

Баранюк Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: aleksandrW@i.ua

Рева Сергій Анатолійович, аспірант, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
E-mail: teram57@meta.ua

УДК 006:658.8

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.92373

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАКОВАНЬ НА ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

© О. С. Калініна, Р. І. Байцар

Розглянуто специфічні особливості зберігання різних продуктів харчування, вплив деструктивних факторів на погіршення їх споживчої цінності та товарного вигляду. Досліджено роль основних видів сучасних пакувань та їх функцій в збереженні, а подекуди, і покращенні цілої низки об'єктивних та суб'єктивних показників якості продуктів харчування та в розширенні можливостей їх використання

Ключові слова: пакування зі змінюваними газовими середовищами, активні пакування, інтелектуальні пакування, функції пакувань, показники якості

1. Вступ

З розвитком ринкової моделі економіки, впровадженням сучасних технологій, зростанням конкуренції між виробниками, подальшим удосконаленням ринку роздрібною торгівлі через розповсюдження мережі магазинів з системою самообслуговування та об'єктивним збільшенням вимог покупців до якості продукції роль пакування в просуванні товару на ринку значно зросла. Якщо раніше пакування сприймалося виробником і споживачем виключно як засіб для дозування, збереження та транспортування продукту, в наші дні перелік функцій пакування значно розширився і включає такі функції як ергономічна (експлуатаційна), інформаційна та ідентифікаційна, нормативно-законодавча, маркетингова, екологічна тощо. Сьогодні пакування, безумовно, пов'язується у свідомості покупця з якістю презентованного товару та є однією з головних умов його ринкової конкурентоспроможності: навіть найякісніший продукт, запакований в нефункційне, недбале пакування, яке не задовольняє запити споживача, не буде користуватися очікуваним попитом. Отже, на сучасному етапі розвитку ринку без перебільшення можна сказати, що пакування та продукт повинні розглядатися як єдине ціле.

2. Літературний огляд

Проаналізовано низку публікацій, що стосуються різних аспектів пакування продуктів харчування та методів збереження їх споживчої цінності. Так, у статті [1] та дослідженні [2] розглянуті види пакувань з антибактеріальними властивостями у вигляді захисних покриттів та високобар'єрних плівок для ковбасних, кондитерських та хлібобулочних виробів; у статті [2] показано вплив багатошарових полімерних пакувальних матеріалів на основні технологічні, фізико-хімічні та якісні показники напівфабрикатів з м'яса птахів; у статті [3] проаналізовано

вплив полімерних багатошарових пакувань з застосуванням модифікованого газового середовища або вакууму на споживчі характеристики продукту; у статті [4] проаналізована роль харчового пакування як одного з факторів зниження ризику мікробіологічного псування продуктів харчування; у статті [5] розглянута залежність споживчої цінності кісточкових плодів від дії регульованого газового середовища в пакуванні та температури зберігання; у статті [6] досліджено застосування нанотехнологій в пакувальній галузі; у блозі [7] подано різні приклади вдалих пакувань продовольчих продуктів на сучасному ринку.

Однак у цих публікаціях не був розглянутий вплив різних видів пакувань та виконуваних ними функцій на якісні показники продуктів харчування.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження було виявлення, аналізування та систематизування зв'язків між різними видами пакувань, їх функціями та якістю продуктів харчування.

Для досягнення цієї мети були розглянуті специфічні особливості захисту споживчих властивостей продуктів харчування, основні функціональні характеристики пакувань, види пакувань і їх роль у збереженні, а подекуди, і покращенні якості харчових продуктів.

4. Аналіз впливу пакувань на якість продуктів харчування

Якість товару розглядається як його здатність задовольняти певні вимоги (потреби) споживача. Одночасно з факторами, які традиційно впливають на якість продукції (матеріал, з якого вона виготовлена, рівень проектування та конструювання, якість виготовлення, контроль готової продукції тощо) помітну дію на споживчі властивості товару сьогодні має

якість пакування. У залежності від категорії продукції та її особливостей, для пакування підбирається як конкретний матеріал з заданими фізичними, хімічними, гігієнічними, біологічними властивостями, який є сумісним з продукцією та не змінює її органолептичних показників, так і певне конструктивно-технологічне вирішення. Пакування призначене захистити як кількісну, так і якісну складову товару від механічної, хімічної, кліматичної, біологічної та інших дій під час його транспортування, складування та збуту. За нормативними документами, зокрема, національним стандартом ДСТУ-Н ISO/IEC Guide 41:2004 [8] пакування повинно гарантувати споживачеві постачання товарів у технічному стані, означеному виробником, захищати вміст від дії негативних впливів, запобігати погіршенню його споживчих характеристик протягом терміну придатності за звичайних умов споживання, під час транспортування та зберігання.

Особливо вагоме місце якість пакування займає в збереженні (а подекуди, і в покращенні) якості продовольчої продукції, тобто в підтримці її можливості задовольняти фізіологічні потреби людини. Саме захисна функція пакування, тобто його здатність зберігати виробничу якість та кількість запакованого продукту протягом заданого часу та при певних умовах сприяє захисту функціональних споживчих властивостей товару, які характеризують його можливість ефективно виконувати свою функцію. Оскільки продукти харчування мають тваринне або рослинне походження, це обумовлює їх порівняно невеликий термін придатності і робить їх найбільш уразливими до впливу різних зовнішніх чинників, під дією яких вони швидко втрачають свою споживчу цінність. Так, кисень у повітрі призводить до знищення ефірних масел у прямих овочах, окислення жирів, руйнації багатьох вітамінів, росту аеробних мікроорганізмів, однак відсутність кисню або недостатня його кількість викликає анаеробіоз (задуху) плодів та овочів, знищення оксіміоглобіна м'яса, активізацію анаеробних мікроорганізмів; зайва волога сприяє утворенню грудок в сипучих продуктах, гідролітичному руйнуванню жирів, появі гнилісних бактерій, пліснявих грибів, дріжджів, але саме підвищеного рівня вологості потребують для кращого зберігання більшість видів плодів та овочів, в тому числі, в замороженому стані, м'ясо, риба, квашені овочі тощо; вуглекислий газ, який виділяють свіжі овочі та фрукти, має антибактеріальні властивості і при певному рівні концентрації сприяє їх збереженню, але його надлишок може викликати їх фізіологічну руйнацію. До того ж сонячне світло знищує вітаміни (А, Е, К, В₂, В₁₂, С), змінює органолептичні властивості продуктів, а підвищення температури на 10 °С прискорює швидкість хімічних реакцій у 2–3 рази та значно скорочує їх терміни придатності. Крім того, певна частина продуктів, таких як шоколад, чай, кава тощо мають здатність швидко поглинати сторонні запахи та втрачати свій аромат, що значно погіршує їх смак. Випаровування вологи, усихання, розпорошення сипучих продуктів, розлив, вбирання рідкої фракції в обгортку призводять не тільки до якісних, але й до кількісних втрат продукту. Отже, в залежності від властивостей, при-

таманих різним продуктам, враховуючи процеси, які відбуваються після їх виготовлення або збирання (фрукти, овочі), для них підбираються оптимальні способи збереження їх споживчої якості та виробничої кількості. Неабияку роль в цьому відіграє ефективне пакування.

Одним із найдійовіших способів збереження споживчих властивостей продуктів є пакування зі штучно змінюваними газовими середовищами. Найбільш розповсюдженими серед них є пакування з модифікованим газовим середовищем, пакування з регульованим газовим середовищем та вакуумне пакування. В них використовується здатність основних складових атмосферного повітря: кисню, вуглекислого газу та азоту вибірково запобігати, прискорювати або гальмувати певні процеси в запакованих продуктах і тим самим впливати на їх споживчі властивості та терміни збереження. Виходячи з завдань, які виникають при збереженні того чи іншого продукту, розрізняють кілька варіантів пакувань зі зміненими газовими середовищами: ізобаричне, газонаповнене, пакування з саморегульованою газовою атмосферою, пакування з активно регульованою газовою атмосферою тощо. До найбільш сучасних та досконалих пакувань можна віднести пакування з активно регульованою газовою атмосферою. Оскільки динаміка змін газового середовища у значній мірі визначається властивостями полімерних плівок, пакування повинно бути міцним, з герметичними швами, мати добрі бар'єрні характеристики по відношенню до газів (особливо до таких як кисень та двоокис вуглецю), ароматичних летючих сполук, вологи, а також бути жиростійким, інертним до агресивних середовищ, термо- та холодостійким тощо.

Для, так званих, «недихаючих» продуктів харчування, до яких належать м'ясо червоне, м'ясо птици, риба, ковбасні та сосисочні вироби, напівфабрикат, випічка, сир тощо, найоптимальнішим є використання пакувань з модифікованим газовим середовищем (МГС або MAP – Modified Atmosphere Packaging), коли для кожної категорії продуктів всередину пакування замість відкачаного повітря вводиться газ з найбільш сприятливим співвідношенням вуглекислого газу, азоту та кисню. Цей вид пакувань збільшує ступінь безпеки харчових продуктів за рахунок суттєвого припинення мікробіологічних процесів (розмноження шкідливих мікроорганізмів), хімічних процесів (окислення жирів та руйнації біологічно активних речовин) та небажаних фізичних процесів (деформації та порушення цілісності твердих продуктів внаслідок сорбції або дисорбції вологи тощо), чим суттєво впливає на збереження харчової цінності продуктів, їх товарного вигляду та помітно збільшує термін придатності без застосування консервантів (або з їх значним обмеженням). Так, терміни збереження (при температурі зберігання від 0 °С до 2 °С) охолодженої яловичини збільшуються з 2–4 днів до 10–15 днів, свіжої риби – з 2–3 днів до 5–9 днів, твердого сиру – з 2–3 тижнів до 4–8 тижнів, сосисок – з 2–4 днів до 4–5 тижнів, бісквітів – з кількох тижнів до півроку, хліба – з кількох днів до 3-х місяців тощо [9]. Фірма «Укрпластик» розробила та впровадила у виробництво ефективні пакування з модифікованим газовим середовищем для багатьох

видів харчової продукції. Так, завдяки створенню 11-шарових матеріалів, яким притаманні чудові фізико-механічні властивості та висока бар'єрність, пакети для пакування кисломолочного сиру дозволяють продовжити термін зберігання свіжого продукту до 3-х тижнів. В коекструдованих бар'єрних плівках VIPAN® стерилізоване молоко без консервантів може зберігатися до 90 діб. В пакетах з бар'єрних ламінатів SOLAN® сухі продукти (сухофрукти, сушені морепродукти, макарони тощо) зберігаються до двох років [10].

Для «дихаючих» продуктів, до яких здебільшого належать свіжі фрукти, овочі та ягоди, які активно змінюють склад газової суміші за рахунок споживання O_2 , виділення CO_2 та етилену, більше підходять пакування з регульованим газовим середовищем (РГС або CAP – Controlled Atmosphere Packaging). В цих пакуваннях використовуються перфоровані плівки, газоселективні або селективно-проникаючі плівкові матеріали з мембранами або клапанами, через які в пакування поступає необхідний для «дихання» продукту кисень, а назвні виводиться вуглекислий газ, етилен та зайва волога. Причому, при швидкості виведення вуглекислого газу меншої від швидкості поступлення кисню обмінні процеси уповільнюються, перестає нищитися хлорофіл, гальмується мікробне руйнування та ферментативне почорніння плодів та овочів і терміни зберігання їх значно зростають. При такому пакуванні деякі сорти фруктів можуть зберігатися місяцями практично без зміни якості. Наприклад, тривалість зберігання плодів вишні, черешні сливи в умовах звичайного середовища при температурі від $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в результаті її ураження хворобами не перевищує 3–5 тижнів, а в умовах РГС при таких самих температурах розвиток фітопатогенної мікрофлори суттєво знижується, і продукція зберігається в 2–3 рази довше. Так, при зберіганні вишні сорту «Підбельська» при температурі $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в звичайному газовому середовищі на протязі 20 діб вихід товарної продукції становив 34,6 %, а при її зберіганні в пакуваннях з РГС (5 % CO_2 , 3 % O_2 та 92 % N_2) при такій самій температурі на протязі 90 діб вихід товарної продукції становив 93,2 % [5]. Якщо ж необхідно стимулювати дозрівання недозрілих плодів, в пакуванні використовується газова суміш, до складу якої входить накопичувальний етилен, збільшений вміст кисню та відповідно зменшений вміст вуглекислого газу. Температура, при цьому повинна бути в межах 20–22 $^{\circ}\text{C}$.

Для сипучих речовин, таких як очищені горіхи, молота кава, чай, сухе молоко, яєчний порошок тощо, у яких площа зіткнення з повітрям досить велика, і процеси окислення можуть відбуватися інтенсивніше, значно погіршуючи споживчі та органолептичні властивості, оптимальним різновидом пакування є вакуумне пакування (ВП або VP – Vacuum Packaging). Збереження якості продукту в ньому відбувається за рахунок повного видалення повітря та герметизації, що унеможливує ріст аеробних мікроорганізмів, окислювання жирів та ефірних масел, випаровування вологи, проникнення летючих сполук як зсередини, так і ззовні. Так, молота кава, не захищена від дії кисню, в значній мірі, позбувається свого смаку та аромату вже через тиждень, а зберігаючись у

вакуумному пакуванні, не втрачає свої властивості протягом 18 місяців. Для тих продуктів, які мають порівняно невеликий термін придатності, таких як риба, морепродукти, твердий сир тощо найкращим варіантом вакуумного пакування буде пакування за допомогою термоформованих матеріалів, типу термосідаючих плівок або скін-плівок. Процес пакування відбувається тут за рахунок високого ступеня зсідання високобар'єрних полімерних плівок, які після видалення повітря щільно облягають продукт. Збереження у вакуумному пакуванні риби (охолодженої, соленої, копченої, в'яленої, нарізаної) в'ялених м'ясних та морських продуктів збільшує терміни їх придатності у декілька разів, запобігає їх обвітрюванню, зберігає стабільну вагу продукту, його привабливий товарний вигляд, а також смак та аромат, покращує процеси соління та маринування (у такому середовищі проникнення спецій та солі відбувається значно швидше). Прозоре пакування дає можливість покупцеві роздивитися товар зі всіх боків, а компактність дозволяє розфасовувати продукт на порції, зберіганні на покупців з різними фінансовими можливостями. До недоліків цього виду пакувань можна віднести можливі деформації деяких особливо м'яких продуктів та проникнення повітря в пакування ззовні внаслідок перепадів тиску через шви навіть при дуже високих бар'єрних властивостях матеріалу.

Для того, щоб удосконалити склад газового середовища в пакуваннях, зробити його більш «адресним» для кожної категорії продуктів, сьогодні дуже успішно використовується пакування з активно регульованою газовою атмосферою (АРГА або AGAP – active control gas atmosphere packaging) чи, так зване, активне пакування. В активних пакуваннях відбувається процес управління середовищем всередині пакування, що має ціленаправлену фізичну, хімічну або біологічну дію на запакований продукт. Для цього використовують речовини, які здатні поглинати небажані сполуки або, навпаки, виробляти потрібні. Так, для поглинання зайвого кисню застосовують порошок заліза, етилену – порошок коаліну, вуглекислого газу – активоване вугілля, вологи – силікагель або алюмосилікат, коли цього потребують умови зберігання продукту використовуються виробники вуглекислого газу, етанолу, поглиначі запахів, абсорбенти-очишувачі, протимікробні добавки, термостабілізатори, що захищають продукт від дії високих та низьких температур, ефективні світлостабілізатори, які поглинають активну частину сонячного спектру, тощо. Значно полегшує цю задачу нове покоління полімерів, до яких належать нанокompозити. За рахунок вбудованих в поверхню чи в товщу полімерного матеріалу наночасток забезпечується як процес абсорбції небажаних сполук, так і процес вивільнення активних субстанцій, здатних сприяти не тільки збереженню, але й покращенню якісних характеристик продуктів. Так, вченим Інституту пакувальної техніки у м. Фрайзлінгу (Німеччина) вдалося успішно вирішити проблему накопичення в пакуваннях конденсату. Ними створені спеціальні багатшарові полімери з інтегрованими гідрофільними шарами, де волога, що утворилася, всмоктується в певній зоні [6]. Для чутливих до дії кисню продуктів замість пакетиків з поглиначами кисню сьогодні використо-

вуються етикетки, які наклеюються на внутрішню стінку пакування та вбирають зайвий кисень. Вперше ця технологія була застосована компанією Multisorb Technologies (США) [11].

Завдяки розвитку високих технологій в пакувальній індустрії стало можливим створення пакувань, які дозволяють отримувати продукт із заданими властивостями. Так, для людей, які не можуть перетравлювати молочний цукор (лактозу), за допомогою фермента лактази (який його розщеплює), введеного в полімерну основу пакування, молоко стає дієтним продуктом, цілком придатним для вживання. Завдання боротьби з підвищеним холестерином вирішує пакування з холестеролпредуктазою, речовиною, імібілізованою в полімерний матеріал. Завдяки їй рівень холестерину в молоці та в молочних продуктах значно знижується.

Для захисту продуктів від дії патогенної мікрофлори сьогодні застосовують бактерицидні та фунгіцидні пакувальні матеріали. Сануючий ефект досягається за рахунок вкраплення в пакувальний матеріал спеціальних наночасток, які мають антимікробні властивості, нанесенням на матеріал пакування антимікробних покриттів (композицій) чи введенням в нього спеціальних добавок. Так, наночастки композитного срібла (розміром 1–2 нм) проявляють високу бактерицидну активність по відношенню як до аеробних, так і анаеробних мікроорганізмів, (в тому числі, до антибіотикорезистентних штамів), мають пролонговану дію та дуже низький рівень токсичності [4]. Для попередження пліснявиння та псування поверхні хлібобулочних та кондитерських виробів пропонується використовувати спеціальний бактерицидний пакувальний матеріал, верхній шар якого має полімерну плівку з антисептиком та пластифікатором. В якості біоциду використовується пропіленова кислота, яка є одним з метаболітів організму людини та не має негативного впливу на її здоров'я. Іншим підходом є нанесення на м'ясні вироби, сири тощо захисного багатосарового поліфункційного покриття, що без застосування високих температур запобігає розвитку небажаної мікрофлори. Ці покриття відрізняються не тільки антимікробною активністю, але й запобігають втратам корисної маси (для сира ця втрата складає $\leq 2\%$ маси за період визрівання) [1].

Цікавий сегмент активних пакувань представляють саморозігріваючі та самоохолоджуючі пакування. Вони значно вдосконалюють побутовий комфорт споживача, надаючи можливість, при необхідності, без застосування джерела вогню або охолоджуючих пристроїв розігріти до необхідної температури рідкі страви чи зробити напій прохолодним та тонізуючим. Розігріваючий механізм HeatGenie працює на реакції, яка відбувається між порошкоподібними алюмінієм та кремнієм, що знаходяться у вбудованій в нижню частину пакування «шайбі». Само пакування HeatGenie виконано у вигляді металевої ємності (355 мл), і після активації механізму самонагрівання шляхом натискання спеціальної кнопки вміст пакування протягом двох хвилин розігрівається до 63 °С. Інший вид саморозігріваючих пакувань, пакет дой-пак ScaldPack, який працює за рахунок реакції вапна з водою, так само є призначений для ринку

напоїв та рідких харчових продуктів і представляє собою «пакет в пакеті». Причому «паливо» знаходиться у внутрішньому пакеті, а сам продукт – у зовнішньому. Щоб розігріти їжу чи напій, достатньо просто натиснути на внутрішній пакет, активуючи тим самим екзотермічну реакцію. Щоб нагріти 200 мл продукту до 35 °С потрібно всього 5 хвилин. Це пакування зручне не тільки своєю функціональністю, але й компактністю: його можна без проблем носити в сумці, рюкзаку, або навіть у кишені пальта. Крім саморозігріваючих пакетів компанія ScaldPack випускає й самоохолоджуючі пакети, механізм роботи яких повторює механізм роботи самонагрівуючого пакування: щоб охолодити вміст пакету, необхідно натиснути на його центральну частину (внутрішній пакет) і запустити ендотермічну реакцію. Охолодження досягається завдяки реакції, в ході якої у воді розчиняються солі. За три хвилини 200 мл продукту охолоджуються на 13 °С [11].

Дуже перспективним напрямом в пакувальній галузі є створення, так званих, їстівних пакувань, які отримали назву WikiCell та винахідником яких є вчений з Гарвардського університету Девід Едвардсон. Ці пакування виробляються з гідроколоїдів (білків і полісахаридів) – крохмалю, желатину, природних целюлоз тощо. Найновіша розробка – виготовлення їстівних пакувань з козеїну молока, в який додається цитрусовий пектин. Таке пакування може утримувати в собі як тверді, так і рідкі речовини завдяки високому дифузному опору воді. В порівнянні зі звичайним поліетиленом новий матеріал в 500 разів краще захищає продукти від контакту з киснем, отже суттєво сприяє збереженню їх споживчих властивостей. Крім цього для споживчого збагачення запакованих продуктів до нього без втрат його якості можна додавати різні біологічно активні речовини типу вітамінів, мікроелементів, пробіотиків тощо. При попаданні в організм матеріал пакування виступає у ролі детоксиканта, тобто здатен адсорбувати та виводити солі важких металів, радіонукліди та інші шкідливі сполуки. Крім вищеперелічених переваг, це пакування має беззаперечну екологічність.

В розвинених країнах суттєво зростає кількість людей, які воліють вживати продукти, що зберігають свою споживчу цінність і, в той же час, не вимагають багато часу на приготування. Для задоволення цих потреб створені пакування, призначені для приготування їжі прямо в них. Однією з найуспішніших розробок у цій галузі є технологія «cook-in bag» («приготування в пакеті»). Останнім часом ці пакування виготовляються з двома відділеннями: в одному знаходиться білкова страва, а в іншому – соус до неї. Це допомагає краще зберігати запах, текстуру та зовнішній вигляд продукту. При певній температурі герметичний шов між цими відділеннями розривається, поєднуючи м'ясо з соусом. Фірма «ЗЮДПАК Україна» запропонувала пакування з гнучких полімерних матеріалів з лазерною мікроперфорацією за технологією EcoSteam, яке дозволяє готувати повноцінні страви або навіть комплексні обіди в споживчому пакуванні, в тому числі, на пару, що утворюється безпосередньо в самому пакуванні. При такому приготуванні в готовій страві зберігається максимум кори-

сних речовин, значно скорочується час приготування, розширюється асортимент за рахунок різних комбінацій харчових компонентів. Італійська фірма Goglio, яка спеціалізується на випуску паковань для мікрохвильових печей, розробила пакування для підігріву готових до вживання страв. Пакування має вигляд пакету з двома відділеннями, де у верхньому відділенні знаходиться соус, а в нижньому – макарони. В процесі нагрівання в мікрохвильовій печі пар відкриває V-подібний отвір між двома відсіками, і макарони поливаються соусом, що значно покращує смакові якості страви [7].

Інтелектуальні пакування належать до найновішого покоління паковань. До їх функцій входить відслідковування та надання споживачу інформації про якість продуктів харчування, а саме: ступінь свіжості продукту, рівень його забрудненості мікроорганізмами, алергенами, токсинами, а також індикація відповідності вимогам збереження та транспортування. Так, інтелектуальні етикетки Fresh-Check, виготовлені за технологією LifeLines Technology, представляють собою кольорові індикатори, які фіксують порушення необхідного температурного режиму під час зберігання продукту. При будь-якому, навіть разовому, підвищенні температури колір індикатора незворотно змінюється. Компанія Toxin Alert (Канада) розробила пластикове пакування Toxin Guard, яке при контакті з бактеріями протягом навіть декількох хвилин змінює колір та вказує тип виявлених бактерій. В Університеті Сарагоси (Іспанія) професором Х. Нерін та її співробітниками розроблено новий матеріал на основі натуральних інгредієнтів. Цей матеріал, якому дали назву бактосигналізатор, кріпиться на самоклеючу етикетку видимого боку пакування та використовується як колориметричний індикатор для виявлення хвороботворних мікроорганізмів в запакованих продуктах: при появі патологічної мікрофлори його колір змінюється [12]. Японська компанія To-Genkyo запропонувала цінник у формі пісочного годинника, який наочно демонструє покупцю ступінь свіжості того чи іншого продукту. Наявність «піску» у верхній частині «годинника» свідчить про те, що продукт є цілком свіжий, поступове переміщення «піску» до нижньої частини інформуватиме покупця про втрату свіжості аж до повної непридатності продукту до вживання [11].

Значно розширюються можливості контролю за якістю товарів з використанням, так званої, радіочастотної ідентифікації, або RFID-позначок, які стають своєрідним «паспортом» продукту, доказом його високої якості та легального походження. За допомогою цих позначок адміністрація магазину може моніторити «ланцюжок поставок» в режимі онлайн. Покупець, крім можливості придбання якісних автентичних товарів, має нагоду купувати їх без вистоювання черги до каси: ціна придбаних товарів буде списана з його рахунку автоматично.

За даними аналітичної служби SmithersPira (Великобританія) ринок інтелектуального пакування буде зростати на 18 % в рік. До основних передумов, які впливають на зростання виробництва цих паковань, належать такі чинники, як необхідність підвищення безпеки харчової продукції, зниження харчо-

вих відходів, зростання конкуренції між виробниками та необхідність диференціювання продукції, підвищення важливості інтерактиву при взаємодії з продуктом. До найбільш прогресивних напрямків в інтелектуальному пакуванні SmithersPira відносять «розумні етикетки», в яких використовується технологія «ближнього безконтактного зв'язку»; інтерактивні технології, які підтримуються зв'язком зі смартфоном, радіочастотна ідентифікація (RFID) [13].

Вплив різновидів паковань на основні показники якості продуктів харчування подано в табл. 1.

Створення максимального комфорту для споживача при користуванні продуктом є однією з головних задач ергономічної, або експлуатаційної, функції пакування. Ця функція повинна забезпечувати відповідність виробу антропометричним, гігієнічним та психофізіологічним потребам людини. Відчуття легкості та зручності, яке дає покупцеві функціональне пакування, суттєво впливає на сприйняття ним продукту, значно підвищуючи оцінку його якості. В залежності від виду продукту та його концепції, які обумовлюють способи використання, вибирається об'єм пакування (сімейне чи порційне), його форма та конструктивні елементи (носик, ручка, ложка-дозатор тощо), система відкривання: разова чи багаторазова (у вигляді перфорації, отвора для соломки, ковпачків, різних видів кришок: з гвинтовою різьбою, з відривним кільцем, відкидних, кришок типу «child resistant» – з захистом від дітей тощо). Важливість ергономічної функції пакування зафіксована в ДСТУ-Н ISO/IEC Guide 41:2004 [8], де подаються основні вимоги до ергономічних характеристик пакування. Пакування повинно відповідати продукції, що упаковується, забезпечувати можливість простого і безпечного доступу до його вмісту і задовольняти вимогам видалення вмісту без пошкодження пакування, в тому числі і за потреби його багаторазового використання.

Вдалим варіантом ергономічного рішення є пакування, запропоноване споживачам молочної продукції шведською фірмою «Ecolean». Розраховане як для сімейного, так і для порційного користування, воно виготовлено з суперлегкого матеріалу у формі глечика, має зручну надувну ручку, що забезпечує пакуванню тверду вертикальну вісь, завдяки якій його комфортно тримати та нахилити, а витягнутий носик значно полегшує наливання продукту [14]. Крім традиційних ергономічних рішень, сьогодні дизайнери та технологи виробництва пропонують споживачу оригінальні, дотепні та ексклюзивні варіанти. За концепцією «eat and go» («споживай на ходу»), було створено пакування для короткотривалих, динамічних застосувань, яке виготовлено у вигляді гофрованої пластикової трубки, що складається за принципом гармошки та дозволяє вживати харчовий продукт, буквально під час ходи, не ризикуючи забруднитись. Німецьке агентство Kolle Rebbe розробило зручне пакування для сиру пармезан. Сирні палички в пакуванні мають вигляд олівців, до яких додається точилка, за допомогою якої сир можна стругати тонкими пластинами, а шкала на зворотньому боці пакування допомагає визначити кількість сиру для тієї чи іншої страви. Шведська компанія Innventia розробила пакування, яке виготовляється з екологічної целюлози для їжі

швидкого приготування. При контакті з гарячою водою, яка заливається всередину, пакування перетворюється з компактного пакета на зручну тарілку. Ще одне оригінальне ергономічне рішення створила ди-

зайнер Джейн Лі, зробивши пляшку для «енергетичного» напою у вигляді гантелі, яка після використання вмісту заповнюється водою та застосовується за призначенням [15].

Таблиця 1

Вплив видів пакувань на об'єктивні та суб'єктивні показники якості продуктів харчування

Види пакувань	Об'єктивні та суб'єктивні показники якості продуктів харчування								
	Збереження виробничої кількості (вага, об'єм)	Збереження харчової цінності	Збереження товарного вигляду	Збільшення терміну придатності (без застосування консервантів)	Регулювання процесів дозрівання плодів	Зміна небажаних властивостей на бажані	Встановлення певного температурного режиму	Збагачення харчової цінності продуктів	Моніторинг ступеню свіжості продукту
Пакування зі зміненими газовими середовищами	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Активне пакування	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Інтелектуальне пакування	+	+	+	+	+	+	+	+	+

З розповсюдженням мережі супермаркетів з'явилася і набула потужного розвитку інформаційна функція пакування. Адже все більше покупців прагнуть купувати товар усвідомлено і при купівлі мати можливість отримати якомога повнішу та об'єктивнішу інформацію про основні властивості продукту, його переваги та можливі недоліки. Сучасного споживача цікавить не тільки назва продукту, його склад, калорійність, терміни придатності та умови зберігання, він активно сприймає дані про споживчу цінність, способи приготування та кулінарні особливості, інформацію про виробника, його здобутки та «виробничі принципи», історію «материнської» марки, спеціальні пропозиції тощо. В ДСТУ 4518:2008 [16] подані обов'язкові вимоги відносно маркування товару, які захищають його якість та відстоюють інтереси споживачів. Інформація для споживача повинна бути чіткою, конкретною, однозначною, забезпечувати йому можливість правильного вибору продукту та містити правдиві відомості щодо продукту. Інформація, яка стосується складу, властивостей, харчової цінності, природи походження, способів виготовлення і споживання, а також інших властивостей, які характеризують прямо або опосередковано безпечність і якість харчового продукту, повинна забезпечувати однозначне сприйняття споживачем та унеможлилювати помилкове сприйняття цього продукту за інший, близький до нього за зовнішнім виглядом або органолептичними показниками. В назві продукту необхідно обов'язково надавати інформацію щодо характерних особливостей та спеціального оброблення продукту («натуральний», «пастеризований», «охолоджений», «генетично модифікований» тощо). Інформація про те, що продукт «вирощений з використанням лише органічних добрив», «вирощений без використання пестицидів», «вітамінізований», «без консервантів» та інші дозволені лише за наявності у виробника документального підтвердження. При застосуванні ароматичних речовин або

барвників інформацію слід подавати з урахуванням їхньої природи походження та назви («натуральний», «синтетичний», «штучний»). У разі, якщо продукт може негативно впливати на здоров'я споживача, виробник зобов'язаний внести інформацію щодо застереження споживання харчового продукту певними категоріями населення (дітьми, вагітними жінками, літніми людьми, алергіками тощо). Слід зазначити умови та термін зберігання після відкриття пакування. На етикетку необхідно наносити позначення нормативного документа, згідно з яким виготовлений та може бути ідентифікований продукт. Інформація щодо сертифікації наноситься у вигляді національного знака відповідності [16]. Крім обов'язкової інформації, яка наведена в нормативних документах, пакування часто є носієм довільної інформації, до якої можна віднести різні елементи художньо-інформаційного оформлення (малюнки, фотографії, графічні елементи, звернення виробника, його історія, легенда про походження товару тощо). Сьогодні інформаційна функція набуває нових можливостей. Втілення сучасних технічних рішень в галузі інформаційних технологій призвело до появи, так званих QR-кодів («quick response»-кодів). Вони дають можливість споживачу отримувати значно більшу інформацію про товар, який зацікавив його. Відсканувавши QR-код фотокамерою смартфона, який автоматично за допомогою спеціальної програми розшифрує його, покупець може перейти на веб-сторінку з детальною інформацією про товар, з демонстраційним відеороликом і дізнатися про нього набагато більше, ніж подано на пакуванні. Так, компанія Nestle через QR-код надає інформацію про свої продукти, включаючи їх походження, технологію виробництва, дані про постачальників інгредієнтів, сумісність з іншими продуктами тощо, що дуже привертає увагу покупців, які дотримуються здорового способу життя.

Важливою складовою інформаційної функції пакування є ідентифікаційна функція, тобто відпові-

дність презентованого товару тій інформації, яка подана на пакованні. Одним з підтверджень автентичності товару має бути наявність на пакованні товарного знаку, або логотипу фірми-виготівника. Вказуючи на джерело походження товару, він допомагає споживачу орієнтуватися в різноманітні аналогічної продукції та вибирати продукцію того виробника, репутація якого викликає у нього найбільшу довіру. Бренд, тобто торговельна марка виробника зі стійкою позитивною репутацією, не тільки миттєво впізнається споживачем, але й дає йому впевненість у гарантовано високій якості представленого товару. Але у фальсифікованих товарах ця інформація є спотвореною. Для захисту товару від підробок, на пакуваннях застосовуються різні способи позначень. Одним з надійніших і порівняно недорогих способів захисту є голограма. Товарний знак, нанесений голографічним способом, має унікальні дифракційні властивості, не піддається копіюванню, а його термін придатності є практично необмежений. Продукти преміум-класу можуть бути захищені від фальсифікацій за допомогою складніших технологій. До них можна віднести наявність водяних знаків або різних включень, що вводяться в матеріал пакування: захисних волокон (як видимих, так і невидимих); різнокольорових металевих ниток, які можуть мати мікрогравірування; частинок, що реагують на інфрачервоне випромінювання; багатокольорових багаточастинкових мікрочастинок (20–400 мкм), що мають спеціальні коди – а також штрих-кодів, невидимих неозброєним оком, або написів, які можуть містити скриту інформацію та ідентифікувати продукт. Свій суттєвий внесок в справу ідентифікації товару та його захисту від підробок сьогодні вносять RFID-позначки.

Нормативно-законодавча функція пакування, яка поряд з іншими функціями покликана підтримувати споживчу якість запакованого продукту, є похідною від них, обумовлена вимогами, які виникли в процесі експлуатації пакувань, та виражає санітарно-гігієнічні норми, сформовані законодавством стосовно пакувальних матеріалів. Адже пакування, яке покликано захищати споживчі властивості продукту, в жодному разі не повинно стати джерелом його небезпечного забруднення. Сьогодні законодавство багатьох країн, до переліку яких входить і Україна, строго регламентує граничний вміст шкідливих компонентів в пакувальних матеріалах, які можуть мігрувати в продукт і завдати шкоду здоров'ю споживача. Ступінь проникнення токсичних сполук (низькомолекулярних включень, мономерів, стабілізаторів, пластифікаторів тощо) з матеріалу пакування в запакований продукт залежить від багатьох чинників – їх здатності розчинятися, технології синтезу полімерів, умов експлуатації (кратності використання, температурного режиму, дії сонячного світла, термінів зберігання, тривалості контакту матеріалу з продуктом, ступеню агресивності вмісту пакування тощо). Цей аспект знайшов своє відображення в державній законодавчій базі. Так, в новому Законі України [17] визначається порядок забезпечення безпечності та окремих показників якості харчових продуктів, що виробляються, перебувають в

обігу, ввозяться на митну територію України та/або вивозяться з неї, в тому числі через дотримання вимог до пакувань харчових продуктів, включаючи первинне пакування; в Гігієнічних нормативах ГН 2.3.972-00 [18] з доданим до них списком усіх діючих на даний момент документів санітарно-гігієнічного характеру наводяться дані про основні види матеріалів, що дозволені для контакту з продуктами харчування, основні хімічні речовини-мігранти, властиві конкретним полімерним матеріалам, які слід контролювати при проведенні типових санітарно-хімічних досліджень; в проекті Закону України [19], дія якого поширюється, в тому числі, на активні та інтелектуальні матеріали, визначаються правові та організаційні засади обігу матеріалів, призначених для безпосереднього та опосередкованого контакту з харчовими продуктами, які повинні виготовлятися за такою технологією, щоб за будь-яких умов використанні шкідливі компоненти не могли спричинити неприпустимі зміни в складі харчового продукту або погіршити його органолептичні властивості.

Стимулювання збуту продукту належить до маркетингової функції пакування. До заходів, які застосовуються для мотивування продажів можна віднести, так звані, промо-акції. Вони полягають у розміщенні в пакуваннях подарунків або виграшних купонів, які потім використовуються для проведення конкурсів та розіграшів призів або надають певні пільги на придбання товарів; просуванні акційних пропозицій («три одиниці – товару за ціною двох», повернення певної суми після купівлі декількох одиниць товару, знижки на акційний продукт); застосуванні семплінгу – прикріплення до пакування міні-пакувань з новим продуктом тощо. Всі ці заходи, хоча не мають прямого впливу на якість представленого товару, але дають покупцеві змогу придбати товар з тими самими споживчими властивостями за меншу суму, отримати можливість ознайомитися зі зразками нових продуктів, розширити своє уявлення про виробника акційних товарів.

Екологічну функцію пакування можна розглядати як можливість його раціонального використання при взаємодії з навколишнім середовищем. У зв'язку зі зростанням темпів виробництва в пакувальній галузі ускладнюється управління її відходами. Питання переробки, утилізації та багаторазового використання пакувань набувають особливої актуальності, в тому числі, в розробленні, вдосконаленні та впорядкуванні нормативних документів. Виробництво екологічно чистих пакувань, отриманих від переробки картоплі, бобових, пшениці, соняшника, деревини тополі, осики тощо, які здатні повністю біологічно розкладатися, сьогодні є особливо актуальним. Крім безпеки для довкілля, ці пакування мають безперечні переваги і в питаннях збереження показників якості запакованих харчових продуктів, оскільки не містять токсичних сполук в матеріалі, з якого виготовлені.

Вплив функцій пакувань на об'єктивні та суб'єктивні показники якості продуктів харчування подано в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив функцій пакування на об'єктивні та суб'єктивні показники якості продуктів харчування

Функції пакування	Об'єктивні та суб'єктивні показники якості продуктів харчування									
	Збереження виробничої кількості продукту (вага, об'єм)	Збереження харчової цінності	Збереження товарного вигляду	Збільшення терміну придатності	Зручність у користуванні	Повна та об'єктивна інформація про продукт	Захист автентичності продукту	Контроль за вмістом шкідливих сполук в пакуванні	Зменшення ціни на продукт	Відсутність шкідливих сполук в пакуванні
Захисна	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Ергономічна	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Інформаційна та ідентифікаційна	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Нормативно-законодавча	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Маркетингова	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Екологічна	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

5. Результати дослідження

Аналіз різних видів пакування та їх функціональних особливостей, показав їх суттєвий вплив на цілу низку об'єктивних та суб'єктивних показників якості продуктів харчування. Встановлено, що сучасні види пакування можуть активно впливати на запобігання кількісних втрат продуктів, значне збільшення терміну їх придатності, збереження споживчої цінності та товарного вигляду. Вони здатні забезпечувати нові можливості з програмування певних властивостей продуктів, розширювати діапазон їх побутового застосування, сприяти значному вдосконаленню інформаційної підтримки споживача, ідентифікаційному захисту автентичності харчових продуктів, суттєво впливати на зменшення побутових відходів.

6. Висновки

Збереження якості харчової продукції тісно пов'язано з питаннями забезпечення здоров'я та життя громадян України. Враховуючи специфіку продуктів харчування, їх здатність швидко втрачати свої споживчі властивості, товарний вигляд, а подекуди ставати джерелом небезпечних токсинів, слід вживати заходи, які здатні протидіяти цим деструктивним процесам. Сучасне пакування відіграє важливу роль у вирішенні цих проблем, сприяє задоволенню споживачів безпечною та корисною продукцією, яка є конкурентоспроможною як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку. Нормативні документи, прийняті в Україні та гармонізовані з європейськими стандартами, повинні сприяти підтримці високих вимог до якості пакування та забезпечувати їх ефективність.

Література

1. Сидоренко, С. А. Влияние упаковочных материалов на качество пищевой продукции [Текст] / С. А. Сидоренко, И. А. Дудла // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 1. – С. 112–114.
2. Юнусов, Е. Ш. Использование новых полимерных материалов для упаковки полуфабрикатов птицы [Текст] / Е. Ш. Юнусов, Г. О. Ежкова, Р. М. Гарипов, А. А. Ефремова, В. В. Носов // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 16. – С. 200–203.
3. Пасічний, В. М. Використання модифікованого газового середовища та вакуумування при пакуванні та зберіганні охолодженого м'яса та напівфабрикатів з нього [Текст] / В. М. Пасічний, О. В. Храпачов, А. І. Маринін // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2016. – Т. 18, № 2 (68). – С. 68–72.
4. Розаленок, Т. А. Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок [Текст] / Т. А. Розаленок, Ю. Ю. Сидорин // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 2. – С. 130–134.
5. Найченко, В. М. Вплив умов зберігання плодів кісточкових культур на ураження їх фітопатогенною мікрофлорою та фізіологічними розладами [Текст] / В. М. Найченко // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2012. – № 1-2. – С. 124–131.
6. Вебер, Г. Наноразмерные компоненты в упаковочных материалах [Текст] / Г. Вебер // Мясные технологии. – 2010. – № 6. – С. 34–37. – Режим доступа: <http://www.meatbranch.com/publ/view/504.html>
7. Steeman, A. Autonomization: delegating new functions to packaging. Examples [Electronic resource] / A. Steeman // Best in Packaging. – 2016. – Available at: <https://bestinpackaging.com/2016/07/21/autonomization-delegating-new-functions-to-packaging-part-02-examples/>
8. ДСТУ-Н ISO/IEC Guide 41:2004. Настанови стосовно пакування. Положення, спрямовані на задоволення потреб споживача [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 10 с.
9. Шредер, В. Л. Интерактивная полимерная упаковка [Электронный ресурс] / В. Л. Шредер, Н. В. Кулик // Newchemistry.ru. – 2006. – Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1375
10. IMMER Ukrplastic [Electronic resource]. – Available at: <http://www.ukrplastic.com/ua/>
11. Упаковка HeatGenie [Электронный ресурс]. – Pakko.me. – 2012. – Режим доступа: <http://www.upakovano.ru/articles/427954>
12. Интеллектуальная упаковка [Электронный ресурс]. – iPak. – Режим доступа: <http://www.ipakag.com/ru/products-2/11-ipakag/products/intelligent-packaging/27-intelektalnaya-upakovka>

13. Топ главных событий рынка упаковки [Электронный ресурс]. – Основа. – 2016. – Режим доступа: <http://article.unipack.ru/60863>
14. Ecolan – легкая упаковка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecolean.com/ru/package/#>
15. Лучко, А. 13 примеров «умного» дизайна упаковок [Электронный ресурс] / А. Лучко // Look at me. – 2014. – Режим доступа: <http://www.lookatme.ru/mag/live/inspiration-lists/202077-smart-package>
16. ДСТУ 4518:2008. Продукти харчові. Маркування для споживачів [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 39 с.
17. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів [Текст]. – Верховна Рада України, 1997. – № 771/97-ВР. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>
18. Гигиенические нормативы ГН 2.3.972-00 [Текст]. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. – 55 с. – Режим доступа: http://docs.nevacert.ru/files/sanpin/gn_2.3.972-00.pdf
19. Про вимоги до предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами [Текст]. – Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2012. – № 9450. – Режим доступа: <http://minagro.gov.ua/node/18243>

Дата надходження рукопису 04.01.2017

Калініна Олена Сергіївна, інженер I категорії, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013
E-mail: anel105@rambler.ru

Байцар Роман Іванович, доктор технічних наук, професор, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013
E-mail: baitsar@ukr.net

УДК 658.51/52

DOI: 10.15587/2313-8416.2017.93457

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ «BIG DATA» НА БАЗЕ ДИСКРЕТНО-ВЕРОЯТНОСТНОЙ МЕРЫ ИНФОРМАЦИИ

© **И. В. Руженцев, С. В. Луцкий**

В статье рассматриваются вопросы системно-информационного подхода к анализу видов технологий обработки «Big Data» с позиции определения меры дискретно-вероятностной информации объектов при исследовании реального физического мира. Изложены основные недостатки современных технологий обработки «Big Data». Представлена структура самоорганизационной информационной системы «Big Data». Предложена структура видов технологий обработки «Big Data» с позиции дискретно-вероятностной информационной меры

Ключевые слова: мера, технологии «Big Data», системно-информационный подход, дискретно-вероятностная информация

1. Введение

Информационная система «Big Data» является компьютерным отражением реального физического мира, в тоже время является его частью. Она должна подчиняться общим информационным законам Вселенной. Отсутствие понимания общих информационных законов и закономерностей реального физического мира не позволяет в полной мере понять принципы самоорганизации информационной системы «Big Data». Свойство самоорганизации реального физического мира является фундаментальным атрибутом Мироздания, которое находится в основе принципов его существования и развития.

Многозначное определение понятия «информации» в научной среде сдерживает развитие информационных технологий «Big Data» и требует новых принципов и подходов при разработке «современной теории информации», которая бы объединила новые и старые подходы.

Разработка научных основ, методов и подходов по разработке технологий обработки самоорганизационной информационной системы «Big Data» на базе «системно-информационного (СИ) подхода» является требуемой необходимостью для развития перспективных информационных технологий «Big Data».

2. Литературный обзор

Гипотеза о том, что Вселенная является цифровым компьютером, впервые была выдвинута Конрадом Цузе в книге Rechner Raum («Вычислительное пространство»), переведена на английский язык как Calculating Space). Термин «цифровая физика» использовался Эдвардом Фрэдкином, который потом предпочел термин «цифровая философия». Среди тех, кто рассматривал Вселенную как гигантский компьютер находятся Стивен Вольфрам, Юрген Шмидхубер и нобелевский лауреат Герард 'т Хоофт.