

**Н.Л. Медяник
Л.Г. Коляда
А.П. Пономарев**

СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Магнитогорск
2016**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова

Н.Л. Медяник
Л.Г. Коляда
А.П. Пономарев

СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2016

УДК 621.798:663/664(075)
ББК 36.81я7
М 428

Рецензенты:

Заведующая кафедрой химической технологии Южно-Уральского
государственного университета,
доктор технических наук, старший научный сотрудник
Б.Ш. Дыскина

Заведующая кафедрой стандартизации, сертификации
и технологии продуктов питания Магнитогорского государственного
технического университета,
кандидат биологических наук, доцент
Н.И. Барышникова

Медяник, Н.Л.

М 428 **Способы упаковывания пищевых продуктов:** учеб.
пособие / Н.Л. Медяник, Л.Г. Коляда, А.П. Пономарев -
Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им.
Г.И. Носова, 2016. - 77 с.

ISBN 978-5-9967-0777-5

Рассмотрены процессы, протекающие при хранении пищевых продуктов. Проведён обзор традиционных способов хранения пищевых продуктов (замораживания, термообработки, сушки, применения консервантов) и прогрессивных способов упаковывания (упаковывание в термоусадочные и растягивающиеся пленки, асептическое упаковывание, упаковывание в вакууме и модифицированной газовой атмосфере). Также рассмотрена новая область развития упаковочной техники – «активные упаковки», назначением которых является направленное воздействие на продукт для продления периода стабильности и пригодности к потреблению.

Предназначено для обучающихся по направлению 261700 «Технология полиграфического и упаковочного производства».

Может быть полезно слушателям ФПК, инженерно-техническим и научным работникам упаковочной отрасли, а также широкому кругу читателей.

УДК 621.798:663/664(075)
ББК 36.81я7

ISBN 978-5-9967-0777-5

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И. Носова, 2016
© Медяник Н.Л., Коляда Л.Г.,
Пономарев А.П., 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ УПАКОВКИ | 5 |
| 2. ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ | 8 |
| 2.1. Микробиологические процессы | 9 |
| 2.2. Биохимические процессы и изменения в продуктах | 12 |
| 2.3. Химические процессы | 14 |
| 2.4. Физические процессы | 15 |
| 3. ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ | 16 |
| 3.1. Холод | 16 |
| 3.2. Термообработка | 18 |
| 3.3. Сушка | 20 |
| 3.4. Химические консерванты и антиоксиданты | 22 |
| 4. ПРОГРЕССИВНЫЕ СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ | 24 |
| 4.1. Упаковывание в термоусадочные пленки | 24 |
| 4.2. Упаковывание в растягивающиеся пленки | 32 |
| 4.3. Упаковывание под вакуумом | 34 |
| 4.4. Асептическое упаковывание | 37 |
| 4.5. Упаковывание в газовой атмосфере | 47 |
| 4.5.1. Модифицированная газовая среда | 47 |
| 4.5.2. Регулируемая газовая среда | 57 |
| 4.6. Разогреваемые и стерилизуемые упаковки | 61 |
| 4.7. Защитные полимерные покрытия на продуктах питания | 65 |
| 4.8. «Активная упаковка» | 68 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ | 74 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 76 |

ВВЕДЕНИЕ

С появлением новых синтетических и комбинированных материалов возросли предъявляемые к таре и упаковке экологические, санитарно-гигиенические и другие требования.

Выбор наиболее эффективной потребительской упаковки и транспортной тары для определенной продукции является важной инженерной задачей. Особенно сложным и ответственным оказывается грамотный выбор оптимальной упаковки для пищевых продуктов, который определяется несколькими критериями:

- биохимическим составом упаковываемого продукта, условиями его хранения и свойствами упаковочного материала (барьерными, санитарно-гигиеническими, физико-механическими, технологическими, устойчивостью к старению и некоторыми др.);

- кинетикой изменения качества продукта и упаковки.

Необходимо учитывать, что в процессе хранения продовольствия происходят сложные биохимические процессы взаимодействия между продуктом и упаковкой, упаковкой и окружающей средой. По указанным причинам особое внимание уделяется барьерным свойствам упаковочного материала по отношению к различным средам (влаге, парам, газам) [1-4].

С помощью упаковки стало возможным создавать оптимальную защитную внутреннюю атмосферу, производить антимикробную обработку продукта внутри упаковки, изменять вкусовые качества и состав продукта при помощи ароматизаторов и биологически активных ферментных препаратов, помещенных в упаковочный материал. Также стало возможным регулировать температуру пищевых продуктов при СВЧ-разогреве, изменять сообразно внешнему излучению цвет упаковки и другие оптические характеристики.

Для успешного функционирования интерактивной упаковки, замедления порчи продукта и продления срока его хранения необходимы как минимум четыре дополнительные условия:

- бактерицидная среда внутри упаковки;

- определенная температура и другие условия хранения упакованного продукта;

- надежные сварные швы, предотвращающие натекание извне либо изнутри упаковки газов и паров;

- определенные барьерные свойства пленок.

Выбор материала упаковки определяется составом упаковываемого продукта, условиями и сроком хранения и требует грамотного, квалифицированного подхода.

1. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ УПАКОВКИ

Все продукты питания имеют животное или растительное происхождение и поэтому не могут долго храниться в натуральном виде. Оставленные на «произвол судьбы» продукты быстро портятся – иногда буквально за несколько часов. Продлить срок хранения продуктов питания призвана упаковка [5]. В 1994 г. страны ЕС приняли директиву № 94/62 ЕС, предусматривающую единые требования к упаковке [6]. Основное положение состоит в том, что упаковочные материалы и изделия должны изготавливаться таким образом и из таких составных элементов, чтобы обеспечивать недопустимость перехода их компонентов в пищевой продукт в количествах, которые могут подвергнуть опасности здоровье человека, внести недопустимое изменение в состав пищевого продукта или вызвать ухудшение его органолептических характеристик.

Упаковка выполняет защитную функцию, поддерживая первоначальное качество продукта в течение дальнейших операций консервации, складирования и транспортировки. Упаковка отделяет продукт от окружающей среды, что должно обеспечивать исключение каких-либо биологических, физических, механических и химических преобразований, обменных или иных возможных взаимодействий, которые могли бы испортить продукт.

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. 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 [1, 2, 7]:

- действие солнечного света инициирует нежелательные фотохимические реакции в продуктах;
- поглощение влаги ускоряет развитие микроорганизмов, бактерий, грибов, разложение продуктов (размокание, раскисание, растворение и т.д.), потерю качества продукта (поджаристость, комкование и т.п.);
- потеря влаги вызывает усыхание, уменьшение массы, изменение консистенции (выпадение в осадок растворенных продук-

тов), потерю качества и структуры продукта (растрескивание, коробление, выкрошивание и т.п.);

- поглощение кислорода приводит к необратимым изменениям продукта: окислению (прогорклости) жиров, денатурации протеинов, разрушению витаминов, активных веществ и т.п.;

- потеря кислорода ведет к изменению красного цвета мяса, созреванию сыра с отклонениями, развитию бактерий, гниению и др.;

- поглощение ароматических веществ из внешней среды приводит к приобретению продуктом стороннего запаха;

- улетучивание ароматических веществ вызывает ухудшение качества пищевого продукта.

Восприятие вкуса тесно связано с чувством обоняния. То, что мы воспринимаем как запах или аромат, обусловлено наличием сложных летучих соединений, часто называемых «эфирными маслами» или «сенсорно-активными агентами». Будучи летучими, они легко утрачиваются. Необходимо прилагать все усилия, чтобы эфирные масла, характерные для данного продукта, не улетучивались в результате испарения или окисления.

Неприятные запахи могут проникнуть в продукты извне. Некоторые продукты, например, шоколад, сахар, являются настоящими «промокашками» для любых рассеянных летучих частиц в атмосфере. Поглощение нежелательных частиц даже в микроколичествах может вызвать неприятный запах или привкус. Источником нежелательного запаха нередко становятся плохо высушенные или затвердевшие краски и клеи. Летучие газы могут проникнуть в упаковочные материалы и сделать проблему загрязнения еще более серьезной.

Пары влаги, подобно эфирному маслу, легко проникают во многие упаковочные материалы. Недостаток или избыток влаги также может стать ухудшающим фактором. Например, сухие завтраки теряют свои свойства при избытке влаги, а пирожное – при ее потере.

Создание упаковочных систем с высокими барьерными свойствами является частичным ответом на возрастающий спрос на упаковку, которая либо удерживает необходимые газы и летучие вещества, либо препятствует проникновению нежелательных летучих частиц.

Температура может стать источником изменений абсолютно го характера. Чаще всего – необратимых изменений при замораживании некоторых фруктов. Хрупкая оболочка клеток фруктов пробивается при образовании кристаллов льда, и фрукты теряют полезные свойства.

Упаковка заменяет прямое взаимодействие ступенчатым вследствие возникновения системы: внешняя среда – упаковка – упакованный продукт (рис. 1.1) [3].



Рис. 1.1. Схема взаимодействия упакованного продукта с окружающей средой:
1 – взаимодействие между внутренней и внешней средами; 2 – взаимодействие между упакованным продуктом и упаковочным материалом

Упаковка всегда отделяет продукт от окружающей среды, что обеспечивает исключение каких-либо биологических, физических, механических и химических преобразований, обменных или иных возможных взаимодействий, которые могли бы испортить продукт:

- взаимодействия между внутренней средой и внешним окружением;
- взаимодействия между упакованным продуктом и упаковочным материалом.

С окружающей средой напрямую взаимодействует упаковочный материал, а продукт, находящийся в упаковке, – через ее стенки. Правильно подобранный материал упаковки в течение гарантированного срока службы не должен разрушаться и разлагаться под действием влаги, холода, тепла, света и других внешних факторов. Он не должен вступать во взаимодействие с продуктом, изменять его вкусовые качества, запах, цвет, аромат, вызывать миграцию элементов материала в продукт и разрушаться от его воздействия. Основные взаимодействия между упаковкой и внешней средой представлены в табл. 1.1 [3].

Защитная функция упаковки против внешних факторов

| Внешние факторы | Требования, предъявляемые к упаковке |
|--|---|
| Механические удары, вибрации, компрессионные нагрузки | Прочность на разрыв, сопротивление сжатию, изгибу |
| Газы (O ₂ , N ₂ , CO ₂), водяной пар, пахучие вещества | Проницаемость, пористость, плотность |
| Жидкости (вода, масла и т. д.) | Растворимость, поглощение |
| Интенсивность света (УФ, ИК) | Поглощение света, отражение |
| Температура | Теплопроводность |
| Биологические факторы | Сопrotивляемость и чувствительность |

Правильно выбранная упаковка позволяет сохранять высокое качество пищевых продуктов в течение длительного времени, эффективно представлять товар при продаже, максимально облегчает открывание, приготовление и употребление продукта, имеет минимальную массу и стоимость, оказывает наименьшее давление на окружающую среду.

За последние 50 лет мировое производство пищевых продуктов выросло более чем вдвое [2]. Массовое производство расфасованных пищевых продуктов стало возможным вследствие технологических инноваций в пищевой промышленности, переработке и логистике, где упаковка играет одну из главных ролей. Согласно данным ВОЗ огромные потери пищевых продуктов (30-50% всего произведенного продовольствия) наблюдаются в менее развитых странах из-за неудовлетворительных способов их консервирования, защиты, хранения и транспортировки. В развитых странах при использовании современных методов переработки, упаковки и дистрибуции потери пищевых продуктов на пути к потребителю составляют лишь 2-3% [2].

2. ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ ПРИ ХРАНЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Качество пищевых продуктов и их сохранность во многом зависят от тары, в которую они упакованы. Правильный выбор упаковочных материалов способствует не только предохранению продуктов от различных загрязнений, механических повреждений, но способствует длительному сохранению вкусовых и питательных качеств продукта, придает изделиям лучший товарный вид. Большинство пищевых продуктов относится к скоропортящимся, поэтому продукт постепенно

теряет свои вкусовые качества и через некоторое время становится непригодным к употреблению. При определенных условиях в продуктах происходят изменения и связанные с ними следующие процессы [2, 8, 9]:

- микробиологические, вызываемые жизнедеятельностью микроорганизмов;
- биохимические, протекающие под действием ферментов;
- химические, возникающие в результате реакций продуктов с кислородом воздуха и водой;
- физические, обусловленные действием различных физических и механических факторов.

2.1. Микробиологические процессы

В результате жизнедеятельности микроорганизмов в упакованных продуктах могут происходить изменения, вызывающие снижение ценности и даже порчу продуктов [2]. Появление плесени, гниение являются следствием жизнедеятельности микроорганизмов, расщепляющих входящие в состав продуктов углеводы, белки и жиры.

В пищевых продуктах встречаются два вида микроорганизмов: бактерии и грибы (плесневые и дрожжевые).

Бактерии представляют собой одноклеточные микроорганизмы, обычно размножающиеся после некоторого периода роста делением на две клетки. В благоприятных условиях после первого деления следует рост и деление вновь образованных бактерий, и через 11 ч образуется более 10 млн клеток [2]. После достижения такой численности становится заметной органолептическая порча продукта, которая проявляется в образовании привкусов, неприятного запаха, слизи и в продуцировании токсинов. Для роста бактерии нуждаются в воде, белках, углеводах и жирах.

Грибы – это микроорганизмы, которые в природе обнаруживаются на растениях, животных и человеке. Отдельные виды грибов существенно различаются по своему строению и способам размножения. Среди грибов выделяют дрожжевые (дрожжи) и плесневые (плесени) грибы.

Дрожжи – это одноклеточные микроорганизмы сферической, овальной или цилиндрической формы. Обычно дрожжевые клетки размножаются почкованием. Некоторые дрожжи могут образовывать споры. От дрожжевых спор в пищевых продуктах или на поверхностях упаковки легко избавиться с помощью умеренной тепловой обработки или погружением в стерилизующие растворы.

Плесени относятся к категории многоклеточных нитевидных грибов. Они закрепляются на поверхности или внутри питательной среды (субстрата) при помощи длинных нитей – гифов. Плесени образуют споры, которые проявляют большую стойкость к воздействию неблагоприятных условий.

Продукты представляют собой идеальную питательную среду для микроорганизмов из-за высокого содержания воды и питательных веществ. Для роста и размножения микроорганизмов требуется соответствующий питательный субстрат, определенная температура, достаточная влажность и кислотность (рН). В неблагоприятных условиях существования (недостаток питательных веществ, воды или воздуха, неблагоприятные температура, рН среды и др.) некоторые виды микроорганизмов (плесневые грибки) могут образовать споры. При возникновении благоприятных условий споры прорастают.

Факторы, влияющие на жизнедеятельность микроорганизмов:

1. Температура среды.

В зависимости от температурных условий развития микроорганизмы подразделяются на 3 группы (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Температурные условия жизнедеятельности микроорганизмов

| Группа микроорганизмов | Температура, °С | | |
|------------------------|-----------------|-------------|--------------|
| | минимальная | оптимальная | максимальная |
| Криофильные | -7... +5 | +15... +20 | +30 |
| Мезофильные | +10...+15 | +37 | +45 |
| Термофильные | +45 | +50...+60 | +70... +85 |

Оптимальной считается температура, при которой размножение микроорганизмов становится наиболее интенсивным. Минимальная и максимальная температуры — это нижняя и верхняя границы, в которых еще возможно размножение микроорганизмов.

Самую большую группу образуют мезофильные микроорганизмы, к которым принадлежат возбудители разложения и брожения продуктов. Минимальная температура размножения соответствует 10-15°С. Это значит, что охлаждение подавляет жизнедеятельность этих микроорганизмов. Однако, следует иметь в виду, что отдельные представители этой группы могут медленно размножаться и при 4°С. Так при охлаждении плодов и овощей сохраняют жизнедеятельность 5-10% этих микроорганизмов. При

оттаивании восстанавливается их способность к размножению. Поэтому замороженные продукты при оттаивании портятся так же быстро, как и свежие.

Термофилы не оказывают большого воздействия на продукты с большим содержанием воды, но обнаруживаются в продуктах, склонных к самонагреванию — зерно, крупа.

Особый интерес при обработке продуктов холодом представляют криофилы, минимальная температура размножения которых около -7°C . Следовательно, они могут отрицательно действовать и при холодильном хранении.

Плесневые грибы в основном относятся к мезофилам, но среди них имеются способные сохранять жизнедеятельность в охлажденных продуктах (мясо, рыба, жир).

Некоторые микроорганизмы влияют только на продукты питания. Они и их побочные продукты могут изменять характер (природу) пищи в положительную или отрицательную сторону, но не приносят большого вреда при ее потреблении. Вместе с тем существуют патогенные организмы, вызывающие серьезные заболевания. Они делятся на два основных класса:

1) патогены, вырабатывающие вредные токсины в виде побочных продуктов в пище, в которую они попадают;

2) патогены, попадающие в пищу и растущие в организме человека, вызывая заболевания, — сальмонелла (*Salmonella*), дизентерийная палочка (*Shigella dysenteria*), стафилококк (*Staphylococcus aureus*), кишечная палочка (*Escherichia coli*) и др.

2. Влажность среды.

Питательные вещества усваиваются микроорганизмами только в жидкой форме. Для развития большинства бактерий необходима высокая относительная влажность — более 95%. Содержание влаги в клетках бактерий составляет около 85%, а в спорах лишь 10%. Поэтому сушка прекращает или ограничивает развитие бактерий, но споры могут сохраняться при отсутствии воды много лет.

3. Содержание кислорода в среде.

По отношению к содержанию кислорода в среде микроорганизмы разделяются на 3 группы:

1) обязательные аэробы, для жизнедеятельности которых обязательно необходим кислород.

2) факультативные анаэробы, способные развиваться как в присутствии, так и в отсутствии кислорода.

3) обязательные анаэробы, развивающиеся только в отсутствии кислорода.

Плесневые грибы относятся к аэробам. Дрожжи – к факультативным анаэробам. Винные дрожжи – обязательные анаэробы.

4. Концентрация водородных ионов (рН среды).

Бактерии развиваются предпочтительно в нейтральной и слабокислой среде, плесневые грибы в противоположность бактериям развиваются в кислой среде. В табл. 2.2 приведена кислотность некоторых продуктов.

Таблица 2.2

Кислотность продуктов

| Кислотность продуктов | Виды продуктов | рН |
|-----------------------|--|-----------|
| Слабокислые | Мясо и мясопродукты, рыба, овощи | 4,5 |
| Кислые | Томаты, яблоки | 4,0...4,5 |
| Сильнокислые | Кислая капуста, овощи в уксусе, многие фрукты, ягоды | 4,0 |

К мероприятиям по предотвращению развития микроорганизмов и порчи продуктов относятся: стерилизация упаковочных материалов и продуктов при выполнении фасовочно-упаковочных операций, охлаждение упакованных продуктов в процессе хранения и реализации, защита продуктов от проникновения влаги и кислорода.

2.2. Биохимические процессы и изменения в продуктах

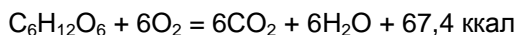
В большинстве пищевых продуктов содержатся ферменты - особые органические вещества, вырабатываемые живыми организмами, регулирующие обмен веществ [2]. В пищевых продуктах изначально присутствуют ферменты природного происхождения, которые потенциально могут служить катализаторами реакций микробиологической порчи. Ферменты являются катализаторами различных биохимических реакций. Жизнедеятельность ферментов, как и развитие микроорганизмов, определяется условиями среды - температура, влажность, наличие кислорода.

Повышение температуры приводит к возрастанию активности ферментов. Наибольшая активность ферментов обычно имеет место при температуре около 45°C. При температуре кипения почти все ферменты необратимо разрушаются. Понижение температуры снижает активность ферментов, однако их действие продолжается и при весьма низких температурах. Большинство ферментов теряет

активность лишь при температуре - 20... - 30°C. Поэтому даже замороженные продукты в упаковке имеют ограниченный срок годности.

Активность ферментов сильно зависит от влажности продуктов. При обезвоживании скорость биохимических реакций замедляется, а при кристаллизации воды в замороженном состоянии прекращается.

Существенные изменения в продуктах могут происходить в результате процессов дыхания, то есть продолжающихся в свежих продуктах процессов обмена веществ, катализируемых ферментами. Дыханию особенно подвержены свежие плоды, овощи, ягоды. Аналогичные процессы характерны для созревания мяса, рыбы, муки, какао и других. При этом происходит преобразование крахмала или сахарозы с образованием углекислого газа, воды и выделением тепла [8]:



При упаковке «дышащих» и «недышащих» продуктов состав газовой среды и условия хранения существенно отличаются. Для свежих мясных продуктов с целью сохранения цвета в смеси газов должно быть повышенное содержание O_2 (80-90%) и CO_2 (10-20%). Для свежих фруктов и овощей уровень O_2 надо снизить до 3-8%, а CO_2 повысить до 15-20%. В такой атмосфере замедляются созревание, размягчение фруктов. Оптимальный состав газовой среды для разных видов «дышащей» продукции индивидуален. Но во всех случаях необходимо, чтобы соотношение $P_{CO_2} : P_{O_2}$ было больше 1,6. Для этого упаковочный материал должен обладать некоторой кислородопроницаемостью для поступления O_2 внутрь упаковки, но задерживать удаление CO_2 [3].

Интенсивность дыхания в значительной степени зависит от температуры: так интенсивность дыхания плодов и овощей при температуре 15°C в несколько раз выше, чем при 0 ... 2°C.

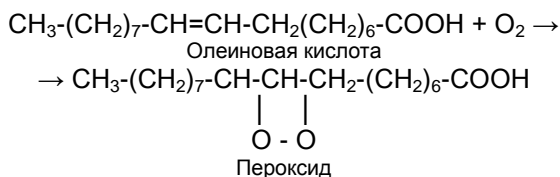
Следует иметь в виду, что при увеличении в окружающей среде углекислого газа и уменьшении кислорода может происходить анаэробное дыхание, сопровождающееся алкогольным брожением и порчей продуктов.

В результате биохимических реакций происходят и другие изменения продуктов, в частности, изменение окраски и вкусовых качеств. Происходит дальнейшее созревание растительных продуктов. После наступления оптимальной потребительской зрелости в этих продуктах преобладают процессы разложения и распа-

да. В клетках протекает процесс автолиза. Консистенция становится мягкой и затем мучнистой с образованием неприятного вкуса и запаха. Такие продукты становятся благоприятной средой для бактерий и плесневых грибов.

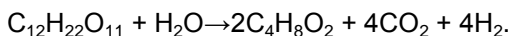
2.3. Химические процессы

Причинами ухудшения качества некоторых продуктов могут быть и чисто химические процессы [8]. Характерным примером этих процессов является окисление жиров, вызывающее их прогорклость. Кислород действует на ненасыщенные кислоты, вызывая образование пероксидов, например:

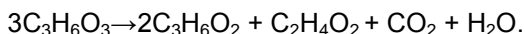


Образование пероксидов характеризует начальный процесс прогоркания жира. Пероксиды являются неустойчивыми соединениями, они распадаются с образованием альдегидов и кетонов, сообщая маслам и жирам характерный вкус и запах. Изменение цвета мяса при хранении также связано с химическими процессами. Ярко-розовый цвет свежего мяса обусловлен содержанием в нем пигментов – миоглобина, гемоглобина и их производных. Оба пигмента содержат двухвалентное железо Fe^{2+} и способны соединяться с кислородом с образованием ярко-красных оксигемоглобина и оксимиоглобина. Дальнейшее обесцвечивание свежего мяса до серо-коричневого цвета связано с переходом двухвалентного железа Fe^{2+} в трехвалентное Fe^{3+} , а оксимиоглобина в метмиоглобин. Это окисление пигмента ускоряется при действии света, повышении температуры и др.

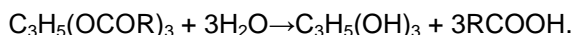
Ряд химических процессов в молочных продуктах вызывает различные микроорганизмами. Так, в молочных продуктах молочный сахар при участии ферментов маслянокислых бактерий претерпевает маслянокислое брожение и дает масляную кислоту, вызывающую резкое ухудшение качества молочных продуктов [8]:



В сырах молочный сахар или молочная кислота при участии пропионовокислых бактерий претерпевает пропионовокислое брожение, при котором получают пропионовую, уксусную и угольную кислоты [8]:



Химическое воздействие воды сводится к гидролитическому расщеплению жиров и белков. Так, при хранении сливочного масла под действием фермента липазы происходит омыление молочного жира, что приводит к порче масла [8]:



При хранении масла в негерметичной таре его кислотность быстро нарастает за счет гидролиза жира. Применение герметичной тары замедляет эти процессы.

2.4. Физические процессы

Физические процессы связаны, в первую очередь, с потерей влаги и в результате усыханием и увяданием продуктов [8]. Низкая относительная влажность окружающей среды тормозит жизнедеятельность микроорганизмов, однако обуславливает потерю массы и усыхание. Из-за потери влаги снижается тургор клеток и растительные продукты вянут. С увяданием связаны потери витаминов. При понижении температуры усыхание и увядание замедляются.

Для некоторых продуктов нежелательными физическими процессами, ухудшающими их качество, являются впитывание продуктом атмосферной влаги, посторонних запахов или улетучивание ароматических веществ. Каждому пищевому продукту соответствует определенное содержание относительной влажности окружающей среды.

Например, сухое молоко обладает гигроскопичностью и при соприкосновении с воздухом быстро увлажняется, что приводит к ухудшению его качества – снижается растворимость молока. Сыры при потере влаги уменьшаются в объеме, становятся более плотными, их качество снижается.

При хранении мясных продуктов происходит испарение влаги с поверхности, что приводит к изменению цвета и ухудшению качества продуктов. При длительном хранении мороженого мяса его поверхность становится белесой вследствие сублимации влаги, что отрицательно сказывается на вкусовых качествах. Сублимация влаги с поверхности приводит к образованию обезвоженно-

го губчатого слоя, который может поглощать из окружающей среды различные газообразные вещества, часто придающие мясу посторонние запахи.

В процессе хранения может также происходить улетучивание ароматических веществ из продуктов, что также приводит к изменению вкуса и запаха пищевого продукта.

К рассматриваемым физическим факторам порчи продуктов относятся механические воздействия — статические и динамические нагрузки, действующие на упакованные продукты в процессе конечной упаковки, транспортировки, хранения и погрузочно-разгрузочных работах.

Определенные изменения в продуктах могут происходить и под воздействием света. Это воздействие зависит от вида света, интенсивности и длительности облучения. Примерами разрушительных реакций под воздействием света являются: разрушение светочувствительных витаминов А; Е; К; В₂; В₆; В₁₂, потеря витамина С в цельном молоке на свету, обесцвечивание пищевых продуктов, например, обесцвечивание жиров в результате окислительного разрушения красящих веществ жира, проявление «светового привкуса» в пиве и вине.

3.ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Основными требованиями, предъявляемыми к упаковке и способу упаковывания различного рода пищевых продуктов, является их защита и сохранение качества в течение определенного времени (до момента потребления). Для этих целей используют различные приемы и способы. К традиционным, наиболее распространенным методам увеличения срока хранения продуктов относятся [2, 8, 10]:

- холод;
- термообработка;
- сушка;
- химические консерванты и антиоксиданты.

3.1. Холод

Снижение температуры замедляет химическую активность и ослабляет или приостанавливает биологическую активность [2, 9]. Глубокое замораживание при температурах -18...-24°С – один из лучших и наиболее перспективных способов сохранения качества продуктов. Бактерии и грибки прекращают рост примерно при –

8°C, а при – 18°C прекращается химическая активность и деятельность микроорганизмов. Снижение температуры замедляет активность микроорганизмов, процесс испарения и химические реакции, связанные с окислением.

Мясо – идеальная для микроорганизмов среда. Поскольку оно содержит все необходимые питательные вещества для их роста. Кроме того, жировая ткань восприимчива к окислению, и вся масса может обезвоживаться. При температуре 0°C и относительной влажности 85% говяжьих туш могут храниться примерно 21 день. Свинина и баранина сохраняются лишь 14 дней. Говядина в виде нарубленных кусков на витрине, имеющей температуру 5°C, хранится 1-2 дня. Правильный выбор упаковки и условий хранения может увеличить срок хранения до 10 дней.

Рыба обычно хранится при более низких температурах (- 30°C), чем другие замороженные продукты, что обусловлено присутствием в рыбе психрофильных бактерий, легкой окисляемостью рыбьего жира.

Качество продукта зависит от скорости замораживания. Быстрое замораживание предотвращает образование крупных кристаллов льда, неблагоприятно влияющих на текстуру продукта, нарушающих целостность клеток овощей и фруктов и разрушающих мышечные белки мяса, рыбы и птицы.

Условия хранения замороженного продукта могут вызвать сублимацию льда и серьезное обезвоживание продукта. Способ замораживания имеет ограничения для жидких продуктов (например, фруктовых соков). Кроме того, после размораживания меняются органолептические свойства продукта.

Охлаждение – это такая технология, в результате которой температура продукта снижается до температуры безопасного хранения (0...+5°C). Выдерживание продуктов в условиях низких температур снижает скорость их микробиологической и химической порчи. Охлаждение до 0...+5°C используется также для увеличения срока годности многих свежих овощей и фруктов. В этом случае низкие температуры не только препятствуют росту микроорганизмов порчи, но и замедляют биохимические реакции, не прекращающиеся в плодах после их сбора. Вместе с тем каждый вид овощей и фруктов характеризуется своей идеальной температурой хранения, и охлаждение для некоторых из них оказывается вредным (например, хранение бананов при температурах ниже 12°C приводит к почернению кожуры).

Упаковка охлажденных продуктов более разнообразна, поскольку срок годности обусловлен не взаимодействием продукта с упаковкой, а скоростью размножения микроорганизмов. Упаковка

здесь должна просуществовать лишь несколько суток до того момента, как ее вскрыет потребитель.

3.2. Термообработка

Термический метод основан на уничтожении большинства микробов под действием высокой температуры и устранении возможного последующего попадания микробов в продукт путем герметизации [2, 9]. Степень термообработки, требуемой для обеспечения стабильности свойств продукта, зависит от следующих факторов:

1) вида и численности микроорганизма, который подлежит уничтожению;

2) активности (рН) продукта питания;

3) физической природы продукта питания;

4) тепловых допусков для данного продукта;

5) типа упаковки и ее размеров.

Пастеризация – это режим тепловой обработки обычно при температурах до 105°C [2]. Технология пастеризации была впервые применена в молочном производстве в 1930-е гг. Современный процесс пастеризации молока длится 15 с при температуре 72°C. Пастеризация используется для уничтожения большинства микроорганизмов и является наиболее щадящим методом, но не дает возможности хранить продукт долгое время без охлаждения. Даже на охлажденных витринах пастеризованное молоко хранится не более 5 суток.

Пастеризация используется в случаях, когда:

1) более сильное нагревание может повредить продукт;

2) опасные организмы имеют не очень высокую термостойкость;

3) оставшиеся в живых организмы могут контролироваться другими средствами;

4) оставшиеся в живых организмы не представляют собой угрозы для здоровья.

Пастеризация широко используется в производстве различных пищевых продуктов, в том числе продуктов на основе фруктов, маринованных овощей, джемов и готовых к употреблению охлажденных продуктов.

Стерилизация протекает при температуре 100°C и более, хотя к продуктам она не очень добра: витамины разрушаются, клетчатка разрыхляется (рис. 3.1) [2, 10].

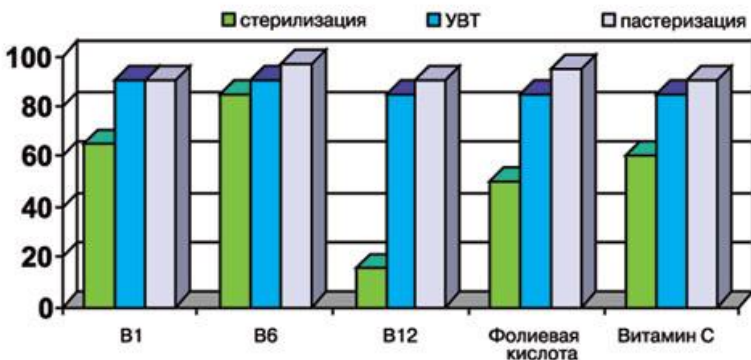


Рис. 3.1. Содержание витаминов в молоке при различных способах обработки продукта [10]

Продукты типа готовых супов или соусов невозможно подвергнуть пастеризации. Они могут быть либо стерилизованы конвекционным методом (уже будучи запечатанными в упаковку - банку или бутылку), либо подвергнуты ультравысокой температурной обработке и асептически упакованы. При нагреве продукта в запечатанной упаковке требуется больше времени для термической обработки (около 40 мин). В результате – продукт теряет питательные вещества, первоначальный цвет и вкусовые качества. В случае асептической обработки суп или соус необходимо нагревать менее 10 мин.

Тепловую обработку проводят в автоклавах периодического действия или в стерилизаторах-охладителях непрерывного действия. Традиционным материалом для упаковки термически обработанных пищевых продуктов является металл (алюминиевые или жестяные консервные банки). Таким же образом можно фасовать и стерилизовать другие емкости, включая стеклянные банки и бутылки, различные контейнеры (банки, стаканчики, лотки) из полимерных материалов, а также гибкие пакеты.

Горячий розлив обычно проводится при температурах, не превышающих 100°C. Он используется для сохранения стерильности варенья, сиропов, соусов и других продуктов.

Ряд продуктов может выдерживать высокие температуры в течение коротких периодов времени. Ультравысокотемпературная обработка молока и фруктовых соков – это нагревание до 135-150°C, но лишь в течение нескольких секунд. Высокая температура

способна убить большую часть патогенов. Ультравысокотемпературная обработка – основной метод обработки большинства асептических упаковок для напитков.

3.3. Сушка

Сушка – старый и испытанный метод сохранения продуктов питания [2]. В процессе сушки происходит уменьшение содержания воды в продукте до уровня ниже необходимого для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов. Вместе с тем обеспечивается уменьшение объема продукта и ослабление химической активности. Имеющаяся влага может быть уменьшена путем простой горячей сушки или, что менее эффективно, путем добавления соли или сахара. Концентрированные растворы соли и сахара связывают воду и делают ее недоступной для микроорганизмов. По этой причине джемы и мармелад, имеющие высокое содержание сахара, не нуждаются в замораживании.

Многие продукты питания являются гигроскопичными и находятся в состоянии равновесия с относительной влажностью в окружающей атмосфере. С повышением относительной влажности увеличивается содержание влаги в пищевом продукте, а с понижением относительной влажности уменьшается и количество влаги.

Если продукт питания находится в герметически закрытом контейнере, то он будет либо получать влагу, либо терять ее до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие с воздушным пространством [3]. Равновесная относительная влажность – это атмосферная влажность, при которой влажность продукта сохраняется неизменной. Это значение часто обозначается как A_w (водная активность). Пищевой продукт с $A_w = 0,5$ имеет равновесную относительную влажность равную 50%. A_w для сахара составляет 0,85, и поэтому мы редко сталкиваемся с проблемой слеживания сахара. Значение A_w для соли несколько ниже (0,75), поэтому в особенно влажные дни соль несколько увлажняется. Для обоих продуктов проблемы возникают при влажности порядка 90%. При выборе упаковки следует знать значения A_w и равновесной относительной влажности продукта. Продукты питания с низкими значениями равновесной относительной влажности являются гигроскопичными и будут поглощать влагу из воздуха. Такие продукты следует затаривать в барьерную упаковку, которая не допустит попадания влаги из атмосферы.

Сухие продукты, например, хрустящий картофель и растворимый кофе, имеют низкое содержание влаги (3% и меньше) и равновесную относительную влажность от 10 до 20%. Поскольку относительная влажность окружающей среды редко бывает низкой, эти продукты имеют тенденцию впитывать в себя воду. Их необходимо упаковывать в материалы, имеющие высокие барьерные свойства. Богатый жирами хрустящий картофель требует к тому же наличия высокого кислородного барьера. Иногда используются осушители и кислородные рафинирующие добавки.

Сухие продукты питания с равновесной относительной влажностью от 20 до 30% предъявляют менее строгие требования к барьеру влажности, и их легче упаковать. Многие виды печенья и сухие каши относятся к этой категории продуктов. Продукты питания с равновесной относительной влажностью от 30 до 60% могут храниться в течение длительного периода времени в упаковке, не имеющей барьерных свойств или имеющей низкие барьерные свойства, поскольку их равновесная относительная влажность соответствует типичным атмосферным условиям. Крупы, орехи и сушеные фрукты относятся к этой группе. Но если пищевой продукт питания имеет высокое содержание растительного масла, может потребоваться кислородный барьер. Бактериологическая активность редко создает проблемы для пищевых продуктов с низким или пониженным содержанием влаги, поскольку устранен один из главных факторов роста бактерий.

Продукты с высокой равновесной относительной влажностью теряют влагу в обычных атмосферных условиях. На первый взгляд может показаться, что эффективная упаковка может прекратить потерю влаги; однако кекс с равновесной относительной влажностью порядка 90% создаст вскоре относительную влажность порядка 90% внутри герметично закрытой упаковки, создавая идеальные условия для роста плесени (грибков). Задача упаковки состоит в том, чтобы контролировать потерю влаги, максимально замедляя ее, но не до такой степени, чтобы внутри упаковки устанавливалась высокая влажность.

В производстве сушеных пищевых продуктов применяют различные способы сушки (табл. 3.1). Выбор способа и разновидности упаковки зависит от типа продукта и способа его потребления. Каждый способ сушки позволяет снизить значение A_w примерно до 0,3.

Таблица 3.1

Промышленные способы сушки отдельных пищевых продуктов

| Способ сушки | Пищевой продукт | Разновидности упаковки |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| Распылительная сушка | Сухое молоко Гранулированный кофе | Пластиковые, стеклянные и жестяные банки, многослойные бумажные пакеты |
| Сублимационная сушка | Гранулированный кофе | Стеклянные банки |
| Перфорированные поддоны | Сушеный виноград (изюм, кишмиш) | Полимерные пленки, ламинированный картон |
| Сушка в псевдооживленном слое | Горох | Картонные коробки |
| В барабанной сушилке | Зерновые завтраки, хлопья | Лиминированный картон |
| На солнце | Томаты, мясо | Стеклянные банки |

Традиционный способ снижения A_w пищевых продуктов заключается в использовании сахара. У некоторых продуктов, в частности у джемов и мармеладов, содержание влаги может быть очень большим, но большая часть воды в них связана сахарами и пектинами, и микроорганизмы эту влагу утилизировать не могут. Поэтому традиционные джемы могут храниться много месяцев без признаков порчи.

3.4. Химические консерванты и антиоксиданты

Основным способом консервирования пищевых продуктов является внесение в продукт особых химических веществ, предотвращающих рост и размножение микроорганизмов, а также химические реакции. Такие вещества называют консервантами [2, 10, 11].

В некоторых странах ЕС разрешены к использованию сравнительно немного консервантов, и во многих случаях существуют ограничения на их дозировки и виды пищевых продуктов, в которые их можно вносить. Применение некоторых консервантов допускается лишь для особых видов пищевых продуктов (например, нитратных и нитритных солей – для мясных и рыбных продуктов, а также для сыров). Химические консерванты действуют по-разному. Одни – молочная, уксусная, пропионовая, сорбиновая и бензойная кислоты – создают кислотную среду. Наиболее широко используе-

мыми являются сорбиновая и бензойная кислоты и их соли (сорбаты и бензоаты). Другие, такие как спирт, являются специфически антисептиками. Углекислый газ, содержащийся в пиве и газированных напитках, создает кислотную среду и одновременно является антисептиком.

Консерванты в отличие от витаминов не слишком полезны. Тем не менее, специалисты считают, что токсины, которые продуцирует микрофлора в пище, несут гораздо большую угрозу здоровью человека, чем консерванты, прошедшие серьезную токсикологическую проверку. Использование консервантов может создать дополнительный защитный барьер благодаря снижению уровня микробов в пище. Эти соединения не изменяют органолептических свойств пищевых продуктов. В настоящее время наблюдается тенденция к сокращению выпуска пищевых продуктов с консервантами и снижению концентрации последних.

Помимо консервантов для предотвращения химической порчи пищевых продуктов используют антиоксиданты. Антиоксиданты так же, как и консервирующие вещества предназначены для prolongации сроков хранения продуктов питания. Они тормозят все окислительные процессы, такие как прогоркание жиров, потемнение фруктов, ферментативное окисление вина, пива и безалкогольных напитков. В результате сроки хранения этих продуктов увеличиваются в несколько раз. Имеются сведения о положительном влиянии антиоксидантов на человеческий организм, в частности, они, особенно токоферолы, блокируют активные перекисные радикалы и таким образом замедляют старение организма.

Консерванты вносят в расфасованный продукт двумя способами: непосредственно в продукт или через упаковку («активная упаковка»).

К традиционным способам консервирования относятся посол, маринование, копчение [2].

Под посолом понимают способ консервирования с использованием поваренной соли (хлористого натрия), нитритов и нитратов, которые обеспечивают консервирование пищевых продуктов (обычно мясных, рыбы и сыра) химическим способом. Посол базируется на связывании воды поваренной солью, и она становится недоступной для микроорганизмов. В соленых мясопродуктах соль играет роль консерванта и вкусовой добавки, а нитрит – консерванта и красителя. Соленые продукты упаковывают в усадочную пленку и хранят обычно при температурах охлаждения. В последнее время получила распространение вакуумная упаковка.

Маринование – способ консервирования пищевых продуктов под действием маринада (на основе кислоты или уксуса). Многие

бактерии порчи прекращают рост при значении pH менее 4,5. Самой распространенной упаковкой для маринованных продуктов являются стеклянные банки и металлические жестяные банки.

Копчение и вяление мяса и рыбы является частично процессом высушивания и частично – химическим консервированием. Алифатические и ароматические продукты перегонки древесины (многие из них относятся к креозотам) являются кислотными и имеют различные антисептические эффекты. Чаще всего копчению предшествует предварительная обработка солью.

В настоящее время активно внедряются такие технологии, которые обеспечивают микробиологическую безопасность продукта, не влияя при этом негативно на текстуру, вкусоароматические свойства, внешний вид, содержание витаминов. К инновационным технологиям относятся: обработка под высоким давлением (500-600 МПа), омический нагрев (приложение электрического тока собственно к продукту), обработка пищевых продуктов излучением, микроволновые технологии.

4. ПРОГРЕССИВНЫЕ СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Упаковка потребительских товаров – это область постоянно изменчивых спроса и предложения из-за развития международного рынка продовольствия и необходимости приспособливаться к потребительским, дистрибьюторским, юридическим и технологическим требованиям. Общемировой тенденцией является дальнейшее развитие розничной торговли (ритейла), производства пищевых продуктов и индустрии упаковки, включая производство упаковочных материалов.

Сохранению мировых запасов продовольствия путем предотвращения порчи и потерь пищевых продуктов способствует упаковка. Основные задачи упаковки заключаются в обеспечении возможности поместить в нее изделие, в защите и сохранении свойств пищевого продукта. Упаковка в сочетании с достижениями пищевой науки, развитием методов переработки и технологий консервирования позволяет самыми разными способами обеспечить безопасность потребителей и сохранение свойств пищевых продуктов.

4.1. Упаковывание в термоусадочные пленки

Термоусадочная пленка – это один из видов упаковочных пленок, основным свойством которой является возможность сокращаться под влиянием температуры и принимать форму и размеры упакованного изделия. После упаковки товара в термоусадочную пленку, изделие на короткое время обрабатывается горячим воздухом, после чего пленка плотно облегает предмет [1, 12-15].

Упакованные согласно этой технологии пищевые продукты не подвержены загрязнению и дольше сохраняют свежесть, благодаря барьерным качествам полимерных материалов. Продукты защищены от повреждений при транспортировке, разгрузке или погрузке. Термоусадочная пленка – это защита от подмены и нелегального вскрытия, удобство при хранении.

В качестве термоусадочных пленок используют одно- и двухосно-ориентированные полимеры, которые могут сокращаться при нагревании и плотно обтягивать изделия. В инженерной практике к усадочным принято относить пленки, способные давать повышенную усадку (до 50% и более) и используемые для упаковывания продуктов питания, банок, бутылок и др. К преимуществам термоусадочных пленок относятся уменьшение объема упаковки за счет плотного обтягивания товара и меньшая масса пленок, что дает определенную экономию для розничной торговли.

Возможные варианты упаковывания в термоусадочную пленку могут быть условно разделены на три основные группы: единичная, групповая и штабельная.

Единичная упаковка (штучная или индивидуальная) предусматривает обертывание пленкой каждого отдельного изделия. После усадки пленка плотно облегает изделие, повторяя его конфигурацию (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Единичная упаковка в термоусадочную пленку

При групповой упаковке предварительно комплектуется набор из нескольких однотипных или разнотипных изделий. Они также обертываются пленкой, и после ее усадки получается плотный пакет. Упаковывание может производиться только в пленку или после предварительной укладки изделий на специальные под-

ложки. Этот вид упаковки пригоден в качестве транспортной тары (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Групповая упаковка в термоусадочную пленку

В случае штабельной упаковки на жесткий поддон изделия укладывают несколькими рядами. Сверху покрывают чехлом из термоусадочной пленки и подают в туннельную печь. После усадки получается компактный штабель, который можно легко перемещать подъемно-транспортными средствами (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Штабельная упаковка в термоусадочную пленку

Термоусадочные пленки можно классифицировать по нескольким признакам:

1. *В зависимости от исходного сырья* выделяют такие виды термоусадочной пленки, как пленки из кристаллизующихся полиолефинов (ПЭВД, ПЭНД, ПП), сополимеров этилена с винилацетатом, ПВХ, ВХВД (сополимер винилхлорида с винилденхлоридом), полистирола, гидроклорида каучука, полиамида.

Полиолефиновая термоусадочная пленка, популярная на европейском рынке, обладает особой, так называемой перекрестно-пересеченной молекулярной структурой, благодаря которой пленка с минимальной толщиной способна выдержать самые высокие нагрузки. Наибольшее распространение получили *термоусадочные пленки*

из полиэтилена низкой плотности, обладающие удовлетворительной механической прочностью в интервале температур от -50°C до +50°C, легко сваривающиеся, эластичные и инертные по отношению к большинству упаковываемых веществ и имеющие невысокую стоимость. Наиболее современными и качественными являются *термоусадочные пленки на основе линейного полиэтилена*. Обладая превосходной прочностью, они, в отличие от полипропиленовых пленок, совершенно не деформируют продукт. В силу многослойности пленки на основе линейного полиэтилена обладают некоторыми барьерными свойствами. Их также отличает широкий диапазон возможной температуры хранения товара: от -80°C до +80°C.

Термоусадочные пленки из полипропилена в сравнении с полиэтиленовыми отличаются повышенной жесткостью и более высокими прочностными показателями. Они менее подвержены растрескиванию под действием остаточных напряжений, прозрачны, обладают пониженной проницаемостью по отношению к водяным парам и различным ароматическим веществам.

По сравнению с термоусадочной ПВХ-пленкой пленка полиолефиновая имеет ряд преимуществ: усадка в 2 раза выше; температура усадки ниже; отсутствие мутности, высокий блеск; шире диапазон температур хранения упакованных в пленку товаров без изменения свойств пленки; наличие запаса по растяжению (выше степень эластичности) предохраняет пленку от лопания; из-за отсутствия молекул хлора не пахнет при усаживании. Кроме того, ПВХ может выделять хлор не только при утилизации, но и при хранении продукта при температуре выше +25°C, придавая специфический запах продукту.

2. *В зависимости от степени усадки* в продольном и поперечном направлениях различают пленки одноосно-ориентированные и двухосно-ориентированные:

– *одноосно-ориентированные пленки* усаживаются преимущественно в одном направлении: например, в продольном на 50-70%, а в поперечном на 10-20%.

– *двухосно-ориентированные пленки* сокращаются в обоих направлениях, с одинаковой или различными степенями усадки: например, в продольном направлении на 50-60%, а в поперечном – на 35-45%.

3. *В зависимости от требований потребителей* термоусадочные пленки выпускаются *толщиной от 20 до 250 мкм* с предельным отклонением по толщине не более +20% от заданной:

- термоусадочные пленки толщиной от 20 до 50 мкм применяются для единичной упаковки;
- термоусадочные пленки толщиной от 50 до 100 мкм применяются для групповой упаковки;
- термоусадочные пленки толщиной от 100 до 250 мкм применяются для штабельной упаковки;

4. В зависимости от метода производства выпускаются:

- *однослойная термоусадочная пленка*, производимая методом экструзии. Данный метод заключается в продавливании материала, обладающего высокой вязкостью в жидком состоянии, через формирующий инструмент (головку), с целью получения изделия с поперечным сечением нужной формы;

- *многослойная термоусадочная пленка*, производимая методом соэкструзии. В процессе соэкструзии используются как минимум два, но чаще большее число экструдеров, снабженных совместной головкой. Струи различных пластмасс соединяются в фильерах, образующих конечную часть головки, реже – непосредственно после выхода из головки. Многослойная термоусадочная пленка включает первый слой сополимера с кислотой, сополимера этилена с α -олефином или их смесь, второй слой, содержащий сополимер этилена с 9-20 масс. % винилацетата. Пленка может иметь третий слой из барьерного полимера, четвертый слой – сополимера этилена с 9-20 масс. % винилацетата и пятый слой. Формирование каждого слоя многослойной термоусадочной пленки происходит отдельно. Поэтому возможные дефекты каждого слоя не совпадают, и пленка оказывается на 15-20% прочнее, чем аналогичная по толщине однослойная. Таким образом, становится реальным уменьшение толщины (а значит и себестоимости) многослойной «термоусадки» без ухудшения ее эксплуатационных характеристик. Кроме того, уменьшение толщины пленки дает возможность снизить температуру в термопечи, что позволяет потребителю пленки экономить электроэнергию.

5. В зависимости от технологии (со-)экструзии термоусадочные пленки имеют вид:

- *рукава*: применяется (со-)экструзия с раздуванием;
- *полотна*: производится методом плоскощелевой (со-)экструзии, либо рукав, произведенный методом (со-)экструзии с раздуванием, разрезается вдоль по длине;
- *полурукава*: представляет собой либо свернутое полотно (произведенное методом плоскощелевой (со-)экструзии), либо разрезанный рукав (произведенный методом (со-)экструзии с раздуванием).

Важными характеристиками термоусадочных пленок являются степень усадки (коэффициент усадки) K_{yc} и напряжение усадки σ_{yc} .

Степень усадки характеризует отношение линейных размеров образца до и после усадки, %:

$$K_{yc} = \frac{L_0 - L}{L_0} 100,$$

где L_0 и L – длина образца до и после усадки.

Напряжение усадки – это напряжение (МПа), возникающее в ориентированном материале при нагревании до определенной температуры:

$$\sigma_{yc} = \frac{P}{S},$$

где P – усилие, возникающее при усадке;

S – площадь поперечного сечения образца после усадки.

Напряжение усадки зависит от температуры и продолжительности нагревания пленки. Чем ниже температура, тем больше времени требуется для усадки пленки. Прочность пленок после усадки несколько уменьшается, но остается достаточной, чтобы обеспечить целостность упаковки. Основные свойства некоторых термоусадочных пленок приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Свойства термоусадочных пленок

| Полимер | Степень усадки, % | Напряжение усадки, МПа | Температура усадки при упаковывании, °С |
|---------|-------------------|------------------------|---|
| ПЭНП | 15-50 | 0,3-3,5 | 120-150 |
| ПП | 70-80 | 2-4 | 150-230 |
| ПВХ | 50-70 | 1-2 | 110-155 |
| ПС | 40-60 | 0,7-4 | 130-160 |

Сферы применения термоусадочной пленки в пищевой отрасли довольно разнообразны, наиболее частые из них следующие:

– упаковка хлебобулочных изделий – применяется для увеличения сроков реализации и, кроме того, в такой упаковке хлебобулочные изделия приобретают эстетичный товарный вид;

– упаковка мяса и птицы – для увеличения сроков хранения, придания эстетичного вида и удобства для розничной продажи;

– упаковка кондитерских изделий или полуфабрикатов с использованием лотков соответствующих размеров. Такая упаковка, благодаря жёсткому лотку, обеспечивает большую сохранность продукта по сравнению с обычной расфасовкой в пакеты и имеет более привлекательный для потребителя объём фасовки;

– групповая упаковка банок, бутылок, пакетов с алкогольными и прохладительными напитками, молочными продуктами и др.

Для упаковывания единичных изделий небольшой массы, например, хлебобулочных изделий, тушек птиц и др. применяются пленки толщиной 20-50 мкм. Для групповой упаковки выбирают пленку толщиной 50-100 мкм. Для пакетирования на поддонах (штабельной упаковки) подходит пленка толщиной 100-250 мкм.

Среди огромного разнообразия современных упаковочных материалов пленка термоусадочная является самым многофункциональным. Благодаря своим отличительным особенностям, она получила широкое распространение во многих областях деятельности человека, где требуется надежная упаковка продукции. К таким особенностям относятся следующие важные характеристики пленки:

- принимает форму товара;
- высокая механическая прочность;
- прозрачность пленки;
- возможность упаковывания группы товаров;
- высокая устойчивость к влаге;
- нетоксичность, поэтому можно применять к продуктам питания;
- экологичность, поэтому может быть легко переработана;
- относительно невысокая цена.

Процесс упаковывания в термоусадочную пленку включает следующие операции: укладку продукта на подложку (лоток, поддон), обертывание пленкой, сварку пакета, усадку (прохождение через усадочную камеру), охлаждение изделий. Примером самых простых термоусадочных машин являются ручные термоусадчики, которые выполняют функции усадки и запайки. Термоусадчики универсальны, просты в эксплуатации, доступны по цене и ориентированы на малый бизнес (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Машина оберточная ручная МО-250, производительностью до 250 упаковок в час

Для отдельных типов продукции разработаны специализированные термоусадочные машины. К их числу относятся термоусадочные машины для групповой упаковки стеклянной, металлической и пластиковой тары под напитки. Подобные термоусадочные модули входят в состав современных автоматизированных линий по производству напитков, включая минеральную воду, соки, лимонад и т.п. (рис. 4.5).

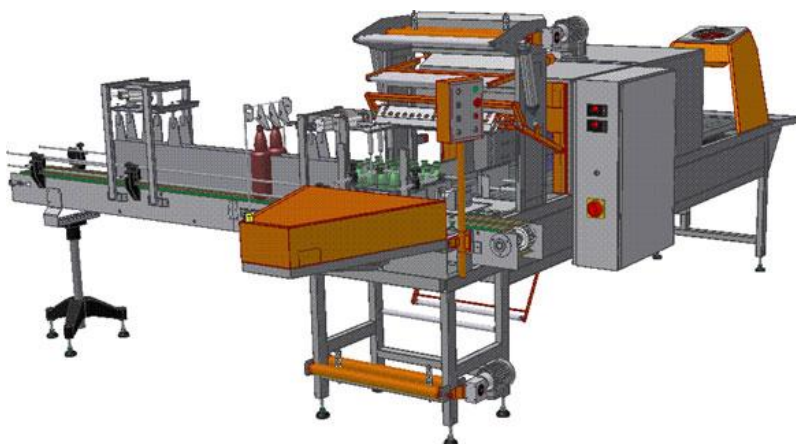


Рис. 4.5. Машина оберточная МО-3, производительность - до 700 единиц в час

Процесс автоматической упаковки изделия в термоусадочную плёнку схематически показан на рис. 4.6.

Упакованные согласно этой технологии пищевые продукты не подвержены загрязнению и дольше сохраняют свежесть, благодаря барьерным качествам полимерных материалов. Продукты защищены от повреждений при транспортировке, разгрузке или погрузке. Термоусадочная пленка – это защита от подмены и нелегального вскрытия, удобство при хранении.

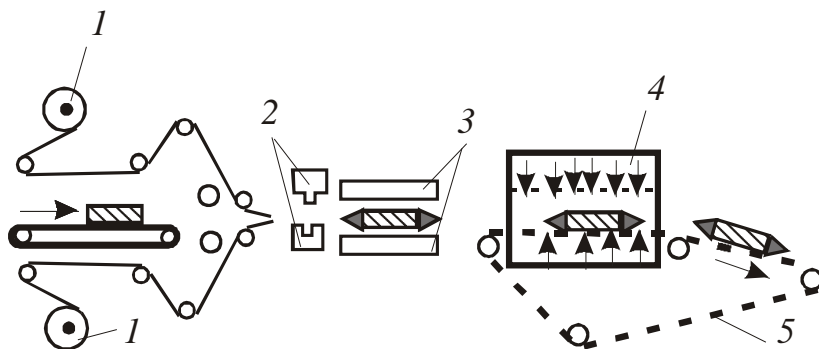


Рис. 4.6. Схема термоусадочной упаковки:

- 1 – усадочная пленка; 2 – устройство для сварки полотен поперечным швом;
- 3 – устройство для продольной сварки пленки с двух сторон изделия; 4 – термоусадочная камера туннельного типа с подачей нагретого воздуха; 5 – транспортёрная лента

4.2. Упаковывание в растягивающиеся пленки

В последнее время большое значение приобретает упаковывание в растягивающиеся стретч (stretch) пленки [16, 17]. Этот материал способен обратимо растягиваться с удлинением 200-300% и по сравнению с обычными полиэтиленовыми пленками обладает повышенной стойкостью к проколу и раздиру, а также способностью разных слоев пленки прилипать друг к другу. Пленки имеют высокую степень прозрачности, они эластичны и легко свариваемы. Их использование расширяет возможности применения полимерных материалов.

Различают два основных вида стретч-пленки: пищевую (для упаковки продуктов питания) и палетную (для групповой и транспортной упаковки).

Пищевая стретч-пленка предназначена для первичной (непосредственной) упаковки продуктов в пищевом производстве, розничной торговле и сетях «фаст фуд». Используется для упаковки

кускового мяса, птицы, кулинарных изделий, рыбы, овощей, фруктов, грибов, кондитерских и хлебобулочных изделий и т.д. Существует два вида пищевых стретч-пленок: поливинилхлоридные (ПВХ) и полиэтиленовые (ПЭ). В функциональном использовании материалов этих двух видов нет четкого разграничения, но есть области, где применение того или иного вида предпочтительно. ПВХ-пленки наиболее широко используются для оборачивания поддончиков из пластика или вспененных полимеров с пищевой продукцией. ПВХ пленка дороже ПЭ, но обладает рядом преимуществ по сравнению с ней:

- высокая прозрачность и блеск;
- высокая прочность и оптимальная растяжимость;
- избирательная проницаемость и сопротивляемость запотеванию в сочетании с высоким уровнем санитарно-гигиенических свойств;
- возможность разогрева упакованных продуктов в СВЧ-печах.

ПВХ пленка называется также «дышащей», поскольку обладает уникальным свойством избирательно пропускать через свою поверхность составляющие воздуха: водяной пар и CO_2 наружу, а кислород – внутрь. Пленка не дает возможности бактериям развиваться в упакованном продукте, кроме того, продукты в такой упаковке не заветриваются, сохраняют свой первоначальный вид и вкусовые качества значительно дольше, чем при упаковке в ПЭ или ПП пленку. Так, например, хлебобулочные изделия не черствеют и не плесневеют в такой пленке в течение 4-6 дней. Пленка ПВХ идеальна также для упаковки сырого мяса и мясных продуктов.

ПЭ пленки чаще используются в качестве оберточного материала как более дешевая и удобная альтернатива оберточной бумаге.

Палетные стретч-пленки используют в качестве транспортной упаковки, например, для закрепления готовой продукции на поддонах-палетах путем ротационного обматывания. Благодаря предварительному растяжению пленки перед обмоткой палеты, за счет ее стремления вернуться в исходное состояние возникает «удерживающая» сила, которая обеспечивает устойчивое скрепление груза в процессе транспортировки и погрузочно-разгрузочных работ. Особенно удобен этот способ при перемещении с помощью автопогрузчика.

Стретч-пленка для упаковки паллет изготавливается из линейного ПЭ низкой плотности для ручной и машинной упаковки.

Процесс упаковки в стретч-пленку может осуществляться как вручную, так и с помощью автоматических и полуавтоматических стретч-машин.

Преимущества стретч-упаковки по сравнению с упаковкой в термоусаживающуюся пленку:

- меньшие энергозатраты за счет отсутствия операции усадки;
- меньший расход материала (пленки более тонкие);
- экономия производственной площади;
- стандартная ширина;
- использование двойной пленки (заворачивание поддонов с грузом, предварительно упакованных в термоусадочную пленку, избегая при этом возможного сваривания или ламинирования пленок отдельных упаковок).

На практике эти два способа не только конкурируют, но и дополняют друг друга. В том случае, когда поддоны с примерно одинаковыми грузами поступают с достаточно большими интервалами, более предпочтительна стретч-пленка. Когда важна скорость операции, а грузы по размерам очень различаются, то лучше использовать термоусадочную пленку.

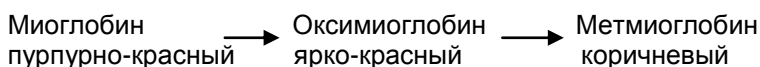
4.3. Упаковывание под вакуумом

Вакуумированная упаковка (vacuum packaging – VP) является наиболее простым и самым распространенным вариантом упаковки с измененной внутренней газообразной атмосферой [1, 2, 9, 18]. Продукт помещают в упаковку, изготовленную из пленки с низким уровнем проницаемости кислорода и других газов, и удаляют воздух. Давление внутри вакуумированной упаковки становится ниже атмосферного. Пленка сжимается и обтягивает продукт, после чего упаковка заваривается. При благоприятных условиях вакуумирования уровень кислорода внутри упаковки уменьшается до менее 1%. Проникновению кислорода в VP-упаковку препятствуют барьерные свойства пленки. Однако перепад давления по обе стороны пленки ускоряет процесс натекания воздуха через дефекты сварных швов и пленки, зачастую независимо от проницаемости пленочного материала.

Вакуумное упаковывание было самой первой формой модифицированной газовой атмосферы, использованной в пищевой промышленности. Но этот способ и сейчас широко применяется для таких товаров как нарезанные вяленые мясные продукты, твердый сыр и молотый кофе. Такой метод не подходит для многих кондитерских или хлебопекарных изделий, так как процесс вакуумирования ведет к необратимым повреждениям легко деформируемых продуктов.

Биохимические процессы, происходящие в упакованном пищевом продукте, могут приводить к существенному изменению га-

зовой среды внутри VP-упаковки. Так, свежее мясо в вакуумной упаковке быстро поглощает оставшийся кислород, заменяя его углекислым газом, содержание которого в упаковке увеличивается до 10–20%. К сожалению, мясо в вакуумной упаковке непригодно для розничной торговли, т.к. снижение содержания кислорода и низкий уровень проницаемости кислорода через упаковочные пленки изменяет цвет мяса, который является своеобразным индикатором его свежести. При окислении содержащегося в мясе миоглобина образуется оксимиоглобин, придающий созревшему мясу ярко-красный цвет. Затем оксимиоглобин переходит в метмиоглобин, и красный цвет свежего мяса меняется на темный, грязно-коричневый. Указанные процессы протекают согласно механизму:



Обычно считают, что переход свыше 50% оксимиоглобина в метмиоглобин делает мясо непригодным к употреблению. Процесс окисления интенсифицируется под действием света, повышенной температуры, ферментных добавок, pH-среды и т.п. В обычных условиях (20°C, влажность 50%, отсутствие прямых солнечных лучей) процесс длится 2–4 суток. Еще одним недостатком является конденсация паров влаги в вакуумной упаковке при длительном хранении в ней мяса.

Схема вакуумной упаковки представлена на рис. 4.7.

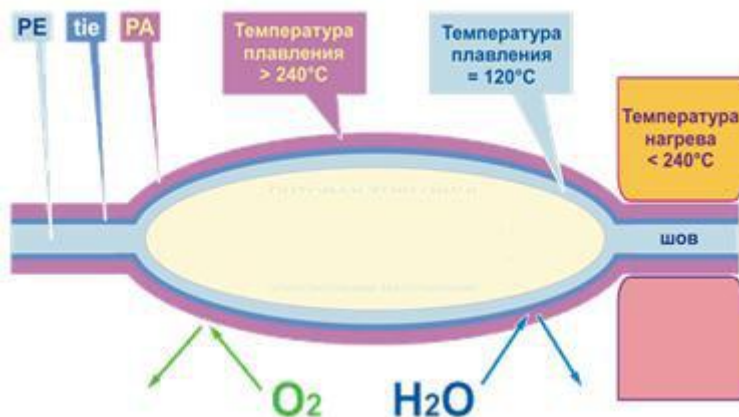


Рис. 4.7. Схема вакуумной упаковки

Процесс вакуумированного упаковывания состоит из следующих операций: продукт помещают в полимерный пакет, горловину которого вводят в зазор между зажимами сварочного аппарата. Вакуумным насосом из упаковки откачивается воздух и горловину упаковки термосваривают или сжимают при помощи металлического зажима.

Для упаковывания под вакуумом чаще выбирают термоусадочные пленки (ПВХ, ПП, ПЭ, ПА и др.), а также комбинированные материалы с высокими барьерными свойствами. Распространены также термоформованные упаковки в виде лотка из термопласта (ПВХ, ПС) или вспененного материала. На лотке размещают продукт, а сверху приваривается пленка, из-под которой предварительно выкачивается воздух и создается разрежение.

Для вакуумной упаковки скоропортящихся продуктов целесообразно применять технологические линии (рис. 4.8).

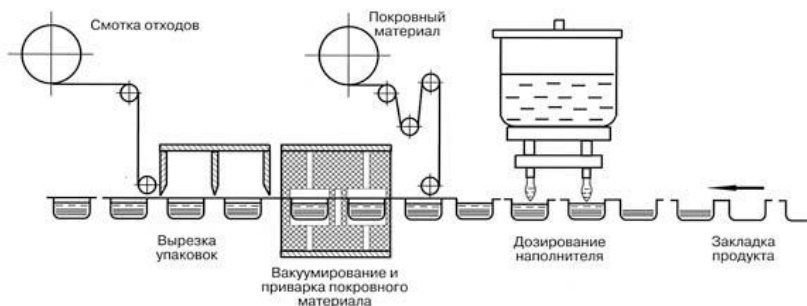


Рис. 4.8. Линия для упаковывания контейнеров под вакуумом

Последовательность операций при работе технологической линии:

- 1) наполнить пакет и поместить его в вакуумную камеру;
- 2) опустить крышку камеры;
- 3) удалить воздух из камеры и загерметизировать пакет;
- 4) заполнить камеру воздухом, поднять крышку и извлечь пакет.

Для вакуумной упаковки применяют вакуумупаковочные аппараты различной конструкции (рис. 4.9).

Вакуумная упаковка не смогла решить ряд проблем, связанных с хранением скоропортящихся продуктов:

– механическая деформация продукта приводит к нарушению текстуры продукта и выделению влаги и соков;

- в безвоздушном пространстве начинают интенсивно размножаться анаэробы – микроорганизмы, способные жить и развиваться при отсутствии свободного кислорода и получающие энергию для жизнедеятельности расщеплением органических веществ;
- изменение органолептических свойств в результате обезживания продукта.



Рис. 4.9. Вакуумпаковочный аппарат

4.4. Асептическое упаковывание

Асептическая упаковка – это распространенная в настоящее время технология упаковки, при которой продукт и упаковка стерилизуются отдельно различными способами, а затем упаковка наполняется продуктом и закупоривается в стерильных условиях. Это предотвращает быструю порчу продукта и обеспечивает долгий срок хранения без использования консервантов [1, 2, 10]. Упаковка состоит из полиэтилена, картона и алюминия, которые защищают продукт в упаковке от порчи, что обеспечивается высокими барьерными свойствами данного сочетания материалов. Ежегодно производится более 170 миллионов различных видов асептических упаковок. Упаковке могут подвергаться:

- молочные продукты: молоко, сливки, жидкий йогурт;
- соя и товары-заменители молочных продуктов: соевые напитки, напитки из зерен риса и семян;

- безалкогольные напитки: соки, нектары и негазированные напитки, газированные безалкогольные напитки, вода;
- вина и спиртные напитки;
- пищевые: супы и соусы;
- оливковое масло и иные жидкие продукты.

Эта технология широко используется для жидких продуктов (молоко и молочные продукты – более 65%, различные соки – более 25%, пасты, супы и др. – 10%). Компания Тетра-Пак (Tetra-Pak) занимает 80% рынка асептических упаковок в мире, компания SIG владеет около 15% рынка, и компания ELOPAK занимает примерно 5% (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Асептическая упаковка

Асептическая упаковка может осуществляться в металлические банки, пластиковые стаканчики и бутылки, в гибкие пакеты и фольгированные картонные коробки.

По сути, асептическая технология представляет собой целый комплекс мер, результатом которых является продление срока годности продуктов питания без применения последующего охлаждения. Эти меры охватывают сам продукт, упаковочный материал, процесс

упаковки и непосредственно условия, в которых происходит производственный процесс.

Наиболее распространенная схема асептического упаковывания пищевых продуктов включает три стадии:

- стерилизация упаковочного материала;
- термическая обработка пищевого продукта;
- расфасовка и запечатывание упаковки.

При асептическом упаковывании продукт и упаковка стерилизуются отдельно, затем упаковка заполняется и укупоривается в стерильных условиях (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Схема асептической упаковки

Различают следующие способы стерилизации (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Способы стерилизации

| Метод | Описание | Преимущества | Недостатки | Применение |
|---|--|---|---|---|
| Термическая стерилизация | Нагревание насыщенным паром, горячим воздухом, смесью пара и горячего воздуха, экструзивным теплом | На упаковочном материале не остается следов химикалий, абсолютно безвреден для обслуживающего персонала | Не может применяться для пластмасс, менее стойких к термической формовке | Пар/воздух: стаканчики из РР; питательные клапаны для двойной тары, бутылки |
| Химическая стерилизация (перекись водорода) | Обработка перекисью водорода путем погружения в ванну, ополаскивания, распыления | Могут быть стерилизованы пластмассы, менее стойкие к термической формовке | Могут оставаться следы (осадок) на упаковочном материале | Бутылки; стаканчики, (фольга), РЕ/РР, пакетная фольга; картонная тара |
| Механическая стерилизация | Продувание стерильным воздухом; очистка (щеткой); ультразвуковая ванна, промывание сильными струями жидкости | Низкие затраты на оборудование | Может применяться лишь как вспомогательное средство при химической или термической стерилизации | Бутылки; крупные банки; фольга для стаканчиков; фольга для пакетов |
| Облучение | Облучение: ИК; УФ-лучи; ионизирующие и у-лучи | Экономическая целесообразность при реализации | Эффективны лишь в сочетании с химической стерилизацией. Много негативных параметров | у-облучение: двойная тара, упаковочный материал для медицинских целей. УФ-облучение: стаканчики, картонная тара |
| Комбинированная стерилизация | Ультразвуковая ванна + УФ-лучи; перекись водорода + УФ-лучи | Особенно надежная стерилизация | | Фольга для стаканчиков, картонная тара |

Наиболее широкое распространение получил химический метод стерилизации растворами пероксида водорода, а также SO_2 , озоном, смесью H_2O_2 и уксусной кислоты, используют и физические методы: термический, УФ- или ИК-облучение. Стерилизация проводится в специальной камере обработкой H_2O_2 упаковки в течение определенного времени. После сушки упаковка поступает в зону заполнения стерилизованным продуктом. Заливка продукта происходит со дна упаковки, что позволяет избежать вспенивания. После заполнения верх упаковки промывается струей инертного газа, производится тепловая сварка низа (донной части). Упаковка переворачивается и направляется на окончательное упаковывание в пленку или в транспортную коробочную тару.

Обработка продукта. Процесс кратковременной высокотемпературной обработки продукта – HTST (High Temperature/Short Time process) оказывает щадящее воздействие на продукты питания. Преимущество этого метода в том, что продукт и упаковка проходят процесс стерилизации отдельно друг от друга. Перед розливом продукт на короткое время нагревается до ультравысокой температуры, после чего немедленно охлаждается. Температура, до которой необходимо нагреть тот или иной продукт, определяется, исходя из свойств самого продукта (уровня кислотности и вида микроорганизмов и степени зараженности продукта). Продукт фасуется в предварительно подготовленную тару, а низкая температура продукта позволяет произвести гарантированную запайку шва упаковки. Например, молоко после гомогенизации быстро нагревается при повышенном давлении в трубчатых теплообменниках до температуры 140°C , при которой содержащиеся в продукте бактерии уничтожаются за считанные секунды. Установлено, что скорость разрушения витаминов и белков при этом значительно ниже скорости уничтожения микробов. После нагрева продукт мгновенно охлаждается до температуры примерно 25°C .

Спрос на молоко, подверженное ультравысокотемпературной обработке, ежегодно возрастает. Так, если в 1974 г. на долю асептически упакованного молока приходилось 10% европейского рынка, то на сегодняшний день – уже более 50%.

Обработка упаковки. Параллельно с обработкой продукта, происходит стерилизация картонной упаковки. Перед розливом продукта она подвергается обработке парами перекиси водорода, которая в дальнейшем распадается на воду и кислород. Полное уничтожение находящихся в упаковке микроорганизмов гарантируется действием атомарного кислорода. Удаление остатков переки-

си водорода обеспечивается продувкой горячим стерильным воздухом, подаваемым под давлением в течение короткого времени в упаковку. В стерильной зоне разливочной машины продукт разливается в картонную упаковку.

Упаковочный материал. Наиболее широкое применение асептическая технология нашла в сочетании с картонной упаковкой. Этот материал обладает рядом преимуществ перед другими как с точки зрения покупателя, так и производителя. Она экологически безопасна и составляет всего 3% от общей массы продукта. Напитки в картонной упаковке удобны как дистрибьютору при транспортировке, так и пользователю при хранении, поскольку от любого занимаемого ими объема 95% приходится на продукт и 5% – на упаковку.

Для асептического розлива необходим пятислойный картон (рис. 4.12).

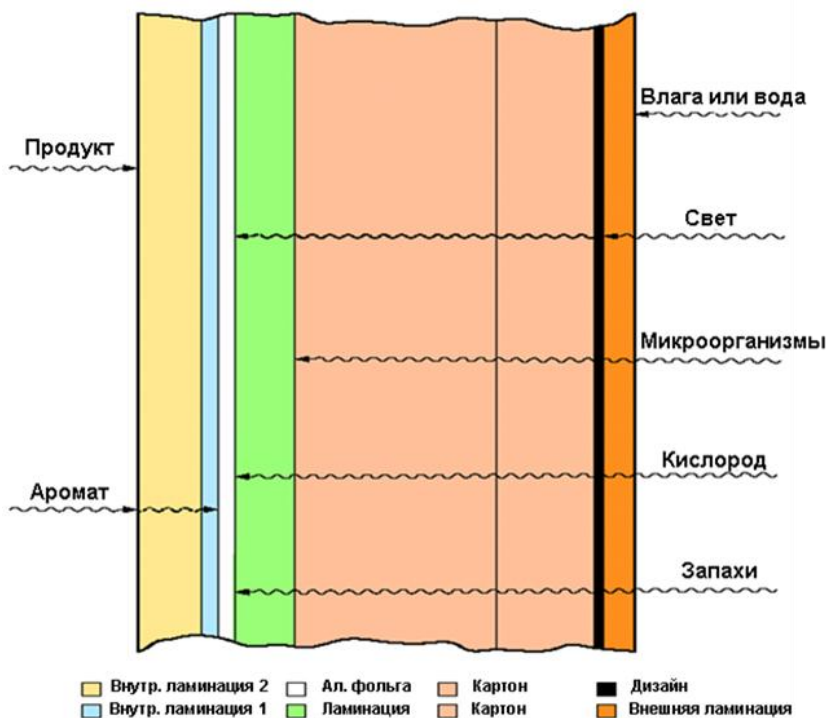


Рис. 4.12. Слои асептической упаковки

С внешней и внутренней стороны материала – слои полиэтилена, предохраняющие картон от проникновения влаги, внутри – слой алюминиевой фольги (0,0065 мм). Слой алюминия предохраняет содержащиеся в соке витамины от их разрушения светом. При этом функциональная нагрузка у этого слоя практически самая сильная – именно фольга «останавливает» свет, кислород и запахи, не дает им разрушительно влиять на продукт. Благодаря ей, упаковка работает как «холодильник» и не дает продукту внутри нагреваться даже в сорокаградусную жару. С целью исключения контакта продукта с картоном, слой которого остается нестерилизованным, по шву упаковки прокладывается лента полиэтилена.

В целом же, в состав упаковки входят три основных элемента – картон, фольга и полиэтилен. Картон занимает около 75% от всего состава упаковки. Его основная функция – придание упаковке прочности. Слои полиэтилена в упаковке защищают картон извне и продукт внутри от взаимодействия с фольгой. Полиэтилен, используемый в производстве, естественно, пищевой. Более того, он разный для разных продуктов и тщательно подбирается в зависимости от характеристик продукта (кислотность, «агрессивность» среды).

Технология. Рассмотрим процесс асептической упаковки на примере оборудования «СИГ Комбиблок» (рис. 4.13).

Оборудование состоит из следующих секций: формирования нижней части пакета из высечки; собственно зоны асептики, где происходит обеззараживание пакета и розлив продукта; станции сваривания верхнего шва упаковки ультразвуком и формирования верхней части пакета. Машины «СИГ Комбиблок» предусматривают розлив продуктов в упаковку до 5 различных форматов на одной машине из более 40 предлагаемых – от 150 мл до 2 л, причем розлив и упаковка производятся на двух (или четырех) параллельных линиях. Создание стерильных условий в машине осуществляется автоматически в течение 30-40 мин работы. В полный комплект оборудования для производства молока длительного хранения входит помимо упаковочной машины оборудование для подготовки продукта перед розливом. Асептическая технология упаковывания в условиях рыночной экономики представляется прогрессивной и подходящей для многих продуктов (главным образом жидких), так как позволяет решать комплексно логистическую задачу производства, хранения, транспортировки и реализации молочной продукции, безалкогольных напитков, легких вин и других жидких продуктов.

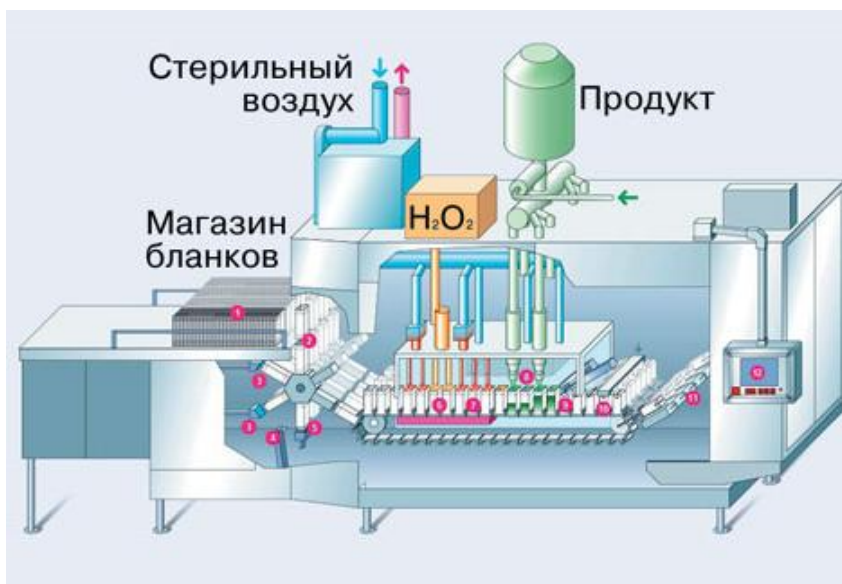


Рис. 4.13. Схема работы автомата асептической упаковки

Асептическая линия розлива Tetra Pak TBA/8 представлена на рис. 4.14.

TBA/8 является наполнительной машиной для асептической фасовки жидких пищевых продуктов – молока и молочных продуктов, вина, соков, холодного чая и т.п. Наполнительная установка TBA/8 производит наполнение в стерильной внешней среде в стерильные упаковки. Асептические пакеты формируются, запечатываются и обрезаются автоматически внутри машины. Установка рассчитана на наполнение одного размера упаковок. В данном случае – это размер 1 л.

В настоящее время имеется большой выбор материалов и разнообразной формы упаковок для асептической расфасовки, отвечающих высокому уровню барьерных свойств. Используют банки из белой жести и алюминия, стеклянные и пластмассовые бутылки, различные пакеты, упаковки из комбинированных материалов «Bag-in-Box» (пакет в коробке).



Рис. 4.14. Асептическая линия розлива Tetra Pak TBA/8 производительностью 6 000 упак/час

Данным способом обычно упаковываются молочные продукты. Для этих целей служат прямоугольные пакеты типа «Тетра-Пак», «Брик-Пак», «Ультра-Пак» (с «золотым сечением») из комбинированных материалов, самым распространенным из которых является картон-алюминиевая фольга-ПЭВД.

В зависимости от типа материала (стекло, бумага, картон, пластмасса, комбинированные многослойные материалы), а также формы (стаканчик, бутылка, коробка и т.д.) используют различные методы асептической упаковки (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Методы асептической упаковки

| Упаковочное средство | Метод стерилизации | Разливаемые продукты |
|---------------------------|---|--|
| FFS* | Ультразвуковая ванна + УФ-лучи | Молоко, молочные напитки и смеси, сливки к кофе |
| Стаканчики | Погружение в ванну с H_2O_2 Стерилизация паром | Йогурт, пудинг, десерты |
| FS** | | Супы, готовые блюда |
| Пакеты | Погружение в ванну с H_2O_2 | Порционная тара, фармацевтическая, косметическая продукция. Крупная тара, пульпы, сырье для молока и мармелада |
| Двойная тара «Bag-in-Box» | у-облучение, пар, распыление H_2O_2 | Молоко, молочные напитки и смеси, фруктовые пульпы, сырье для мармелада, соки |
| FFS | Экструзивное тепло, распыление H_2O_2 . | |
| Бутылки | Стерилизация паром, распыление H_2O_2 . | Кетчупы, соусы, соки, молоко, молочные смеси |
| FS | | Йогурты |
| Ведро, большие банки | Распыление H_2O_2 . Промывание в H_2O_2 . Погружение в ванну с H_2O_2 | Фруктовые пульпы. Сырье для мармелада. Молоко и молочные напитки и смеси, соки |
| Ламинированный картон | Распыление H_2O_2 . Распыление H_2O_2 + УФ-облучение | Соусы. Супы, овощные пюре |

Примечания: FFS* (formation filling system) – система упаковывания, предусматривающая стадии формования, наполнения и запечатывания упаковки.

FS** (filling system) – система упаковывания, предусматривающая наполнение и запечатывание упаковки.

Асептическая технология упаковывания в условиях рыночной экономики представляется прогрессивной и подходящей для многих продуктов (главным образом жидких), так как позволяет решать комплексно логистическую задачу производства, хранения, транспортировки и реализации молочной продукции, безалкогольных напитков,

легких вин и других жидких продуктов. Асептическое упаковывание позволяет сохранить органолептические и вкусовые характеристики пищевого продукта значительно дольше, чем при упаковывании в обычных условиях. Проводимая перед расфасовкой продукта его термическая обработка помогает избавиться от вредных микроорганизмов, влияющих на сохранность содержимого упаковки.

4.5. Упаковывание в газовой атмосфере

Одна из основных функций современной упаковки – сейчас уже не просто защита продукта от внешних воздействий, а изменение характера взаимодействия продукта с окружающей средой через опосредование упаковки. В практике упаковывания все чаще используется интерактивная упаковка, которая способна менять свои свойства при внешнем воздействии и управлять средой внутри упаковки, оказывая целенаправленное физическое, химическое или биологическое действие на упакованный продукт [1, 19-22].

На биохимические процессы, происходящие внутри пищевого продукта, и его сохранность, несомненно, влияет состав газовой среды внутри упаковки, определяющий взаимодействия между средой (газовой фазой) внутри упаковки, упакованным продуктом и внешней средой через стенки упаковки. В состав газовой атмосферы обычной упаковки входят: кислород (21%), азот (78%), диоксид углерода (около 0,03%), инертные газы и водяные пары, количество которых зависит от влажности и температуры в данный момент времени. Наличие в составе газовой фазы внутри упаковки иного количества водяных паров, кислорода, углекислого газа, азота, других инертных газов предотвращает, замедляет или ускоряет те или иные процессы, происходящие в пищевом продукте. Динамика изменений газовой среды в упаковке определяется первичным составом атмосферы, проницаемостью упаковки, выделением и поглощением газообразных продуктов внутри упаковки.

4.5.1. Модифицированная газовая среда

Многие процессы разрушения пищевых продуктов связаны с эффектами окружающей среды. Если продукт, склонный к окислению, упаковывается в среде, свободной от кислорода, то устраняется хотя бы одна причина порчи. Упаковка в измененной атмосфере (Modified Atmosphere Packaging, MAP) предполагает введение в упаковку газовой смеси, заменяющей воздух, которая должна поддерживать равновесие или производить изменения – в зависимости от природы продукта (МГС-упаковка). МГС-упаковка определяется как «упаковка скоропортящихся продуктов в газовой среде, измененной таким образом, что ее состав отличается от состава окружающего воздуха».

Для упаковки в модифицированной газовой среде применяют три основных газа – кислород (O_2), диоксид углерода (CO_2) и азот (N_2). Выбор того или иного газа зависит от фасуемого пищевого продукта.

Кислород (O_2) – биологически активный газ для большинства продуктов. Кислород поддерживает несколько реакций порчи пищевых продуктов – это окисление липидов, красящих веществ и реакций неферментативного потемнения. Кислород необходим для роста и размножения многих типичных бактерий и грибов, вызывающих порчу пищевых продуктов, в связи с чем для увеличения срока годности в газовой среде должно быть как можно меньше кислорода. Обычно содержание кислорода снижают в целях замедления скорости «дыхания» овощей и фруктов и ослабления окислительной деятельности. Единственным исключением является красное мясо, при упаковке которого используются высокие уровни содержания кислорода (до 80%) для сохранения яркого красного цвета, ассоциирующегося со свежестью. При упаковке других видов мяса, хлебобулочных изделий, макарон и молочных продуктов, содержание кислорода сводится к абсолютному минимуму, т.е. создается среда, исключаящая окисление и рост анаэробных бактерий. Овощи и фрукты нуждаются в небольшом количестве кислорода для поддержания естественного «дыхания».

Диоксид углерода (CO_2) в высоких концентрациях является натуральным антисептиком. Уровни содержания порядка 20% и выше используются для создания условий, неблагоприятных для большинства микроорганизмов. Углекислый газ хорошо растворяется в воде, образуя слабую угольную кислоту, и влажные продукты могут настолько раствориться в этой среде, что образуется частичный вакуум. В некоторых случаях нежелательным эффектом становится внешнее давление. При больших концентрациях CO_2 , а также большом содержании воды в продукте, возможна угроза появления кислого привкуса в поверхностном слое продукта.

Азот (N_2), в отличие от двух предыдущих газов, является биологически инертным. Он ничтожно мало растворяется в воде и не имеет вкуса. Азот не поддерживает рост аэробных микроорганизмов и не ингибирует рост анаэробных бактерий. Азот используется в качестве газа-наполнителя или заменителя кислорода.

MAP – это самый современный способ сохранения качества и свежести продуктов питания, он позволяет в несколько раз увеличить срок хранения без замораживания, а также исключить применение химических добавок и консервантов. Преимущества использования технологии MAP:

- сохранение свежести продукта в течение длительного срока;
- увеличение срока хранения в 2-7 раз по сравнению с упаковкой в воздухе (табл. 4.4);

- увеличение срока хранения продуктов дает возможность вводить экономичные схемы организации производства, упрощает транспортное и складское управление, помогает в продвижении на удаленные рынки сбыта, увеличивает доходы и сокращает потери;
- натуральный внешний вид продукта в сочетании с презентабельной формой упаковки;
- натуральный и свежий вкус продукта, достигаемый за счет применения комбинаций натуральных составляющих атмосферного воздуха;
- максимально ограниченное использование консервантов;
- сохранение органолептических свойств и внешнего вида продуктов.

В основе данной технологии упаковки лежат основные взаимосвязанные элементы:

- газовая смесь;
- плёнка с барьерным слоем;
- контейнер с барьерным слоем;
- термо-запаечное оборудование.

Таблица 4.4

Изменение сроков хранения продуктов в МГС-упаковке

| Продукт | Срок хранения в воздухе | Срок хранения в МГС |
|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Свежее мясо | 2-4 дня | 5-8 дней |
| Свежее мясо птицы | 3-7 дней | 7-21 день |
| Сосиски | 2-4 дня | 4-5 недель |
| Обработанное мясо, нарезки | 2-4 дня | 4-5 недель |
| Свежая рыба | 2-3 дня | 5-9 дней |
| Обработанная рыба | 2-4 дня | 3-4 недели |

Соотношение газов в смеси выбирается с учетом многих факторов, таких как тип и количество микроорганизмов, активность воды, кислотность, дыхание клеток, состав продукта, температура и особенности технологического процесса изготовления. Оптимальная газовая смесь зависит от продукта и подбирается в зависимости от конкретного продукта (табл. 4.5). Например, чистый азот значительно увеличивает срок хранения бифштексов по сравнению с упаковкой в обычной среде. С другой стороны, лучший срок хранения и качество мясных продуктов можно получить при упаковке в смесь $20\text{ CO}_2 + 80\% \text{ N}_2$. В этом случае нельзя увеличивать концентрацию CO_2 , так как из продукта будет выделяться жидкость. Для того чтобы достичь желаемой сохранности продукта при газовой упаковке, он должен быть изначально свежим и с низкой начальной концентрацией микроорганизмов. Сохранность продукта тем выше, чем меньше начальная концентрация бактерий.

В противном случае влияние газа минимально и сохранность продукта не гарантирована. Кроме того, на срок годности продукта влияют общие гигиенические условия участка упаковки.

Правильный подбор упаковочных материалов является залогом качества и безопасности пищевых продуктов в MAP-упаковке. Большинство упаковочных материалов, используемых при затаривании в MAP любых продуктов, кроме фруктов и овощей, должны иметь хорошие барьерные свойства по отношению ко всем трем газам. Это относится даже к случаям, когда упаковка не содержит газа. Если упаковка содержит только углекислый газ и азот, атмосферный кислород стремится проникнуть внутрь и установить равновесное частичное давление. Особое значение приобретает полная герметичность швов.

Таблица 4.5

Газовые смеси, рекомендуемые к использованию в МГС

| | Концентрация газов в смеси, масс. % | | | Срок хранения, сут | Температура хранения, °С |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------------|
| | O ₂ | CO ₂ | N ₂ | | |
| Мясо и мясные продукты | | | | | |
| Свежее красное мясо | 60-85 | 15-40 | - | 10-15 | 0-2 |
| | 60-70 | 20-25 | 5-10 | 12-15 | |
| Свежий мясной фарш | 30-40 | 30-40 | 30-40 | 8-12 | 0-2 |
| Вареное/вяленое мясо, нарезка | - | 20-35 | 65-80 | 30-60 | 2-5 |
| Вареная колбаса/ветчина | - | 30-40 | 60-70 | 30-50 | 2-5 |
| Копченая колбаса/ветчина | - | 20-30 | 70-80 | 40-60 | 2-5 |
| Колбасы/салями | - | 10-20 | 80-90 | 60-80 | 2-5 |
| Жареная колбаса | - | 20-30 | 70-80 | 30-40 | 2-5 |
| Птица | - | 25 | 75 | 15-20 | 0-2 |
| | 20-30 | 20-30 | 40-60 | 15-20 | |
| | 40-50 | 20-30 | 20-30 | 15-20 | |
| Рыба, морепродукты | | | | | |
| Различные виды рыб | 10-30 | 40-60 | 10-30 | 10-20 | 0-2 |
| | - | 40-50 | 50-60 | 10-20 | |
| Селедка, жирная рыба | - | 60 | 40 | 20-30 | 0-2 |
| Лосось, камбала, карп | 20 | 60 | 20 | 10-20 | 0-2 |
| Форель | 15-30 | 15-20 | 50-65 | 10-20 | 0-2 |
| Копченая рыба | - | 10-20 | 80-90 | 20-40 | 2-5 |
| Креветки, ракообразные | 5-10 | 50-70 | 20-45 | 10-20 | 0-2 |
| Сыры, масло | | | | | |
| Мягкий сыр | - | 20-30 | 70-80 | 20-30 | 2-6 |
| Твердый сыр | - | 70-100 | 0-30 | 25-40 | 2-5 |
| Твердый сыр (нарезка) | -20-30 | 70-80 | 20-30 | 2-5 | |
| Сливочное масло | - | 70-100 | 0-30 | 20-30 | 2-6 |

Окончание табл. 4.5.

| Упаковываемый продукт | Концентрация газов в смеси, масс. % | | | Срок хранения, сут | Температура хранения, °С |
|---|-------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------------|
| | O ₂ | CO ₂ | N ₂ | | |
| Кулинарные изделия | | | | | |
| Пельмени, лазанья, изделия из теста | - | 70-100 | 0-30 | 30-40 | 2-5 |
| Пицца | - | 70-80 | 20-30 | 30-40 | 2-5 |
| | - | 40-50 | 50-60 | 30-40 | 2-5 |
| Пирожки с мясом, квашеной капустой, грибами и др. | - | 20-50 | 50-80 | 30-40 | 2-6 |
| Немолочные пирожные | - | 60 | 40 | 40-60 | |
| Молочные пирожные | - | 100 | - | 30-60 | |
| Вареники с творогом | - | 70-80 | 20-30 | 30-40 | 2-5 |
| Кондитерские изделия | | | | | |
| Бисквиты | - | - | 100 | 4-6 мес | |
| Песочное печенье | - | - | 100 | 30-60 | |
| Хлебобулочные изделия, изделия из теста | | | | | |
| Хлеб | - | 70-80 | 20-30 | 60-90 | |
| Хлеб для тостов | - | 80-100 | 0-20 | 60-100 | |
| Макаронные изделия (свежеприготовленные) | - | - | 100 | 40-50 | |
| Изделия из свежего теста | 50 | 50 | - | 40-50 | |
| Овощи, фрукты | | | | | |
| Клубника | 0-10 | 15-30 | 60-85 | неск. недель | 0-5 |
| Яблоки | 2-3 | 1-2 | 95-98 | неск. мес | 0-5 |
| Томаты | - | 80 | 20 | неск. мес | 8-12 |
| Свежий салат, зеленый лук | 2-5 | 2-5 | 90-96 | 1-2 недели | 0-5 |
| Грибы | 0 | 10-15 | 85-90 | 2-3 недели | 0-5 |
| Другие продукты | | | | | |
| Обезвоженные/жареные продукты питания | - | - | 100 | 6-12 мес | |
| Кофе молотый | - | - | 100 | 6-12 мес | |
| Сухое молоко | - | - | 100 | 12 мес | |
| Фруктовые соки | - | - | 100 | 6-12 мес | |
| Чипсы, снеки | - | - | 100 | 6-9 мес | |
| Орехи, фисташки, семечки | - | - | 100 | 6-12 мес | |

Взятые по отдельности полимерные плёнки не обладают универсальными свойствами, способными обеспечить всю палитру потребительских свойств. Некоторые из них имеют неплохие барьерные свойства по отношению к кислороду, азоту, углекислому газу, но хорошо проницаемы для водяного пара. К тому же далеко

не все из них хорошо привариваются к материалу упаковочной подложки. Поэтому используются многослойные плёнки. Именно они в состоянии обеспечить максимум потребительских свойств упаковки, позволяющих длительно сохранять продукт без потери качества. Примеры использования полимерных материалов в МГС-упаковке приведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Применение полимерных материалов в МГС-упаковке

| Материал | Применение |
|------------------------------|-----------------------------------|
| ПВХ / ПЭ | Термоформованные лотки |
| ПЭТ / ПЭ | Термоформованные лотки |
| ПП / EVOH / ПЭ | Термоформованные лотки |
| ПС / EVOH / ПЭ | Термоформованные лотки |
| ПЭТ / EVOH / ПЭ | Термоформованные лотки |
| ПП / ПЭ с покрытием из ПВдХ | Верхняя покровная пленка |
| ПЭТ / ПЭ с покрытием из ПВдХ | Верхняя покровная пленка |
| ПА / ПЭ | Верхняя покровная пленка |
| ПА / ПЭ | Стретч-пленка для завертывания |
| ППА/ EVOH / ПЭ | Стретч-пленка для завертывания |
| ПЭТ | Предварительно сформованные лотки |
| ПП | Предварительно сформованные лотки |
| ПВХ / ПЭ | Предварительно сформованные лотки |

При подборе упаковочных материалов для МГС-упаковки пищевых продуктов следует учитывать несколько факторов:

- наличие разрешения для использования в контакте с пищевыми продуктами;
- барьерные свойства по отношению к газам и водяному пару;
- оптические свойства (прозрачность);
- стойкость к запотеванию;
- механические свойства;
- способность к термосвариванию.

Многослойные плёнки состоят из 3-7 слоев. Наружные слои изготовлены из полипропилена или полиэтилена – материалов с высокой влагопроницаемостью. Главным средним слоем является сополимер этилена и винилового спирта (EVOH) – материал с низкой газопроницаемостью, значительно ограничивающий доступ кислорода к продукту и испарение из продукта ароматических составляющих. Он хорошо поддается формованию, а во время совместного литья и последующего выдувания, основные и связывающие слои создают совершенную структуру, которая обеспечивает упаковкам соответствующую жесткость и прочность.

Пленка может быть прозрачной или любых цветов; наиболее используемые параметры: толщина от 0,2 до 2 мм, ширина от 200 до 1000 мм, газопроницаемость 2-20 см³.

Контейнеры предназначены для упаковки мяса и мясных полуфабрикатов, готовых блюд, салатов и деликатесов, продаваемых в супермаркетах, торговых точках, кулинариях, кафе и т.д. Идеально подходят для торговли готовыми блюдами и продуктами быстрого приготовления «через прилавок», в системе самообслуживания (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Контейнеры под запайку

Контейнеры под запайку применяются для упаковки так называемых «дышащих» продуктов в МГС, а также для фасовки замороженной продукции: мяса, птицы, полуфабрикатов. В случае упаковки «дышащих продуктов» (при условии изготовления контейнера и верхней плёнки из специальных барьерных материалов) на первое место выходит способность контейнера под запайку совместно с верхней покрывной плёнкой обеспечивать стабильный состав газовой смеси внутри контейнера. При фасовке замороженных продуктов основными являются такие свойства, как морозостойкость, возможность заданной выкладки продукта внутри контейнера, технологичность и новизна данной упаковки.

Контейнеры обладают рядом преимуществ:

- легко открываются и закрываются;
- устойчивы к воздействию масел и жиров;
- выдерживают низкие температуры при шоковой заморозке;

- пригодны для приготовления пищи в СВЧ;
- безопасны в использовании и легко утилизируются;
- транспортбельны.

Основной функциональной особенностью контейнера под запайку является наличие конструктивных элементов, позволяющих контейнеру герметично спаиваться с верхней покрывной плёнкой посредством термосклеивания на специализированном запаечном оборудовании.

При применении технологии упаковки продукта в контейнер под запайку плёнкой используют оборудование, получившее название трейсиллер (от *trey* – контейнер, *seal* – запаивать). Основные принципы работы запайщика контейнеров – трейсиллера – заключаются в следующем:

- контейнер или несколько контейнеров с продуктом помещаются в специально разработанное под них посадочное место в блоке запайки;

- перемещаясь в рабочую зону, контейнер закрывается верхним блоком сварного узла, оказываясь в металлической герметичной камере;

- контейнер в камере по команде компьютера вакуумируется (из него откачивается атмосферный воздух), затем в него нагнетается смесь инертных газов согласно заданной рецептуре. Некоторые машины не имеют функции вакуумирования перед подачей газа. В таком случае газовая смесь подается сразу, частично выдувая атмосферный воздух изнутри контейнера;

- после завершения цикла газирования контейнер запаивается барьерной пленкой, которая натянута над ним, машина автоматически приваривает ее и вырубает по контуру контейнера.

В зависимости от целей применения и необходимых функций оборудование можно разделить на следующие классы:

- ручные запайщики контейнеров;
- полуавтоматические запайщики контейнеров;
- автоматические запайщики контейнеров.

Ручные запайщики контейнеров, как правило, настольные, и применяются в торговых сетях, супермаркетах, обычных магазинах, на небольших производствах полуфабрикатов, горячих обедов, работая при этом от стандартной розетки. Комплектация ручного запайщика состоит из стального/нержавеющего корпуса, устройства крепления рулона с пленкой, матрицы для контейнеров, крышки с тефлоновым покрытием и устройства регулировки температуры сварки (рис. 4.16).



Рис. 4.16. Ручной запайщик контейнеров

Контейнер с продуктом помещается в матрицу, пленка протягивается вручную на длину контейнера, закрывается крышка, происходит процесс сварки верхней пленки с контейнером, после чего запаянный контейнер с продуктом извлекается из матрицы.

Смена формата контейнера обеспечивается путем смены матрицы.

Производительность такого оборудования зависит от навыков оператора и составляет, в среднем, 3-6 упаковок в минуту. Достоинствами ручных запайщиков контейнеров являются низкая энергоемкость, малые габариты, быстрая смена матрицы (формата контейнера), оперативная смена верхней пленки, экономичность.

Полуавтоматические запайщики контейнеров более технологичны и универсальны (рис. 4.17). Оборудование может комплектоваться специальным модулем для создания в упаковке модифицированной газовой среды. Стандартная комплектация полуавтомата состоит из стального корпуса, включающего выдвижную матрицу на один или несколько контейнеров, автоматической сварки и обрезки пленки по контуру контейнера, цифрового блока управления для регулировки температуры сварки, продолжительности времени теплового контакта при запайке, подсчета производительности и регулирования цикла вакуумирования

или режима подачи инертного газа, а также автоматического устройства перемотки пленки. Средняя производительность полуавтомата составляет 6-8 циклов в минуту, с функцией упаковки в МГС – до 4 циклов в минуту.



Рис. 4.17. Полуавтоматические запайщики контейнеров

Существуют различные варианты автоматического оборудования:

- запайка с ручной укладкой контейнеров с предварительно уложенным в него продуктом;
- автоматическая подача контейнеров с ручной укладкой продуктов в контейнер;
- автоматы и комплектные линии с автоматической подачей контейнеров и полным или частичным дозированием и укладкой продукта в контейнер.

Производительность увеличена по сравнению с полуавтоматами до 20 циклов в минуту, используется конвейерный тип подачи продукта, возможно использование пленок со сложной многоцветной печатью (опция фотометки), могут присутствовать опции ультрафиолетовой обработки продукции и автоматической подачи

контейнеров на конвейер, непосредственная встраиваемость в замкнутый технологический цикл, и многое другое.

Автоматизированные системы запайки контейнеров уже нашли свое эффективное применение на многих крупных и средних российских мясных комбинатах, птицефабриках, кондитерских фабриках, предприятиях системы быстрого и бортового питания и в торговых сетях (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Автоматизированные системы запайки

4.5.2. Регулируемая газовая среда

Регулируемая Газовая Среда (РГС) – это искусственно созданная атмосфера, где концентрация газов отличается от природной. Вид технологии и состав регулируемой атмосферы (газовой среды) выбирается в зависимости от вида продукта, от поставленных задач хранения, температурного режима, относительной влажности и других факторов. Различают несколько разновидностей упаковки с регулируемой газовой атмосферой:

- упаковка с контролируемой газовой атмосферой (controlled atmosphere packaging – CAP). Появилось новое поколение пленочной упаковки, внутри которой формируется и поддерживается пассивным либо активным способами 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 соотносится с проницаемостью упаковочной пленки, то можно пассивным способом создать благоприятную модифицированную атмосферу внутри упаковки, уравнивая концентрацию кислорода и углекислого газа. Формирование атмосферы в упаковке активным способом осуществляется 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, цветов, овощей и фруктов. Внутри упаковки устанавливается определенный баланс $O_2/CO_2/H_2O$, который зависит от селективных характеристик пленки, количества поглощаемых и выделяемых продуктом газов и паров. Определяющим для SGAP-упаковки является выбор пленки, индивидуальной для каждого продукта. При хранении плодоовощной продукции используют упаковку из одно- и многослойных пленок на основе гидрохлорированного каучука, стирольных пластиков, эластомеров, ацетилцеллюлозы, целлофана, сополимеров этилена и др. Эти материалы хорошо пропускают CO_2 , O_2 и H_2O . Для продуктов с большой физиологической активностью, высоким уровнем поглощения и выделения (спаржа, шпинат, сельдерей, стручковая фасоль и горох, шпинат, грибы и ягоды) применяют пленку с микроперфорациями;

■ упаковка с активно регулируемой газовой атмосферой (actively-control gas atmosphere packaging – AGAP) способна регулировать состав газовой среды 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 хранения и сводит к минимуму миграцию добавок в пищевой продукт. К активным добавкам, создающим защитную среду внутри упаковки, относятся поглотители влаги (осушители), поглотители кислорода и других газов (этилена, двуокиси углерода и др.), выделители углекислого газа, этанола, pH-контроллеры, поглотители и контроллеры запахов, абсорбенты-очистители, антимикробные добавки, поглотители активной части солнечного спектра и др.

Технология Регулируемой Атмосферы – это одна из наиболее прогрессивных, современных технологий хранения овощей и фруктов. После сбора урожая фрукты и овощи продолжают жить. Они «дышат» поглощая кислород и выделяя углекислый газ. Уменьшение кислорода в камере хранения приводит к уменьшению интенсивности дыхания плодов, в результате они «засыпают» и старение их замедляется. Но для того, чтобы старение замедлить максимально – уровни углекислого газа и кислорода должны строго контролироваться.

Благодаря использованию РГС удаётся увеличить срок хранения многих «нежных» фруктов, ягод, овощей с нескольких дней до нескольких недель (табл. 4.7).

Таблица 4.7
Сроки хранения ягод и фруктов

| Плод | Холодильная камера | Холодильная камера +РГС |
|-----------|--------------------|-------------------------|
| Яблоко | 5 месяцев | 8 месяцев |
| Груша | 2 месяца | 5 месяцев |
| Виноград | 3 месяца | 6 месяцев |
| Персик | 5 недель | 10 недель |
| Вишня | 10 дней | 32 дня |
| Смородина | 32 дня | 42 дня |
| Земляника | 42 дня | 30 дней |

Для оптимального хранения плодов необходимо:

- поддерживать оптимальный температурный режим;
- контролировать содержание влаги в камере;
- поддерживать оптимальную концентрацию кислорода;
- поддерживать оптимальную концентрацию углекислого газа;
- следить за концентрацией этилена в камере.

Большая продолжительность хранения – это не единственное преимущество технологии РГС. По сравнению с хранением в обычной воздушной среде, плоды сохраняются более качественно, они не гниют (менее подвержены поражению грибком), дольше сохраняют зеленую окраску (медленней дозревают), дольше остаются твердыми. Фрукты и овощи являются очень ценными продуктами питания, поскольку содержат ничем не заменимый комплекс витаминов, энзимов и других биологически активных веществ, необходимых для поддержания здоровья человека.

В стране ежегодно производится около 4 млн т фруктов и овощей. Однако потери при хранении этой продукции составляют

более 30%. В результате в зимне-весенний период более 50% фруктов и овощей поставляется из-за рубежа. Таким образом, по этим ценным продуктам питания, необходимым для сохранения здоровья человека, страна испытывает высокую зависимость от импорта.

Наилучшее сохранение качества плодов с минимальными потерями может обеспечить только технология хранения в регулируемой газовой атмосфере (РГА). Понижение в холодильной камере концентрации O_2 и повышение CO_2 приводит к значительному замедлению всех метаболических процессов, протекающих в плодах. В результате на 2–3 месяца продлеваются сроки их хранения, в 2–3 раза снижаются потери и максимально сохраняются их вкусовые и пищевые свойства. Яблоки и груши можно хранить до следующего урожая. В странах с развитым садоводством (Италия, Голландия, Бельгия, Германия, Англия, США и др.) практически весь коммерческий урожай яблок и груш, предназначенных для потребления в свежем виде, хранится в РГА. Для реализации этой технологии необходимо иметь холодильные герметичные камеры и соответствующее технологическое оборудование. Оно включает в себя генератор азота, адсорбер CO_2 и систему автоматического оборудования для измерения концентрации CO_2 , O_2 , температуры (рис. 4.19).

Таким образом, развивающаяся в настоящее время интерактивная упаковка способна оказывать целенаправленное физическое, химическое или биологическое действие на упакованный продукт, а также менять свойства при внешнем воздействии.

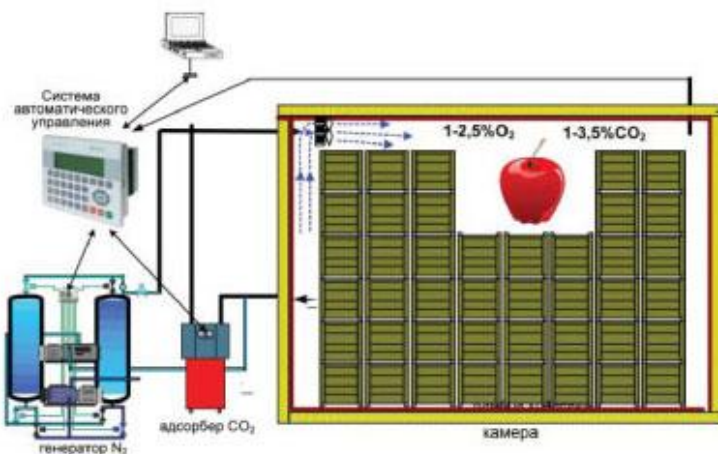


Рис. 4.19. Схема реализации технологии хранения в атмосфере РГА

4.6. Разогреваемые и стерилизуемые упаковки

Новым направлением разработок в упаковочной отрасли являются полимерные и комбинированные материалы, пригодные для разогревания в микроволновых печах или стерилизации вместе с упакованным содержимым [1, 23-25]. Значительное распространение во всем мире и за рубежом приобрели упаковки для разогрева в микроволновых (СВЧ) печах [24, 25]. По популярности они значительно превосходят упаковки, предназначенные для разогрева в обычных стационарных плитах и духовках с конвекционным воздушным нагревом. Среди продуктов для разогрева в СВЧ: пиццы, гамбургеры, куриные, мясные, молочные и овощные блюда, супы, пироги, продукты долгосрочного хранения, низкокалорийные и овощные блюда, замороженные и другие пищевые продукты, готовые к употреблению. СВЧ используют не только для разогрева приготовленных блюд, но и для дожаривания или доваривания полуфабрикатов и полного приготовления свежих продуктов.

Материалы, используемые для изготовления упаковки, способной обеспечить требуемый режим приготовления продукта, должны обладать определенными свойствами, главные из которых:

- высокая проницаемость для микроволн без снижения барьерных характеристик материала;
- обеспечение равномерного распределения тепла при разогреве продукта;
- достаточная термостойкость, так как температура в СВЧ может превышать 200°С;
- способность регенерировать микроволновую энергию и превращать ее в тепло (вплоть до образования поджаристой корочки на поверхности блюда);
- физиологическая безвредность для организма человека;
- экономичность и доступность (возможность заказать искомый материал в любой стране мира, не тратя много времени на его поиски);
- экологическая безопасность для окружающей среды и способность к вторичной переработке (или другому способу утилизации).

Материалы для микроволновой упаковки (лотки, тарелки, мешочки и др.) должны обладать морозо- и теплостойкостью и отвечать санитарно-гигиеническим требованиям при повышенных значениях температуры (200°С). Для этих целей пригодны теплоустойкие полимеры, такие как полисульфон, полиакрилаты, полиамиды и полиимиды, поликарбонаты, реактопласты, металлизированные термопласты (ПП, саран) и т.д. Микроволновая упаковка выпускается главным образом из картона с покрытием из ПС или ПЭТ.

Выполнение указанных требований исключает применение алюминиевой фольги, так как она, являясь непроницаемой для микроволн, препятствует разогреву продукта. Теоретически изготовление упаковки для СВЧ из фольги возможно, но потребуются специальные окна-волноводы для проникновения микроволн в продукт. Выгода от применения фольги в этом случае окажется несоизмерима с техническими сложностями. Регулирование температуры нагрева при микроволновой обработке проводят различными способами (газовым, инфракрасным или комбинированным).

Самой распространенной является конструкция разогреваемой упаковки, в которой используется чувствительный элемент. Он представляет собой тонкий (всего несколько мкм) слой металлизированной пленки, концентрирующей микроволновую энергию. Затем излучение трансформируется в тепло для разогрева продукта. В некоторых случаях используется алюминиевая стружка, равномерно вкрапленная в ПП-лотки. Частицы алюминия концентрируют тепло аналогично пленочному датчику. Применяются также активные элементы, способные увеличивать интенсивность нагрева в одних зонах продукта и экранировать от излучения другие. Это позволяет добиться эффекта обработки паром при полностью закрытой упаковке с последующим вентиляционным охлаждением до нужной температуры.

В качестве примера можно привести упаковку из полиэфирного материала ПК (Melinex). Она представляет собой неглубокий лоток, в дне которого имеется отверстие, закрытое слоем пленки. Материал не препятствует заморозке и разогреву продукта.

Известная фирма «Дюпон» (США) разработала специальный пленочный материал, представляющий собой СЭВОН (сополимер этиленвинилового спирта) с содержанием высокодисперсной слюды, который обладает отличной газонепроницаемостью, особенно по отношению к CO_2 и O_2 . Введение слюды в 3-5 раз снижает газопроницаемость СЭВОН.

Другим способом повышения барьерных свойств упаковочного материала для СВЧ является нанесение на его поверхность слоя оксида кремния (SiO_2). Такое покрытие, в отличие от СЭВОН, не меняет свойств при изменении влажности. К перспективным можно отнести и композиционный материал Selar, состоящий из двух типов ПО, модифицированных ПА «найлон».

Последнее достижение в области разогреваемых упаковок - жаростойкая «банка FK», которую можно подвергать тепловой обработке и разогревать в СВЧ-печах. Банки FK изготавливают из комбинированных полимерных материалов вместо традиционных металлических, которые не предназначены для СВЧ-разогрева.

Новый перспективный материал для разогреваемых в СВЧ упаковок – термостойкий сополимер Noril EFC, состоящий из ПФО (полифениленоксид) и ПС (полистирол) (рис. 4.20). Можно прогнозировать, что новые упаковки скоро заменят лотки из ПЭТ и ПП. Изделия из Noril EFC характеризуются высокой жесткостью и механической прочностью при температурах вплоть до 120°C. Форма и размер лотков могут быть довольно разнообразными, их можно закрывать прозрачной крышкой или обертывать герметично пленкой с последующей тепловой сваркой. Noril EFC относительно дешев, а его частичное вспенивание в процессе переработки позволяет еще более снизить стоимость получаемых из него изделий. По сравнению с лотками из вспененного ПП упаковка из сополимера весит на 70% меньше и значительно лучше сохраняет тепло блюда, подаваемого на стол. При этом обратная сторона лотка остается холодной, что позволяет доставать его из печи руками. При совместной экструзии сополимера Noril EFC с другими полимерами можно получать упаковки для разогрева в горячей воде, а также для использования в РГС и МГС.



Рис. 4.20. Упаковка для СВЧ. Верхняя пленка снимается перед разогревом

При разогревании многих видов пищи требуется, чтобы образовалась хрустящая корочка на верхней и нижней поверхности (пицца, кондитерские изделия, мясные блюда, птица, рыба, обваленная в панировочных сухарях, чипсы и др.). Для этих целей используют СВЧ-печи, а также комбинированные с грилем. Активным элементом упаковки для таких печей служит датчик (чувствительный элемент), представляющий собой тонкий слой металлизированной пленки, концентрирующий СВЧ-энергию, которая преобразовывается в тепловую. Применяют и другие активные элементы, которые увеличивают интенсивность нагревания в определенных

зонах продукта, а также экранируют отдельные участки, вызывая эффект обработки паром при полностью герметичной упаковке, с последующей вентиляцией по достижении заданной температуры. При декоративном оформлении таких упаковок можно использовать термочувствительные краски, изменяющие свой цвет при достижении заданной температуры. В термоформованных лотках из ПЭТ металлизация не применяется.

При разогревании в СВЧ-поле (свыше 200°C) существует реальная угроза миграции низкомолекулярных соединений из полимера в сам продукт. Установлено, что при такой температуре из ПЭТ с металлизированным слоем низкомолекулярных веществ выделяется в 10 раз больше, чем из термостойких полимеров, например полисульфона, полиэфиримида и др. Кроме того, при деструкции ПЭТ металлизированный слой пленки перестает выполнять защитные функции, и компоненты адгезива могут проникнуть в пищу. Для устранения этого недостатка предусмотрена новая технология изготовления лотков с термочувствительным слоем, исключающая использование адгезива. Но, несмотря на эти недостатки, которые могут быть устранены, разогреваемые упаковки удобны в быту и их применение постоянно возрастает.

Другим направлением широкого внедрения полимерных и комбинированных материалов является изготовление стерилизуемых пакетов. Это гибкие упаковки, заполняемые продуктом и подвергающиеся полному технологическому процессу тепловой обработки. Такие продукты можно хранить до 2 лет и более в обычных температурных условиях.

Стерилизуемые пакеты делают из ламинатов — трехслойных (включая слой алюминия) или двухслойных без фольги. К типичным трехслойным ламинатам относится полиэтилентерефталат (12 мкм) — алюминиевая фольга (9 мкм) — модифицированный ПЭНП (70 мкм) или этиленпропиленовый сополимер. Клеи для соединения слоев должны обеспечивать высокую адгезионную прочность во избежание расслоения при хранении и перевозках. Трехслойные ламинаты обеспечивают самый большой срок хранения, за счет алюминиевой фольги достигаются барьерные свойства к кислороду, влаге и свету. Целостность упаковки зависит от материалов, используемых для внутреннего слоя. Внешний слой должен быть прочным, износостойким и обеспечивать необходимое качество продукта.

Применение стерилизуемых пакетов обуславливается двумя показателями: высоким качеством упаковываемого продукта и удобством использования. Высокое качество продукта достигается тем, что необходимая для стерилизации тепловая обработка отно-

нительно непродолжительна и обеспечивает равномерность прогрева продукта по всей массе. Удобство использования стерилизуемой упаковки объясняется меньшими массой (по сравнению с металлической и стеклянной) и объемом при хранении и реализации в торговых залах. Такие упаковки удобно вскрывать, а также в них обеспечивается биологическая стабильность содержимого при комнатной температуре. Продукт непосредственно в упаковке можно кипятить («кипяти-в-упаковке»), за 10 мин он нагревается до нужной температуры. Таким способом можно разогревать готовые мясные, рыбные, крупяные продукты и т.д. Стерилизуемые упаковки очень удобны для организации питания в школах, больницах, столовых и т.д. Для изготовления стерилизуемых пакетов используют ПЭНД, ПП, ПК, ПА и ПЭТ.

4.7. Защитные полимерные покрытия на продуктах питания

Значительный вклад в решение проблемы сохранения пищевой продукции наряду с известными и широко используемыми приемами вносит такой нетрадиционный способ упаковки, как создание защитных покрытий [1, 26, 27]. Формируемые непосредственно на поверхности пищевых продуктов защитные покрытия зачастую более надежно препятствуют окислительной и микробальной порче изделий (по сравнению с упаковкой в полимерную пленку) за счет отсутствия прослойки воздуха между продуктом и пленкой, а также делают технологию упаковки и хранения более современной и рациональной. К преимуществам такого способа защиты пищевой продукции относятся:

- использование экологически безопасных водных систем (на основе поливинилового спирта, латексов синтетических каучуков или сополимеров винилиденхлорида, природных полисахаридов);

- сравнительная простота технических решений, связанных с нанесением на поверхность продукта полифункциональных покрытий без высокотемпературной обработки, негативно влияющей на свойства продукта;

- обеспечение плотного и повсеместного облегания поверхности продукта, за счет чего гарантируется отсутствие микрополостей – областей потенциального развития нежелательной микрофлоры;

- возможность варьирования функций образуемого покрытия путем введения добавок различной природы, обеспечивающих формирование антимикробных, водостойких, съедобных и других видов покрытий.

Бескорковое созревание сычужных сыров в пластиковых термоусадочных пакетах с контролируемой газопроницаемостью стало обыденностью в практике отечественного сыроделия. Голландская технология производства пакетов для созревания и хранения сычужных сыров получила название «Креалон» МЛФ (Krehalon MLF), причем сразу были предусмотрены варианты пленок для сыров с низким и средним газообразованием (MLF40) и высоким газообразованием (MLF45).

Благодаря сочетанию различных слоев пакеты создают все необходимые климатические и санитарно-гигиенические условия для естественного созревания сыра. Полиамидный слой обеспечивает достаточные барьерные свойства для защиты продукта от проникновения кислорода, препятствует образованию плесневых микроорганизмов. Низкая паропроницаемость, обеспечиваемая полиолефиновым слоем, позволяет поддерживать оптимальный уровень влажности, препятствует потере веса и ухудшению внешнего вида продукта вследствие высыхания. Внешний слой из полиэфира (полиэтилентерефталата или лавсана) придает пакетам исключительную прочность и особый глянцевый блеск (рис. 4.21).

В настоящее время в Центральной Европе широко применяются мини-контейнеры из алюминиевой фольги. Их используют для упаковки охлажденного маринованного мяса, полуфабрикатов из мяса птицы, рыбы, замороженных овощей и готовой пищи, которая предназначена для приготовления на открытом огне и разогрева в микроволновых печах.



Рис. 4.21. Упаковка сычужных сыров «Креалон»

Алюминиевые мини-контейнеры позволяют защитить пищевые продукты, содержащиеся в них, от резких перепадов температур от очень низкой (температуры замораживания) до самой высокой (температуры жарки в печи). При этом не существует опасности растрескивания, плавления, воспламенения или возгорания. Алюминиевый мини-контейнер позволяет создать непроницаемый барьер вокруг содержащегося в нем продукта. Таким образом, он защищает продукт от потерь и впитывания влаги, изменения аромата, предотвращает порчу продукта от воздействия света. Использование водных растворов поливинилового спирта (ПВС) для получения покрытий наиболее эффективно при хранении мороженных продуктов питания. Процесс формирования покрытия при низкой температуре исключает стадию сушки, и образующееся покрытие наряду с низкотемпературной консервацией пищевых продуктов способствует сокращению потерь массы и сохранению их пищевой ценности.

Представляют интерес композиции, содержащие ПВС или природные полисахариды, для покрытия плодов и овощей. Это позволяет сократить в 1,5—2 раза потери массы продукции при хранении и одновременно значительно снизить количество поверхностной микрофлоры. Микробиальная порча носит при этом очаговый характер и локализуется только в местах механического повреждения.

Перспективны для промышленного внедрения съедобные покрытия, формируемые из природного воспроизводимого биосырья (в частности, из полисахаридов — целлюлозы, крахмалов и т.п.) на некоторых продуктах питания (фрукты, хлебобулочные и кондитерские изделия, мясопродукты и др.). Полисахариды выполняют не только защитную функцию, но и, например, физиологическую, играя роль балластных веществ и обладая способностью к резорбции. Они также участвуют в формировании вкуса и запаха пищевого продукта, являются детоксикантами (выводят из организма ионы цинка, свинца, стронция и других тяжелых металлов, продукты радиоактивного распада).

В настоящее время получили развитие и практическое использование покрытия из экологически безопасных синтетических полимеров (каучуки, сополимеры винилиденхлорида, винилацетата в форме водных дисперсий), формируемые на мясных продуктах и твердых сычужных сырах [27]. За счет интенсивного созревания сыра в замкнутом объеме обеспечивается направленное регулирование массообменных и биохимических процессов.

В конечном итоге получается сыр высокого качества, одновременно снижаются потери ценного белкового продукта, сокращаются трудовые затраты (исключается операция мойки головок сыра). Подобные покрытия характеризуются селективной проницаемостью, жиростойкостью, низкой паропроницаемостью.

4.8. «Активная упаковка»

Системы, связанные с применением «активных упаковок» являются новой областью развития упаковочной техники. Задачей «активной упаковки» является направленное воздействие на продукт для обеспечения более высокого его качества, а также для продления периода стабильности и пригодности к потреблению [2, 26, 28]. Технологии, связанные с «активными упаковками», расширили функции упаковок от пассивного барьера по отношению к внешнему влиянию до активной защиты продукта.

Активная упаковка подразумевает включение определенных вспомогательных веществ в состав упаковочной пленки или помещение их в первичную упаковку в целях обеспечения и увеличения срока годности упакованного продукта.

Технологии упаковки с применением «активных упаковок» могут охватывать:

- введение в упаковку или же в упаковочные материалы химических или энзиматических веществ, адсорбирующих и устраняющих кислород из атмосферы внутри упаковки;
- введение в упаковку веществ, создающих или адсорбирующих двуокись углерода, управление содержанием этилена в упаковке при помощи адсорбции к окисляющим веществам или металлоорганическим соединениям;
- применение консервантов, бактерицидных веществ и антиокислителей, выделяющихся из упаковочного материала;
- применение регуляторов влажности;
- применение технологии, позволяющей контролировать запах и вкус;
- применение поглотителей света;
- применение пленок, выделяющих минеральное вещество, сохраняющее цвет продукта;
- облагораживание поверхности пленки для изменения ее проницаемости;
- применение susceptоров, то есть пленок, управляющих нагреванием продуктов в микроволновой печи.

Примеры систем активной упаковки приведены в табл. 4.8.

По прогнозу ежегодный прирост потребления активных добавок на ближайший период составит от 1 до 50%. Особенно бурно будет возрастать использование поглотителей кислорода.

Поглотители кислорода. Кислород оказывает сильное негативное воздействие на пищевые продукты. Поглотители кислорода позволяют сохранить качество продукта путем замедления окислительных реакций, происходящих в продукте. Наиболее часто в качестве поглотителей кислорода используются пакетики, помещаемые внутрь пленочной упаковки («саше»). Они содержат такой металлический восстановитель как порошкообразное железо. При благоприятных условиях влажности такое железо поглощает остаточный кислород и образует нетоксичный оксид железа. Компания Mitsubishi Gas Chemical Company (Япония) разработала ряд поглотителей кислорода «Ageless» и «Freshamx» на основе осажденного на цеолите порошкообразного железа. Пакетик с поглотителем «Ageless» уменьшает за 12-96 часов уровень содержания кислорода до менее 0,1%, поддерживая его уровень в течение нескольких месяцев. Поглотитель «Freshamx» может находиться в покровном слое во внутренней стенке упаковки или в насыщенном этим средством кусочке картона, введенном в упаковку, позволяет понизить содержание кислорода в упаковке до уровня 0,01%.

Таблица 4.8

Системы «активной» упаковки

| Система «активной» упаковки | Механизм действия | Применение в упаковке |
|---|--|--|
| Поглотители кислорода | <ol style="list-style-type: none"> 1. На основе железа 2. Железо и кислота 3. Металлический катализатор 4. Аскорбаты или соли металлов 5. Ферментативный | Хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, печенья, пиццы, маринованных мяса и рыбы, кофе, сэнзков, обезвоженных продуктов, напитков |
| Поглотители/ выделители CO ₂ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Оксид железа или гидроксид кальция 2. Карбонат железа или металлоалогенные соединения 3. Оксид кальция или активированный уголь 4. Аскорбаты или бикарбонат натрия | Кофе, свежих мяса и рыбы, орехов и прочих сэнзков, мучных кондитерских изделий |
| Поглотители этилена | <ol style="list-style-type: none"> 1. На основе перманганата калия 2. На основе активированного угля 3. На основе активированных глин (цеолитов) | Флодоовощной и иной сельскохозяйственной продукции |

| Система «активной» упаковки | Механизм действия | Применение в упаковке |
|-------------------------------|---|---|
| Выделители консервантов | <ol style="list-style-type: none"> 1. Органические кислоты 2. Серебряный цеолит 3. Растительные экстракты 4. Антиоксиданты на основе бутилоксианизола и бутилокси-толуола 5. Витамин Е 6. Летучие диоксиды хлора или серы | Зерновых завтраков и круп, мяса, рыбы, хлебобулочных изделий, сыра, сэнзков, овощей и фруктов |
| Выделители этанола | <ol style="list-style-type: none"> 1. Спиртовые аэрозоли 2. Инкапсулированный этанол | Теста для пиццы, мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, рыбы |
| Поглотители влаги | <ol style="list-style-type: none"> 1. Покрытие на основе ПВС 2. Активированные глины и минеральные вещества 3. Силикагель | Рыбы, мяса, птицы, сэнзков, зерновых завтраков и круп, обезвоженных продуктов, сэндвичей, овощей и фруктов |
| Поглотители привкусов/запахов | <ol style="list-style-type: none"> 1. Триацетат целлюлозы 2. Ацелированная бумага 3. Лимонная кислота 4. Соли железа и аскорбаты 5. Активированные уголь, глины, цеолиты | Фруктовых соков, обжаренных сэнзков, рыбы, зерновых завтраков и круп, мяса птицы, молочных продуктов, фруктов |
| Регулирование температуры | <ol style="list-style-type: none"> 1. Нетканые полимерные материалы 2. Контейнеры с двойными стенками 3. Газообразные гидрофторуглеродные соединения 4. Известь или вода 5. Нитрат аммония или вода | Готовых блюд, мяса, рыбы, птицы, напитков |

Кислород находится в свободном пространстве над продуктом в упаковке или выделяется из продукта, в котором он растворен, или же он может попадать внутрь упаковки через пленку. Для устранения проблем, связанных с наличием запаха металла, разработаны не содержащие металл поглотители кислорода, в которых используется аскорбиновая кислота или ее соли. В последние годы взамен пакетиков стали применяться ярлыки со слоем поглотителя кислорода, которые наклеиваются на внутреннюю стенку упаковки. Компания Ciba Speciality Chemical разработала сорбенты на основе металлоорганических соединений, например палладия, которые являются катализаторами, ускоряющими реакции окисле-

ния. Такие поглотители, например Amosorb 2000, хорошо совмещаются с полимерами, которые применяются для изготовления многослойных пищевых упаковочных пленок. Свежеизготовленные пленки, сорбируя кислород из внутреннего пространства упаковки, обеспечивают длительное хранение многих пищевых продуктов.

Препарат «Smarlcap Barrier», разработанный американской фирмой Aquanautic Co., вводимый в уплотнительную прокладку укупорки пивной бутылки, позволяет понизить уровень кислорода в пространстве над пивом до уровня, не вызывающего ощутимых изменений вкуса пива. В табл. 4.9 приведены эффекты, которых можно достигнуть при использовании «активной упаковки» и упаковки в MAP.

Таблица 4.9

Скорость развития плесени на поверхности хлебобулочных изделий (25°С)

| Условия хранения | Период до появления плесени, (сут.) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Атмосферный воздух | 5-6 |
| N ₂ | 9-11 |
| MAP(CO 60% + N ₂ 40%) | 16-18 |
| N ₂ + «Agelles» | >60 |

Поглотители влаги. Избыточное содержание влаги является основной причиной порчи пищевых продуктов, и применение различных поглотителей влаги и осушителей является эффективным средством увеличения срока их годности путем замедления роста микроорганизмов и предотвращения ухудшения текстуры, вкуса и аромата. Некоторые фирмы выпускают поглотители влаги в форме саше, подложек, прокладок. Для поглощения влаги в транспортной упаковке уже давно используются силикогели и алюмогели, помещаемые в матерчатые мешочки. Для сухих продуктов используются поглотители влаги на основе силикагеля, оксида кальция, активированной глины.

Для пищевых продуктов с высоким значением A_w – мяса, рыбы, птицы применяются абсорбирующие влагу прокладки, подложки, салфетки, которые помещают под фасованные продукты. Они состоят из двух слоев микропористой полимерной пленки, между которыми располагают полимер с высокими впитывающими свойствами (на основе полиакрилатных солей, КМЦ, сополимеров крахмала с высоким сродством с водой). В последние годы разработаны сорбенты влаги, которые вводятся

в полимерную композицию, из которой изготавливается пленочный упаковочный материал. К ним относятся такие вещества как Desimaxtm (Multisorb Technologies), Flo-Techtm (Grace Davison) и др. Эти аддитивы не ухудшают прозрачность пленок. Наряду с этим производятся индикаторы, отслеживающие влажность внутри упаковки на уровне 10-60%. Они, например, производятся фирмой United Desiccants под названием Desipack. При увеличении влажности их цвет меняется с голубого на розовый.

Новым способом регулирования избыточного содержания влаги в пищевых продуктах с высоким значением A_w является связывание влаги в фазе водяного пара путем уменьшения относительной влажности в упаковке. Пленка Pichit состоит из слоя увлажняющего углеводорода и пропиленгликоля, расположенного между двумя слоями пленки из поливинилового спирта.

Поглотители и выделители углекислого газа. Чаще всего поглотители содержат оксид кальция, который при достаточно высокой влажности реагирует с углекислым газом, в результате чего образуется карбонат кальция. Такой метод применяется для того, чтобы предотвратить разрывание упаковки со свежим жареным молотым кофе, который вырабатывает большое количество углекислого газа. Для поглощения CO_2 в полиэтиленовых пакетах с кофе используют смесь оксида кальция и активированного угля, в банках и пакетах, металлизированных фольгой – саше с железным порошком и диоксидом кальция. Такой подход используется также в США для упаковывания вяленого говяжьего мяса и обезвоженного мяса птицы.

Компания Torpan Printing производит серию продуктов Freshilizer, содержащих вещества, которые поглощают кислород и вырабатывают углекислый газ. Тем самым создаются препятствия росту микробов и уменьшается возможность разрушения упаковки, вызванной удалением из нее кислорода. Фирма SARL Codimer производит упаковку, которая увеличивает срок годности мяса и рыбы. Упаковка состоит из лотка с перфорированным фальшдном, под которым размещен пористый пакетик с аскорбатом или бикарбонатом натрия. При контакте образующегося конденсата с содержимым пакетика начинает выделяться CO_2 , обладающий антибактериальным действием.

Выделители паров этанола. Этиловый спирт имеет хорошо известные антимикробные свойства, его можно распылять непосредственно на пищевые продукты до их помещения в упаковку, в которой загрязнение поверхности может быть основной причиной порчи продукта. Особенно эффективно этанол препятствует развитию плесеней, также способен замедлять рост и размножение

дрожжей и бактерий. В настоящее время разработаны усовершенствованные системы, основанные на выделении паров этанола из пакетиков – саше или пленок после упаковывания. В них присутствует этанол, абсорбированный или инкапсулированный на носителе. Фирма Friend Ind. Co (Япония) разработала выделитель этанола Freund, который выпускается в пленочных пакетиках. Пакетики изготовлены из пленки с высоким уровнем проницаемости паров этанола, а внутри них находится кремнезем с адсорбированным этанолом (пищевой спирт – 55%, вода – 10%, диоксид кремния – 35%). Этиловый спирт выделяется под действием влаги, находящейся внутри упаковки. Такая система используется для упаковки хлебопекарных изделий, сыра и полусухих рыбных продуктов.

Поглотители этилена. Этилен, который выделяют фрукты и овощи во время хранения, – это фактор стимуляции созревания. Если этилен накапливается в упаковке, то происходит ускорение процессов созревания, что сокращает сроки хранения фруктов и овощей. Существует множество поглотителей этилена. В некоторых японских системах используется силикагель, который содержит перманганат калия ($KMnO_4$). Силикагель помещают в пакетик, имеющий высокий уровень проницаемости этилена. Этот метод успешно используется для упаковывания многих видов фруктов и овощей.

Эффективно удаляют этилен поглотители на основе активированного угля с использованием различных металлических катализаторов. Их используют на складах, вкладывают в пакетиках в упаковки с плодоовощной продукцией.

В последнее время на рынке появились упаковочные пленки, содержащие природные минеральные вещества (глины, цеолиты, керамика и др.), способные поглощать этилен. Поглотители этилена можно добавлять в пленку для упаковки во время ламинации или соэкструзии.

Поглотители запахов. Взаимодействие упаковочного материала с запахом и ароматом пищевого продукта может приводить к появлению нежелательных побочных запахов или утрате желаемого вкуса и аромата. Существует два типа нежелательных посторонних соединений, которые следует удалять с помощью активной упаковки. Это амины, образующиеся в результате расщепления белка мышечных тканей рыб, и альдегиды, образующиеся в результате самоокисления жиров и масел. Неприятно пахнущие летучие амины имеют щелочную природу и могут быть нейтрализованы различными кислотными соединениями. Японская фирма Aniso Co. Ltd. производит пакеты из полимерной пленки с включением в ее состав солей железа и органических кислот (лимонной или

аскорбиновой), которые способствуют окислению аминов по мере их поглощения полимерной пленкой. Шведская фирма EKA Noble разработала ряд алюмосиликатных цеолитов, которые поглощают пахучие летучие соединения благодаря своей пористой структуре. Разработанный порошок можно включать в состав упаковочных материалов (особенно на основе бумаги), и образующиеся альдегиды с неприятным запахом будут поглощаться порами этого порошка.

Активная упаковка представляет собой бурно развивающееся и многообещающее направление пищевых технологий. Благодаря последним достижениям в технологиях упаковывания, материаловедения, биотехнологий активная упаковка может обеспечить стабильность органолептических свойств продуктов и пищевой ценности продуктов, продление их срока годности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое термоусадочные пленки? В чем их преимущества?
2. Какие вы знаете виды упаковки в термоусадочную пленку?
3. Какие полимерные материалы пригодны для изготовления термоусадочных пленок?
4. Что такое коэффициент усадки и как он рассчитывается?
5. Что такое напряжение усадки пленок и как оно рассчитывается?
6. Какие пленки используются для единичной, групповой и штабельной упаковки продукции?
7. Какие операции включает в себя процесс упаковывания в термоусадочную пленку?
8. В чем преимущества растягивающейся пленки как упаковочного материала?
9. В чем заключается принцип асептического упаковывания?
10. Какие продукты подлежат асептическому упаковыванию?
11. Какие методы стерилизации применяют при асептическом упаковывании?
12. Перечислите критерии выбора упаковочных материалов при асептическом упаковывании.
13. Что такое упаковывание в вакууме?
14. Какие полимерные материалы используются для вакуумной упаковки?
15. Объясните принцип упаковывания в газовой среде.
16. Какие продукты относятся к «дышащим»?
17. Что такое разогреваемые и стерилизуемые упаковки?

18. Какие упаковочные материалы используются в разогреваемых и стерилизуемых упаковках?
19. В чем заключаются специфика и преимущества защиты товара с помощью покрытий, формируемых на его поверхности?
20. Что понимается под термином «активная упаковка»?
21. Каковы условия получения термоусадочных плёнок?
22. В чём проявляется защитная функция упаковки?
23. Какие негативные факторы оказывают воздействие на пищевые продукты?
24. Какие основные виды газовых сред используются при упаковывании?
25. Каким требованиям должна отвечать разогреваемая упаковка?
26. Какое оборудование используется для упаковывания под вакуумом?
27. В каких случаях используется пастеризация?
28. Как скорость замораживания сказывается на качестве продукта?
29. Что определяет выбор степени термообработки пищевых продуктов?
30. В чём заключается механизм влияния сушки на сохранность продукта?
31. Перечислите промышленные способы сушки пищевых продуктов.
32. Что относится к традиционным способам консервирования?
33. В чём проявляются недостатки вакуумной упаковки скоропортящихся продуктов?
34. Из каких операций состоит процесс вакуумированного упаковывания?
35. Что требуется для оптимального хранения плодов овощей и фруктов?
36. Какие существуют системы «активной» упаковки?
37. Какое влияние на пищевые продукты оказывает этанол?
38. Какие вещества и материалы применяют в качестве поглотителей этилена?
39. Как осуществляют регулирование содержания влаги в пищевых продуктах?
40. Какие летучие соединения следует удалять с помощью «активной» упаковки?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология упаковочного производства / Т.И. Аксенова, В.В. Ананьев, Н.М. Дворецкая и др.; под ред. Г. Розанцева. – М.: Колос, 2002. – 184 с.
2. Коулз Р., МакДауэлл Д., Кирван М.Дж. Упаковка пищевых продуктов – СПб.: Профессия, 2008. – 416 с.
3. Локс Ф. Упаковка и экология: учебное пособие / пер. с англ. О.В. Наумовой; под ред. В.А. Наумова. – М.: Изд-во МГУП, 1999. – 220 с.
4. Хайн Т. Все об упаковке: Эволюция и секреты коробок, бутылок, консервных банок и тубиков / пер. с англ. И. Шаргородской. - СПб.: Азбука-Терра, 1997. - 288 с.
5. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
6. Федотова О.Б. Актуальные вопросы безопасности и маркировки пищевой упаковки // Пищевая промышленность. – 2009. – №6. – С. 8-9.
7. Ханлон Дж.Ф., Келси Р.Дж., Форсинио Х.Е. Упаковка и тара: проектирование. Технологии. Применение / пер. с англ.; под общ. науч. ред. В.Л. Жавнера. – СПб.: Профессия, 2006. – 632 с.
8. Гуль В.Е., Беляцкая О.Н. Плёночные полимерные материалы для упаковок пищевых продуктов.– М.: Пищевая промышленность, 1968. – 278 с.
9. Шредер В.Л. Интерактивная полимерная упаковка // Мир упаковки. – 2006. – №1. – С.28-32.
10. Рубина Н. Гроза микробов, друг человека // Пакет. – 2004. – №6. – С. 13-15.
11. Бондарь А., Волкова О. Консервирование в полимерной таре // Пакет. – 2001. – №5. – С. 46-53.
12. Трунов В. В обтяжку: рукавные термоусадочные этикетки. Оборудование // Пакет. – 2001. – №5. – С.42-47.
13. Термоусадочная пленка: характеристики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eurofilm.ru/information/news/17/>.
14. Машины и технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.tma1992.ru/products/packing_eq/.
15. Отраслевой портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ref.unipack.ru/15/>.
16. Терешина Т. Все или почти все о стретч-пленках // Пакет. - 2001. – №4. – С. 32-43.

17. Патрикеева И. Способ растянуть бюджет. Стретч-пленка // Пакет. – 2003. – №6. – С.12-17.

18. Ефремов Н.Ф., Колесниченко М.Г. Технология упаковочного производства: учеб. пособие – М.: МГУП, 2011. – 350 с.

19. Сухарева Л.А., Яковлев В.С., Мжачих Е.И. Тароупаковочные материалы в производстве и хранении пищевой продукции. – М.: Пищепромиздат, 2003. – 559 с.

20. Федотова О.Б., Мяленко Д.М. Упаковочные материалы с барьерными свойствами // Переработка молока. – 2009. – №6. – С.14-15.

21. Ульянов В. Дышите – не дышите! Проблема фасовки «дышащих» продуктов // Пакет. – 2002. – №1. – С.40-48.

22. Донцова Э., Чеботарь А., Дегтярева С. Дышащая пленочная упаковка для свежих овощей и фруктов // Тара и упаковка. – 2003. – №4. – С. 48-49.

23. Рошко Е. Упакуйте всё меню! Пакеты, допустимые к стерилизации вместе с пищевыми продуктами // Пакет. – 2004. – №6. – С.

24. Фриджеро Ливио. Контейнеры из алюминиевой фольги перспективная упаковка для пищевых продуктов // Тара и упаковка. – 2004. – №4. – С. 62-64.

25. Любешкина Е. Упаковка с дополнительными функциями // Пакет. – 2000. – №4. – С. 10-13.

26. Иванова Т., Розанцев Э. Активная упаковка: реальность и перспектива 21 века // Пакет. – 2000. – №1. – С. 42-44.

27. Смурыгин В.Ю. Новое поколение плёнок для созревания сыров // Переработка молока. – 2009. – №9. – С.16-17.

28. Разработка научных и технологических подходов к созданию «интеллектуальной упаковки»: монография / В.И. Бобров и др. – М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2011. – 550 с.

Учебное издание

МЕДЯНИК Надежда Леонидовна
КОЛЯДА Людмила Григорьевна
ПОНОМАРЕВ Антон Павлович

СПОСОБЫ УПАКОВЫВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Учебное пособие

Редактор Е.В. Минулина
Компьютерная верстка Е.С. Захаркиной

Подписано в печать 01.02.2016. Рег. № 90-16. Формат. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл.печ.л. 5,00. Тираж 100 экз. Заказ 15.



Издательский центр ФГБОУ ВПО «МГТУ»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Полиграфический участок ФГБОУ ВПО «МГТУ»