FRI-ONLINE-1-BFT(R)-06

TECHNOLOGICAL ASPECTS IN THE APPLICATION OF EDIBLE COATINGS

Prof. Stefan Stefanov, PhD
Department of Machines and Apparatus for the Food and Flavoring Industry,
University of Food Technologies, Bulgaria
E-mail: stvstefanov@yahoo.com

Abstract: *The search for better strategies for preserving food with minimal changes during processing has been of great interest in recent decades. A solution is to apply coatings to minimally processed fresh foods. Most publications and scientific literature comment on the composition and properties of edible coatings. Various aspects are considered, mainly of a functional nature. It should be noted that in most cases it is a question of laboratory experiments and results of the effect of various coatings with additives on the protective function of the coating, its physical, physicochemical, antibacterial and other properties. There is only a small discussion about problems related to the industrial application of edible coatings and especially on the technological aspects of their application on specific food products. The presented material reviews the information from various literature sources about the methods and equipment through which the coatings are applied. An attempt has been made to summarize the main problems and the solutions adopted so far for the industrial application of edible coatings on various food products.*

Keywords: *edible coatings, edible packaging, deposition of edible coating, coating formation.*

ВЪВЕДЕНИЕ

При преработване на суровините за хранителни продукти се прилагат различни методи. Повечето от тях водят до сериозни промени в състава, хранителните и вкусовите им характеристики. За много от хранителните продукти това е свързано с намаляване на ефекта от полезните за човешкия организъм хранителни вещества, витамини и минерали. За да се намали до минимум вредния ефект от преработките, все повече се прилагат нови методи, които са наречени с общото наименование „минимални обработки“. При тях в максимална степен се запазват количествата полезни вещества. Недостатък на тези методи е невъзможността постигнатите качества да се запазят за продължителен период от време, което изисква използване на подходящи опаковъчни решения. Съвременните индустриално прилагани технологии са: използване на модифицирана атмосфера в опаковката, активни материали за опаковките, ядивни покрития или комбинация от тях.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Въпреки сериозния напредък на науката в областта на опакованото промишленото прилагане на нови технологии, опаковъчни матерали и опаковки върви със значително забавяне във времето. Това се отнася с особена сила за ядивните опаковки. Ядивните покрития, въпреки че са любима тема на много учени и екипи, занимаващи се с развитие на нови технологии и материали за опаковане на хранителни продукти, са предимно с лабораторна насоченост. Изследван е ефектът им върху запазване безопасността и качеството на храните, оптимизиран е съставът на покритието за получаване на максимален желан ефект и т.н. Но въпреки ползите, които тези покрития носят за производители, потребители и околната среда, тяхното промишлено прилагане е твърде недостатъчно.

Факторите, които влияят на пазара за ядивни опаковки, включват възможността за намаляване на отпадъците от опаковки, висока консумация на преработени продукти, желанието за увеличаване на срока на годност на храните, високи разходи, високи регулаторни изисквания и напредък в технологиите. Тези фактори стимулират приемането на ядивни опаковки в хранително-вкусовата и фармацевтичната промишленост.

Мащабирането на годни за консумация филми и покрития в промишлени условия остава предизвикателство (Mkandawire M. and A. Aryee, 2018).Основно предизвикателство за трансфера на технологии са сложните проблеми, свързани с регулациите и екологичната

устойчивост. Това ограничава въвеждането на технологиите за преработка и опаковане на хранителни продукти (Werner et al.,2017).

Селскостопанските продукти обикновено имат висока честота на дишане, висока биосинтеза на етилен и склонност към загуба на вода, която възниква поради фактори на околната среда, поради което се предлага да се опаковат с помощта на усъвършенствани подходи за MAP. Усъвършенстваната технология за опаковане помага при доставянето на хранителни продукти с покритие с добавена стойност с превъзходно качество, където включването на подходящи решения за опаковане като вторична опаковка и прилагана технология за опаковане помага в непрекъснатата верига на доставки на хранителни продукти (Ghosh and Katiyar V., 2021).

Опаковките за храни са основен инструмент в хранително-вкусовата промишленост за защита на продуктите от намеса на околната среда, която може да бъде вредна за продукта и за здравето на потребителите. В резултат на това световният пазар на опаковки се разраства и стимулира развитието на нови технологии, за да отговори на индустриалното търсене (Oliveira and Melo, 2019).

Ядивните покрития са направени основно от три компонента - филмообразуващ материал, пластификатор и добавки. Ядивните филми изискват подходящ разтворител за получаване на филмообразуваща дисперсия (FFD), за тази цел се използват вода и алкохол или воден алкохол. Протеините, полизахаридите, липидите и комбинацията или смес от тях са първични филмообразуващи материали. Пластификаторите и другите функционални добавки като антиоксиданти, витамини, антимикробни средства, етерични масла, пигменти и химически консерванти се използват за подобряване на защитните свойства на годни за консумация филми или опаковки.

Процесът на нанасяне на покритие включва омокряне на повърхността на хранителния продукт, върху която трябва да бъде нанесеното покритие с определен състав, възможно проникване на суспензията на покритието в дълбочина на повърхностния слой, последвано от възможно сцепление между суспензията и повърхността на храната (Osorio et al., 2018).

Ядивните опаковки се тестват чрез различни количествено измерими качествени показатели. Основните качествени показатели за оценка на възможностите им да защитят продукта са барирени свойства спрямо влага и газове, микробиологична стабилност, способност за адсорбция на влага, адхезия, сцепление, разтворимост, прозрачност, механични свойства, сензорни и органолептични свойства. Обикновено годните за консумация опаковъчни материали (ядивни филми и покрития) не променят външния вид, миризмата и вкуса на хранителния продукт. Последните иновации обаче позволиха на продукта да придаде летливи аромати, витамини и ароматизатори на опакованите артикули.

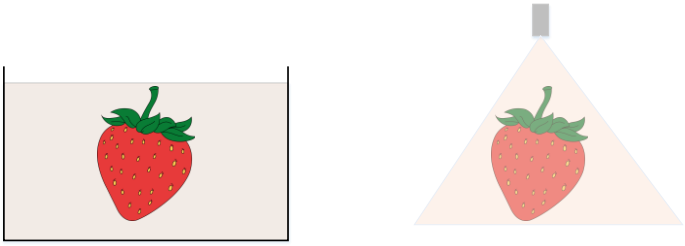
За осигуряване на задоволителни защитни характеристики на покритията основен фактор, който се управлява в промишлени условия е дебелината покритието. Дебелината оказва съществено влияние върху пропускливостта на газове и пари. При плодове и зеленчуци, за които от съществено значение е процесът на дишане в следберитбения период, който основно влияе върху загубата на качество като например загуба на влага, е необходимо чрез дебелината на покритието да се осигури определена интензивност на дишане и преминаване на водни пари.

Методи за нанасяне на ядивни покрития

Основните методи, прилагане при нанасянето на ядивни покрития, могат да се разделят в две категории:

При нанасянето на ядивни покрития върху хранителни продукти за запазване техните качества за по-дълъг период могат да се използват два основни подхода:

- Чрез попадане на обекта за покриване в средата за покриване (потапяне);
- Чрез попадане на средата за покритието върху обекта за покриване.



Фиг. 1 Методи за нанасяне на ядивни покрития:

а) чрез попадане на обекта за покриване в средата за покриване; б) чрез попадане на средата за покритието върху обекта за покриване

Поставяне на обекта в разтвора - потапяне

При този подход обектите, върху които се нанася покритието, се потапят в разтвора на веществата, с които ще се покриват. При потапянето разтворът омокря повърхността на обекта и благодарение на свойствата на веществата, намиращи се в него, се закрепва трайно към нея. Това е метод, който лесно може да се приложи в промишлени мащаби. Трудността е в управление на параметрите на покритието, което се отразява на неговоото качество. Недостатък на този метод е и замърсяването на разтвора, което бързо води до промяна на неговите свойства.

Поставяне на разтвора върху обекта

При втората категория методи се използва нанасяне на покритието чрез дюзи, четки или заливане.

Използването на дюзи позволява разтворите да се нанасят значително по-прецизно, благодарение на възможността да се управлява процеса чрез дебит, налягане, направление на струята и други параметри на режима на нанасяне (пръскане) на покритието. Недостатък на този метод е високата степен на сложност на управление на параметрите, необходимостта от тяхното адаптиране към конкретните характеристики на обекта, върху който се нанася покритието.

Нанасянета ня покритието чрез използване на четки, валяци и други подобни технически средства е с много ограничения и се прилага само в лабораторни условия. Причината за това са сложните и непостоянни форми на обектите от хранителната промишленост, подлагани на подобно третиране.

Заливането се реализира чрез преминаване на обектите през „стена“ от заливката - „пелена“. Параметрите, които технологично в процеса на нанасяне на покритието могат да се управляват, са дебитът на заливката и скоростта на преминаване на обектите. За да се осигури нанасяне по цялата повърхност, е необходимо да се реализира завъртане на обекта. Методът може да се комбинира с потапяне. Така разтворът, с който обектите се заливат, ще служи като среда за транспорт и относително въртене, за да се осигурят необходимите (в определени граници) степен и дебелина на покритието.

Заливането на обектите с разтвора на покритето е трудно управляемо, макар и лесно реализуемо.

Съществува и подход за нанасяне на покрития, при които в известна степен има комбиниране на методи от двете категории. Такива са методите на нанасяне на покрития в дражир барабани или чрез използване на съоръжения, в които се реализира принципът на кипящ слой. При тях непрекъснато се вкарва покриващ разтвор, като не целият попада върху обекта. Част от него остава в зоната, в която са обектите за покриване и в процеса на взаимното им допиране допълнително се нанся покритиел

Технологиите за нанасяне чрез пръскане са използвани в редица приложения. При нанасяне чрез пръскане методът на атомизация (пулверизация) определя разпределението на размера на капчиците и пространственото разпределение на спрейовете, като и двете влияят върху качеството на получените филми, нанесени чрез пръскане (Jung et al., 2010).

Независимо от подхода, съществуват редица фактори, които оказват влияние върху качеството на нанесеното покритие. Тяхното разкриване е от съществено значение за постигането на контролиран процес в промишлени условия. В противен случай покритието няма да изпълни своите функции.

Факторите от които зависи качеството на покритието могата да се разделят на две категории:

- Фактори, които са общи за всички методи за нанасяне на покритията;
- Фактори, които са специфични за метода, прилаган за нанасяне на покритието.

Общи фактори, влиещи на качеството на нанесеното покритие

Общите за всички методи фактори, оказващи влияние върху постигнатото качество на покритието, са свързани с особеностите на обекта, който се покрива, и с вида на покритието, което се нанася.

Характерно за голяма част от хранителните продукти, върху които се нанасят покрития за запазване на техните качества за по-дълъг период, е тяхната неправилна форма и нееднаквост на размерите. В добавка, дори върху еднакви продукти повърхностните свойства са различни.

Покритията, които се нанасят, също имат големи различия в свойствата си. Много от тях са течни, но с различна плътност, вискозитет и омокряемост, а други са прахообразни с различен гранулометричен състав.

Специфични фактори, влиещи на качеството на нанесеното покритие

Специфичните фактори са свързани с методите, които се прилагат при нанасяне на покритията. Големите различия в избрания подход определят тези разлики. Необходим е задълбочен анализ на факорите, за да се установи значимостта на всеки от тях и да се определи стратегия за тяхното управление при реализирането на процеса в промишлени условия.

При потапянето от значение е състоянието на разтвора. Прилага се при нанасяне на покрития върху плодове и зеленчуци. При потапянето те плуват в разтвора. Вследствие на движението и стълкновението между отделните обекти, върху чиято повърхност трябва да се нанесе покритието, те се въртят и така има непрекъснат контакт на разтвора с цялата им повърхнина. Дебелината на покритието се влияе от характеристиките на разтвора. За прикрепване на покритието от съществено значение е неговата адхезия към повърхнината на обекта. При по-нататъшния процес формирането на покритие с определена дебелина зависи от свойството на разтвора (адхезия към себе си). При незадоволителни показатели относно дебелината, нанасянето чрез потапяне става на етапи, които се редуват с периоди на сушене. В тези случаи процесът е бавен, енергоемък и е необходима оценка на икономическата му целесъобразност за прилагане в промишлени условия.

За да се прилагат в промишлени условия определени методи за нанасяне на покритието, те трябва да са икономически изгодни, да дават възможност за лесно управляване на процеса, за управляване на качеството на постигнатото покритие и редица други изисквания.

Електроразпръскването е нова техника за нанасяне на покритие, за която е известно, че дава фини капчици с размер до 20 μm и дори по-малки, даващи потенциала на ултратънки и равномерни покрития. Размерът на капчиците по време на процеса на пръскане е функция от експлоатационните параметри и свойствата на течността. Khan et al (2017) обобщават ценна информация за оптимизацията на процеса на нанасяне на покрития за хранителни приложения. Това дава възможност процесът на нанасяне на покритие в промишлени условия да се следи и управлява съгласно изискванията, наложени от особеностите на продукта, покритието и желания срок на съхранение в определени граници.

Технологията за електростатично пръскане е приложена за нанасяне на годни за консумация алгинатни покрития с функционални добавки върху пресни ягоди. Ефективността на електростатичната технология се сравнява с неелектростатичната

(конвенционална) технология по отношение на ефективността на прехвърляне на разтвора и постигнатата равномерност на дебелината на нанесеното покритие. Електростатичната технология демонстрира по-висока ефективност на прехвърляне и равномерност в сравнение с конвенционалната (Peretto et al., 2017).

ИЗВОДИ

Промишленото приложение на ядивни покрития върху хранителни продукти все още е в начален етап. Въпреки потенциала си за осигуряване на безопасни, качествени и с намален отпечатък върху околната среда храни, много от разработените покрития си остават в лабораториите. Причината за това в голяма степен е неефективността при пренасяне на технологията в промишлени условия. За реализирането на технологиите за нанасяне на покрития за масово произвеждани храни са необходими изследвания, насочени към адаптиране на сега съществуващи методи и технически средства или разработването на нови, които да осигурят търговска значимост.

Масовизирането на подхода за запазване безопасността и качеството на храните за по-дълъг период чрез ядивни покрития е свързано с убедеността на всички участници по веригата на доставки. Всеки от производители, търговци и потребители трябва да получи своето. Потребителите трябва да са убедени в безопасността на покритието, знаейки за него без да го усещат (без промени в сензорните характеристики на хранителния продукт), търговецът да е спокоен за стоката си, че е добре запазена, а производителят да получи своята принадена стойност (икономическа целесъобразност).

За практическото реализиране в промишлени условия на този иновативен метод за опаковане е необходимо изучаване на поведението на обектите, върху които ще се нанася покритието и самите покрития. Трудностите произтичат от твърде разнообразната природа09 на протичащите явления при нанасянето им върху повърхността. Решаването им е възможно чрез съвместната работа в екип на специалисти от различни области.

Благодарност: Настоящият доклад се подкрепя от „Национална научна програма“ „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“ на МОН, одобрена с РМС №577/17.08.2018 г.

REFERENCES

Oliveira, A., & Melo, N. (2019). MARKET AND SUSTAINABILITY OF FOOD PACKAGING: A REVIEW. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 36(1). doi:http://dx.doi.org/10.5380/bceppa.v36i1.57846.

Ghosh T., Katiyar V. (2021) Advanced Packaging Technology for Improved Delivery of Edible Packaged Products. In: Nanotechnology in Edible Food Packaging. Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6169-0_13.

Werner, Brenda & Koontz, John & Goddard, Julie. (2017). Hurdles to commercial translation of next generation active food packaging technologies. Current Opinion in Food Science. 16. 10.1016/j.cofs.2017.07.007.

Andrade, Ricardo & Skurtys, Olivier & Osorio, Fernando. (2012). Atomizing Spray Systems for Application of Edible Coatings. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 10.1111/j.1541-4337.2012.00186.x.

Andrade R. et al (2012), Experimental study of drop impacts and spreading on epicarps: Effect of fluid properties, Journal of Food Engineering, Volume 109, Issue 3, 2012, Pages 430-437, ISSN 0260-8774, https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.10.038.

Atieno, L., Owino, W., Ateka, E. M., & Ambuko, J. (2019). Influence of Coating Application Methods on the Postharvest Quality of Cassava. International journal of food science, 2019, 2148914. https://doi.org/10.1155/2019/2148914

Silva-Vera, W. et al (2018). Study of Spray System Applications of Edible Coating Suspensions Based on Hydrocolloids Containing Cellulose Nanofibers on Grape Surface (Vitis vinifera L.). Food Bioprocess Technol 11, 1575–1585. https://doi.org/10.1007/s11947-018-2126-1

Nuyttens D. et al (2007), Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics, Biosystems Engineering, Volume 97, Issue 3, 2007, Pages 333-345, ISSN 1537-5110, https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.03.001

Mkandawire M. and A. Aryee (2018), Resurfacing and modernization of edible packaging material technology, Current Opinion in Food Science, Volume 19, Pages 104-112, ISSN 2214-7993, https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.03.010.

Pirozzi, A., Pataro, G., Donsì, F. et al. (2021). Edible Coating and Pulsed Light to Increase the Shelf Life of Food Products. Food Eng Rev 13, 544–569 https://doi.org/10.1007/s12393-020-09245-w

Khan, M.K.I., Nazir, A. & Maan, A.A. (2017). Electrospraying: a Novel Technique for Efficient Coating of Foods. Food Eng Rev 9, 112–119. https://doi.org/10.1007/s12393-016-9150-6

Peretto, G., Du, WX., Avena-Bustillos, R.J. et al. (2017). Electrostatic and Conventional Spraying of Alginate-Based Edible Coating with Natural Antimicrobials for Preserving Fresh Strawberry Quality. Food Bioprocess Technol 10, 165–174. https://doi.org/10.1007/s11947-016-1808-9.

Osorio, F.; Valdés, G.; Skurtys, O.; Andrade, R.; Villalobos-Carvajal, R.; Silva-Weiss, A.; Silva-Vera, W.; Giménez, B.; Zamorano, M.; Lopez, J. (2018). Surface Free Energy Utilization to Evaluate Wettability of Hydrocolloid Suspension on Different Vegetable Epicarps. Coatings, 8, 16. https://doi.org/10.3390/coatings8010016.