продуктом, требованиями к сроку его хранения и способом упаковывания (упаковка под вакуумом, асептическая упаковка, упаковка в МГС и т.д.).

Высокий уровень газонепроницаемости, влагонепроницаемости, ароматонепроницаемости многослойных материалов, достигается именно, сочетанием различных полимерных слоев, при отказе от которых, или переходе – исключительно на моно-материальные решения, приведет к снижению в

1,5-3 раза сроков хранения скоропортящихся продуктов (мясная, рыбная продукция, сыры и др.), что показано в таблицах 5, 6 и на рисунках 6-8.

Одним из актуальных примеров использования многослойных упаковочных материалов является новая технология упаковки продукции в вакуум, получившая название «SKIN», которая появилась несколько лет назад на мировом рынке упаковочного оборудования под влиянием факторов технологического совершенствования и маркетинга. Итальянская компания ILPRA SPA была одной из первых компаний, вне-



Рисунок 5

Барьерные свойства материалов

<sup>19</sup> Аксенова, Т. И., Ананьев, В. В., Дворецкая, Н. М., Иванова Т. В., Любешкина, Е. Г., & Розанцев, Э. Г. (2002). *Технология упаковочного производства*. Колос.

<sup>20</sup> Варепко, Л. Г. (2002). *Производство упаковки из бумаги, картона и гофрокартона*. Изд-во ОмГТУ.

<sup>21</sup> Климова, Е. Д. (2010). *Упаковочные материалы*. МГУП.



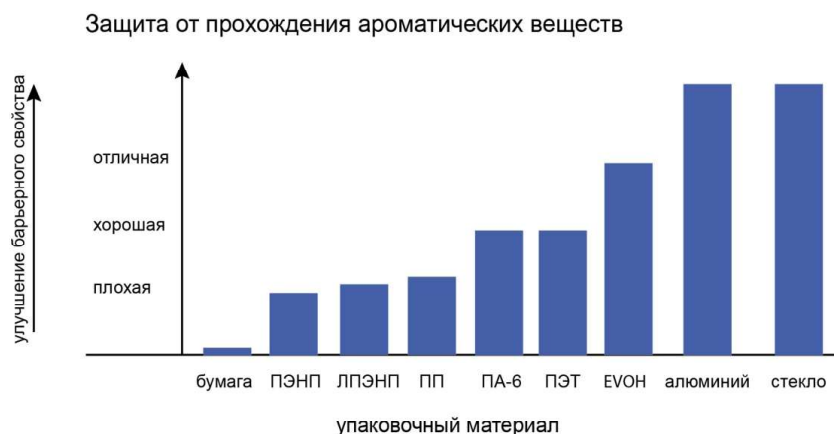


Рисунок 6  
Ароматопроницаемость разных материалов

Таблица 5  
Сравнительная таблица индивидуальных свойств материалов, входящих в состав многослойной упаковки<sup>1</sup> (Федотова, 2021; Мюррей, 2004)

Материал слоя	Свойства									
	С	Г	В	Т	Ж	П	П*	Н	ПР	М
Al фольга		+	+	+	+	+		+	+	+
Бумага						+		+	+	+
ПВД	+		+			+				+
ПНД	+		+	+			+		+	+
ПП	+		+	+	+		+		+	
ПВДХ	+	+	+		+	+				+
ПЭТФ		+	+	+	+	+			+	+
ПА	+	+		+	+	+			+	+
ПС			+		+			+	+	+

Примечание. С – способность к термической сварке, Г – газонепроницаемость, В – влагонепроницаемость, Т – теплостойкость, Ж – жаростойкость, П – возможность нанесения красочной печати, П\* – возможность нанесения печати при соответственной поверхностной обработке (коронным разрядом, газопламенная обработка), Н – непрозрачность, т.ч. для ультрафиолетового излучения (УФ), ПР – прочность, М – морозостойкость

Таблица 6  
Барьерные свойства упаковочных материалов<sup>1</sup> (Федотова, 2021, Мюррей, 2004, Кириш, 2018)

Тип материала	Паропроницаемость, (г/м <sup>2</sup> за 24 ч при 90% относительной влажности и температуре 38 °С)	Кислородопроницаемость, (см <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> за 24 ч при 23 °С)	Аромато-непроницаемость
ПВД/LDPE	15-20	3000-13000	плохая
ПНД/HDPE	3-12	500-3000	плохая
ПП/PP	8-10	1000-6000	плохая
ПВДХ/PVDC	1-5	1-3	отличная
СЭВС/EVON	15-20	0,2-2,5	отличная
ПС/PS	120	2500-7700	плохая
ПА/PA	150	30-100	хорошая
ПЭТФ/PET	15-30	50-150	хорошая

Примечание: по свойствам сополимер этилена с винилацетатом близок с сополимером этилена с виниловым спиртом (EVON).

<sup>1</sup> Ефремов, Н. Ф., Васильев, А. И., & Хмелевский, Г. К. (2004). Проектирование упаковочных производств. Часть 1: Упаковка из гофрокартона. МГУП.

<sup>2</sup> Ефремов, Н. Ф., Корнилов, И. К., Лебедев, Ю. М. (2004). Надежность и испытание упаковки. МГУП.

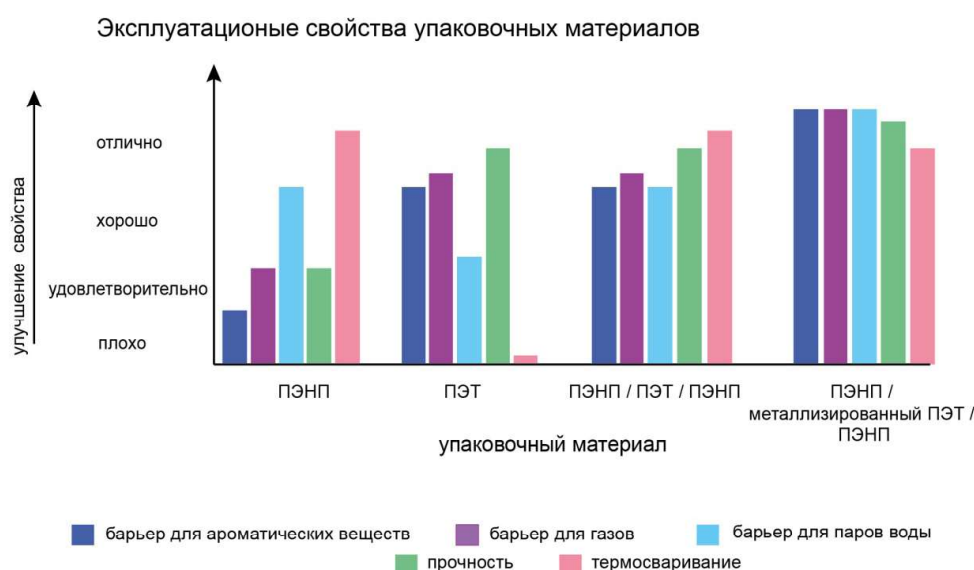


Рисунок 7  
Сравнение эксплуатационных свойств материалов

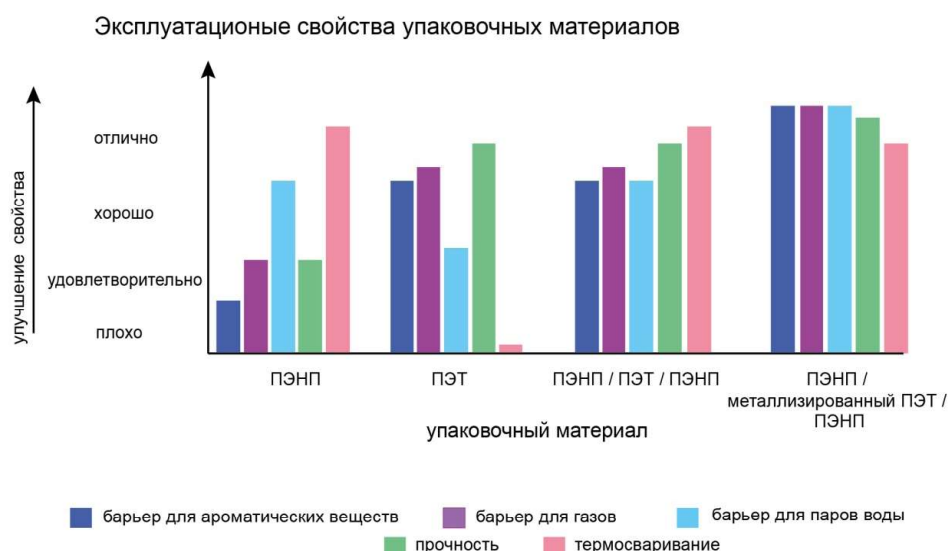


Рисунок 8

*Влияние упаковки на сроки хранения мяса и мясных продуктов от способа упаковывания. Говядина – охлажденное (подвесом): говядина в полутушах и четвертинах, свинина – свинина в полутушах, цыплята – охлажденные тушки цыплят-бройлеров (указаны результаты по СанПиН 2.3.2.1324-03), колбаса – колбаса варено-копченая в белковой оболочке, рыба – рыба соленая (указаны по исследованиям, проведенные в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по теме «Разработка технологии получения новых полимерных композиционных материалов для создания smart-упаковок, обеспечивающих пролонгацию сроков хранения и безопасность пищевой продукции и экологии»)*

дливших данную технологию, имея собственные производственные мощности, огромный опыт в проектировании и производстве упаковочного оборудования, а также высококвалифицированных специалистов. Компанией осуществляется

серийный выпуск оборудования для данной технологии упаковки.

Технология «SKIN» упаковки представляет собой вакуумную упаковку, при которой пленка осажи-

вается на продукт, создавая вокруг него невидимую оболочку (рисунок 9) («skin» - англ. кожа).

Использование данного типа упаковки подразумевает упаковку продукта в пластиковый или картонный лоток (рисунок 10), а также на картонную плоскую подложку как на трейсилере (рисунок 11) с запайкой готового лотка, так и на термоформере с формованием лотка из пленки.

Возможно также формование картонной подложки из рулонного материала на термоформере. Для упаковки в данном режиме, оборудование, а также специальные упаковочные материалы, имеют довольно сложную конфигурацию. Для данной технологии вводится термин «протрузия» (protrusion – англ. выступ), означающий высоту продукта над запаечной кромкой лотка. Чем больше протрузия, тем сложнее устройство оборудования, тем наибольшие требования предъявляются к упаковочным материалам. Технология «SKIN» отличается от

обычной запайки лотка прежде всего устройством форматной части упаковочной машины. В отличие от запайки, в Скин матрице верхняя часть имеет форму купола различной высоты, с множеством отверстий. Цикл работы оборудования для «SKIN» упаковки состоит из следующих этапов:

- подача необходимой порции пленки системой размотки в матрицу;
- фиксация пленки зажимами для предотвращения ее растяжения вне матрицы;
- обдув пленки горячим воздухом из отверстий купола для ее прогрева.  $T=180$  градусов;
- вакуумирование купола через отверстия в нем, притягивание пленки к корпусу купола, мгновенный разогрев пленки до 180 градусов;
- закрытие вакуумной камеры вместе с лотками, содержащими продукт;
- Вакуумирование камеры;
- припаивание и обрезка пленки, не выступая за контур лотка (внутренняя обрезка);

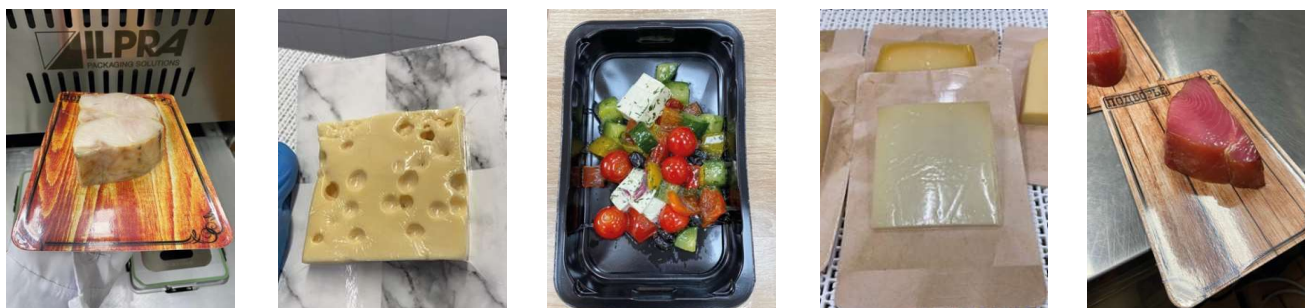


Рисунок 9  
Продукты питания, упакованные по технологии «SKIN»



Рисунок 10  
Пластиковый и картонный лотки для упаковки продуктов по технологии «SKIN»

- компенсация вакуума с верхней части матрицы, осадка пленки на продукт;
- компенсация вакуумной камеры, открытие камеры.

Стоит отметить, что весь цикл происходит в упаковочной машине в считанные секунды, а каждый этап влияет на конечный результат. Усложнение узлов ведет за собой неотъемлемое усложнение электронной системы машины. Поэтому компанией ИЛПРА было внедрено новое программное обеспечение, на базе ПЛК Митсубиши и Сименс, позволяющее контролировать и настраивать каждый этап упаковки по долям секунды, что в сумме дает качественный результат.

Для упаковки данного вида применяются многослойные пленочные материалы, имеющие до 11 слоев. В зависимости от протрузии, оборудования и упаковываемого продукта может различаться слойность и толщина пленок – например, продукты с костью требуют более толстой пленки. Нижние пленки обычно являются двух- или трехслойными и имеют толщину от 300 до 600 микрон. Верхние пленки имеют не меньше пяти слоев, их толщина разнится от 80 до 120 микрон. В нижних пленках, а также в верхних при использовании печати применяется клеевой слой. Кроме того, в нижней пленке присутствует и приварочный слой – она ламинируется полиэтиленом, который работает в паре с полиэтиленом в верхних слоях.

Купол узла запайки, в зависимости от протрузии, может иметь высоту от 15 до 70 мм. Важно, чтобы упаковываемый продукт не касался купола во время цикла упаковки, а также не был слишком низким по отношению к высоте купола. На стадии вакуумирования пленка, растягиваемая по площади купола, увеличивается в объеме и продукт должен «поглотить» данный объем. При низком продукте мы получаем избыток пленки. В результате пленка спаивается между собой в различных местах, образуя складки, что портит внешний вид упаковки в целом. Стоит отметить, что через данные складки при повреждении пленки возможен также «развакуум» упаковки. При работе в помещениях с температурой ниже +5, может потребоваться дополнительный предварительный прогрев пленки. При касании купола продуктом возможно появление «ожога» на продукте.

Технология Скин является одной из лучших по достижению сроков годности продукции без подвергания ее термической обработке после упаковки, так как благодаря использованию ПЭТ (полиэтилентерефталата), обладающего наиболее выражен-

ными барьерными свойствами по сравнению с другими полимерами, совместно с EVONH, в разы увеличивается сроки хранения продукта. С помощью технологии MDO (Ориентация макромолекул пленки в машинном направлении обработки) – растягиванию пленки в процессе экструзии – достигается небольшая толщина упаковки, эластичность и прозрачность, максимально уменьшая свободное пространство – тот объем, где размножаются бактерии – без потери в привлекательности упаковки.

Хотя технология Скин до недавнего времени считалась дорогой, она активно развивается, в том числе и в области снижения себестоимости и экологичности. Например, компания Koro Group (Турция) производит пригодную для повторной переработки моноструктурную упаковку, не теряющую других своих свойств, и совершенствует технологии с целью снижения стоимости производства.

## Литература

- Волкова, А. В. (2020). *Рынок крупнотоннажных полимеров*. НИУ ВШЭ.
- Зелке, С., Кутлер, Д., & Хернандес, Р. (2011). *Пластиковая упаковка*. Профессия.
- Кирш, И. А., Аросева, А. Г., & Феклина, В. Е. (2019). Кондитерская упаковка – это круто! *Кондитерское и хлебопекарное производство*, 1-2(179), 16-18.
- Кирш, И. А., Бутенко, Д. С., Зима, С. А., Кудряшов, И. А., Леонова, И. А., Лепишко, И. Д., Бахтеев, А. Д., Тверитникова, И. С., Банникова, О. А., Романова, В. А., Безнаева, О. В., & Баруля, И. В. (2018). Активная упаковка. В: *Новые решения в упаковке пищевой продукции*, (с.34-44).
- Кирш, И. А., Рыбин, Е. Ю., Аросева, А. Г., Фёклина, В. Е., Островская, В. Д., Тверитникова, И. С., Банникова, О. А., Романова, В. А., Безнаева, О. В., & Баруля, И. В. Роль активной упаковки в пищевой промышленности. В *Новые решения в упаковке пищевой продукции*, (с. 44-57).
- Кирш, И. А., Фролова, Ю. В., & Мясенко, Д. М. (2018). Упаковка молока: сегодня и в перспективе. *Переработка молока*, 6(224), 36-38.
- Кирш, И. А. (2018). Современное состояние и перспективы развития упаковки в пищевой промышленности. *Переработка молока*, 7(225), 58-59.
- Кирш, И. А. (2018). Современное состояние и перспективы развития упаковки в пищевой промышленности. *Мясные технологии*, 6(186), 21-23.
- Кирш, И. А., Безнаева, О. В., & Банникова, О. А. (2018). Продление сроков годности хлебоу-

- лочных изделий. *Кондитерское и хлебопекарное производство*, 5-6(176), 16-17.
- Кирш, И. А. (2016). *Установление закономерностей влияния ультразвукового поля на физико-химические свойства и структуру расплавов полимеров при их вторичной переработке* [Докторская диссертация, Ивановский государственный химико-технологический университет]. Иваново, Россия.
- Кондратова, Т. А., Тверитникова, И. С., Кирш, И. А., Кубышкин, А. И., Банникова, О. А., Романова, В. А., Безнаева, О. В., & Баруля, И. В. (2018). Исследование хранения мясной продукции с применением барьерных полимерных материалов. В *Новые решения в упаковке пищевой продукции*, (с. 57-84).
- Кондратова, Т. А., Семенов, А. А., Кирш, И. А., Банникова, О. А., Островская, В. Д., & Мяленко, Д. М. (2020). Барьерные упаковочные материалы для мясной продукции. *Мясные технологии*, 1(205), 19-21.
- Кондратова, Т. А., & Кирш, И. А. (2018). Упаковочные материалы для продления сроков годности бортового питания. В *Современное состояние и перспективы развития упаковки в пищевой промышленности*, (с. 13-18).
- Крыжановский, В. К., Кербер, М. Л., & Бурлов, В. В. (2008). *Производство изделий из полимерных материалов*. Профессия.
- Ложечко, Ю. П. (2010). *Литье термoplastов под давлением*. Серия: Библиотечка переработчика пластмасс. Профессия.
- Мюррей, Р. (2004). *Цель – Zero Waste*. ОМННО «Совет Гринпис».
- Островская, В. Д., Кирш, И. А., & Новиков, М. Н. (2020). Анализ упаковки снековых батончиков. *Кондитерское и хлебопекарное производство*, 1-2(185), 34-37.
- Смиренный, И. Н., Беляев, П. С., Клинов, А. С., & Ефремов, О. В. (2005). *Другая жизнь упаковки*. Першина.
- Тверитникова, И. С., & Кирш, И. А. (2018). Новые упаковочные материалы на основе полиолефиновых смесей. В В.А. Бабушкин (ред.) *Инновационные технологии в АПК*, (с. 221-226).
- Тверитникова, И. С., Кирш, И. А., Кондратова, Т. А., & Кубышкин, А. И. (2019). Разработка многослойных упаковочных материалов с использованием полиолефиновых отходов для хранения пищевой продукции. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (1), 10-19.
- Уайт, Дж., & Чой, Д. (2006). *Полиэтилен, полипропилен и другие полиолефины*. Профессия.
- Федотова, О. Б. (2021). Роль упаковки в хранении молочной продукции увеличенных сроков годности. *Молочная промышленность*, 9, 6-8.
- Чалых, Т. И., Коснырева, Л. М., & Пашкевич, Л. А. (2004). *Товароведение упаковочных материалов и тары для потребительских товаров*. Издательский центр «Академия».
- Чернявски, Б. (2000). *Современные системы упаковки пищевых продуктов*. OPAKOWANIE, 2, 12-15.
- Шварц, О., Эбелинг, Ф.-В., & Фурт, Б. (2005). *Переработка пластмасс*. Профессия.
- Landowski, H. Ch. (2003). Neuentwicklungen bei Barrierefolien. Im *Folienextrusion*. VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik (s. 45-63). VDI Verlag GmbH.

# Trends in Packaging Made of Multilayer Materials for Prolongation of Shelf Life of Food Products

Irina A. Kirsh<sup>1</sup>, Marina I. Gubanova<sup>1</sup>, Olga V. Beznaeva<sup>1</sup>,  
Olga A. Bannikova<sup>1</sup>, Sergey A. Ovsyannikov<sup>1</sup>,  
Sergey S. Morozov<sup>2</sup>, Kristian Traino<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> *Moscow State University of Food Production*

<sup>2</sup> *Company LLC "ILPRA RUS" LLC "ILPRA RUS" ITALY*

Correspondence concerning this article should be addressed to Marina I. Gubanova, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation, e-mail: gubanovami@mgupp.ru

Currently, the range of new types of food products is constantly growing, the preservation of which requires the use of modern packaging materials and technologies that allow extending the shelf life of food. For this purpose, multilayer materials are widely used for packaging. This is due to the unlimited possibilities of varying their properties to provide a set of functional requirements. A few years ago, a new technology for packaging products in vacuum using multilayer materials, called "SKIN", appeared on the world market of packaging equipment under the influence of technological improvement and marketing factors. The Italian company ILPRA SPA, having its own production facilities, extensive experience in the design and manufacture of packaging equipment, was one of the first companies to introduce this technology. The "SKIN" technology is one of the best in achieving the shelf life of products without subjecting it to heat treatment after packaging.

**Keywords:** multilayer packaging materials, SKIN technology, vacuum packaging, prolongation of shelf life, packaging equipment

## References

- Volkova, A. V. (2020). *Rynok krupnotonnazhnykh polimerov* [The market of large capacity polymers]. NRU HSE.
- Zelke, S., Kutler, D., & Hernandez, R. (2011). *Plastikovaya upakovka* [Plastic packaging]. Professia.
- Kirsh, I. A., Aroseva, A. G., & Feklina, V. E. (2019). Confectionary packaging – it's cool! *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionary and bread production], 1-2(179), 16-18.
- Kirsh, I. A., Butenko, D. S., Zima, S. A., Kudryashov, I. A., Leonova, I. A., Lepishko, I. D., Bahteev, A. D., Tveritnikova, I. S., Bannikova, O. A., Romanova, V. A., Beznaeva, O. V., & Barulya, I. V. (2018). The active package. In *Novye resheniya v upakovke pishchevoj produkcii* [New solutions in the food products packaging], (p.34-44).
- Kirsh, I. A., Rybin, E. Y., Aroseva, A. G., Feklina, V. E., Ostrovskaya, V. D., Tveritnikova, I. S., Bannikova, O. A., Romanova, V. A., Beznaeva, O. V., & Barulya, I. V. The role of the active package in the food industry. In *Novye resheniya v upakovke pishchevoj produkcii* [New solutions in the food products packaging], (p. 44-57).
- Kirsh, I. A., Frolova, Y. V., & Myalenko, D. M. (2018). Milk packaging: today and in perspective. *Pererabotka moloka* [Milk processing], 6(224), 36-38.
- Kirsh, I. A. (2018). Modern state and perspectives of the food packaging development in the food industry. *Pererabotka moloka* [Milk processing], 7(225), 58-59.
- Kirsh, I. A. (2018). Modern state and perspectives of the food packaging development in the food industry. *Myasnye tekhnologii* [Meat technologies], 6(186), 21-23.
- Kirsh, I. A., Beznaeva, O. V., & Bannikova, O. A. (2018). Bakery products shelf life extension. *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionary and bread production], 5-6(176), 16-17.
- Kirsh, I. A. (2016). *Ustanovlenie zakonornostej vliyaniya ul'trazvukovogo polya na fiziko-himicheskie svoystva i strukturu rasplavov polimerov pri ih vtorichnoy pererabotke* [The determination of the ultrasonic field influence patterns on physico-chemical properties and the structure of polymer melts during their recycling] [Doctoral dissertation, Ivanovo State University of Chemical Technology]. Ivanovo, Russia.



- Kondratova, T. A., Tveritnikova, I. S., Kirsh, I. A., Kubyshkin, A. I., Bannikova O. A., Romanova, V. A., Beznaeva, O. V., & Barulya, I. V. (2018). The research of meat products storage with the usage of barrier polymeric materials. In *Novye resheniya v upakovke pishchevoj produkcii* [New solutions in the food products packaging], (c. 57-84).
- Kondratova, T. A., Semenok A. A., Kirsh, I. A., Bannikova O. A., Ostrovskaya V. D., & Myalenko, D. M. (2020). Barrier polymeric materials for meat products. *Myasnye tekhnologii* [Meat technologies], 1(205), 19-21.
- Kondratova, T. A., & Kirsh, I. A. (2018). Packaging materials for the flight meal best before date extension. In *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya upakovki v pishchevoj promyshlennosti* [The modern state and development perspectives of packaging in the food industry], (p. 13-18).
- Kryzhanovskiy, V. K., Kerber, M. L., & Burlov, V. V. (2008). *Proizvodstvo izdelij iz polimernyh materialov* [Production of polymeric materials products]. Professia.
- Lozhechko, Y. P. (2010). *Lit'e termoplastov pod davleniem. Seriya: Bibliotekha pererabotchika plastmass* [Thermoplastic materials moulding. Series: The library of a plastics converter]. Professia.
- Murrey, R. (2004). *Cel' – Zero Waste* [Aim – Zero Waste]. Department of International non-profit organization in Russia “Greenpeace”.
- Ostrovskaya, V. D., Kirsh, I. A., & Novikov, M. N. (2020). The analysis of sweet bars packaging. *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionary and bread production], 1-2(185), 34-37.
- Smirenniy, I. N., Belyaev, P. S., Klinkov, A. S., & Efremov, O. V. (2005). *Drugaya zhizn' upakovki* [Another life of package]. Pershina.
- Tveritnikova, I. S., Kirsh, I. A. (2018). New packaging materials based on polyolefinic blends. V. A. Babushkin (Ed.) In *Innovacionnye tekhnologii v APK* [Innovation technologies in AIC], (p. 221-226).
- Tveritnikova, I. S., Kirsh, I. A., Kondratova, T. A., & Kubyshkin A. I. (2019). The development of multi-layered packaging materials with the usage of polyolefinic waste products for the food products storage. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya* [Storage and Processing of Farm Products], (1), 10-19.
- White, J., & Choy, D. (2006). *Polietilen, polipropilen i drugie polyolefiny* [Polyethylen, polypropylene and other polyolefins]. Professia.
- Fedotova, O. B. (2021). The package role of in the storage of milk products with the prolonged best before date. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 9, 6-8.
- Chalyh, T. I., Kosnyreva, L. M., & Pashkevich, L. A. (2004). *Tovarovedenie upakovochnykh materialov i tary dlya potrebitel'skih tovarov* [The merchandising of packing and packaging materials for consumer goods]. The publishing center «Academy».
- Chernyavsky, B. (2000). *Sovremennye sistemy upakovki pishchevykh produktov* [Modern systems of food products packaging]. *OPAKOWANIE*, 2, 12–15.
- Shvarts, O., Ebeling, F.-V., & Furt, B. (2005). *Pererabotka plastmass* [Plastics processing]. Professia.
- Landowski, H. Ch. (2003). Neuentwicklungen bei Barrierefolien. Im *Folienextrusion*. VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik (s. 45-63). VDI Verlag GmbH.