

Полимерные упаковочные материалы для пищевой промышленности: классификация, функции и требования (обзор)

Polymer packaging materials for foodstuffs: classification, functions and requirements

И.Ю. УХАРЦЕВА¹, Е.А. ЦВЕТКОВА², В.А. ГОЛЬДАДЕ^{2,3}

I.YU. UKHARTSEVA¹, E.A. TSVETKOVA², V.A. GOLDADE³

¹УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»,
²УО «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины»

³Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь

¹ Education Establishment «Belarus Trade and Economic University of Consumer's Cooperation», ²Education establishment «Francisk Skorina
 Gomel State University»

³V.A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of NAS of Belarus, Gomel, Belarus

Охарактеризованы основные функции упаковки и требования к упаковочным материалам для пищевых продуктов. Представлена классификация современных полимерных упаковочных материалов, их свойства и области применения.

Ключевые слова: полимерные упаковочные материалы, требования, упаковки с измененной газовой атмосферой, «умные упаковки»

The main functions and requirements of packaging materials for foodstuffs are characterized. The classification of modern polymer packaging materials is discussed along with their properties and fields of their applications

Keywords: polymer packaging materials, requirements, packaging with a modified atmosphere, smart packaging

DOI: 10.35164/0554-2901-2019-9-10-56-64

Научно-технический прогресс и расширение производства практически всех видов пищевой продукции вывели тароупаковочную индустрию на уровень ведущих мировых отраслей, которая стремительно развивается. Упаковка позволяет сократить потери продукции, гарантировать ее качество, увеличить сроки ее хранения, обеспечить доставку потребителю. Из обычного барьера между пищевым продуктом и окружающей средой упаковка все больше превращается в фактор производства. С ее помощью можно регулировать температуру продуктов в условиях микроволнового нагрева, создавать оптимальную газовую атмосферу внутри оболочки при хранении продуктов питания, направленно изменять состав продукта, используя биологически активные материалы с иммобилизованными ферментами.

В настоящее время годовое потребление упаковки на душу населения составляет в США \$300–350, в Японии – \$455, в Европе – \$400. По ряду макроэкономических показателей упаковка входит в число важнейших отраслей экономики некоторых стран. По данным Всемирной ассоциации упаковщиков, объем производства упаковки в мире составляет около 500 млрд долл. США. В развитых странах упаковочная отрасль по капиталовложениям опережает машиностроение [1].

Функции упаковки как основа ее конкурентных преимуществ и критериев выбора

В историческом плане первыми функциями упаковки были предохранение продуктов или изделий от порчи и обеспечение возможности их транспортировки с сохранением высокого качества. Однако упаковку следует рассматривать как систему взаимосвязи производителя, продавца и потребителя товаров, что предъявляет к упаковке целый ряд требований, выдвигается в процессе развития и совершенствования упаковочной индустрии [2].

Многофункциональность упаковки предопределяет необходимость знания специалистами свойств и способов переработки различных материалов в тару и упаковку, специфику защиты упакованного продукта от вредных внешних воздействий, что существенно, прежде всего, для продуктов питания. Различают несколько основных функций упаковки (рисунок 1).



Рис. 1. Основные функции упаковки.

Важной функцией, выполняемой упаковкой, является *рационализация*, которая заключается в экономии материальных и трудовых ресурсов при производстве упаковочных материалов, в рациональной организации операций упаковывания, хранения и реализации упакованной продукции.

Дозирующая функция. Стремительный прогресс упаковочной промышленности привел к ряду новых представлений об упаковке. Одно из них – возможность стандартизации количества содержимого в пакете. Единообразная система упаковки позволяет купить без дополнительного взвешивания в магазине 100–200 г масла, 125, 250, 500 или 900–1000 г молочных продуктов и т.д.

Потери пищевых продуктов из-за неудовлетворительной упаковки могут составлять от 3 до 15%, и они могут быть существенно сокращены за счет подбора соответствующей упаковки, способной в полной мере выполнять защитную функцию. Защитная функция характеризует способность упаковки обеспечивать защиту упаковываемой продукции от влияния климатических факторов, от повреждений и порчи при транспортировке и хранении, а также защиту окружающей среды и человека от негативного воздействия упакованной продукции (таблица 1).

Таблица 1. Влияние климатических факторов на свойства пищевых продуктов.

Климатический фактор	Вызываемый процесс	Изменение качества
Кислород воздуха	Окисление	Изменение цвета овощей и фруктов, разрушение эфирных масел, прогоркание жиров
Влага	Абсорбция, катализ	Образование комков, размягчение, гидролитическое прогоркание жиров, энзимологическая и микробиологическая порча.
Свет	Фото-деструкция	Разрушение чувствительных к свету витаминов А, Е, К, В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С. Обесцвечивание пищевых продуктов, окислительное прогоркание жиров.
Температура	Изменение скорости реакции	Повышение температуры на 10°C увеличивает скорость химических реакций в 2–3 раза и снижает срок хранения.

Использование модифицированной газовой среды при упаковывании в сочетании с охлаждением позволяет значительно увеличить срок хранения пищевого продукта. Термическая стерилизация или асептическое консервирование могут еще больше увеличить срок хранения, но в этом случае продукт претерпевает заметные изменения из-за теплового воздействия. При термической стерилизации, асептическом консервировании и применении модернизированной газовой среды упаковка должна служить барьером, защищающим продукт от возможного вторичного загрязнения микроорганизмами или утечки защитного газа в процессе хранения (рисунок 2) [3, 4].

Качество продукта

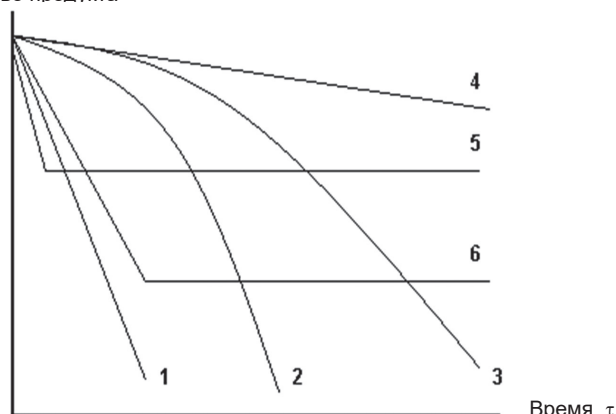


Рис. 2. Изменение качества скоропортящихся продуктов от времени хранения. 1 – при комнатной температуре на воздухе; 2 – при охлаждении в обычной атмосфере; 3 – при охлаждении в модифицированной газовой среде; 4 – при быстром замораживании; 5 – асептическое консервирование; 6 – термическая стерилизация.

Упаковка также является эффективным средством защиты продукта от механических повреждений, которые могут возникнуть во время его перевозки с предприятия-изготовителя на склад, хранения, распределения по торговой сети, продажи и по пути в дом потребителя [5, 6].

Транспортная функция предполагает оптимизацию конструкции упаковки с наиболее рациональным видом транспорта, маршрутом транспортировки и свойствами упаковываемого материала. Поскольку в большинстве случаев упакованный товар не может быть использован немедленно, упаковка должна обеспечивать сохранение всех его свойств в течение длительного времени. Современные материалы и технологии упаковки открывают широкие перспективы разработки и применения специальных методов увеличения сроков хранения продукции таких, как сублимация, охлаждение, стерилизация и т.п.

Функция хранения требует от конструкции упаковки простой и четкой маркировки, возможности штапелирования на стандартных поддонах и оптимального использования площади складских помещений при контроле качества упакованной продукции.

Выполняя *функцию маркетинга*, упаковка эффективно используется как средство продвижения товара на потребительский рынок. Представляя продукт, она должна быть, прежде всего, привлекательной за счет умелого дизайна и высокого качества полиграфического оформления. Сочетанием внешнего вида и содержащейся информации упаковка способствует его идентификации. Например, известные фирменные марки показывают отличительные свойства продукта, тем самым обеспечивают гарантии высокого качества, держат продукцию в центре внимания и помогают избежать путаницы с конкурентами.

Нормативно-законодательная функция является производной от других функций упаковки. Так, в процессе выполнения функции защиты и хранения сложился комплекс санитарно-гигиенических требований к упаковке. В настоящее время во многих странах существует специальное законодательство, строго регламентирующее предельное содержание в упаковочных материалах компонентов и примесей, которые могут мигрировать в продукт. Дозирующая функция неразрывно связана с привлечением к упаковке нормативного закона мер и весов. Для наиболее распространенных типов упаковки разработаны соответствующие технические нормативно-правовые акты (ТНПА).

Экологическую функцию упаковки можно рассматривать как научное и практическое направление рационального использования обществом упаковки в свете взаимодействия с окружающей средой. Решаются экологические проблемы использованной упаковки, например, увеличением объемов многооборотной потребительской тары; сбором и вторичной переработкой традиционными способами; использованием полимерных материалов, способных растворяться и в растворе подвергаться вторичной переработке; сжиганием с использованием фильтров и аппаратов, улавливающих вредные летучие продукты; разработкой и использованием съедобных и самодеструктирующих упаковочных материалов под действием микроорганизмов (биodeградация), ультрафиолетового излучения (фотодеградация) и воды (гидродеградация) [7–10].

В начале 1990-х гг. в ряде стран ЕС (Дания, Нидерланды, Германия, Австрия, Франция, Бельгия и др.) была предложена количественная оценка экологической чистоты упаковочных материалов – коэффициент загрязнения среды упаковкой – величина UBP (Umwelt Belastungspunkte). Показатель UBP во всех случаях оценивают в комплексе всех показателей, которые учитывают состав упаковки, её массу, возможность утилизации и т.д. Термин «зеленая упаковка», так называемая экологически чистая, легко утилизируемая или многооборотная упаковка, не засоряющая окружающую среду, присваивается упаковке в том случае, если ее UBP не превышает 20–30. Если же значение UBP больше 100–110, то упаковку признают экологически вредной и неприемлемой для использования. Показатель UBP отражает лишь экологическую характеристику упаковки и не устанавливает требований для ее окончательного выбора. Для различных категорий упаковки величина UBP колеблется в достаточно широких пределах [11].

Технологические мероприятия, способствующие уменьшению вредного влияния упаковки из полимерных материалов, приведены в таблице 3.

Информационная функция упаковки тесно связана с *маркетинговой функцией*. Кроме носителя информации упаковка должна выполнять еще и роль рекламы и способствовать сбыту продукта. Разумное использование цвета, графики, формы и текстуры помогает выполнять эту роль, привлекая внимание покупателя, вызывая в нем интерес и побуждая его купить продукт. Информация на упаковке должна отражать новизну продукта, его отличие от аналогов, подчеркивать его особенности и подлинность. Произвольная информация включает разнообразные элементы художественного оформления, рекламу и т.п. Обязательная информация регламентирована ТНПА на упаковываемый продукт.

В настоящее время применяют новые формы информации: звуковые сигналы, аромат, изменение цвета как интегрального показателя порчи продукта во времени и под действием температуры. В некоторых видах упаковки физико-химическая чувствительность ее материала дополнена электронной обработкой данных и представлением результатов на одноразовых дисплеях, дистанционно предупреждающих пользователей о нестабильности состояния упакованной продукции [12, 13].

Таблица 3. Технологические методы, обеспечивающие снижение вредного влияния полимерной упаковки на окружающую среду.

Техническое решение	Характеристика технического решения
Облегченная упаковка	Снижение массы упаковки за счет рациональной конструкции, применения новых и модифицирования существующих полимеров.
Упаковка «от сложного – к простому»	Замена многослойной упаковки однослойной, без нарушения эксплуатационных характеристик и области использования.
Упаковка универсального назначения	Создание и применение полимерной упаковки, которая после использования и удаления упакованной в нее продукции может повторно применяться по новому назначению (полимерные игрушки, подставки под светильники и др.).
Многофункциональная упаковка	Создание и применение упаковки, выполняющей не только механические и барьерные функции, но и обладающей способностью оказывать целенаправленное воздействие физической, химической или биологической природы на упакованную продукцию, а также реагировать на внешние воздействия, изменяя определенным образом свои свойства и функциональную активность.

Эстетическая функция связана с выразительностью и рациональностью форм упаковки, внешним дизайном, с четкостью и совершенством исполнения всех элементов упаковки: сочетания цветов, шрифта, эмблем, физической формы упаковки, ее устойчивости, ощущения в руке, способа легко открывать ее и распределять содержимое. Немаловажным элементом упаковки является стиль оформления, который связан с культурными, национальными традициями, уровнем художественной школы дизайнеров, графиков и художников.

Эксплуатационная функция предполагает удобство обращения с упаковкой в процессе сортировки, хранения, перемещения, сбыта и потребления.

Для выполнения каждой из перечисленных функций упаковка должна отвечать определенному комплексу требований и критериев. Анализ соответствия функций и требований к упаковке приведен в таблице 4.

Требования, предъявляемые к упаковочным материалам

Функциональные требования тесно связаны с основной функцией – защитой товара от внешних воздействий. К функциональным требованиям можно отнести газопроницаемость; термо- и холодостойкость; светостойкость; влагостойкость; коэффициент светопропускания; степень набухания; паропроницаемость; жиростойкость; ароматонепроницаемость и др.

Газопроницаемость пленок – это интегральная характеристика процесса, включающего стадии адсорбции частиц газа на поверхности пленки, диффузии газа в пленке, выделения частиц на противоположной стороне пленки и их десорбции с ее поверхности. Селективность газопроницаемости – свойство пленки пропускать различные газы с разной скоростью [13].

В пищевой промышленности требования к газоселективности упаковочных пленок определяются химической природой упакованной продукции (наличие жиров, кислотность), ее физическим

Таблица 4. Соответствие функций и требований к упаковке.

Функция упаковки		Требование к упаковке
Защитная	Транспортная, хранения	Теплостойкость, морозостойкость. Герметичность. Коррозионная и химическая стойкость. Защита от пыли. Сохранение массы. Негорючесть.
		Стабильность формы. Долговечность. Ударная прочность. Способность к амортизации ударов. Прочность при сжатии и разрыве
		Пригодность к штабелированию. Устойчивость при скольжении. Унификация
Эксплуатационная		Пригодность к автоматизированной обработке. Способность к групповой упаковке. Удобство в обращении. Легкость открывания. Способность повторно открываться.
Маркетинговая		Экономия пространства. Экономия площади. Экономичность.
	Информационная	Предоставление рекламы. Предоставление информации. Идентификационная способность. Индивидуальные способности
	Экологическая	Гигиеничность. Возможность повторного использования. Экологичность. Удобство утилизации

состоянием (жидкость, паста, хлопья, порошки) или необходимостью полной изоляции продуктов от окружающей среды. Селективную газопроницаемость пленок регулируют, формируя их из полимеров с разной гибкостью макромолекул, применяя наполнение и пластификацию, используя многослойные пленочные системы. Это позволяет защитить продукцию от увлажнения, охлаждения, действия УФ излучения, предотвратить улетучивание ароматических веществ, заражение продуктов микробами, обеспечить оптимальные параметры газообмена между объемом упаковки и окружающей средой. Наиболее информативными показателями работоспособности газоселективной упаковочной пленки являются константы ее проницаемости для трех газов – N_2 , O_2 , CO_2 [13].

Паропроницаемость характеризует количество водяного пара, прошедшего через единицу поверхности материала за единицу времени при заданной температуре и разности давлений по обе стороны образца. Используя данные определения паропроницаемости, можно определить общую пористость упаковочного материала и радиус пор.

Жиропроницаемость упаковочного материала характеризуют длительностью сквозного проникновения масла или жира через образец при заданной температуре. Если материалы образуют окрашенное пятно в течение 30 секунд, то они считаются непригодными для упаковки жиродержащей пищевой продукции. Кроме того, при контакте такой продукции с упаковочным материалом могут иметь место сложные химические, физико-химические и биохимические превращения, в результате которых образуются соединения, неблагоприятно действующие на организм человека. Так, материалы на основе полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) непригодны для упаковки жиродержащей пищевой продукции, поскольку присутствующие в ПЭНП окисленные фракции (с молекулярной массой около 600), мигрируя в контактирующий продукт, ускоряют процесс прогоркания жира с образованием продуктов окисления триглицеридов, негативно влияющих на метаболизм живого организма.

Из *барьерных свойств* также важным являются способность упаковочного материала препятствовать диффузии влаги. Например, при упаковывании свежего мяса необходимо обеспечить низкую паро- и водопроницаемость (для предотвращения потери влаги) и одновременно определенную газопроницаемость; соблюдение этого условия способствует сохранению окраски мяса. Оболочки для колбас должны обладать достаточной паро- и газопроницаемостью для проникновения паров воды и копильных газов и вместе с тем иметь достаточную механическую прочность во влажной среде при повышенной температуре. Материал для вакуумной упаковки продуктов должен иметь минимально возможную газопроницаемость. Особую сложность представляет выбор упаковки для свежих фруктов и овощей. С помощью упаковочного материала внутри емкости можно поддерживать определенный газовый состав, который обеспечит длительное хранение этой скоропортящейся продукции.

Термостойкость отражает возможность консервирования упакованного продукта термическим путем и разогрева в упаковке, а холодостойкость – возможность глубокого охлаждения продукта при хранении. Среди полимерных материалов высокой холодостойкостью отличаются полиэфир и полиэтилен. Высокую температуру лучше остальных материалов выдерживают полиэфир,

полипропилен и полиэтилен высокой плотности. Упаковочный материал также должен обеспечивать защиту от проникновения света и тепловых лучей.

Требования социального назначения характеризуют соответствие производством различных видов упаковки и упаковочных материалов потребностям общества в целом, отдельных групп населения, оптимальному ассортименту и объемам производства упаковываемого товара.

Требования к надежности выражаются в способности сохранять свои функции и свойства в течение определенного времени. За этот период упаковка должна обеспечивать сохранность товаров, а упаковка многократного использования 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 машинной упаковке большое значение имеет пригодность материалов к обработке, которую определяют с помощью измеряемых (коэффициент трения) и неизменяемых физических параметров (способность к восприятию печати, термической сварке, склеиванию).

Гигиенические требования обеспечивают безопасные условия для жизнедеятельности человека при его взаимодействии с упаковкой и упакованным в нее товаром. При выборе упаковочного материала для пищевой продукции в первую очередь следует обеспечить необходимый уровень санитарно-гигиенических характеристик. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям, в состав упаковочного материала не должны входить высокотоксичные вещества, обладающие кумулятивными свойствами и специфическим действием на организм (канцерогенность, мутагенность, аллергенность и др.). Упаковочный материал не должен изменять органолептические и физиологические свойства продукции, выделять вредные вещества в количестве выше допустимого с гигиенической точки зрения уровня; а также не должен обладать проницаемостью для микроорганизмов или служить для них питательной средой. Для любого упаковочного материала обязательно наличие гигиенического заключения, подтверждающего его физиологическую безвредность для человека.

Экологические требования предусматривают отсутствие отрицательного воздействия на окружающую среду при производстве, транспортировании, хранении и эксплуатации упаковки, а также после ее функционального использования.

Требования безопасности являются основными при установлении качества упаковки, так как обеспечивают безопасность человека при использовании упаковки. Они прописаны в соответствующих государственных документах, например, в Законе «О защите прав потребителей». Требования безопасности включают величи-

ны ПДК (предельно допустимая концентрация); ДКМ (допустимые количества миграции); ОБУВ (ориентировочные безопасные уровни воздействия); класс опасности; хрупкость; устойчивость к растрескиванию при перепаде температур.

Антропометрические требования предусматривают соответствие упаковки размерам и форме руки человека. При разработке упаковки учитывается не только удобство и комфортность использования, но и ориентация на возрастную группу потребителей.

Психологические требования характеризуют соответствие упаковки психике человека, ее восприятию на подсознательном уровне.

Эстетические требования связаны с выразительностью и рациональностью форм упаковки, внешним дизайном, с четкостью и совершенством исполнения всех элементов упаковки, отсутствием дефектов.

Эргономические требования рассматриваются с точки зрения удобства использования упаковки, ее соответствия особенностям человеческого организма, обеспечения оптимальных условий использования упаковки и потребления товара. Эти требования подразделяют на гигиенические, антропометрические, физиологические и психофизиологические.

Кроме того, среди требований к упаковке можно выделить экономическую эффективность, которая определяется ее стоимостью, ценой эксплуатации и утилизации, а также ее патентоспособностью [11].

Полимерные упаковочные материалы

Среди различных материалов, применяемых для упаковывания пищевых продуктов, на первое место в мире стали выходить материалы на основе высокомолекулярных соединений.

Такие материалы эффективно защищают продукты от микробного поражения и влияния вредных факторов окружающей среды (свет, повышенные температура и влажность, кислород воздуха, механические и химические загрязнения и т.д.), что увеличивает сроки хранения изделий, сокращает количество отходов из-за порчи, особенно при транспортировке и реализации.

Анализ технологических особенностей получения упаковок, условий их эксплуатации, основных потребительских характеристик позволяет выделить основные классы полимерных упаковочных материалов:

- однослойные газопроницаемые пленки для кратковременного хранения пищевых продуктов;
- многослойные барьерные пленки для долгосрочного хранения, включая упаковки с измененной газовой атмосферой;
- полимерные пленки с активным наполнителем;
- «умные» упаковочные материалы.

В таблице 5 представлены свойства и назначение наиболее широко применяемых полимерных материалов для упаковки пищевых продуктов [14–16, 20].

Таблица 5. Полимерные однослойные материалы для упаковки пищевых продуктов и их основные свойства.

Вид материала / Свойства
<i>Полиэтилен высокого (ПЭВД) и полиэтилен низкого (ПЭНД) давления</i> / Защищает от кислорода и влаги. Используется как одноразовая упаковка продуктов короткого срока хранения в пищевом производстве, розничной торговле, сетях «фаст-фуд», а также в сельском хозяйстве. Находясь в непосредственном контакте с продуктом, обеспечивает более длительное хранение продуктов, помогает сохранять их свойства, предотвращает быстрое высыхание, защищает от воздействий внешней среды и пропитывания посторонними запахами. При наполнении ПЭНП крахмалом может быть получен материал, представляющий интерес в качестве биоразрушаемого материала.
<i>Линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП)</i> / Свойства ЛПЭНП являются промежуточными между свойствами ПЭНП и ПЭВП. Основными преимуществами ЛПЭНП, по сравнению с ПЭНП, являются: более высокая химическая стойкость; более высокие эксплуатационные характеристики как при низких, так и при высоких температурах; большая устойчивость к растрескиванию; повышенная стойкость к проколу и раздиру. ЛПЭНП применяется для производства непроницаемых растягивающихся и усадочных пленок с низкой проницаемостью.
<i>Скин-пленка (skin)</i> / Пленка из ПЭ с термолесным слоем. Отличные оптические и механические свойства, защита от пыли и влаги. Применяется для упаковки на картон и как аналог блистерной упаковки.
<i>Поливинилхлорид (полихлорвинил, винил, вестолит, хосталит, виннол, корвик, сикрон, джеон, ниптеон, сумилит, луковил, хелвик, норвик и др.) (ПВХ)</i> / «Дышащая пленка» используется в качестве одноразовой упаковки продуктов длительного срока хранения. Пленка из ПВХ обладает всеми преимуществами пленок из полиэтилена, но с улучшенными характеристиками. Плюс ко всему прочему эти пленки обладают «барьерным» эффектом, т.е. возможностью пропускания составляющих воздуха (водяного пара, углекислого газа) наружу и кислорода внутрь. Благодаря этому свойству обеспечивается «дыхание» продуктов – поддержание микроклимата внутри упаковки и, соответственно, длительное сохранение продуктов.
<i>ПП – неориентированный полипропилен</i> / Характеризуется стойкостью к повреждениям и отличной свариваемостью, способностью к нанесению любых видов печати, безопасен при контакте с пищевыми продуктами. Прочность при растяжении – до 30 МПа, относительное удлинение при разрыве не менее 400%, паропроницаемость не более 2 г/м ² /24ч, газопроницаемость по кислороду не более 10 ⁻⁸ м ² Па·1с ⁻¹ , стойкость к проколу не менее 8 МПа. В случае необходимости физико-химические свойства материала могут быть скорректированы путем использования соответствующих модифицирующих добавок. Методом экструзии из полипропилена получают тонкие плёнки, волокна и нити. Полипропиленовая плёнка применяется для термоформования одноразовой посуды и упаковки

Таблица 5. Полимерные однослойные материалы для упаковки пищевых продуктов и их основные свойства. Продолжение.

Вид материала / Свойства
<i>СПП-Cast (поливной) неориентированный полипропилен</i> / Обладает высокой механической прочностью, высокой прозрачностью, блеском, превосходным внешним видом, повышенной стойкостью к кислотам и жирам, способностью к термической сварке, к металлизации и нанесению любых видов печати. Благодаря высокой термической прочности полипропилена упакованные продукты можно стерилизовать в пленке толщиной от 30 до 40 мкм, что позволяет избежать использования консервантов. На пленку можно нанести микроперфорацию, что дает возможность упаковывать продукцию в горячем виде. Также применяется для ламинирования пленок, изготовления гибких упаковочных материалов.
<i>БОПП – двухосно ориентированный (биаксиально ориентированный) полипропилен</i> / Обладает высокой прозрачностью, блеском и прекрасным внешним видом, высокой эластичностью и прочностью на разрыв, отличными барьерными свойствами на паро- и газопроницаемость и к посторонним запахам. Специальный слой сополимера, нанесенный методом соэкструзии, обеспечивает отличную способность к сварке. Применяется для флексографской печати, ламинирования, изготовления декоративной обертки, для производства гибких упаковочных материалов для пищевой продукции.
<i>ПС – Полистирол (бакелит, вестирон, стирон, фостарен, эдистер)</i> / Обладает высокой стабильностью размеров, жесткостью и прозрачностью. Это один из самых распространенных пластиков, в первую очередь, благодаря его низкой цене. Это относительно легковесный полимер, в то же время – стабильный и легкообрабатываемый материал. Полистирол легко формуется и окрашивается, хорошо обрабатывается механическими способами и хорошо склеивается. Обладает низким влагопоглощением, высокой влагостойкостью и морозостойкостью (до минус 40°C), отличается стойкостью к кислотам и щелочам. Полистирольная пленка применяется на фасовочных автоматах для упаковки молочных и других пищевых продуктов, для изготовления подложек для конфет, одноразовой посуды, blisterной упаковки и прочей продукции.
<i>ОПС – Одноосно ориентированный полистирол</i> / Изготавливают термоусадочные ориентированные в поперечном направлении пленки со степенью усадки 70%. Пленки имеют высокую прозрачность, высокий глянец, в среднем на 35% экономичнее в применении по сравнению с традиционными материалами, имеют хорошую адгезию при запечатывании, экологичность, антистатичность, технологичность, возможность переработки отходов. Применение: Sleeve-этикетка, колпак для упаковки вина и пр.
<i>БОПС – Двухосно ориентированный (биаксиально ориентированный) полистирол</i> / При толщине 25–100 мкм обладает высокой прозрачностью, хорошей адгезией при запечатывании, экологичностью, антистатичен, технологичен, возможна переработка отходов. Из ориентированной ПС пленки методом термоформования получают изделия сложной конфигурации. Ориентированный ПС толщиной менее 75 мкм используют для «окошек» в картонных упаковочных коробках. Более толстые пленки используются для получения стаканчиков для торговых автоматов, подносов для фасованного свежего мяса (чтобы при покупке видеть обе стороны упакованного продукта). Также его применяют для изготовления упаковки конфет, контейнеров, блистеров, корексов.
<i>Ударопрочный полистирол (УПС)</i> / Превосходный материал для получения различных изделий методом термоформования. Вспененный полистирол обладает высокой жиростойкостью, является прекрасным теплоизолятором. Применяется для изготовления различных упаковочных изделий методом термоформования (прокладки в ящики для яблок, коробочки для фасовки яиц, подносы и лотки для расфасовки свежего мяса, рыбы, чипсов и т.д.).
<i>АБС-пластик</i> / Сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола. Его свойства варьируются в широких пределах в зависимости от состава композиции и метода производства. АБС пластик имеет более высокую ударную вязкость, химическую стойкость и пластичность, чем УПС. Применяется для изготовления банок и подносов.
<i>БОПА (Biaxial) – двухосно ориентированный (биаксиально ориентированный) полиамид</i> / Барьерная пленка из двухосно-ориентированного полиамида. Превосходная механическая прочность, высокие барьерные свойства, широкий интервал допустимых температур. Применяется для упаковывания вареных колбасных изделий.
<i>Стрейч-пленка (стрейч, stretch) (ПВХ, ПЭВД, линейный ПЭВД)</i> / Основные свойства стрейч-пленки – высокая растяжимость; стойкость к проколу, защищает от повреждений, загрязнения; высокая прозрачность; способность слоев пленки при соприкосновении прилипать друг к другу. Применяется для упаковывания пищевых продуктов в супер- и гипермаркетах.
<i>Пленки с «твист-эффектом» (ПЭ, Полифан, Хайкор, ПВХ, БОПП)</i> / Основное свойство твист-пленок – сохранять скрученное состояние, т.е. «хорошую память» – твист эффект (это важно, например, при упаковке конфет). Пленка термосваривается, металлизирована и ламинируется, имеет хороший блеск, дает продуктам привлекательную форму, хорошо держит печать и имеет хорошие барьерные свойства.
<i>Термоусадочная (ПВХ, ПЭВД, ОПС, ЛПЭУНП, ПЭТ) пленка</i> / Основные свойства термоусадочной пленки – способность сокращаться под действием температуры и принимать форму упакованного изделия; высокая прозрачность и хороший блеск; высокая прочность; защита продукции от воздействия окружающей среды. Перфорированные термоусадочные пленки используются для упаковки хлебобулочных изделий.
<i>ПЭТ – полиэтилентерефталат (сложный полиэфир, выпускается в странах СНГ под названием лавсан, за рубежом – майлар, терилен)</i> / Обладает высокой прочностью, высокими барьерными свойствами и температурной стойкостью, сохраняет аромат продукта. Паро- и газопроницаемость ПЭТ низкая и имеет приблизительно тот же порядок, что и у ПЭНП. Проницаемость к газам и запахам такая же низкая, как и у ПЭНП. Изделия из ПЭТ стойки к маслам и жирам. Типы: прозрачная, металлизированная, с коронарной и химической активацией поверхности. Применяется для производства упаковки из многослойных пленок на основе ПЭТ, ламинирования и металлизации и производства вакуумной упаковки.
<i>Целлофан</i> / Прозрачный плёночный материал, получаемый из вискозы. Целлофан в настоящее время изредка используется как упаковочный материал в виде внешней прозрачной плёнки, а также для упаковки дорогих сортов пищевых продуктов, кондитерских товаров, для изготовления оболочки для колбас и сыров, мясомолочных продуктов. При этом сегодня в этой сфере в основном используются двухосно ориентированные полипропиленовые пленки, визуально имеющие аналогичные свойства. Однако эти пленки не обладают главным полезным качеством целлофана – влагопроницаемостью. Целлофановые изделия в природной среде разрушаются, разлагаются значительно быстрее, чем изделия из полиэтилена и лавсана, поэтому не угрожают окружающей среде.

Наиболее перспективно использование многослойной упаковки из полимерных материалов, содержащей непроницаемые для различных веществ барьерные слои, использование которых практически исключает попадание нежелательных веществ в упакованный продукт. Это *комбинированные и многослойные материалы*. Широта применения данных материалов объясняется практически неограниченными возможностями варьирования их свойств за счет выбора состава композиционного материала, установления порядка чередования слоев, обеспечения необходимого уровня адгезионного взаимодействия между слоями и выбора оптимальной технологии и

оборудования для получения конкретного материала. Структура композиционного упаковочного материала определяется его функциональным назначением (рисунок 3). Внешний слой (субстрат) осуществляет защиту от внешнего воздействия, а также служит основой для нанесения красочной печати. Обычно это двухосно ориентированные полиэфирные, полипропиленовые или полиамидные пленки, бумага, картон. Внутренний слой обеспечивает герметизацию упаковки. Средний или внешний слой обеспечивают барьерные свойства [18]. В таблице 6 представлены наиболее распространенные барьерные упаковочные материалы [19].

Таблица 6. Барьерные упаковочные материалы для пищевых продуктов.

Вид материала / Свойства
<i>Целлофан-ПЭ – это вискотен, метатен, целотен, целлоглас-РЕ, ламитен, ПЦ-2, ПЦ-4 и др. / Сочетает в себе прочность и газонепроницаемость целлофана с паронепроницаемостью, водостойкостью и способностью к термической сварке ПЭ.</i>
<i>Двухслойный материал ПЭТ/ПЭ (майлар-РЕ, хостафан-РЕ, терфан-РЕ, майлотен, скотчпак, экструзестер) / Пленки этого типа имеют ряд преимуществ перед целлофан-ПЭ. Они прочнее, адгезионная прочность их выше, они влагоустойчивы, пригодны для эксплуатации в широком температурном интервале (от минус 70 до плюс 100°С), а при использовании ПЭНД в качестве внутреннего слоя – даже до 120 °С. ПЭТ/ПЭ пригоден для горячей фасовки при температуре до 100°С (асептической фасовки). Материал обладает низкой аромато-, паро- и газопроницаемостью и высокой жиростойкостью, термосвариваемый в пределах 140–180°С. Пригоден для использования в автоматах вертикального и горизонтального типа с температурой фасовки до 40°С и для использования в технологии «Doу-rack». Применяется для упаковки кофе, чая, соусов, майонеза, кетчупов, замороженных мясопродуктов (пельмени, клецки и т.д.), пищевых ингредиентов, блюд быстрого приготовления (специи, снеки) и т.д.</i>
<i>ПП/ПЭ – Двухслойная соэкструзионная пленка полипропилен-полиэтилен / Удачно сочетает положительные качества полипропиленовых пленок (блеск, прозрачность, жиростойкость и др.) и полиэтиленовых пленок (морозостойкость и пр.). Характеризуется прекрасным внешним видом, хорошей прозрачностью, блеском, стойкостью к повреждениям и отличной свариваемостью, повышенной морозостойкостью. Прочность при растяжении – до 25 МПа, относительное удлинение при разрыве не менее 400%, паропроницаемость не более 2 г/м²/24ч, газопроницаемость по кислороду не более 5·10⁻⁸ м²Па·с⁻¹, стойкость к проколу не менее 8 МПа. В случае необходимости физико-химические свойства пленки могут быть скорректированы путем использования соответствующих модифицирующих добавок. Применяется для упаковывания различных пищевых продуктов.</i>
<i>Двухслойная пленка ПА/ПЭ (алкорон, комбитен, экструамид) / Используется для изготовления пленок, пригодных для упаковывания пищевых продуктов в вакууме. Другие пленки на основе полиамида, например, ПА-ПП выдерживают нагревание до 135°С.</i>
<i>Двухслойный материал БОПП/ПЭ / Материал обладает низкой паро- и газопроницаемостью, высокой стойкостью к низким температурам и точечному проколу, обладает хорошей термосвариваемостью при температуре 120–160°С. Применяется для упаковки замороженных продуктов невысокой жирности, кондитерских изделий, муки, сахара, крупяных изделий, сухого молока, макаронных изделий, готовых завтраков. Пригоден для использования на автоматах вертикального и горизонтального типов фасовки продуктов при температуре до 40°С.</i>
<i>Соэкструзионная полиэтиленовая (ПЭ) пленка / Соэкструзионная трехслойная полиэтиленовая пленка (возможны различные сочетания ПЭВД и ПЭНД). Данную пленку отличают повышенные оптические свойства. Также существенно увеличивается прочность пленки на разрыв, растяжение и прокол. Трехслойная структура позволяет достигнуть оптимальных технологических и эксплуатационных свойств пленки при минимизации ее себестоимости.</i>
<i>Трехслойная пленка ПЭ-ПА-ПЭ / Может подвергаться глубокой вытяжке до 180% при толщине исходного материала до 300 мкм. Использование поливинилиденхлорида (ПВДХ) в качестве барьерного слоя в трехслойном материале ПА-ПВДХ-ПЭ позволяет получать упаковочную пленку с повышенными защитными свойствами. Применяется для упаковывания продуктов в вакууме.</i>
<i>Материал БОПП/фольга/БОПП / Обладает жиростойкостью, пригоден для использования на упаковочных автоматах горизонтального и вертикального типов. Применяется для упаковки кондитерских изделий, бакалеи, готовых завтраков, орехов, замороженных продуктов (пельмени), кофе, чая, хлебобулочных изделий.</i>
<i>Материал «Триплекс» ПЭТ/фольга/ПЭ / Стоек к воздействию температур до 105°С, что обеспечивает возможность упаковки при горячей фасовке. Материал также обладает высокой прочностью и герметичностью сварного шва, высокими барьерными свойствами по газопроницаемости, влагостойкости и устойчивости к посторонним запахам; дает защиту от солнечного света, а, следовательно, обеспечивает более длительное хранение упакованного продукта; обладает высокой прочностью, жесткостью и стойкостью к проколу; может применяться в качестве асептической упаковки; обладает стабильной формой упаковки. Применяется для упаковки продуктов длительного хранения, обладающих высокой жирностью, пищевых ингредиентов, детского питания, кофе, чая, кетчупа, соков, сухого молока, специй, блюд быстрого приготовления и др.</i>
<i>Трехслойные упаковочные материалы БОПП/А/ фольга/ПЭ или ПП / Обладают высокими барьерными свойствами по газопроницаемости; высокой влагостойкостью; высокой стойкостью к посторонним запахам; защитой от солнечного света; высокой прочностью, жесткостью и стойкостью к проколу; стабильной формой упаковки; высокой прочностью и герметичностью сварного шва. Применяются для упаковывания чая, кофе, сухих напитков и другой продукции, хранение которой требует особых условий.</i>
<i>Трехслойные упаковочные материалы БОПП/ПЭТ-мет. или БОПП/ПЭ (или ПП-мет.) / Обладают высокими барьерными свойствами по газопроницаемости, высокими влагостойкостью, устойчивостью к посторонним запахам; высокими прочностными характеристиками упаковки и великолепным внешним видом. Упаковывают в такие материалы сухие напитки (кофе, чай), сублимированные продукты, специи. В этом случае применяют следующие типы упаковки: мини-упаковка типа Sachet (порционная упаковка); стоячие пакеты типа Doу-rack; вакуумная упаковка для кофе; пакеты типа Flow-rack (вертикальная фасовка на VFFS автоматах) [18].</i>
<i>Ламинированная бумага / Комбинированный материал, состоящий из бумаги-основы и нанесенного на нее полимерного слоя – ПЭ, ПП, и т.д. Сочетая в себе свойства двух материалов – бумаги и полимерного слоя, ламинированная бумага является качественной упаковкой для многих видов товаров: сливочного масла, маргарина, мороженого, изделий из творога. Возможно нанесение печати и упаковка продукции на автоматах без термосварки. Типы ламинированной бумаги: бумага/ПЭ, бумага/ПП, ОПП/ОПП/бумага, бумага/ПЭВД, бумага/А/ ПЭВД и т.д.</i>
<i>Ламинированные пленки (материалы) / Многослойные комбинированные материалы производятся на основе различных полимерных пленок (ПП, ПЭ, ПА, ПЭТ и др.), алюминиевой фольги и бумаги. Такие материалы имеют важные преимущества перед широко распространенными в качестве упаковки обычными пленочными материалами с печатью, благодаря длительному сроку хранения упаковочной продукции; высоким механическим свойствам; межслойной печати, защищенной от повреждений; улучшенному внешнему виду упаковки. В зависимости от необходимых барьерных свойств, производитель подбирает оптимальный состав композиционных материалов, в некоторых случаях используется металлизация, покрытие термолаком и другие виды покрытий. Ламинированные материалы производятся в следующих сочетаниях: ПП/ПЭ, ПП/БОПП, БОПП/ПЭ, БОПП/ПЭТ и др.</i>
<i>Вакуумные пленки / Многослойные пленки, обладающие высокими барьерными свойствами, низкой газонепроницаемостью, сохраняют внешний вид свежих продуктов, значительно продлевают сроки хранения, предотвращают запотевание, выдерживают высокие и низкие температурные режимы. Используются для вакуумной упаковки мясных и рыбных продуктов, колбас, полуфабрикатов, овощей и т.д. Существуют различные разновидности вакуумных пленок, свойства которых зависят от количества и типов слоев и добавок, применяемых при производстве пленки. Примеры: ПЭ/ПА/ЕVОН/ПА/ПЭ, ПЭ/ПА/ПЭ, ПА/ПЭ/ПЭ, ПЭТ/ПЭ, ПВХ/ПЭ, ОПА/ПЭ и др.</i>

Как однослойные, так и многослойные упаковочные материалы могут быть голографическими. За счет высокого уровня яркости и блеска они придают эстетические свойства различной продукции, неординарные оптические эффекты. Применяются такие материалы для «холодного» и «горячего» ламинирования, для изготовления голографического картона, бумаги, самоклеящихся материалов. Голографические пленки бывают прозрачные и металлизированные.

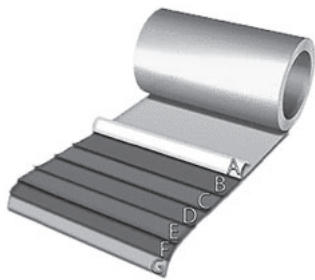


Рис. 3. Структура многослойного упаковочного материала.

Комбинированные материалы маркируют следующим образом (таблица 7).

Таблица 7. Международная маркировка различных комбинированных упаковочных материалов.

Упаковочный материал	Буквенное обозначение	Цифровой код
Бумага и картон/пластик	PAP/PE	81
Бумага и картон/пластик/алюминий	PAP/PE/ALU	84
Бумага и картон/пластик/алюминий/белая жесь	PAP/PE/ALU/SN	85
Пластик/алюминий	PE/ALU	90
Пластик/белая жесь	PE/SN	91
Пластик/различные металлы	PE/Me	92
Стекло/пластик	GLASS/PE	95

На биохимические процессы, происходящие внутри пищевого продукта, и его сохранность, несомненно, влияет состав газовой среды внутри упаковки, определяющей взаимодействие между средой внутри упаковки, упакованным продуктом и внешней средой через стенки упаковки.

Исходя из задач, которые возникают при хранении тех или иных пищевых продуктов, существует несколько разновидностей упаковки с измененной газовой атмосферой [21].

Упаковка с модифицированной газовой средой (modified atmosphere packaging – MAP). При использовании технологии MAP измененный состав газовой атмосферы в упаковке задерживает рост микроорганизмов, способствующих гниению, и замедляет порчу пищевых продуктов. Это значительно продлевает срок годности скоропортящихся продуктов в различных условиях хранения; позволяет сократить или полностью исключить применение консервантов; минимизировать возврат просроченных продуктов, а также расширить географию продаж; снизить влагообмен с окружающей средой; производить принципиально новый продукт с сохранением его первоначального цвета; упаковывать продукты в привлекательную упаковку без нарушения целостности упакованного продукта [3, 22].

Вакуумированная упаковка (vacuum packaging – VP) широко применяется для таких товаров, как нарезанные вяленые продукты из мяса, твердый сыр и молотый кофе. Двухкамерная вакуумная упаковка для мяса на основе мягких пленок обеспечивает сухое хранение в закрытой упаковке.

Изобарическая упаковка (isobaric packaging – IP). Внутри изобарической упаковки поддерживается давление, близкое к атмосферному. Для получения желаемой атмосферы в свободном пространстве над продуктом применяют механическую замену воздуха газом или смесью газов, формирование атмосферы в упаковке пассивным способом, используя выделения самого продукта и селективные свойства пленочного материала, формирование атмосферы активным способом с применением поглотителей кислорода и комбинацией различных способов.

Газонаполненная упаковка (gas packaging – GP) чаще всего производится путем механической замены воздуха газом или смесью

газов. Для обозначения такой смеси газов используют термин «газовый коктейль» (gas cocktail).

Упаковка с контролируемой газовой атмосферой (controlled atmosphere packaging – CAP). Этот термин часто используется как синоним MAP. Однако такое понятие не совсем корректно, т.к. крайне сложно контролировать атмосферу в упаковке, которая уже заварена и герметизирована. Тем не менее, появилось новое поколение пленочной упаковки, внутри которой формируется и поддерживается пассивным либо активным способом искусственная атмосфера. Формирование атмосферы в упаковке пассивным способом чаще всего производится при использовании выделений самого продукта. Так, например, овощи и фрукты после сборки урожая продолжают «дышать», поглощая кислород, выделяя углекислый газ и водяной пар. Если способность продукта к «дыханию» точно соотносить с проницаемостью упаковочной пленки, то можно пассивным способом создать благоприятную модифицированную атмосферу внутри упаковки, уравновесив концентрацию кислорода и углекислого газа. Формирование атмосферы в упаковке активным способом осуществляют путем введения определенных добавок в упаковочную пленку или в упаковку для изменения состава газовой фазы над продуктом и увеличения срока его хранения. К таким добавкам относятся поглотители кислорода, поглотители/выделители углекислого газа, выделители этанола, поглотители этилена и др.

Упаковка с саморегулируемой газовой атмосферой (self-control gas atmosphere packaging – SGAP, как правило, используется для свежих продуктов: зелени, овощей и фруктов. Газовая среда может установиться за счет метаболизма необработанного продукта и использования селективных пленочных материалов. Равновесная модифицированная атмосфера замедляет созревание и размягчение овощей, разрушение хлорофилла, уменьшает микробную порчу и ферментативное чернение продукта. При хранении плодово-овощной продукции в такой среде используют одно- и многослойные пленки на основе эластомеров, ацетилцеллюлозы, сополимеров этилена и др. Для продуктов с большой физиологической активностью, высоким уровнем поглощения и выделения (спаржа, шпинат, сельдерей, стручковая фасоль, горох, грибы и ягоды) применяют пленку с микроперфорациями 20–100 мкм.

Упаковка с активно регулируемой газовой атмосферой (actively-control gas atmosphere packaging – AGAP) способна регулировать состав газовой атмосферы внутри себя, используя активные добавки, которые находятся в упаковке, либо вводятся непосредственно в матрицу полимерного материала, из которого изготавливается пленка, либо наносятся на внутреннюю поверхность упаковки. Активная модификация газовой фазы над продуктом увеличивает сроки его годности и сводит к минимуму миграцию добавок в пищевой продукт. К активным добавкам относятся поглотители кислорода и других газов, поглотители влаги, выделители углекислого газа, этанола, pH-контроллеры, поглотители и контроллеры запахов, адсорбенты-очистители, антимикробные добавки, поглотители активной части солнечного спектра и др. Такие добавки успешно разрабатываются такими известными компаниями как DuPont, Alcan Packaging, Eastman Chemical, Toppan Printing и др. [1, 21].

Несомненный интерес представляет создание полимерных упаковочных материалов с антимикробной активностью. Создан упаковочный материал для сохранения свежести пищевых продуктов, содержащий пористый слой из природных и синтетических полимеров, пропитанный экстрактом растительного сырья, включающего цветы липы, листья подорожника, гвоздику, имбирь, и обладающий антимикробными, влагорегулирующими, запахо-сохраняющими свойствами. Для подавления роста патогенных микроорганизмов и повышения сроков хранения колбасных изделий, сыров, свежего и переработанного мяса, рыбной продукции, фруктов и овощей разработан упаковочный материал, содержащий экстракт бересты [23].

Таким образом, различные материалы – однослойные, многослойные и комбинированные – позволяют максимально защитить продукт от порчи и продлить срок его хранения (таблица 8).

В настоящее время упаковочная отрасль интенсивно развивается и разрабатываются новые виды упаковочных материалов, в том числе и так называемые «умные упаковки» [1].

Таблица 8. Виды защиты и типы упаковочных материалов для некоторых пищевых продуктов [1].

Пищевой продукт	Вид защиты	Тип упаковочного материала
Гигроскопические и сыпучие (соль, сахар и др.)	Защита от увлажнения.	Бумага с полиэтиленовым покрытием, тканевые мешки с полиэтиленовым вкладышем. Бумага-фольга-полиэтилен (порционная упаковка для длительного хранения в жестких условиях).
Продукты сублимационной сушки (креветки, овощи, фрукты, ягоды и др.)	Защита от влаги, кислорода, света, посторонних запахов, желательна в атмосфере инертного или защитного газа.	Непрозрачные многослойные ламинаты, содержащие алюминиевую фольгу или слои металлизированных полимерных пленок.
Пряности, приправы (перец, корица, гвоздика и др.)	Защита от потери ароматических веществ и от окисления летучих органических соединений.	Ламинаты типа ОПП-ПВДХ или ОПП-ПП (для краткосрочного хранения). Ламинаты, содержащие алюминиевую фольгу или металлизированные полимерные слои.
Рыбная или мясная кулинария, колбасы, сыр	Защита от всех факторов внешней среды (в том числе от микроорганизмов). Среда – инертный или защитный газ.	Барьерные ламинаты, содержащие алюминиевую фольгу. Если предусмотрен разогрев в упаковке, то вместо фольги используют сополимеры EVON или ПВДХ.
Замороженные готовые	Защита от влагообмена, действия кислорода. Обеспечение прозрачности (для микроволнового разогрева). Морозостойкость.	Картонные лотки с полимерным покрытием, лотки из кристаллического ПЭТФ, пакеты из полимерных комбинированных пленок.
Консервы, стерилизованные при температуре выше 100°C	Обеспечение максимальной герметичности, термостойкость не ниже 120–125°C.	Ламинаты с максимально возможными барьерными свойствами, содержащие алюминиевую фольгу. В случае разогрева продукта в микроволновой печи в ламинаты вместо фольги вводят слои EVON или другого высокobarьерного полимера.

Криогенная упаковка способна замораживать продукты. Для изготовления такой упаковки используют материалы, обладающие высокими физико-механическими показателями, особенно прочностью к проколам, и морозостойкостью.

«Медицинская» упаковка. Введенная в полимерную пленку белковая добавка при контакте с молоком или молочными продуктами, содержащими повышенное количество холестерина, поглощает его. Продукт из такой упаковки не представляет холестериновой угрозы для человеческого организма, что аналогично принятию лекарств, но значительно приятнее и безопаснее для здоровья.

Саморазогреваемая упаковка служит для нагрева содержимого. При этом упаковку подключают к обычной электрической розетке. При этом возникает непрерывная цепочечная структура, необходимая для прохождения электрического тока. Агентством KIAN (г. Новосибирск, Россия) разработан концепт самонагревающейся упаковки для яиц Gogol Mogol. Для приготовления яйца всмятку требуется сорвать специальную защитную ленту, чтобы активировать процесс нагрева с помощью особого вещества.

Для изготовления таких материалов в полимеры вводят дисперсные наполнители: технический углерод (сажу), графит, углеродные волокна или металлы.

Пленки с использованием радиочастотной идентификации RFID (radio frequency identification). Устройство RFID состоит из микрочипа размером < 1 мм, присоединенного к антенне, передающей информацию при попадании в поле RFID-сканера (рисунок 4). Метку с излучением, например, 13,56 МГц, можно прочитать на расстоянии четверти метра, а 915-мегагерцевый значок «виден» за три метра. RFID-технология недорога и может быть с высокой эффективностью использована для контроля за упакованным товаром [24].

Данные, передаваемые RFID, базируются на сигналах, поступающих от элементов упаковки, которые выполняют функции сенсоров – термохромных, фотоэлектрохимических, жидкокристаллических и др. В системе RFID реализована современная тенденция материаловедения, получившая название сенсорной революции [25, 26].

Развитие системы RFID позволяет ввести в интернет сведения обо всех упакованных товарах без ограничений во времени и пространстве. RFID может являться своеобразным «паспортом» продукта, доказательством его качества и «легального» происхождения [11]. Применение RFID-технологии для маркирования товаров принято Евросоюзом в 2004 г.

Интеллектуальная упаковка (Smart Package) на основе нанотехнологий сохраняет целостность продукта и предохраняет пищу от



Рис. 4. Принцип действия устройства RFID.

порчи, улучшает свойства продукта, активно реагирует на изменения в самом продукте или окружающей его среде, дает потребителю информацию о продукте, об истории продукта или его текущем состоянии, помогает вскрыть продукт и сообщает о целостности крышки, подтверждает аутентичность продукта и даже препятствует его хищению.

«Умные» упаковочные пленки уступают по точности и полноте информации традиционным сенсорам (термисторам, фотодетекторам, цифровым камерам и т.п.), но превосходят их по многофункциональности и технологичности применения в упаковках [11].

Заключение

Таким образом, современные полимерные упаковочные материалы для пищевых продуктов – это многофункциональные системы, к которым предъявляются серьезные требования, позволяющие надежно защитить продукт от вредных факторов окружающей среды и выгодно представить его потребителю. Подобно заметным великим изобретениям *полимерная упаковка* значительно изменила нашу жизнь. Она составляет перспективную область инвестиционных вложений капитала с минимальным риском, поскольку мировой опыт развития упаковочной индустрии ясно определил тенденции развития в направлении активного воздействия упаковки на стабильность структуры и свойств упакованной продукции, несмотря на наличие экологических проблем при утилизации использованной упаковки.

Литература

1. Ухарцева, И.Ю. Современная упаковка для пищевых продуктов / И. Ухарцева, Ж. Кадолич, Е. Цветкова // Тара и упаковка. – 2016, №2. – С. 18–23.
2. Черданцева, А.А. Технология упаковочного производства: конспект лекций для студентов специальности 261201 «Технология и дизайн упаковочного производства» / А.А. Черданцева – Кемерово: ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 2008. – 110 с.
3. Куприянов, М. Модифицированная газовая среда: современный взгляд на упаковку, технолога-консультанта ООО «Март Трейдинг» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.advertology.ru/article27810.htm>.
4. Технология упаковочного производства / Под ред. Э.Г. Розанцева. Учебник для вузов. – М.: Колос, 2002. – 184 с.
5. Ефремов, Н.Ф. Тара и ее производство: учебное пособие / Н.Ф. Ефремов. – М.: МГУП, 2001. – 312 с.
6. Ефремов, Н.Ф. Конструирование и дизайн упаковки: учебник для вузов / Н.Ф. Ефремов, А.В. Чуркин, Т.В. Лемешко. – М.: Изд-во МГУП, 2004. – 327 с.
7. Ханлон, Дж. Упаковка и тара: проектирование, технологии, применение / Дж. Ханлон – М.: Просвещение, 2004. – 632 с.
8. Савицкая, Т.А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) / Т.А. Савицкая // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – № 2 (Т.2). – С. 6–36.
9. Ухарцева, И.Ю. Саморазлагающиеся полимерные упаковочные материалы / И.Ю. Ухарцева // Технологии переработки и упаковки. – 2007, № 2. – С. 30–33.
10. Ухарцева, И.Ю. Самодеструктурируемые полимерные материалы / И.Ю. Ухарцева // Пластические массы. – 2009. – № 6. – С. 45–48.
11. Функции и требования, предъявляемые к упаковочным материалам и таре [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/s/Funkcii_i_trebovaniya_predyavl.html.
12. Ефремов, Н.Ф. Проектирование упаковочных производств. Часть 1: Упаковки из гофрокартона: учеб. пособие / Н.Ф. Ефремов, А.И. Васильев, Г.К. Хмелевский. – М.: МГУП, 2004. – 394 с.
13. Гольдаде, В.А. Современные тенденции развития полимерной пленочной упаковки / В.А. Гольдаде // Полимерные материалы и технологии. – 2015. – № 1 (Т.1). – С. 65–70.
14. Ермолович, О.А. Биоразлагаемые упаковочные пленки на основе химически модифицированных полиолефинов и крахмалов / О.А. Ермолович Дисс...к.т.н. спец. 05.02.01 (Материаловедение (химическая промышленность)). – Минск, 2006. – 140 с.
15. Применение полистирола в упаковке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Newchemistry.ru. <http://ref.unipack.ru/34>.
16. Тара и упаковка для пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.produkt.by/Tags/show/118>.
17. Ханчич, О.А. Простые методы идентификации и анализа полимерных пленок / О.А. Ханчич. – М.: МГУПБ, 2012. – 183 с.
18. Техническая характеристика многослойных пленок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.plastinfo.net/information/articles/256>.
19. Гибкие упаковочные материалы: виды и области применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.policonplast.ru/articles/39-upak.html>.
20. Виды полимерных пленок и их свойства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://eximpack.com/publikacii/vidy_polimernyh_plenok_i_ih_svoystva.
21. Ухарцева, И.Ю. Современные тенденции применения высокомолекулярных соединений в создании упаковочных материалов для пищевых продуктов (обзор) / И.Ю. Ухарцева // Пластические массы. – 2014. – № 9–10. – С. 57–62.
22. Модифицированная газовая среда: современный взгляд на упаковку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kolbasaclub.ru/encyclopedia/doc00110199.html>.
23. Современные упаковочные материалы для пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrocart.com/97/sovremennye-upakovochnye-materialy-dlya-pishhevyx-produktov>.
24. Тепляков, А. Защищайтесь, господа! / А. Тепляков // Наука и инновации. – 2006. – № 9. – С. 14–17.
25. Byrne, R. Materials science and the sensor revolution / R. Byrne, F. Benito-Lopez, D. Diamond // Materials Today. – 2010. – Vol. 13, № 7–8. – P. 16–23.