



Сергеева, А. Е. Полимерные материалы в упаковке пищевых продуктов [Текст] : монография / Сергеева Александра Евгеньевна, Федосов Сергей Никифорович ; Одес. нац. акад. пищевых технологий. - Одесса : ТЭС, 2012. - 284 с. : табл., рис. - Библиогр.: с. 275-283. - ISBN 978-966-2389-42-5.

В монографии рассмотрены современные виды упаковок пищевых продуктов на основе полимерных материалов. Проанализированы основные физико-химические свойства, технологии получения полимерных материалов, применяемых для упаковки пищевых продуктов. Рассмотрены новейшие тенденции в области разработки и применения полимерных упаковочных материалов.

Книга предназначена для специалистов, работающих в области технологии упаковок пищевых продуктов. Она может быть также полезна аспирантам и студентам, специализирующимся в области материаловедения.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В течение последних десятилетий полимеры все чаще заменяют традиционные упаковочные материалы (бумагу, стекло, металлы) из-за их функциональности, малого веса, простоты обработки и низкой стоимости. Синтетические полимеры повсеместно используются в пищевой упаковке, где они обеспечивают механическую, химическую и противомикробную защиту от воздействия окружающей среды и позволяют в выгодном свете представить продукт потребителю.

Наиболее часто используемые полимеры в пищевой упаковке это полиэтилен (*ПЭ*), полипропилен (*ПП*), полистирол (*ПС*), поливинилхлорид (*ПВХ*) и полиэтилентерефталат (*ПЭТ*) [44]. Полиэтилен высокой плотности используется для изготовления молочных бутылок и пакетов. Из полиэтилена низкой плотности изготавливают лотки и контейнеры общего назначения. Полипропилен обладает отличной химической стойкостью, он прочный, и имеет самую низкую плотность из полимеров, используемых в упаковке. *ПП* имеет высокую температуру плавления, что делает его идеальным для расфасовки горячих жидкостей. Пленки и контейнеры для микроволновых

печей сделаны тоже из полипропилена [44]. ПЭТ прозрачен, он жесткий и обладает хорошими барьерными свойствами по отношению к газам и влаге. Из него, как правило, изготовлены бутылки для безалкогольных напитков. Он имеет хорошую теплостойкость, а также инертен по отношению к минеральным маслам, растворителям и кислотам. Именно поэтому ПЭТ становится упаковочным материалом выбора для многих пищевых продуктов, особенно напитков и минеральных вод. Растет использование ПЭТ при изготовлении пластиковых бутылок для газированных напитков.

Однако, несмотря на огромное разнообразие полимерных материалов, ограничивающим свойством в их использовании для упаковки пищевых продуктов является присущая полимерам проницаемость для газов и паров, в том числе кислорода, углекислого газа и органических паров. Печально известны своей высокой проницаемостью по отношению к парам воды биополимеры, что привело к разработке новых стратегий повышения барьерных свойств и к проведению исследований, направленных на выявление соотношения между структурой и барьерными свойствами пленок.

Наиболее часто используемыми стратегиями повышения барьерных свойств являются использование полимерных смесей, нанесение покрытий из материалов с высокими барьерными свойствами, а также использование многослойных пленок, содержащих слои с высокими барьерными свойствами. Эффективным материалом с высокими барьерными свойствами является алюминиевая фольга. Тонкие алюминиевые покрытия могут быть нанесены на полимерные пленки и контейнеры с использованием различных технологий осаждения паров. Многослойные материалы получают путем помещения тонкого слоя материала с высокими барьерными свойствами в слоистую полимерную структуру. Покрытия и многослойные материалы эффективны, но их применение ограничено величиной адгезии между слоями. В полимеры также могут быть добавлены специальные наполнители для образования композитов с повышенными барьерными свойствами.

Композиты обычно состоят из полимерной матрицы или непрерывной фазы и дисперсной фазы или наполнителя. Волокна, пластинки и частицы использовались на протяжении десятилетий для создания полимерных композиционных материалов с улучшенными механическими и тепловыми свойствами [44].

Мировой опыт развития упаковочной индустрии определил тенденции совершенствования полимерных материалов в направлении активного действия упаковки на стабильность структуры и свойств упакованной продукции.

История полимерной упаковки

В 1927 г. компания DuPont усовершенствовала процесс получения пленок из целлюлозы и представила свой новый продукт — целлофан.

В 1939 г. фирмой ICI (Imperial Chemical Industries Ltd.) впервые был

осуществлен процесс полимеризации этилена, а затем ICI совместно с фирмой DuPont начала выпускать полиэтилен, который стал широко использоваться в упаковке пищевых продуктов с начала 1960-х годов.

С 1946 г. появился поливинилиденхлорид (*ПВДХ*, известный также как Saran). Это полимерный материал с высокими барьерными свойствами относительно влаги.

В 1950-х годах для потребностей американских военных стала применяться герметичная упаковка пищевых продуктов с возможностью их термообработки. В гражданской сфере такая упаковка получила наибольшее распространение в Японии. В 1956 г. появились сжимаемые полимерные пакеты. Например, фирмой Colman's (Великобритания) был выпущен лимонный сок в полимерном пакете, имевшем форму лимона. В 1956 г. компания Tetra Pak начала производство своих знаменитых упаковок для молока в форме тетраэдра из картона, ламинированного полиэтиленом.

В 1970-х годах в США появилась система штрихового кодирования упаковок для розничной торговли. Начали использоваться первые способы контроля несанкционированного вскрытия упаковок. В Великобритании появились первые замороженные готовые блюда, которые можно разогреть (варить) прямо в упаковке. В США и Европе, особенно в скандинавских странах, появляются первые пищевые продукты, упакованные в модифицированной (регулируемой) газовой среде (*МГС* и *РГС*). При изготовлении бутылок для безалкогольных напитков начинают использовать поливинилхлорид (*ПВХ*).

В 1973 г. компания DuPont впервые представила выдувные бутылки из ПЭТ, которые нашли широкое применение при розливе напитков на основе колы и других газированных напитков.

В 1980-х годах появляются соэкструдированные полимерные материалы, обладающие повышенными барьерными свойствами относительно кислорода, из которых были изготовлены сжимаемые бутылки для соусов, а также пластиковые емкости для пищевых продуктов, хранящихся при комнатной температуре с возможностью их разогрева в микроволновой печи. Начинается применение ламинированных ПЭТ-пленкой картонных емкостей для готовых блюд, выдерживающих разогрев в микроволновой печи или в духовке.

В 1990-х годах в Великобритании внедрена цифровая печать на этикетках и обертках, а в индустрии напитков начинают широко применяться рукавные пластиковые этикетки из усадочной пленки [44].

Производителями полимерных упаковочных материалов в Украине являются специализированные заводы по переработке пластмасс, такие как Киевский, Харьковский, Прилукский, Луцкий и

Симферопольский заводы, которые выпускают пленки разной ширины и толщины, с печатным рисунком и без него, в том числе термоусадочные, а также мешки и пакеты на основе полиэтиленовой пленки. Полипропиленовые мешки производит ВКФ «Гала» (Днепропетровск) и СП «Житомир-Полисакс». Выдвную полимерную тару из полиэтилена в виде бутылок, бочек, канистр емкостью до 5 л изготовляют Харьковский, Прилукский, Луцкий и Симферопольский заводы [34].

Композиционные материалы с применением ПВХ-пленок для упаковки пищевых продуктов изготовляют АО Донецкий химзавод и ОАО Славянский завод «Горепласт». ПО «Укрпластик» предлагает ПВХ-пленки со «стретч-эффектом» и «твист-эффектом» марки «Термовир» для упаковки свежего мяса, птицы, овощей и фруктов, сыра, полуфабрикатов, хлебобулочных и кондитерских изделий.

Литую полимерную тару в виде банок производят Харьковский, Прилукский, Луцкий и Симферопольский заводы. Харьковский завод производит бутылки из полиэтилентерефталата (ПЭТФ), освоен ряд новых видов упаковочных материалов, таких как растянутые (стретч) пленки на основе полиэтилена и полиэтиленовых мешков с застежкой.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
ГЛАВА 1. РОЛЬ УПАКОВКИ В СОХРАНЕНИИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	10
1.1. Качество и срок годности.....	11
1.2. Физические и химические взаимодействия между полимером и пищевым продуктом.....	15
1.3. Анализ явлений диффузии и конвекции в случае пищевых продуктов в однослойных пластиковых упаковках.....	16
ГЛАВА 2. ПРОИЗВОДСТВО И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	29
2.1. Производство полимеров и технологические добавки.....	29
2.1.1. Сырье.....	29
2.1.2. Процессы полимеризации.....	30
2.1.3. Синтез сополимеров; блочные и привитые сополимеры.....	34
2.1.4. Полимерные реакции.....	39
2.1.5. Переработка полимеров.....	41
2.1.6. Технологические «помощники».....	43
2.1.7. Инициаторы и сшиватели.....	44
2.1.8. Катализаторы.....	46

2.2. Структура и агрегатные состояния полимеров.....	48
2.2.1. Структура полимеров.....	52
2.2.2. Агрегатные состояния полимеров.....	52
2.3. Полимерные материалы, используемые для упаковки пищевых продуктов.....	56
2.3.1. Термопласты.....	56
2.3.1.1. Полиэтилен.....	57
2.3.1.2. Полиэтилентерефталат.....	62
2.3.1.3. Полипропилен.....	71
2.3.1.4. Полистирол.....	78
2.3.1.5. Полиамид.....	81
2.3.1.6. Поликарбонат.....	85
2.3.1.7. Поливинилхлорид.....	91
2.3.1.8. Поливинилиденхлорид.....	91
2.3.1.9. Поливинилацетат.....	91
2.3.1.10. Полиметилметакрилат.....	92
2.3.1.11. Иономеры.....	93
2.3.1.12. Циклические олефиновые сополимеры.....	94
2.3.1.13. Фторсодержащие полимеры.....	95
2.3.2. Термоактивные полимеры.....	96
2.3.2.1. Аминные смолы.....	96
2.3.2.2. Ненасыщенные полиэфиры.....	96
2.3.3. Силиконы.....	99
2.3.4. Натуральный и синтетический каучук.....	102

ГЛАВА 3. ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРНЫХ УПАКОВОЧНЫХ ПЛЕНОК И ПОКРЫТИЙ.....

3.1. Способы производства полимерных пленок.....	104
3.1.1. Выдувная экструзия.....	105
3.1.2. Созэкструзия.....	106
3.1.3. Созэкструзионно-выдувное формование.....	107
3.1.4. Дабл бабл.....	109
3.1.5. Трипл бабл.....	111
3.1.6. Электронный луч.....	110
3.1.7. Плоскощелевая (каст) экструзия.....	111
3.1.8. Плоскощелевая (каст) экструзия с секциями продольной и поперечной ориентации.....	112
3.1.9. Сухое каширование, ламинация и экструзионное ламинирование.....	113
3.1.10. Экструзия полимерных смесей.....	114
3.1.11. Производство термоусадочной пленки.....	116
3.2. Полимерные добавки.....	117
3.2.1. Модификаторы.....	119
3.2.1.1. Наполнители и армирующие агенты.....	119
3.2.1.2. Агенты зародышеобразования.....	120

3.2.1.3. Пенообразователи.....	120
3.2.1.4. Пластификаторы.....	120
3.2.2. Технологические добавки.....	122
3.2.2.1. Смазочные материалы.....	122
3.2.3. Добавки для улучшения свойств.....	123
3.2.3.1. Противотуманные агенты.....	123
3.2.3.2. Антистатики.....	124
3.2.3.3. Красители.....	125
3.2.3.4. Оптические отбеливатели.....	126
3.2.3.5. Стабилизаторы.....	126
3.2.3.5.1. Антикислотные стабилизаторы.....	129
3.2.3.5.2. Противомикробные стабилизаторы.....	130
3.2.3.5.3. Антиоксиданты.....	131
3.2.3.5.4. Термостабилизаторы.....	134
3.2.3.5.5. Светостабилизаторы.....	135
3.3. Нанесение покрытий на полимерные пленки. Типы и свойства покрытий.....	137
3.3.1. Покрытия и адгезивы.....	137
3.3.2. Лаки.....	138
3.3.3. Полимерные дисперсии.....	139
3.3.4. Микрористаллические воски.....	140
3.3.5. Термостойкие покрытия.....	141
3.3.6. Печатные краски и лаки.....	142
3.3.7. Акриловые покрытия.....	144
3.3.8. Покрытия из ПВХ.....	145
3.3.9. Экструзионное ПЭ покрытие.....	145
3.3.10. SiO _x - покрытия.....	147
3.3.11. Алмазоподобные покрытия.....	148
3.3.12. Металлизация.....	148
ГЛАВА 4. ВИДЫ УПАКОВОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК.....	154
4.1. Упаковка в термоусадочные пленки.....	154
4.2. Упаковка в стретч-пленки.....	160
4.3. Барьерные полимерные пленки.....	162
4.3.1. Основные кислородо-барьерные материалы.....	164
4.3.2. Барьерные свойства к водяному пару.....	172
4.4. Комбинированные и многослойные барьерные пленки.....	174
4.5. Материалы для вакуумной упаковки.....	187
4.6. Метод модифицированной газовой среды (МГС) и особенности его применения.....	193
4.7. Разогреваемая и стерилизуемая упаковка.....	205
ГЛАВА 5. ПОЛИМЕРНАЯ УПАКОВКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	209

5.1. Упаковка молочной продукции.....	209
5.2. Упаковка мясных и рыбных продуктов.....	214
5.3. Упаковка хлебобулочных изделий.....	216
5.4. Упаковка бакалейных продуктов.....	221
5.5. Упаковка кондитерских изделий.....	221
5.6. Упаковка масложировой продукции.....	227
5.7. Упаковка овощей.....	231
5.8. Упаковка продуктов глубокой заморозки.....	234
5.9. Упаковка снековой продукции.....	238
5.10. Упаковка сухих напитков и других сублимированных продуктов.....	239
ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	241
6.1. Безопасность использования полимерных материалов для упаковки пищевых продуктов.....	241
6.2. Критерии выбора полимерных упаковочных материалов для пищевых продуктов.....	244
6.3. Экологический имидж использования полимерных упаковочных материалов.....	256
6.4. Проблема утилизации использованной полимерной тары и упаковочных материалов.....	264
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	272
ЛИТЕРАТУРА.....	275