

Упаковывание пищевых продуктов в гибкие материалы

В.Л. Шредер, ПАО «Укрпластик», А.Н. Гавва, д.т.н., НУПТ, В.Н. Кривошей, к.х.н., ИАЦ «Упаковка», г. Киев

* Продолжение. Начало в № 1 (с. 38–43), 2 (с. 12–16), 3 (с. 23–27), 4 (с. 29–35), 5 (с. 30–35), 6 (с. 32–36) 2011 г., № 1 (с. 46–51), 2 (с. 32–36) 2012 г.

Интродукция

В предыдущих статьях было дано определение гибких упаковочных материалов (ГУМ), проанализированы их основные свойства и методы их определения. Выделены основные свойства, которые влияют на работу фасовочно-упаковочного оборудования и качество потребительской упаковки. Кроме того, проанализированы свойства пищевых продуктов как объектов упаковывания. Рассмотрены свойства сыпучих, жидких, вязких, пластичных, штучных пищевых продуктов, которые существенно влияют на способ дозирования и фасования, точность формирования дозы и время фасования, а также на качество формирования упаковки из ГУМ. Приведены основные методы и приборы для определения этих свойств.

В данной статье следует продолжение описания различных видов упаковки из ГУМ, которые обеспечивают сохранность упакованного пищевого продукта и его качественных характеристик благодаря созданию внутри упаковки защитной среды.

Вакуумированная упаковка (vacuum packaging — VP)

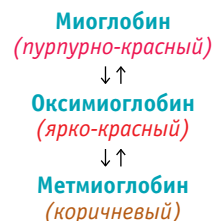
VP является наиболее простым и часто применяемым вариантом упаковки с измененной внутренней средой. Продукт помещают в упаковку, изготовленную из ГУМ с низким уровнем проницаемости O_2 , других газов и водяных паров и удаляют воздух. Давление внутри VP становится значительно ниже атмосферного. ГУМ сжимается и обтягивает продукт, после чего упаковка герметизируется методом сваривания. При благоприятных условиях вакуумирования уровень кислорода внутри VP уменьшается менее чем до 1 %. Проникновению O_2 в VP препятствуют барьерные свойства ГУМ. Однако перепад давления по обе стороны оболочки упаковки ускоряет процесс проникновения воздуха через дефекты сварных швов, зачастую независимо от проницаемости упаковочного материала. Чем меньшее пространство занимает вакуумированная среда внутри упаковки и чем лучше ГУМ облегает упаковываемый продукт, тем дольше хранится последний. Поэтому для VP используют усадочные и сокращающиеся многослойные пленки, обладающие хорошими облегающими свойствами, которым дополнительно придаются эффективные барьерные свойства, мешающие проникновению

O_2 и влаги. VP широко применяется для упаковывания твердого сыра, молотого кофе, вяленых, вареных, копченых мясных продуктов и рыбных деликатесов (рис. 1).

Для неупакованных нарезанных мясных продуктов максимальный срок хранения составляет несколько дней. В VP эти продукты хранятся от 10 до 24 суток, в зависимости от обработки продукта, упаковочного материала и температуры.

VP не подходит для многих продуктов по нескольким причинам. Во-первых, при хранении многих пищевых продуктов происходят химические и микробиологические изменения, важную роль в которых играют свет, температура и небольшое количество остаточного O_2 . Они могут приводить к выделению или поглощению газов и существенному изменению среды внутри VP, что часто нарушает товарный вид и вызывает порчу продукции. Например, под действием света, повышенной температуры, ферментов, рН-среды интенсифицируются процессы окисления мяса. При этом содержащийся в мясе миоглобин преобразуется в оксимиоглобин, придающий созревшему мясу ярко-красный цвет. Затем оксимиоглобин переходит в метмиоглобин, и цвет свежего, красного мяса меняется на темный, гряз-

но-коричневый. Указанные процессы протекают согласно механизму:



Обычно считают, что переход свыше 50 % оксимиоглобина в метмиоглобин делает мясо непригодным к реализации. В обычных условиях (20 °С, влажность 50 %, отсутствие прямых солнечных лучей) процесс длится в течение 2–4 суток.

В VP свежее мясо быстро поглощает оставшийся O_2 , заменяя его CO_2 , содержание которого в упаковке из-за низкой проницаемости O_2 через ГУМ увеличивается до 10–20 %. Снижение содержания O_2 изменяет цвет мяса, который является своеобразным индикатором его свежести. VP, плотно прилегающая к продукту, способствует концентрации очагов этих процессов. Поэтому в местах соприкосновения с непроницаемым ГУМ на поверхности мяса могут появиться темные пятна, что делает мясо в VP непригодным для продажи.

Во-вторых, в процессе вакуумирования из-за плотного контакта с пленочным

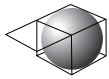


Рис. 1. VP Укрпластика для рыбных деликатесов

материалом хрупкие изделия и легко деформируемые продукты могут необратимо повреждаться. Механическая деформация приводит к нарушению текстуры продукта и выделению из него влаги и соков. В результате продукт утрачивает часть своих витаминов, формирует жидкую среду, способствующую распаду клеток и порче. Избыток влаги внутри упаковки приводит к конденсации паров влаги на пленке, нарушает ее прозрачность, что также не способствует продажам. Данное обстоятельство критично для многих кондитерских и хлебопекарных изделий, свежих мясных продуктов, овощей и фруктов. Вакуумное упаковывание также не рекомендуется применять для продукции с острыми краями, которые могут повредить упаковку. В-третьих, внутри VP могут накапливаться анаэробы — организмы, способные жить и развиваться при отсутствии свободного O_2 и получающие энергию для жизнедеятельности вследствие расщепления органических и неорганических веществ. К ним относятся возбудители столбняка, газовой гангрены, некоторые стрептококки. Эти микроорганизмы погибают в среде O_2 , но их споры устойчивы и сохраняются в вакууме. Если эти микробы уже содержались в продукте до его вакуумирования, то при благоприятной температуре они могут интенсивно размножаться в среде с малым содержанием воздуха. Их вредоносное воздействие может передаваться через мясо, рыбу, овощ-



Рис. 2. CAP с индикаторами свежести, нанесенными на этикетку внутри упаковки

ные и фруктовые консервы, консервированные грибы и другие продукты, не подвергавшиеся правильной обработке и стерилизации. И, наконец, еще одна проблема, связанная с вакуумированием скоропортящихся продуктов, — изменение их вкуса и консистенции. Внутри VP продукт может обезживаться, могут изменяться его вкусовые свойства, а также иногда возникает «склеивание» нарезанных кусочков.

Упаковка с контролируемой газовой атмосферой (controlled atmosphere packaging — CAP)

CAP позволяет контролировать состав внутренней атмосферы при помощи индикаторов pH, температуры, кислорода и влаги, контроллеров запахов, признаков окисления, порчи и т. п. Элементы такой упаковки включают специальные пленки, покрытия, этикетки, наклейки. Индикаторами H_2O могут быть цветные цеолиты и силикагели, которые изменяют окраску под действием сорбированной влаги. Такие индикаторы отслеживают изменение влажности внутри упаковки. Индикаторы свежести, нанесенные на бумажную этикетку внутри упаковки, могут менять цвет и при появлении всего лишь 7–10 мг/м³ аммиака, паров аминов и измененных аминокислот, что сигнализирует о первых признаках разложения мясных и рыбных продуктов. Упаковка может содержать метку, которая обесцвечивается, если упаков-

ванный продукт дольше положенного находится при комнатной температуре. Чем выше температура продукта в CAP, тем быстрее меняется цвет этикетки от синего к белому, так как пигменты изменяют цвет при перепадах температуры и с течением времени (рис. 2). Очень часто индикаторы CAP дополняют другие виды упаковки из ГУМ, например GP или VP.

Упаковка с активно регулируемой микросредой (actively control gas atmosphere packaging — AGAP)

В отличие от пассивной GP или VP, AGAP способна более или менее продолжительное время регулировать и поддерживать состав микросреды, используя активные добавки. Активная модификация газовой фазы над продуктом увеличивает сроки его хранения. К активным добавкам, создающим защитную среду внутри AGAP, относятся: адсорбенты влаги и экотоксикантов, поглотители O_2 и других газов (этилена, двуокиси углерода и др.); выделители CO_2 , влаги, этанола, абсорбенты-очистители; антимикробные добавки и покрытия, консерванты, антиокислители, витаминные комплексы, копильные или биологически активные препараты и т. д. (табл. 1).

AGAP из ГУМ находит все большее применение для многих пищевых полуфабрикатов и продуктов. Активные добавки помещаются внутрь упаковки (таблетки, порции жидкого вещества, пакетики с активным компонентом), либо вводятся непосредственно в материал упаковки, либо наносятся на внутреннюю поверхность упаковочного материала или вспомогательных упаковочных средств (этикетки, бланки и т. п.). Например, при упаковывании бисквитов, внутрь впрыскивают небольшую дозу этилового спирта или спиртовой эссенции, которые постепенно испаряются и поддерживают на равновесном уровне содержание паров спирта внутри упаковки. Такие AGAP способны значительно увеличить сроки хранения не только бисквитов, но и другой выпечки.

Для длительного хранения свежего мяса обычно используется упаковка,

Таблица 1.

Активные добавки, используемые в AGAP [1–3]

Назначение	Активное вещество, товарная форма	Примеры использования добавок
Поглощение влаги	Силикогель, алюмогель — пакетики внутри упаковки	Широко применяются для гигроскопичных продуктов
	Сорбенты в составе пленки	Применяются для гигроскопичных продуктов
Поглощение O ₂	Закись, окись, карбонат или сульфит железа осажденные на цеолите, химические или энзиматические вещества — в составе пленки; в пакетиках, вкладышах из картона и покрытиях на этикетках внутри упаковки	FreshMax [®] , FreshPax [®] (Multisorb Technol., США); ATCO [®] (Standa Industrie, Франция); Combitherm [®] (Wipak, Германия); Shelfplus [®] (Ciba, Швейцария, США); Freshilizer [®] (Toppan Printing Co., Япония) — поглощает O ₂ и выделяет CO ₂ ; RP System, Ageless [®] и Freshamx [®] (Mitsubishi, Япония) — сохраняют O ₂ на уровне 0,1 % 3–4 месяца
	Аскорбиновая кислота или ее соли — пакетики внутри упаковки	Применяются в США, Японии, Франции для чувствительных к кислороду продуктов
	Сорбенты на основе металлоорганических соединений, реактивных окисляемых полимеров, совмещаемые с другими полимерами — в составе многослойных пленок	Amosorb [®] (Ciba, Швейцария, США); OSP (Chevron Phillips, США); Dar Eval, DarExtend [®] (EVAL Europe, Бельгия); OS 1000 (Cryovac, США, Германия) — применяются для продуктов, чувствительных к кислороду
Выделение этанола	Этиловый спирт — распыление на пищевые продукты в упаковке	Широко используется для выпечки
	Кремнезем с адсорбирующим этанолом — пакетики внутри упаковки	Freund [®] (Friend Ind. Co, Япония) — выделяет этанол под действием влаги внутри упаковки
Выделение CO ₂	Сухой лед — таблетки внутри упаковки	Применяются для свежего мяса и рыбы в Италии, Германии, Франции
	Полимеры — в составе пленки	Разрабатываются в Австралии
Поглощение CO ₂	Гидроксид кальция — пакетики внутри упаковки	Повсеместно используют для свежего жареного молотого кофе, вяленого и обезвоженного мяса
	Сорбенты — поглотители CO ₂ — пакетики, этикетки с покрытиями внутри упаковки	Freshilizer [®] (Toppan Printing, США) — поглощают O ₂ и выделяют CO ₂ , используются для мяса, рыбы, морепродуктов
Поглощение этилена	Силикагель с перманганатом — пакетики внутри упаковки	Повсеместно применяются для упаковки многих видов фруктов
	Окислы кремния с катализаторами — в составе пленки; пакетики в упаковке	Широко используются при хранении фруктов как поглотитель этилена и влаги
Сохранение цвета продукта	Сублимирующие пигменты и красители — в составе пленки	Применяются в Японии, США, Австралии для чувствительных к свету продуктов

содержащая 50 % CO₂ и 50 % N₂. Однако часть CO₂ поглощается упакованным мясом, чем нарушается состав среды внутри пассивной GP из ГУМ. Поэтому для мяса была разработана специальная гибкая упаковка, в которую дополнительно вкладывается таблетка «сухого льда» (в количестве около 1,5 г/кг). Упакованный продукт на протяжении 10–20 ч насыщается испаряющимся CO₂ до установления равновесного состояния между содержимым упаковки и газовой средой внутри нее. Такая AGAP позволяет при 2–3 °С хранить свежее мясо до 50 суток.

Для более длительных сроков хранения мясных продуктов внутрь упаковки вкладывают пакетики, содержащие закись, окись, карбонат или сульфит железа, сорбенты на основе металлоорганических соединений. Наиболее эффективные сорбенты могут снизить содержание O₂ в упаковке до 0,01 % и продлить до 1 года срок хранения сушеного и вяленого мяса (рис. 3).

Упаковка с саморегулируемой газовой средой (self-control gas atmosphere packaging — SGAP)

SGAP является разновидностью гибкой атмосферной упаковки (AP). SGAP первоначально заполняется атмосферным воздухом. В дальнейшем для получения желаемой атмосферы в свободном пространстве над продуктом используются выделения самого продукта и селективные свойства пленочного материала. SGAP применяется, как правило, для свежих продуктов: зелени, цветов, овощей, фруктов, которые находятся в состоянии биоза (рис. 4). При упаковывании большинства свежих фруктов и овощей равновесная модифицированная атмосфера (equilibrium modified atmospheres — EMA), в которой содержится 2–10 % кислорода и 5–10 % углекислого газа, замедляет созревание, размягчение и разрушение хлорофилла, уменьшает микробную порчу и ферментативное чернение продукта. В большинстве случаев соблюдают соотношение $P_{CO_2} : P_{O_2} > 1,6$. Однако при сверхнизком содержании O₂ может появиться анаэробное дыхание и нежелательный аромат (вследствие накопления молекул этанола и ацетальдегида), а повышенное содержание

Таблица 2.

Рекомендуемые условия хранения фруктов, овощей, ягод и грибов

Пищевые продукты	Температура, °С	Состав газовой смеси, %		
		O ₂	CO ₂	N ₂
Яблоки	0–5	2–3	3–4	До 100
Клубника		8–10	15–20	
Лук зеленый		2–5	3–8	
Грибы		6–10	10–15	
Помидоры	8–12	3–5	5–10	



O_2 приводит к появлению ожогов на фруктах и коричневых пятен на других продуктах. Осторожности при обращении с растительными продуктами требует и CO_2 , играющий важную роль в жизнедеятельности клеток. Содержание этого газа свыше 10 % действует на многие из них губительно. Оптимальный состав газовой среды, как показали эксперименты, индивидуален для разных овощей, фруктов, грибов и ягод (табл. 2).

Свою роль при использовании SGAP играют и другие факторы, как, например, размеры частей продукта, глубина переработки, спелость овощей и фруктов и т. д. «Свежие» (необработанные) продукты в упаковке продолжают «дышать», поглощая O_2 , выделяя CO_2 и водяной пар. Под влиянием CO_2 и пониженного содержания O_2 как растительные продукты, так и микроорганизмы впадают в анабиотическое состояние. Благодаря селективным пленочным материалам внутри SGAP устанавливается определенный баланс $O_2/CO_2/H_2O$, что обеспечивает более длительное хранение упакованного свежего продукта, чем при нахождении его вне упаковки.

При расчетах такой упаковки необходимо соотносить скорость «дыхания» продуктов со скоростью проникновения O_2 в упаковку. В клетках свежих овощей и фруктов после их помещения в упаковку необходимо поддерживать состояние анабиоза, которое требует наличия хотя бы небольшого количества O_2 (не менее 2–3 %). С другой стороны, его содержание должно быть менее 12 %, чтобы существенно замедлить процессы обмена и продлить сроки хранения продукции. Определяющим для SGAP является выбор пленки, индивидуальной для каждого продукта. ГУМ должен обладать некоторой кислородопроницаемостью для проникновения O_2 внутрь упаковки со скоростью, обеспечивающей необходимую концентрацию O_2 внутри упаковки — значительно ниже, чем снаружи, — во избежание анаэробного заражения и порчи продукта. При этом проницаемость упаковки по отношению к CO_2 не так существенна, поскольку оптимальная концентрация CO_2



а)



б)

Рис. 3. AGAP из ГУМ Укрпластика, содержащая внутри пакетики с окисью железа, которая обеспечивает хранение вяленого мяса в течение 1 года (а); AGAP из ГУМ с пакетиком абсорбера FreshPax CR Multisorb Technologies, который продлевает срок хранения свежего мяса до 60 дней (б)



а)



б)

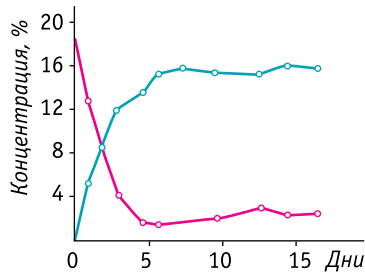
Рис. 4. SGAP для овощей (а) и салата (б)

поддерживается внутри упаковки за счет процесса «дыхания». Так, свежий салат поглощает в упаковке CO_2 , H_2O и выделяет O_2 . Если применить обычную полипропиленовую пленку, то в упаковке устанавливается концентрация CO_2 значительно больше концентрации O_2 . В этой атмосфере невозможно поддержание состояния анабиоза салата, и поэтому происходят катаболические процессы, приводящие к его быстрому гниению и порче (рис. 5, а). Если использовать для салата упаковку из пленки на основе стирольных полимеров, то устанавливается концентрация O_2 немногим больше концентрации CO_2 (рис. 5, б). Продукт намного дольше сохраняет свою свежесть, чем при его нахождении вне упаковки.

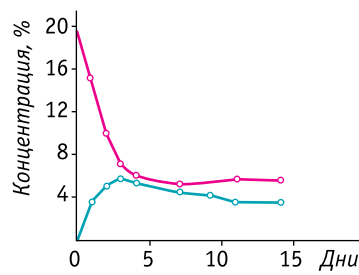
Пленки на основе стирольных полимеров и сополимеров этилена используются для увеличения сроков

хранения не только салата, но и помидоров, салатной капусты и некоторых других овощей. Для сохранения требуемой газовой среды внутри упаковки при хранении свежих плодов с большой физиологической активностью, высоким уровнем поглощения и выделения (спаржа, шпинат, сельдерей, брокколи, цветная капуста, фасоль, горох, грибы, ягоды и др.) применяют одно- и многослойные пленки из других, более проницаемых пленок. Их изготавливают из гидрохлорированных и силиконовых каучуков, эластомеров, ацетилцеллюлозы, целлофана и др., либо специальных пористых пленок, либо пленок с микроперфорациями 20–100 мкм.

Селективные пленки используют для упаковки с клапанными и мембранными приспособлениями различной конструкции (окошки, вставки, фланцы, фильтры и т. п.). Например,



а)



б)



Рис. 6. RTP для различных пищевых продуктов

Рис. 5. Установление равновесной концентрации CO₂ (—) и O₂ (—) внутри упаковки с зеленым салатом из пленки из полипропилена (а) и на основе стирольных полимеров (б)

Landec Corp. разработала технологию Intelmer, в которой применена чувствительная к давлению мембранная «вставка». Она автоматически меняет атмосферу в герметичной упаковке, регулируя кислородно-углекислый баланс. Когда температура изменяется, влагопроницаемость мембраны соответственно увеличивается или уменьшается. При более высокой температуре овощи «дышат» активнее, потому что мембрана пропускает больше O₂. Данная технология может продлить срок годности бананов и таких овощей, как, например, брокколи, на срок более 2 недель. Однако задачу более высокой проницаемости при поступлении O₂ и более низкой при отводе из упаковки CO₂ не всегда возможно решить только за счет подбора упаковочного материала, который должен соответствовать тому или иному упаковываемому продукту. Поэтому взамен или в дополнение к селективным пленкам могут использоваться поглотители CO₂ и/или паров воды, которые помещают внутри упаковки.

Ретортабельная упаковка с внутренней стерилизованной средой (retortable packaging — RTP)

RTP — это гибкая упаковка из ламинированных материалов для консервированных пищевых продуктов (рис. 6). RTP герметична и практически непроницаема для водяного пара, O₂, других газов. При необходимости она защищает продукт от воздействия света. Заполненная

продуктом и герметично укупороенная RTP проходит термообработку в автоклаве под давлением при температуре пастеризации (до 105 °С) либо стерилизации (до 135 °С). Эта инновационная упаковка прекрасно сохраняет состав и питательную ценность консервов, которые могут иметь такие же сроки годности, как и в случае их упаковывания в металлические и стеклянные банки. В RTP выпускают мясные, рыбные, овощные и фруктовые консервы, снеки, корм для домашних животных, молочные десерты, соки, котлеты, фрикадельки, маринованные грибы, соусы, пасты, приправы, супы, пюре, гуляш, плов, готовые блюда из риса, фасоли, сои, круп, макаронных изделий, мяса, рыбы, морепродуктов и т. п. [4].

Огромным преимуществом RTP является в несколько раз меньший расход энергии на ее производство. При изготовлении 1000 шт. RTP вместимостью 1000 см³ затрачивается около 1 МДж энергии, а для такого же количества той же вместимости стеклбанок — 6,26 МДж, жестяных банок — 8,12 МДж, алюминиевых банок — 7,7 МДж [5].

Литература

1. Пищевые продукты с промежуточной влажностью / Под ред. Р. Дэвиса, Г. Берча, К. Паркера. — М: Пищевая пром-сть, 1980. — 208 с.
2. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание. — Изд-во «Профессия», 2008. — ISBN: 5-93913-100-X.

3. Шредер В.Л., Кулик Н.В. // Мир упаковки. — 2005. — № 6; 2006. — № 1–5.
4. Рошко Е. Упакуйте все меню! // Пакет. — 2004. — № 6. — С. 31–40.
5. Шредер В.Л. Новые технологии упаковывания пищевых продуктов в гибкие материалы: Матер. научно-практ. конференції «Пакувальна індустрія» (1–2 червня 2011 р., м. Алушта). — К.: ІАЦ «Упаковка». — С. 26–43. ✓

Пакування харчових продуктів у гнучкі матеріали

В.Л. Шредер, О.М. Гавва, д.т.н.,
В.М. Кривошей, к.х.н.

Автори наводять різні види м'якої упаковки із гнучких пакувальних матеріалів. При цьому основну увагу вони приділяють упаковкам з регульованим мікросередовищем усередині них. Серед них: вакуумна упаковка; з контрольованим газовим середовищем; з активно регульованим мікросередовищем; із саморегульованим газовим середовищем; із внутрішнім стерилізованим середовищем. Авторі наводять переваги і недоліки кожного виду упаковки, приклади їхнього застосування.

Ключові слова: м'яка упаковка; гнучкі пакувальні матеріали; регульоване середовище.

Packaging of food in flexible materials

V.L. Schreder, A.N. Gavva, Dr.,
V.N. Krivoshey, Ph.D.

Authors bring the different types of the soft packaging from flexible packaging materials. They pay basic attention to packaging with the managed microenvironment into them. Among them: vacuum packing; with the controlled gas environment; with the actively managed microenvironment; with the selfmanaged gas environment; with the internal sterilized environment. Authors show advantages and disadvantages of every type of packaging, examples of their application.

Key words: soft packaging; flexible packaging materials; managed environment.