

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Д. В. Серветник
студент групи ХТ4/1

І. О. Бансва
д.е.н., професорка
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв, Україна

Інновації у сфері пакування та зберігання харчових продуктів нині є центральним напрямом розвитку харчової промисловості. Виробники прагнуть не лише забезпечити захищеність продукту, а й зменшити втрати при транспортуванні, подовжити термін придатності, підвищити безпеку та зберегти харчову цінність. Сучасні технології стають відповіддю на глобальні виклики: зростання обсягів харчових відходів, посилення екологічних вимог, зміни логістичних схем, а також підвищення очікувань споживачів щодо прозорості та якості харчових продуктів [1].

Одним із найдинамічніших напрямів є активне пакування, у якому пакувальний матеріал взаємодіє з продуктом або навколишнім середовищем, змінюючи його властивості. Це не просто оболонка, а система, що регулює умови всередині пакування. Наприклад, поглиначі кисню, що часто містять порошкоподібне залізо, відомі своєю здатністю значно уповільнювати окисні процеси, зберігаючи свіжість м'яса, риби та продуктів із високим вмістом жирів [2]. Інша категорія активних елементів - поглиначі етилену, які широко використовуються для довшого зберігання фруктів та овочів. Оскільки етилен є гормоном дозрівання, його видалення з повітряної атмосфери пакування дає змогу істотно зменшити швидкість псування продукції [3]. Важливою складовою є також антимікробні пакувальні матеріали, до яких вводять лізоцим, органічні кислоти або екстракти рослин, що гальмують ріст патогенних мікроорганізмів, зменшуючи ризики бактеріального забруднення [2].

Паралельно стрімко розвивається інтелектуальне (розумне) пакування,

що виконує інформаційну функцію й дає змогу контролювати стан продукту в реальному часі. Одним із найпоширеніших різновидів є індикатори свіжості, які реагують на леткі аміни, що утворюються під час псування білковмісних продуктів. Зміна кольору такого індикатора дає змогу покупцеві оцінити реальну якість товару, навіть якщо він все ще має прийнятний вигляд [4]. Індикатори температури та часу (ТТІ) дозволяють контролювати дотримання «холодного ланцюга», оскільки реєструють сумарний тепловий вплив на продукт, що особливо важливо для заморожених або охолоджених товарів [5]. Використання QR-кодів та RFID-міток забезпечує повну простежуваність - від виробництва до полиці магазину, що є ключовим для безпеки та боротьби з фальсифікацією [6].

Не менш важливим напрямом є розвиток екологічно безпечних та біорозкладних пакувальних матеріалів, які зменшують залежність від традиційних пластиків. Інтенсивно впроваджуються матеріали на основі крохмалю, целюлози, хітозану, які здатні розкладатися в природних умовах. Хоча бар'єрні характеристики таких матеріалів часто нижчі, ніж у синтетичних полімерів, інновації у сфері наномодифікації та багат шарових структур дозволяють покращувати їх волого- та газонепроникність [7].

Полілактидна кислота (PLA) стала одним із найпоширеніших біополімерів завдяки своїй термостійкості, прозорості та придатності до компостування. Її все частіше використовують у пакуванні свіжих овочів, фруктів та випічки [7]. Перспективним напрямом розвитку є їстівні пакувальні покриття, що виготовляються з білкових або полісахаридних матеріалів і створюють додатковий захисний бар'єр на поверхні продукту. Вони можуть містити антиоксиданти та антимикробні добавки, які продовжують термін придатності продуктів без шкоди для здоров'я [8].

Ще однією фундаментальною складовою інновацій є новітні технології зберігання харчових продуктів, серед яких ключове місце посідає модифікована атмосфера (МАП). Заміна повітря в пакуванні на суміш газів, що контролює розвиток мікроорганізмів та окисні процеси, дозволяє значно

подовжити терміни зберігання м'яса, салатів і випічки. Співвідношення газів визначається для кожного продукту окремо: підвищений вміст CO₂ гальмує мікрофлору, азот витісняє кисень, а контрольований вміст O₂ запобігає небезпечному анаеробному псуванню певних товарів [3]. Вакуумне пакування продовжує залишатися однією з найефективніших технологій, оскільки видалення кисню уповільнює як мікробіологічні, так і окисні процеси [1].

Значну увагу науковці приділяють нанотехнологіям, які дозволяють створювати пакувальні матеріали з унікальними бар'єрними властивостями. Нанокompозитні плівки забезпечують кращий захист від вологи, газів та ультрафіолетового випромінювання. Додавання наночастинок срібла або оксиду цинку може надавати їм антимікробних властивостей, що зменшує ризик псування продуктів [9]. Ще одна передова технологія - використання холодної атмосферної плазми, яка дає змогу дезінфікувати харчові продукти без нагрівання та без додавання хімічних речовин. Такий метод особливо перспективний для свіжих ягід, зелені та м'яса, оскільки він суттєво знижує мікробіологічне навантаження, зберігаючи природні властивості продукту [10]. Контрольована атмосфера у спеціальних камерах є важливою технологією для тривалого зберігання фруктів і овочів. Регулювання концентрацій кисню та вуглекислого газу дозволяє сповільнювати процеси дихання й старіння рослинної продукції. Завдяки цьому можна зберігати яблука, груші та інші плоди протягом багатьох місяців без істотної втрати смакових властивостей [3]. У майбутньому можна очікувати подальшого розвитку інтегрованих систем пакування, де активні, інтелектуальні та екологічні властивості поєднуюватимуться в одному матеріалі. Цифровізація пакування, підвищення точності контролю умов транспортування, застосування біомікрії та нових компостованих полімерів стануть ключовими напрямками інновацій. Орієнтація на сталість виробництва та мінімізацію впливу на довкілля сприятиме швидкому поширенню біорозкладних пакувальних матеріалів і технологій вторинної переробки [6].

Таким чином, інновації у сфері пакування та зберігання харчових продуктів визначатимуть ефективність харчової індустрії у найближчі десятиліття.

Список використаних інформаційних джерел

1. Коваленко О. Технології пакування харчових продуктів: навч. посіб. Київ: Харчова промисловість, 2020.
2. Robertson, G. Food Packaging: Principles and Practice. CRC Press, 2016.
3. Smith J., Hui Y. Food Storage Technology. Wiley-Blackwell, 2018.
4. Yam K. L. Intelligent Packaging for the Food Industry. Springer, 2017.
5. Kerry J. Modified Atmosphere and Active Packaging Technologies. Elsevier, 2014.
6. Brody A. Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods. Wiley, 2018.
7. Rhim J.-W., Ng P. K. Natural Bio-based Polymers for Sustainable Packaging. Elsevier, 2021.
8. Han J. H. Edible Films and Coatings for Food Applications. Springer, 2014.
9. Chaudhry Q. et al. Applications and Implications of Nanotechnologies for the Food Sector. EFSA, 2017.
10. Misra N., Keener K. Cold Plasma in Food Processing. Academic Press, 2016.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАПІВФАБРИКАТІВ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ

А. П. Кайнаш

к.т.н., доцент кафедри харчових технологій

М. О. Дубінчук

здобувач бакалаврського рівня вищої освіти
спеціальності 181 «Харчові технології»

Полтавський державний аграрний університет
м. Полтава, Україна

А. Х. Абдурасулов

професор, д.с.-г.н., завідувач лабораторії «Біотехнологія», Ошський
державний університет, м. Ош, Киргистан

Одним з базових напрямів удосконалення технології зберігання є оптимізація холодового режиму. Застосування швидкого охолодження одразу після формування напівфабрикату до температури 0–2 °С значно сповільнює