

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины  
Одесская национальная академия пищевых технологий

С. Н. Федосов, А. Е. Сергеева

# ИННОВАЦИОННЫЕ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Одесса 2012

**Ф338 Федосов Сергей Никифорович**

Инновационные упаковки пищевых продуктов / С. Н. Федосов, А. Е. Сергеева; Одесск. нац. академия пищев. технологий. – Одесса: ТЭС, 2012. – 227 с.:ил.

*Рецензенты:*

И. М. Викулин – доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, лауреат Государственной премии Украины

Ш. Д. Курмашев – доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии Украины

Рекомендовано к опубликованию решением  
Совета Одесской национальной академии пищевых технологий,  
протокол № 5 от 06.12.2011 г.

В монографии рассмотрены современные виды упаковок пищевых продуктов на основе биополимерных, электретных и нанокompозитных материалов. Проанализированы основные физико-химические свойства, технологии получения таких 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.

ББК 36.818.3-3  
УДК 621.798.4-036.7: 664

ISBN 978-966-2389-48-7



<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	6
<b>Глава 1. АКТИВНАЯ УПАКОВКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	8
1.1. Концепции активной упаковки .....	8
1.1.1. Поглотители кислорода .....	13
1.1.2. Поглотители и излучатели углекислого газа .....	18
1.1.3. Поглотители этилена .....	20
1.1.4. Эмиттеры этанола .....	23
1.1.5. Антимикробные и антиоксидантные упаковочные пленки .....	24
1.1.6. Влагопоглотители .....	26
1.1.7. Регулирование влажности .....	28
1.1.8. Поглотители и релизеры вкуса и запаха .....	29
1.2. Активные упаковки для некоторых пищевых продуктов .....	32
1.2.1. Упаковка хлеба и хлебобулочных изделий .....	32
1.2.1.1. Удаление кислорода из пакета: поглотители кислорода .....	32
1.2.1.2. Ингибирование роста плесени: излучатели этанола .....	35
1.2.1.3. Другие активные упаковки для хлебобулочных изделий .....	36
1.2.2. Упаковка овощей и фруктов .....	36
1.2.2.1. Замедление скорости созревания: поглотители этилена .....	37
1.2.2.2. Управление концентрацией газов: CO <sub>2</sub> – контроллеры .....	38
1.2.3. Упаковка молочных продуктов .....	39
1.2.3.1. Уменьшение содержания лактозы и холестерина: ферментативно активная упаковка .....	40
1.2.3.2. Пленки для упаковки йогурта, поглощающие кислород .....	41
1.2.4. Упаковка рыбы и морепродуктов .....	42
1.2.4.1. Удаление зловонных соединений: альдегидов. Поглотители запахов .....	42
1.2.4.2. Влагопоглотители .....	43

<b>Глава 2. СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	44
2.1. Съедобные пленки.....	46
2.1.1. Гидроколлоиды, используемые для создания съедобных пленок и покрытий.....	48
2.1.2. Полисахариды.....	53
2.1.3. Экстракты водорослей.....	55
2.1.4. Смолы.....	57
2.1.5. Пектины.....	58
2.1.6. Хитозан.....	59
2.1.7. Белки.....	60
2.1.8. Смеси.....	61
2.1.9. Подкислители.....	64
2.1.10. Низин.....	75
2.1.11. Лактопероксидаза.....	76
2.1.12. Экономические аспекты, связанные со съедобными пленками и покрытиями.....	79
2.1.13. Будущие тенденции.....	80
2.2. Антимикробные пленки и покрытия.....	81
2.2.1. Антимикробные препараты из трав и специй.....	81
2.2.2. Методы оценки антимикробной активности в съедобных пленках и покрытиях.....	85
2.2.3. Применение антимикробных съедобных пленок и покрытий на пищевых продуктах.....	86
2.3. Полимерная упаковка на основе электретов.....	93
2.3.1. Электризация в коронно-разрядовом триоде при постоянном напряжении на сетке или постоянном зарядном токе.....	94
2.3.2. Термостимулированная деполяризация полимерных пленок.....	98
2.3.3. Электретный эффект в пленках ПЭТФ.....	99
2.3.4. Электретные свойства пленок ПЭВД, ПС и их композиций с наполнителями.....	105
<b>Глава 3. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ УПАКОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	116
3.1. Датчики.....	117
3.1.1. Газовые датчики.....	119
3.1.2. Кислородные датчики.....	120

3.1.3. Биосенсоры.....	123
3.2. Индикаторы.....	124
3.2.1. Индикаторы целостности упаковки.....	124
3.2.2. Индикаторы свежести продукта.....	126
3.2.3. Индикаторы газов и летучих веществ.....	128
3.2.4. Температурно-временные индикаторы.....	129
3.2.5. Упаковка с контролем температуры.....	137
3.2.6. Температурно-компенсирующие пленки.....	139
3.2.7. Упаковки с регуляцией газопроницаемости.....	139
3.2.8. Индикаторы качества пищевых продуктов.....	141
3.2.9. Радиочастотная идентификация RFID.....	151

<b>Глава 4. НАНОКОМПОЗИТЫ В УПАКОВКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	158
4.1. Полимерные нанокompозиты.....	159
4.2. Формирование нанокompозитов.....	162
4.3. Структура нанокompозитов.....	164
4.4. Нанокompозиты на биооснове.....	165
4.5. Крахмальные нанокompозиты.....	166
4.6. Целлюлозные нанокompозиты.....	167
4.7. Полимолочные нанокompозиты.....	168
4.8. Белковые нанокompозиты.....	169
4.9. Выводы.....	171

<b>Глава 5. УПАКОВКА НА ОСНОВЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРОВ</b> .....	176
5.1. Биоразлагаемые полимеры на растительной основе.....	182
5.2. Полисахариды.....	185
5.3. Полиэфирсы.....	189
5.4. Биоразлагаемая упаковка на основе синтетических полимеров.....	191
5.4.1. Полиэфирамиды.....	192
5.4.2. Высокомолекулярные спирты.....	193
5.5. Биоразлагаемые материалы на основе композитов.....	194
5.6. Добавки, позволяющие разлагаться полимерным материалам.....	199
5.7. Проблема утилизации использованной полимерной тары и упаковочных материалов.....	203

<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	211
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	214

Глобальные проблемы ограниченности сырьевых ресурсов, нарастания энергетического кризиса и загрязнения окружающей среды стали в последние десятилетия предметом беспокойства и дискуссий во всех слоях общества. Это обусловило эволюцию создаваемых человеком технических материалов от простых к многофункциональным, активным и интеллектуальным. Простые материалы — это большинство традиционных природных и синтетических материалов, выполняющих в изделиях только одну свойственную им функцию. Многофункциональные материалы, главным назначением которых обычно является восприимчивость механической нагрузки, обладают комплексом дополнительных свойств: противокоррозионной стойкостью, антифрикционностью, непроницаемостью или регулируемой проницаемостью для сред. Активные материалы оказывают на сопряженные среды и объекты воздействия физической, химической или биологической природы и в определенной мере трансформируют их структуру и свойства. Интеллектуальные материалы отличаются от активных материалов наличием обратной связи, благодаря которой интенсивность воздействия материала на сопряженные объекты регулируется в зависимости от степени его трансформации.

Результаты такой эволюции особенно очевидны в области упаковочных материалов, которые по определению являются многофункциональными (упаковка — это средства, обеспечивающие защиту продукции и окружающей среды от повреждений и потерь и облегчающие процесс обращения), а лучшие образцы упаковок — активными из-за необходимости предохранять продукцию от физического, химического и биохимического старения.

Ежегодный выпуск полимеров составляет около 80 млн. т, из которых утилизируется только небольшая часть. Упаковка из синтетических полимеров достигает 40% бытовых отходов. Решение проблемы уменьшения количества полимерных отходов может достигаться созданием полимерных материалов, способных разлагаться в соответствующих условиях на экологически безопасные компоненты. Биоразлагаемые полимеры как упаковочные материалы могут стать одним из самых перспективных способов защиты окружающей среды. Это новый класс пластических

материалов, которые после использования разлагаются до диоксида углерода, воды и биомассы — гумуса.

Весьма перспективным является также использование таких «активных» оболочек, как съедобные покрытия. Пленкообразующей основой в этом случае являются природные полимеры — полисахариды. Наибольшее распространение получили производные крахмала и целлюлозы. Свойства этих полимеров поистине уникальны: обладая прекрасной пленкообразующей способностью (съедобные пленки), они широко используются как компоненты пищевых продуктов, например, в качестве структурообразующих агентов (загустителей) в пастообразной молочной, кондитерской и плодоовощной продукции.

Интенсивно развивается и уже применяется концепция «интеллектуальных» упаковок, начиная с поглотителей кислорода и влаги до индикаторов времени и температуры. Концепции «интеллектуальных» упаковок являются, по общему мнению, перспективным направлением повышения качества и безопасности продуктов питания. Такая упаковка может регистрировать температурный профиль (*TBI*) или другую информацию о свойствах продукта (*RFID*), предоставлять сведения о состоянии продукта внутри упаковки, например, измеряя объем пространства над продуктом или оценивая скорость роста бактерий.

Анализ номенклатуры и объемов мирового производства и потребления упаковочных материалов за последние десять лет свидетельствует, что биоразлагаемые, активные и интеллектуальные полимерные пленки прочно заняли свою нишу в совокупности средств упаковки. Они считаются одним из наиболее надежных и перспективных средств защиты пищевых продуктов. Технология их получения относится к нетрадиционной области переработки пластмасс и имеет ряд особенностей, составляющих секрет (*know-how*) фирм - производителей активных пленок.

Активные, биоразлагаемые и интеллектуальные полимерные пленки представляют собой обширный развивающийся класс упаковочных материалов, номенклатура и объем производства которых постоянно возрастают. Они составляют перспективную область развития упаковочной индустрии, ясно определяя тенденции развития полимерных пленочных материалов в направлении активного воздействия упаковки на стабильность структуры и свойств упакованной продукции.