

Перспективні елементи активного пакування

С.В. Іванов, д.х.н., В.М. Пасічний, д.т.н., В.В. Олішевський, к.т.н., А.І. Маринін, к.т.н., Ю.В. Желуденко,
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Сучасний стан харчової промисловості та напрямки розвитку харчових технологій спрямовані на підвищення якості харчових продуктів та гармонізації заходів щодо збереження продуктів із урахуванням показників їхньої безпеки.

Вітчизняні та закордонні дослідники плідно працюють над розробленням сучасних технологій пакування. Загальні напрямки досліджень щодо подовження термінів зберігання продукції в упаковці можна класифікувати таким чином:

- включення антимікробних речовин у сашети, з яких вивільнюються леткі біологічно активні речовини протягом зберігання продукції;
- безпосереднє включення антимікробних агентів у пакувальну плівку;
- нанесення на пакування покриття з матрицею, яка поводить себе як носій антимікробних агентів і може вивільняти їх на поверхню продукту.

Антимікробні агенти можуть вивільнитися через випаровування у вільному просторі упаковки (леткі сполуки) або мігрувати у продукт шляхом дифузії (нелеткі сполуки). Ця система більш ефективна порівняно з прямим застосуванням антимікробних агентів на поверхні м'яса, адже сповільнюється міграція агентів з поверхні, що сприяє збереженню високих концентрацій там, де це необхідно.

Крім використання антимікробних пакувальних матеріалів або антимікробних вкладок у вільний простір упаковки, використовують газоподібні агенти для пригнічення росту мікроорганізмів. Зазвичай використовують CO_2 , випарувач $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ і SO_2 [1]. При пакуванні з поглиначами O_2 також проявляються непрямі антимікробні дії проти аеробних мікроорганізмів.

Високий рівень O_2 в упаковці продуктів може сприяти мікробному росту, і хоча продукти, чутливі до впливу O_2 , можна упакувати в вакуумному або модифікованому газовому середовищі (МАР), така технологія не завжди полегшує повне видалення O_2 [2]. Поглиначі O_2 , що застосовуються для пакування м'ясних продуктів, можуть попередити ріст плісняви, аеробних бактерій, таких як *Pseudomonas*, окисне пошкодження м'язових пігментів і знебарвлення м'яса [3].

Поглиначі O_2 можна застосовувати для видалення залишків O_2 після пакування в вакуумному середовищі або в МАР. Більше того, така система може поглинати O_2 , що проникає через пакувальну плівку. Поглиначі O_2 також допомагають уникнути фотоокислення, особливо для нарізаних делікатесних продуктів. Товари у прозорих упаковках ціняться все більше, проте, якщо в упаковці наявні залишки O_2 , починається фотоокислення, що призводить до швидкого знебарвлення м'яса.



У упаковці, що щільно прилягає до продукту, наприклад у вакуумному середовищі, дуже мало вільного простору і проникнення O_2 може бути причиною зменшення якості продукту. За цих умов, корисними є полімерні плівки з поглиначами O_2 [4].

Паралельно з поглиначами O_2 через потенційний розвиток мікрофлори зростає увага до генераторів CO_2 , які подовжують термін придатності м'ясних продуктів.

Для консервування м'яса генератори CO_2 застосовують, головним чином, завдяки їхній інгібуючій здатності проти низки аеробних бактерій та плісняви. Серед O_2 , CO_2 і N_2 , які найбільш часто використовують у МАР-системах, CO_2 — єдиний газ з прямим антимікробним впливом, що призводить до збільшення лаг-фази і часу генерації протягом логарифмічної фази росту.

Інгібуюча дія CO_2 має різний вплив на мікроорганізми. Помірний рівень CO_2 (10–20 %) пригнічує аеробні бактерії, такі як *Pseudomonas*, водночас це може стимулювати такі мікроорганізми, як молочнокислі бактерії. Більше того, CO_2 на рівні менше 50 % чинить мінімальний вплив на патогени, такі як *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* і *L. monocytogenes*. У більшості випадків бажаним є використання великої кількості CO_2 (10–80 %), адже при цьому відбувається пригнічення росту мікрофлори на поверхні і таким чином подовжується термін придатності продукції [3].

Альтернативою сашетам з газовими генераторами є включення поглиначів у структуру упаковки. Було проведено тестування різних антимікробних молекул, таких як бактеріоцини, ферменти та органічні кислоти, що включені у плівки, щодо пригнічення росту патогенів або сапрофітних бактерій при зберіганні м'ясних продуктів [5, 6].

Бактеріоцини є антибактеріальними пептидами, що вироблені молочнокислими бактеріями. Вони переважно стійкі до нагрівання, судячи з усього, гіпоалергенні та



одразу розщеплюються протеолітичними ферментами у кишковоки людини. Нізін є найбільш комерційно привабливим, бо він ефективний проти Грам-позитивних патогенів та агентів, що викликають псування продукту.

Маркос Б. та Аймеріх Т. досліджували здатність ентероцину, що вироблений *Enterococcus faecium*, контролювати ріст *L. monocytogenes* у готовій шинці [7]. Готова шинка проходить достатнє термальне оброблення для знищення патогенів, але надалі зазнає впливу навколишнього середовища протягом нарізання та повторного пакування, що може призвести до повторного забруднення. Бактеріоцин був включений у біоплівку на основі альгінату, зеїну або полівінілового спирту. Автори встановили, що вакуумне пакування у плівку на основі альгінату, що містить 2000 AU/cm² ентероцину, є дуже ефективним протягом зберігання при 6 °С. Значного зменшення кількості патогенів у готовій шинці можна досягнути поєднанням обох технологій. Наприклад, у іншому дослідженні ці автори встановили, що при поєднанні такого типу антимікробного пакування з обробкою високим тиском можна досягнути зменшення рівня забруднення протягом 60 днів зберігання при 6 °С [8]. Спеції багаті на фенольні сполуки, такі як флавоноїди і фенольні кислоти, які демонструють широкий спектр біологічного впливу, включаючи антиоксидантні та антимікробні властивості. Пряме включення ефірних олій до м'ясних продуктів призведе до зменшення мікрофлори, але може змінити сенсорні властивості продукту. Цікавим є включення ефірних олій до складу їстівних плівок. Сейдім А. та Сарікіс Г. продемонстрували, що олії орегано і часнику були ефективними у плівках на основі білку молочної сироватки проти *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes*, *E. coli* та *Lactobacillus plantarum* [9]. Уаттара Б. та Лакруа М. разом з іншими вченими оцінили комбінований вплив гамма-опромінення та застосування плівки, що містить порошок спецій, на мікробний ріст рубленої яловичини [6, 10]. Основою плівки є казеїнат та ізолят соєвого білку у поєднанні з чебрецем, розмарином та шавлією.

Ха Джун Ук і Кім Юн Мін дослідили вплив екстракту виноградних кісточок, що включений у кількості 0,5–1 % шляхом сумісної екструзії до багат шарової поліетиленової плівки, на мікрофлору свіжої яловичини [11]. Ці плівки зменшують ріст аеробних і коліформних бактерій у рубленому м'ясі, яке загорнуте у плівку і зберігається при 3 °С протягом 18 днів.

Найбільш дослідженими серед хімічних антимікробних препаратів є різноманітні органічні кислоти через їхню ефективність та рентабельність. Сорбінова кислота та її більш розчинні солі широко використовуються як консерванти у харчових продуктах. Органічні кислоти є чутливими до мікроорганізмів [1]. Сорбінова кислота і сорбати є дуже сильними протигрибковими препаратами, водночас не є антимікробно активними. Отже, суміші органічних кислот мають більш широкий антимікробний спектр і сильнішу активність порівняно з окремою кислотою. Уаттара Б. та Сімард Р. оцінили можливість використання оцтової або пропіонової кислот, що включені

Вам потрібна якісна і надійна упаковка?



... навіть такі складнощі?

Ваше масло - наша упаковка



FLAGMAN FLEEXO FACTORY

+38-057-728-18-60
+38-057-728-18-61
+38-057-728-49-70
+38-057-728-49-71
+38-068-640-40-40
flagman-flexo-factory.com
info@flagman-flexo-factory.com
info-flagman-flexo-factory.com
facebook.com/flagman-flexo-factory
twitter.com/flagmanflexofactory
youtube.com/user/flagmanflexofactory

у матрицю хітозану, яка була розроблена таким чином, щоб повільно вивільняти бактеріальний інгібітор [12]. Внаслідок застосування плівки сповільнився або був цілковито пригнічений ріст *Enterobacteriaceae* і *Serratia liquefaciens*.

Альтернативою включення антимікробних сполук в процесі екструзії є застосування антимікробних добавок як покриття. Це сприяє контролю розміщення специфічних антимікробних добавок без впливу на них високої температури. Також покриття можна застосовувати на завершальній стадії, мінімізуючи вплив зовнішніх умов.

Покриття може бути носієм антимікробних компонентів з метою збереження високої концентрації консервантів на поверхні продукту. Для систем, які використовують нелеткі агенти і де біологічна активність ґрунтується на міграції антимікробних речовин, було розроблено цеоліт із заміщенням сріблом, який є найбільш поширеним антимікробним агентом, що пов'язаний із пластиком. Цеоліт, частина атомів з поверхні якого заміщена сріблом, ламінується тонким шаром на поверхню полімеру, що контактує з продуктом, і починає вивільняти іони срібла, які пригнічують велику кількість метаболічних ферментів та мають сильну антимікробну активність [13].

Антимікробні агенти з поверхні пакування вивільняються шляхом випаровування у вільному просторі упаковки, що можна досягнути використанням летких ефірних олій. Це є альтернативою використання хімічних консервантів і відповідає сподіванням споживача щодо виробництва на-

туральних продуктів. Використання ефірних олій в активному пакуванні може бути дуже важливим, незважаючи на те, що їхнє практичне застосування обмежене через смакові критерії. Скандаміс П. і Нікас Г. оцінили ефективність використання летких компонентів ефірних олій у поєднанні з MAP [14]. Леткі компоненти ефірної олії впливають на метаболічну активність та ріст мікроорганізмів м'яса, що зберігалося у модифікованому газовому середовищі. Проте, інгібування відбувалося меншою мірою порівняно зі зразком, де ефірна олія знаходилася безпосередньо на поверхні м'яса. Іншою можливістю є включення антимікробних компонентів у істівні покриття. Вибір включених активних агентів обмежений істівними речовинами, так як їх споживають разом з їжею. Вказані вище плівки на основі хітозану, незалежно від того, чи пов'язані вони з іншими біоактивними речовинами (бактеріоцини, органічні кислоти тощо), чи ні, також можна включити у цю концепцію пакування.

Йінгуад С. і Руамсін С. дослідили вплив хітозанового покриття та вакуумного пакування на якість та термін придатності смаженої свинини протягом охолодженого зберігання [15]. Незважаючи на подовження терміну зберігання охолоджених продуктів у вакуумній упаковці, існує занепокоєння щодо стійкості та росту мікроаерофільних психотропних патогенів в цих умовах. Вони також є сприятливими для росту молочнокислих бактерій, що пов'язані з псуванням готових м'ясних продуктів. Автори показали значний вплив хітозанового покриття на загальну кількість мікроорганізмів порівняно з продуктом без покриття, що забезпечує цікаву активну систему у поєднанні з вакуумним пакуванням.

За результатами аналізу літературних джерел впливає необхідність більш глибокого дослідження у напрямку систем з комплексним складом рецептур з високою частотою заміни м'ясної сировини.

Література

1. *Han J.H.* (2005). Antimicrobial packaging systems. In Jung H. Han (Ed.), *Innovations in food packaging* (pp. 81–107). — Amsterdam: Elsevier Academic Press.
2. *Kerry J.P., O'Grady M.N. & Hogan S.A.* Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review // *Meat Science*. — 2006. — № 11. — P. 113–130.
3. *Vermeiren L., Devlieghere F., Van Beest M., De Kruijf N. & Debevere J.* Developments in the active packaging of foods // *Trends in Food Science & Technology*. — 1999. — № 10. — P. 77–86.
4. *Rooney M.* (2000). Active packaging in charged films. In N. Gontard (Ed.), *Les emballages actifs* (pp. 229–239). — Paris, France: Tec&Doc.
5. *Scannell A.G.M., Hill C., Ross R.P., Marx S., Hartmeier W. & Arendt E.K.* Development of bioactive food packaging materials using immobilised bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin® // *International Journal of Food Microbiology*. — 2000. — № 60. — P. 241–249.
6. *Ouattara B., Giroux M., Smoragiewicz W., Saucier L. & Lacroix M.* Combined effect of irradiation, ascorbic acid and edible

coating on the improvement of microbiological and biochemical characteristics of ground beef // *Journal of Food Protection*. — 2002. — № 65. — P. 981–987.

7. *Marcos B., Aymerich T., Monfort J.M. & Garriga M.* Use of antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham // *International Journal of Food Microbiology*. — 2007. — № 120. — P. 152–158.

8. *Marcos B., Aymerich T., Monfort J.M. & Garriga M.* High pressure processing and antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham // *Food Microbiology*. — 2008. — № 25. — P. 177–182.

9. *Seydim AC, Sarikus G.* Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils // *Food Research International*. — 2006. — № 39. — P. 639–644.

10. *Lacroix M., Chiasson F., Borsa J. & Ouattara B.* Radiosensitization of *Escherichia coli* and *Salmonella typhi* in presence of active compounds // *Radiation Physics and Chemistry*. — 2004. — № 71. — P. 65–68.

11. *Jung-Uk Ha, Young-Min Kim, Dong-Sun Lee.* Multilayered antimicrobial polyethylene films applied to the packaging of ground beef // *Packaging Technology and Science*. — 2001. — № 14 (2). — P. 55–62.

12. *Ouattara B., Simard R.E., Pielt G., Bergin A., Holley R.A.* Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan // *International Journal of Food Microbiology*. — 2000. — № 62 (1–2). — P. 139–148.

13. *Quintavalla S., Vicini L.* Antimicrobial food packaging in meat industry // *Meat Science*. — 2002. — № 62. — P. 373–380.

14. *Skandamis P.N. & Nychas G.J.E.* Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions // *International Journal of Food Microbiology*. — 2002. — № 79. — P. 35–45.

15. *Yingyuad S., Ruamsin S., Leekprokok T., Douglas S., Pongamphai S. & Siripatrawan U.* Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork // *Packaging Technology and Science*. — 2006. — № 19. — P. 149–157. ✂

Перспективные элементы активной упаковки

С.В. Иванов, д.х.н., В.Н. Пасичный, д.т.н., В.В. Олишевский, к.т.н., А.И. Маринин, к.т.н., Ю.В. Желуденко

Антимикробные упаковочные материалы могут быть потенциальным альтернативным решением для предотвращения развития и распространения патогенных микроорганизмов и порчи в мясных продуктах. Включение антимикробных компонентов в пленки дает возможность локализовать функциональное влияние на поверхности продукта. Потенциал этих технологий оценен для сохранения мяса и мясных продуктов.

Ключевые слова: антимикробная упаковка; мясо; мясные продукты.

Perspective details of active packaging

S.V. Ivanov, Dr., V.N. Pasichny, Ph.D., V.V. Olishkevsky, Ph.D., A.I. Marinin, Ph.D., Y.V. Zheludenko

Antimicrobial packaging materials could be a potential alternative solution to prevent the development and spread of pathogenic microorganisms and spoilage in meat products. Incorporating antimicrobial compounds in films allows the functional effect at the food surface to be localized. The potential of these technologies are evaluated for the preservation of meat and meat products.

Keywords: antimicrobial packaging; meat; meat products.