

# Smart-пакування для харчових продуктів

О.М. Гавва, д.т.н., С.В. Токарчук, к.т.н., О.О. Кохан, к.т.н., Національний університет харчових технологій, м. Київ

*Економіка багатьох країн сьогодні розвивається з обов'язковим застосуванням нових впроваджень та вдосконалень у всіх галузях промисловості. Не є виключенням і сучасна пакувальна індустрія. Те, що здавалось елементами наукової фантастики ще 10–20 років тому, сьогодні знаходить відображення та застосування в реально існуючих зразках продуктів та пакувань. Одним із представників такого виду інноваційної продукції пакувальної індустрії є так звані smart-упаковки.*

*Smart-пакування зазвичай розглядається як допоміжний пакувальний елемент, який забезпечує додаткові рівні корисних функцій у рамках захисту продукції, що передбачає надання додаткової інформації про пакований продукт. Цей новий вид упаковки широко визначається багатьма іншими термінами: «активна», «функціональна», «розумна», «інтелектуальна», «покрощена» тощо.*

## Визначення та класифікація

Smart-пакування можна вважати всеохоплюючим терміном, який використовується для позначення як «активного» та «розумного» пакування, так і функціональних компонентів, призначених для створення «розумного» дизайну упаковки. Таке визначення охоплює всі аспекти дизайну упаковки, використання новітніх матеріалів в упаковках, а також включення механічних, хімічних, електричних та електронних компонентів або їхніх комбінацій у ці пакування. Підхід і технології під час пакування залежать від кінцевого застосування smart-упаковки: у логістичних операціях, власником торгової марки або споживачем (табл. 1) [1].

«Розумна» упаковка здатна сприймати та надавати інформацію про функції та властивості пакованих харчових продуктів і може підтверджувати цілісність пакування, безпеку та якість продукції, а також застосовуватись для контролю справності продукту, недопускання крадіжок тощо. Інтелектуальні пристрої пакувань можуть

включати: температурно-часові показники, індикатори СВЧ-ступеня готовності, показники мікробного зростання, засоби для боротьби з контрафакцією тощо.

Серед варіантів «розумних» пакувань на сьогоднішній день усе більше уваги приділяють маркуванню із застосуванням технологій RFID (радіочастотної ідентифікації). Сьогодні RFID-маркування використовується, щоб відстежити шлях товару в ланцюзі поставок, завтра воно буде містити такі дані, що сьогодні це навіть важко уявити, а в ще більш віддаленому майбутньому стане контролювати життєвий цикл будь-якої упаковки.

Наприклад, фахівці компанії Tetra Pak обіцяють усім споживачам молочної продукції, що найближчим часом отримати точну інформацію про рівень свіжості молока можна буде просто за кольором упаковки [2]. Залежно від свіжості продукції така «розумна» упаковка буде змінювати колір, показуючи покупцеві ступінь свіжості продукту і тривалість його зберігання в холодильнику. Таким чи-

ном молоко не першої свіжості можна буде визначити навіть за відсутності характерних ознак — запаху або кислого присмаку.

Термохромні фарби стають видимими лише за певної температури, що дає можливість сигналізувати про конкретні зміни мікроумов всередині упаковки. Наприклад, під час підігрівання продукту в мікрохвильовій печі прояв фарби свідчить про те, що він нагрівся до оптимальної температури. Інші фарби проявляються тільки за низьких температур, попереджаючи про можливе переохолодження продукту або сигналізуючи про готовність продукту до споживання (інноваційна упаковка для горілки «Хортиця ICE») [3]. Крім того що такі технології зручні для споживачів, вони цінні на всіх стадіях ланцюга поставок і складського зберігання. Індикатори часу і температури — це сенсорні механізми, що базуються на різноманітних хімічних реакціях та процесах: полімеризації, ферментативній реакції, дифузії і плавленні. У випадку, коли продукт псується,

Таблиця 1.

### Основні аспекти застосування smart-пакувань

Аспекти застосування	Прогнозований результат
Логістика	Допомога в недопусканні помилок Забезпечення відслідковування переміщень Забезпечення збереження/контролю якості/безпеки продукції
Власник бренда (торгові марки)	Недопускання підробок Забезпечення збереження/контролю якості продукції Створення нових та унікальних продуктів
Споживач	Більш зручне пакування Більш ефективні пакування, зменшення утворення відходів Створення нових та унікальних продуктів Допомога у моніторингу якості продукції





за будь яких умов з'являється запах, тому за допомогою цих механізмів процеси псування можуть бути трансформовані в зміну кольору упаковки. Іншими словами, упаковка сама може встановлювати дату, коли закінчується термін придатності товару. Така технологія вже застосовується у промислових масштабах у Франції для більш ніж 140 продуктів. В Україні вона є рідкістю, але в найближчому майбутньому буде широко реалізована. Подібні сенсорні механізми можуть визначити концентрацію кисню в упаковці, що вказує на порушення її цілісності. Хімічний датчик встановлюється на внутрішній частині упаковки в безпосередній близькості від пакованої продукції. Органічні хімічні зміни всередині упаковки є сигналом і активатором до зміни її кольору.

Поняття «активна упаковка» не є синонімом «розумної» упаковки та по-різному представляється в різноманітних літературних джерелах [4–6]. Деякі із цих понять або настільки широкі, що включають види пакувань, які явно не «активні», або настільки вузькі, що відкидають важливі підмножини «активної» упаковки. У деяких поняттях «активна» упаковка визначається як підмножина «розумних» пакувань і передбачає включення певних добавок у пакувальний матеріал або тару з метою підтримки і подовження терміну придатності продукту. Однак це визначення фокусується на добавках, які роблять пакування «активним», і, отже, виключає певні категорії, такі як температурну компенсацію полімерних плівок для свіжих фруктів і овочів. Інше визна-

чення свідчить, що пакування можна назвати «активним», якщо воно виконує бажану роль у збереженні харчових продуктів, крім створення інертного бар'єру для зовнішнього впливу. Загалом «активну» упаковку можна розглядати як «пакування, у якому допоміжні компоненти були свідомо включені в матеріал або елемент упаковки для підвищення показників її функціональності» [7]. Під поняттям «функціональність» розуміють здатність пакування забезпечувати підтримку та збереження кількісних та якісних показників пакованих харчових продуктів. Таким чином, «активна» упаковка включає в себе компоненти, які здатні поглинати кисень, вуглекислий газ, вологу, етилен, смак/запах забруднень, вивільняти вуглекислий газ, етанол, антиоксиданти

Таблиця 2.

«Активні» системи пакування

«Активні» компоненти	Механізм поглинання (основа)	Харчові продукти
Поглиначі кисню	На основі заліза Метал/кислоти Нейлон MXD6 Каталізатор металу (наприклад, платина) Аскорбат / солі металів Ферментна основа	Хліб, торти, варений рис, печиво, піца, паста, сир, в'ялені м'ясо і риба, кава, закуски, сушені продукти, напої
Поглиначі/виробники діоксиду вуглецю	Оксид заліза / гідроксид кальцію Карбонат заліза / металогалогенні лампи Оксид кальцію / активоване вугілля Аскорбат / бікарбонат натрію	Кава, свіже м'ясо і риба, горіхи, бісквіти
Поглиначі етилену	Перманганат калію Активоване вугілля Активовані глини / цеоліти	Фрукти, овочі та інші продукти садівництва
Засоби для консервування	Органічні кислоти Срібний цеоліт Спеції та екстракти трав ВНА/ВНТ-антиоксиданти Вітамін Е Діоксид хлору / діоксид сірки	Зернові, м'ясо, риба, хліб, сир, закуски, фрукти та овочі
Виробники етанолу	Капсульований етанол	Піца, торти, хліб, печиво, риба і хлібобулочні вироби
Поглиначі вологи	ПВС-покриття Активовані глини і мінерали Силікагель	Риба, м'ясо, птиця, закуски, хлібні злаки, сушені продукти, бутерброди, фрукти і овочі
Поглиначі смаку/аромату	Триацетат целюлози Ацетилований папір Лимонна кислота Солі заліза / аскорбат Активоване вугілля / глини / цеоліти	Фруктові соки, смажені закуски, риба, крупи, м'ясо птиці, молочні продукти та фрукти
Пакування з контролем температури	Неткані полімери Подвійні стінки пакувань Гідрофторвуглецеві гази Негашене вапно / вода Аміачна селітра / вода Кальцій хлористий / вода Перманганат калію / гліцерин	Готові страви, м'ясо, риба, птиця і напої
Плівки з компенсацією температури	Ланцюги кристалізованих полімерів	Фрукти, овочі та інші продукти садівництва

і/або інші консерванти, забезпечувати температурний контроль або компенсацію змін температури.

У табл. 2 наведено приклади деяких з «активних» систем пакування, які можуть подовжити термін зберігання харчових продуктів [4].

Слід зазначити, що кожен вид харчових продуктів має свій унікальний механізм псування та втрати властивостей, що необхідно враховувати під час вибору тієї чи іншої технології застосування «активної» упаковки. Термін придатності пакованих продуктів залежить від безлічі факторів, зумовлених хімічно-біологічними властивостями і реологією продукції (наприклад, рН, активність води, вміст поживних речовин, поява антимікробних сполук, окислювально-відновний потенціал, частота «дихання» і біологічна структура) і зовнішніх факторів (наприклад, температура зберігання, відносна вологість повітря, навколишній газовий склад). Ці чинники безпосередньо впливають на хімічні, біохімічні, фізичні та мікробіологічні механізми псування окремих харчових продуктів та їхній

граничний термін зберігання. Ураховуючи всі ці чинники, можна оцінити існуючі та майбутні технології «активної» упаковки.

### Поглиначі кисню

Кисень ( $O_2$ ) може негативно впливати на продукти. Поглиначі  $O_2$  допомагають підтримувати якість харчових продуктів за рахунок зниження окисного прогоркання, перешкоджаючи небажаному окисленню пігментів і вітамінів, контролюючи ферментативне знебарвлення і пригнічуючи зростання аеробних мікроорганізмів. Поглиначі  $O_2$  є одними з найбільш комерційно важливих підкатегорій «активної» упаковки та являють собою невеликі пакетики, що містять різні порошки на металевій основі, які включають значний асортимент каталізаторів. Головною перевагою використання таких поглиначів  $O_2$  є те, що вони здатні знижувати рівень  $O_2$  до менш ніж 0,01 %, що значно нижче за типовий залишковий вміст  $O_2$  (0,3–3,0 %), який досягається під час пакування в модифікованій атмосфері (MAP). Поглиначі  $O_2$  можуть

бути використані окремо або в комбінації з MAP [8].

До неметалевих поглиначів відносяться ті, які використовують органічні відновники, такі як аскорбінова кислота, солі аскорбінової кислоти або катехін. Вони також включають ферментативні поглиначі  $O_2$ , використовуючи глюкозооксидази або етанол оксидази, які можуть бути включені у пакети, клейкі етикетки або іммобілізовані на поверхні пакувальної плівки.

У табл. 3 наведено список виробників і торгових назв поглиначів  $O_2$ , які застосовуються або ж розробляються для пакування продукції [4].

В останні кілька років набув розвитку ринок киснепоглинальних наклеюваних, які розташовують усередині упаковки, матеріалів для ламінування лотків та поліетиленових плівок.

Поглиначі на основі заліза не можуть бути використані для напоїв, тому що у вологому стані вони швидко втрачають  $O_2$ . Їх замінюють різними неметалічними реагентами і металоорганічними сполуками, які мають спорідненість з  $O_2$  та можуть включатись до

**Таблиця 3.**  
**Виробники і торгові назви поглиначів  $O_2$**

Виробник	Країна	Торгова назва	Механізм поглинання	Форма пакування
Mitsubishi Gas Chemical Co. Ltd	Японія	Ageless	На основі заліза	Саше і етикетки
Toppan Printing Co. Ltd		Freshlizer		Саше
Toagosei Chem. Industry Co. Ltd		Vitalon		
Nippon Soda Co. Ltd		Seagul		
Finetec Co. Ltd		Sanso-Cut		
Toyo Seikan Kaisha Ltd.		Oxyguard		Полімерні лотки
Ueno Seiyaku Co. Ltd.		Oxyeater		Саше і етикетки
Multisorb Technologies, Inc.	США	FreshMax	На основі заліза	Етикетки
		FreshPax		
		Fresh Pack		
Grace Co. Ltd		PureSeal		
Grace Darex Packaging Technologies		DarExtend	Аскорбат	
Cryovac Sealed Air Corporation		OS2000	Кобальт каналізований	Полімерні плівки
		OS1000	Окислений полімер	
M&G	Італія	ActiTUF	На основі заліза	Пляшки з ПЕТФ
Ciba Speciality Chemicals	Швейцарія	Shelfplus O2	ПЕТ-сополіефір	Полімерна плівка, пляшки і контейнери
Food Science Australia	Австралія	ZerO2	Світлочутливий барвник / органічні з'єднання	Полімерна плівка, пляшки і контейнери
CMB Technologies	Франція	Oxbar	Кобальт каналізований, окислений полімер	Полімерні пляшки
Standa Industrie		ATCO	На основі заліза	Саше
		Oxycap		Кронен-пробки
EMCO Packaging Systems	Англія	ATCO	На основі заліза	Етикетки
Bioka Ltd	Фінляндія	Bioka	На фермент-основі	Саше



конструкції закупорювальних засобів або матеріалу тари. Тим не менш слід зазначити, що швидкість і потужність поглинання плівкових матеріалів та покриттів значно нижча порівняно з аналогами на основі заліза.

### Поглиначі/виробники діоксиду вуглецю

Багато варіантів пакувань передбачають поглинання/виділення діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) під час зберігання продукції. Використання поглиначів  $\text{CO}_2$  особливо актуальне для пакування кави, при цьому застосовують одне із двох рішень. Перше полягає у використанні упаковок із запатентованими односторонніми клапанами, які відводять надлишок  $\text{CO}_2$ . Друге рішення заключається у використанні поглиначів  $\text{CO}_2$  або ж поглинальної системи подвійної дії (поглинання  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$ ) [6]. Суміш оксиду кальцію і активованого вугілля використовується у поліетиленових пакуваннях кави для поглинання  $\text{CO}_2$ , але поглиначі з подвійною дією  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$  є більш поширеними. Ці пакетики та етикетки подвійної дії зазвичай містять залізний порошок для поглинання  $\text{O}_2$  і гідроксид кальцію для поглинання  $\text{CO}_2$ .

### Поглиначі етилену

Етилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) є рослинним гормоном, який прискорює швидкість «дихання» і подальшого «старіння» таких продуктів, як фрукти та овочі. Більшість з ефектів  $\text{C}_2\text{H}_4$  необхідні (наприклад, індукція цвітіння в ананасах і колір розвитку цитрусових, бананів та помідорів), але в більшості випадків бажано видалити  $\text{C}_2\text{H}_4$

або зменшити його дію. Саме тому значну кількість досліджень було присвячено поглинанню  $\text{C}_2\text{H}_4$  під час пакування свіжих продуктів [4]. Деякі виробники поглиначів  $\text{C}_2\text{H}_4$  наведені в табл. 4.

Ефективні системи поглинання базуються також на використанні перманганату калію, який окислює  $\text{C}_2\text{H}_4$  до оцтової кислоти та етанолу і у процесі змінює колір від фіолетового до коричневого, а отже, вказує на залишок потенціалу  $\text{C}_2\text{H}_4$ . Поглиначі на основі активованого вугілля з різними металевими каталізаторами також ефективно поглинають  $\text{C}_2\text{H}_4$ . Вони застосовуються для поглинання  $\text{C}_2\text{H}_4$  із продуктів різних видів та їхніх складових і здебільшого розташовуються у саше всередині пакування.

### Засоби для консервування

В останні роки спостерігається великий інтерес до можливості використання антимікробних та антиоксидантних пакувальних плівок, які мають властивості консервантів, для подовження терміну зберігання широкого асортименту продуктів. Одним з варіантів використання пакувальних матеріалів даного типу є використання синтетичного цеоліту срібла, який включають до складу пакувальних плівок для безпосереднього контакту із продукцією. Мета цеоліту полягає у повільному вивільненні протимікробних препаратів — іонів срібла — на поверхню харчових продуктів. Також застосовуються синтетичні і природні консерванти, які включають в себе органічні кислоти, ароматичні

хлорорганічні сполуки, бактеріоциди, спеції та екстракти трав (наприклад, розмарин, базилік, гвоздика, хрін, гірчиця, кориця, масло грушанки і чебрець), ферменти, хелатні агенти, протигрибкові речовини.

Останнім часом підвищився інтерес до використання як антиоксиданту вітаміну Е. Результати досліджень доводять, що він є настільки ж ефективним, як і синтетичні полімери, будучи при цьому безпечним для пакованої продукції [7].

### Виробники етанолу

Використання етанолу ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) як протимікробного агента на сьогодні добре досліджене. Це особливо ефективно проти цвілі, але також може пригнічувати ріст дріжджів і бактерій. Плівки та пакети містять інкапсульовані поглиначі та  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  у матеріалі-носії, що дає можливість створити контрольоване вивільнення парів  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Щоб приховати запах алкоголю, деякі пакети містять сліди ванілі або інших смаків. Розмір і потужність саше, які випромінюють  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , залежать від ваги продукції. Крім того, пари  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  створюють ефект античерствіння на додаток до своїх антицвільних властивостей.

### Поглиначі вологи

Основною причиною псування продуктів є надлишок вологи. Видалення вологи за допомогою різних поглиначів або осушувачів є ефективним процесом збереження якості харчових продуктів і подовження терміну їхньої придатності шляхом інгібування росту мікроорганізмів. Для поглинання вологи застосовують силікагель, оксид кальцію, активовані глини і мінерали у вигляді саше. Для подвійної дії ці пакети можуть також містити активоване вугілля для адсорбції запаху або порошок заліза для поглинання  $\text{O}_2$ .

На додаток до поглиначів вологи у вигляді саше, яке розташоване в упаковці сухих продуктів, деякі компанії виробляють вологовбирні прокладки та покриття. Такі матеріали є актуальними для збереження якості продуктів з високим вмістом води, таких як м'ясо, риба, птиця, фрукти і овочі. Здебільшого вони складаються із двох шарів мікропористої нетканої полімерної плівки з ПЕ або ПП, між якими міститься суперабсорбувальний полімер,

Таблиця 4.  
Виробники поглиначів  $\text{C}_2\text{H}_4$

Виробник	Країна	Торгова назва	Механізм поглинання	Форма пакування	
Sekisui Jushi Ltd	Японія	Neupalon	Активоване вугілля	Саше	
Honshu Paper Ltd		Hatofresh		Папір/дошки	
Mitsubishi Gas				Sendo-Mate	Саше
Chemical Co. Ltd					
Cho Yang Heung SanCo. Ltd	Корея	Orega	Активовані глини / цеоліти	Полімерна плівка	
Evert-Fresh Corporation	США	Evert-Fresh	Активовані цеоліти	Полімерна плівка	
PEAKfresh Products Ltd	Австралія	PEAKfresh	Активовані глини / цеоліти	Полімерна плівка	
Grofit Plastics	Ізраїль	Bio-fresh	Активовані глини / цеоліти	Полімерна плівка	

здатний абсорбувати воду в кількості, яка до 500 разів перевищує його власну вагу. Типові суперабсорбувальні полімери включають солі поліакрилату, карбоксиметилцелюлозу і сополімери крохмалю, які мають дуже сильну спорідненість з водою [7].

Іншим підходом для боротьби з надмірною кількістю вологи у продукті є перехоплення вологи у паровій фазі. Такий підхід дає можливість зменшити активність води на поверхні харчових продуктів за рахунок зниження в упаковці відносної вологості. Це може бути зроблено шляхом розміщення одного чи кількох зволожувачів між двома шарами водонепроникної полімерної плівки.

### Поглиначі смаку/аромату

Поглиначі смаку/аромату набули широкого розповсюдження в Японії, США, хоча їхнє використання частково обмежене тим, що вони можуть приховувати показники погіршення якості харчових продуктів. Вони знайшли застосування в армії, щоб зробити готове до вживання блюдо ще більш апетитним.

Прикладом застосування даних матеріалів є пакування пастеризованого апельсинового соку. Деякі сорти апельсина схильні до гіркої присмаку, який викликаний процесами пресування і подальшої пастеризації. Усунення гіркоти досягається шляхом пропускання соку через колонки триацетату целюлози. Рішення щодо «активної» упаковки передбачає включення відповідних компонентів (триацетату целюлози, ацетильованого паперу) у пакувальний матеріал.

### Контроль температури упаковки

До даного типу належать варіанти самонагрівних та самоохолоджуваних пакувань, які включають у себе використання інноваційних теплоізоляційних матеріалів. Самонагрівні алюмінієві та сталеві пакування для кави, чаю і готових страв нагріваються завдяки екзотермічній реакції, коли негашене вапно і вода змішуються у відповідній місткості (Nescafe, Nestle). Механізми самонагрівання також можуть включати поєднання: хлористого кальцію і води, перманганату калію і гліцерину тощо. Охолодження тари може відбуватися за рахунок взаємодії нітрату амонію та солоної води. Іншим спо-

собом природного охолодження може бути застосування газоподібного хладагента.

### Плівки з компенсацією температури

Технологія заснована на незвичайному бічному ланцюзі деяких з полімерів, які реагують на температуру в керованому та передбачуваному режимі. Характерною для них є зміна властивостей (адгезії або в'язкості) під час нагрівання або охолодження всього на декілька градусів. Це викликане вбудованим температурним перемикачем, котрий може бути встановлений у діапазоні температур, які сумісні з більшістю біологічних характеристик продукції, зокрема частотою «дихання» свіжозрізаної плодоовочевої продукції. Крім того, оскільки процес зміни включає в себе фізичні, а не хімічні зміни, він може бути зворотним.

Полімери допомагають підтримувати оптимальну атмосферу у пакуванні із продуктом у разі коливань температури, які можуть виникнути під час охолодженого зберігання. За підвищених температур, коли «дихаючим» продуктам потрібно більше  $O_2$ , полімер стає більш проникним, а за більш низьких температур проникність полімеру автоматично зменшується.

### Висновки

Smart-упаковка поступово знаходить усе більш широке застосування у пакувальній індустрії. Зміни відбуваються хоч і повільно, але невідворотно, виробники намагаються пристосуватися до нових технологій, балансує між вигодою і витратами. Однак у нових методів є й свої недоліки. На перший погляд дані технології приносять дистриб'юторам, продавцям і споживачам тільки користь. Але, як і будь-яка інновація, вони ефективні лише в разі раціонального використання. Крім того, не кожна технологія може змусити «розумну» упаковку працювати правильно. «Активна» упаковка, як складова частина smart-пакування, є новою і захопливою галуззю харчових технологій, котра може надавати безліч переваг під час збереження широкого спектра харчових продуктів. Мета цієї технології — підтримка якості та подовження терміну зберігання продуктів водночас із забезпеченням мікробної безпеки.

### Література

1. Encyclopedia of packaging technology / Edited by Kim L. Yam. — A John Wiley & Sons, Inc., England, 2009 — 1 366 p.
2. <http://anyfoodanyfeed.com/ru/news/id/17976>
3. Инновационная упаковка для водки «Хортица ICE» // Упаковка. — 2013. — № 1. — С. 10.
4. Kerry J. Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods / J. Kerry, P. Butler. — John Wiley & Sons Ltd.: England, 2008. — 348 p.
5. Howard R. Moskowitz Packaging Research in Food Product Design and Development / Howard R. Moskowitz, Michele Reisner, John Ben Lawlor, Rosires Deliza. — A John Wiley & Sons, Ltd., England, 2009 — 281 p.
6. Brody A. Active packaging for food application / A. Brody, E. Strupinsky, L. Kline. — CRC Press, 2001.
7. Rooney M.L. Active Food Packaging / M.L. Rooney. — Blackie Academic & Prof., 1995. — 260 p.
8. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods / Ed. by B.A. Blakistone. — London, 1998. ✓

### Smart-упаковка для пищевых продуктов

А.Н. Гавва, д.т.н., С.В. Токарчук, к.т.н., О.А. Кохан, к.т.н.

Авторы привели анализ существующих систем «умных» и «активных» упаковок и выделили основные тенденции их развития. «Умная» упаковка предоставляет информацию о функциях и свойствах упакованных пищевых продуктов, подтверждает целостность упаковки, безопасность и качество продукции, применяется для контроля подлинности продукта. В материал «активной» упаковки сознательно включают вспомогательные компоненты для повышения показателей ее функциональности.

**Ключевые слова:** smart-упаковка; «умная» упаковка; «активная» упаковка; упаковочные материалы; пищевые продукты.

### Smart packaging for food

A.N. Gavva, Dr., S.V. Tokarchuk, Ph.D., E.A. Kohan, Ph.D.

The author presented an analysis of existing systems of «intelligent» and «active» packaging and identified the main trends of development. The «intelligent» packaging provides information about the functions and properties of packaged foods, it confirms the integrity, safety and quality of products. It is used to verify the authenticity of the product. The producers of packaging consciously include auxiliary components in «active» packaging to improve the performance of its function.

**Key words:** smart-packaging; «intelligent» packaging, «active» packaging, packaging materials, food products.