

Стрельченко Екатерина Алексеевна,

студент магистратуры,

Дальневосточный Федеральный Университет,

г. Владивосток

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СЪЕДОБНЫХ ПЛЕНОК И ПОКРЫТИЙ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ ПЛАСТИКОВОЙ УПАКОВКИ

Аннотация. В последнее десятилетие съедобная упаковка начала занимать свою нишу среди пластиковых упаковочных материалов наряду с активной упаковкой, с умной упаковкой, с упаковкой МГА (модифицированная газовая атмосфера), способная контролировать атмосферу, в которой хранится продукт.

Ключевые слова: съедобные пленки, съедобные покрытия, упаковка, формование, сушка, функциональные добавки

Съедобные пленки и покрытия из пищевых полимеров, как правило, получают формованием из их растворов в воде, ее смеси с этиловым спиртом, в чистом этиловом спирте или в разбавленной уксусной кислоте, например, если в составе пленкообразующей композиции присутствует хитозан. Пленки получают нанесением тонкого слоя раствора с помощью специального приспособления (скребка) на гладкую стеклянную, металлическую или пластмассовую поверхность с последующей сушкой.

В производственных условиях **метод формования** пленки из раствора (solvent casting)

- может быть непрерывным, когда слой раствора через фильеру наносится на бесконечную движущуюся ленту или барабан и затем высушивается («сухой» метод формования, dryspinning)

- поступает в осадительную ванну с последующей вытяжкой и сушкой («мокрый» метод формования, wet-spinning),

- возможна отливка пленок в специальных формах [1].

Конструкцию фильеры выбирают в зависимости от вязкости раствора и толщины пленки. Мажущая фильера подходит для растворов с вязкостью 25–35 Па · с, льющая – для растворов с вязкостью 12–15 Па · с, а фильеру с валиком используют для получения супертонких пленок. При фильерном формовании, имеет значение способ подачи раствора на фильеру: самотеком или под давлением. Предпочтение отдают установкам, в которых использован принцип формования текстильных волокон под давлением, с той лишь разницей, что для получения пленки используют не цилиндрическую, а щелевую фильеру. При этом происходит дополнительная ориентация полимерных макромолекул, что способствует получению пленок с улучшенными механическими характеристиками.

В качестве альтернативы методу формования из раствора через фильеру предлагается получение съедобных пленок методом экструзии. Он позволяет получать пленки со значительно большей скоростью и с меньшими затратами энергии, поскольку в этом случае используют более концентрированные растворы, подача которых осуществляется одним или двумя шнеками.

При отливке пленок очень важным моментом является получение гомогенных формовочных растворов без фазового разделения компонентов за исключением тех случаев, когда разделение фаз необходимо для формирования двухслойной пленки. Помимо гомогенности важными характеристиками формовочных растворов являются вязкость и поверхностное натяжение на границе раствор-воздух [2].

Рисунок иллюстрирует влияние сил поверхностного натяжения на адгезию пленки к подложке, на которую в процессе формования наносится слой раствора. В случае очень высоких значений сил поверхностного натяжения при нанесении возникает нарушение непрерывности слоя, что после сушки приводит к пилингу (отслаиванию, скатыванию) готовой пленки. Очень низкие значения сил поверхностного натяжения (необходимо учесть, что поверхностное натяжение еще уменьшается по мере испарения растворителя) также нежелательны,

поскольку, чем меньше различие в поверхностной энергии пленки и подложки, тем больше адгезия между ними и тем сложнее снять готовую пленку. Условия сушки (сухой воздух, нагретый пар, ИК или микроволновой нагрев) также оказывают влияние на свойства пленки. Например, при сушке пленки из белка молочной сыворотки микроволновая сушка не влияет на проницаемость паров воды, но приводит к увеличению прочности и удлинения пленки. Съедобные покрытия в отличие от пленок получают непосредственным нанесением раствора полимера на поверхность продукта путем напыления, иммерсионным способом или нанесением с помощью кисти с последующим высушиванием уже на самом продукте. При получении композиционных пленок формовочная композиция может содержать одновременно гидрофильные полисахариды, белки и гидрофобные липиды для получения пленок или покрытий с необходимыми барьерными свойствами. При этом формовочную композицию готовят в виде эмульсии (этот способ дешевле, но дает менее прочные пленки) или получают многослойные покрытия (способ дороже, но пленки более прочные). Например, используют технику «слой-за-слоем», нанося липидный слой на полисахаридную или белковую основу. Композитные пленки могут быть получены также нанесением белкового покрытия на полисахаридную пленку или наслаиванием растворов двух разноименно заряженных полиэлектролитов друг на друга. Полисахариды и белки также смешивают в общем растворителе с последующим формованием пленки из би- или более компонентного раствора, в котором, в случае совместимости полимеров, может быть достигнуто их распределение друг в друге на молекулярном уровне с образованием истинного раствора, а в случае отсутствия термодинамической совместимости, распределение будет осуществлено на уровне надмолекулярных структур. В смесях разноименно заряженных макроионов может наблюдаться так называемая комплексная коацервация, когда оба компонента будут взаимодействовать с образованием нерастворимого соединения и концентрироваться в одной фазе. Двухслойные покрытия предложено также использовать в том случае, если компоненты обра-

зующейся пленки имеют низкую адгезию к влажной поверхности пищевого продукта, что характерно, например, для липидов [3].

Покрытие двумя слоями решает эту задачу, но удорожает стоимость конечного продукта. В качестве альтернативного варианта используют эмульсии двух компонентов: гидрофобного и гидрофильного, имеющие хорошую адгезию к поверхности пищевого продукта, чтобы образовать однородное покрытие. Особенно трудно обеспечить хорошую адгезию в случае, если покрытие наносится на свеженарезанные фрукты. Для улучшения адгезии можно добавить пищевое ПАВ, чтобы снизить поверхностное натяжение. Предложен оригинальный прием нанесения на поверхность фруктов или ягод не раствора, а порошка карбоксиметилцеллюлозы, которая адсорбирует влагу из пор и набухает, создавая барьерное покрытие, предотвращающее не только потерю влаги, но и препятствующее проникновению кислорода и изменению цвета продукта. Помимо основных компонентов в состав композиции для получения покрытия или пленки должны входить пластификаторы (глицерин, пропиленгликоль, сорбитол, сахароза, полиэтиленгликоль, кукурузный сироп, вода), при необходимости – эмульгаторы (лецитин, твины (Tweens), спаны (Spans)); эмульсии липидов (съедобных восков, жирных кислот); вкусовые, антиоксидантные, антимикробные добавки, витамины, красители и др. Иногда в композицию дополнительно вводят сшивающие агенты. Например, в формовочный раствор для производства пленки на основе желатина с глицерином в качестве пластификатора, вводят диальдегидкарбоксиметилцеллюлозу в качестве сшивающего агента. В результате увеличивается прочность и термостабильность, но уменьшается удлинение, водопроницаемость, набухание в воде вследствие сшивки макромолекул желатина. Как новое качество у полученных прозрачных пленок появились барьерные свойства по отношению к ультрафиолету. Упаковка пищевых продуктов в такую пленку позволяет увеличить срок их хранения за счет предотвращения реакций окисления, инициируемых УФ-излучением [4].

Способы введения функциональных добавок в формовочные растворы зависят от их агрегатного состояния и совместимости с основными полимерными компонентами. Так, если в водный раствор полисахарида или белка вводят растительные масла, которые не растворимы в воде, то для их равномерного распределения в пленке необходимо эмульгирование, приводящее к образованию наноэмульсий [5].

Список литературы

1. Гольдаде В.А. *Современные тенденции развития полимерной пленочной упаковки* / В.А. Гольдаде // *Полимерные материалы и технологии*. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 63-71.
2. Han, J.H. *A Review of Food Packaging Technologies and Innovations* / J.H. Han // *Innovations in Food Packaging* / ed. J. H. Han. – Academic Press, 2014. – Ch. 1. – P. 3-12.
3. *Системы обеспечения качества и безопасности пищи. – учебное руководство по пищевой гигиене и системе критических контрольных точек при анализе опасного фактора. – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). – Рим, 2003. – 227 с.*
4. *Съедобная упаковка: Newchemistry.ru – Новые химические технологии. – аналитический портал химической промышленности. – URL: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1646 (дата обращения: 17.08.2020).*
5. Бессмельцев, В.П. *Автоматизированная система нанесения тонких полимерных пленок* / В.А. Бессмельцев [и др.] // *Автометрия*. – 2003. – Т. 39, № 2. – С. 48-56.