

# Hightech-пакування м'ясних продуктів

С.Б. Вербицький, к.т.н., Л.І. Войцехівська, к.т.н., Л.М. Борсолюк, С.В. Бондар, Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ

*Цінні білкові харчові продукти, якими є м'ясо та вироби з нього, ніколи не були простими у виробництві, а тому дешевими. Попри практикувані сьогодні індустриальні процеси вирощування забійної птиці або обіцяні на майбутнє біотехнологічні дива з культивування тваринних тканин у штучно створених умовах, собівартість м'ясних продуктів є та ще довго залишатиметься високою, отже, недопущення псування зазначених продуктів упродовж зберігання, транспортування та дистрибуції є важливим економічним завданням для всіх стейкхолдерів сировинно-продуктового ланцюжка тваринної продукції.*

## Hightech-пакування наразі в тренді

Технології пакування та/або зберігання м'яса й виробів з нього традиційно були напрямом, що активно акумулював досягнення технічного прогресу та ставав економічним підґрунтям численних інноваційних рішень. Наприклад, справжньою технічною революцією у м'ясній і рибній промисловості було розроблення та впровадження холодильних машин і, відповідно, технологій холодильного та морозильного зберігання продукції, що швидко псується. Техніка на базі електропривода була стрижнем третього технологічного укладу (1880–1930 рр.), нафтохімія та атомні технології – четвертого (1930–1970 рр.), електроніка та інформатика – п'ятого (1970–2010 рр.). Зараз людство вступило до епохи шостого технологічного укладу, визначальними віхами якого є біотехнології та ресурсозбереження. Саме сьогодні вирішуються практичні завдання створення розумного («smart» — англійською) агропромислового комплексу, включно з харчовою промисловістю [1]. Отже, смарт-пакування харчових продуктів є цілком у межах сучасного тренду, але сучасні технології пакування зазначених продуктів, включно з м'ясними, смарт-технологіями аж ніяк не обмежуються. Плівки з регульованими бар'єрними властивостями, модифіковані газові середовища, активні регулятори стану продуктів, що зберігаються, візуальні індикатори псування запакованих продуктів, полімерна тара, придатна до стерилізації, — це далеко не повний перелік hightech-рішень у пакуванні м'ясних продуктів. Короткий огляд таких технологій і є предметом цього матеріалу.

## Принципові вимоги: харчова безпечність і ресурсозбереження

Ефективне запобігання втратам харчової продукції, збереження її харчової безпечності та якості пов'язане насамперед із можливістю захисту зазначеної продукції від негативно-го впливу мікроорганізмів у процесі виробництва та зберігання. З огляду на це, в останні роки першочергового значення набувають питання біологічної безпеки продукції, тобто максимального запобігання біологічному ризику, пов'язаному з впливом небажаних мікроорганізмів, за одночасного системного забезпечення належної якості продуктованих виробів. Нові можливості для українських виробників продовольчих товарів у міжнародному конкурентному середовищі обумовлюють необхідність впровадження комплексних заходів, спрямованих на підвищення впевненості замовників і потенційних споживачів у безпеці й високій якості продукції [2]. Зазначене повною мірою стосується процесів первинної переробки забійних тварин та виробництва м'ясних продуктів, включно з їх пакуванням.

Харчова сировина тваринного походження, насамперед м'ясна, є цінною та дорогою, проте швидкопсувною та напрочуд різноманітною за біологічними й фізико-хімічними показниками. У процесі зберігання в м'ясній продукції відбуваються складні біохімічні й мікробіологічні процеси, що можуть негативно вплинути на її якість, погіршити зовнішній вигляд або завдати шкоди людському організму через харчові отруєння, дисбактеріоз, алергічні реакції, порушення обміну речовин тощо. Отже, гарантування харчової безпечності м'ясопродуктів, недопущення втрати їх споживчої якості й можливе подовження термінів їх зберігання є найгострішими питаннями, що стоять перед переробниками. Принциповими чинниками є висока якість сировини, науково обґрунтовані температурно-вологісні режими зберігання, належний санітарно-гігієнічний стан виробництва, оптимальні логістичні рішення, а також відповідні продуктові та процесові міцнісні та бар'єрні властивості пакувальних матеріалів щодо газів, води, парів і жирів (а отже, і ароматичних речовин), їх герметич-

**Таблиця 1.**  
**Типові суміші газів для пакування м'яса та м'ясопродуктів за технологією МГС – за [3, 5]**

Вид продукту	Склад суміші газів, %		
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Яловичина	70-80	20	0-10
Свинина	-	20-30	70-80
Напівфабрикати крупнокускові з яловичини, свинини, телятини	70	20-30	0-10
Фарш м'ясний	33,3	33,3	33,3
Напівфабрикати січені заморожені	70	30	-
Напівфабрикати січені охолоджені	80	20	-
Курятина свіжа	20	30	50
Домашня птиця	-	75	25
Ковбаси варені та сирокочені	-	20-30	70-80

ність, хімічна стійкість, високотехнологічне пакувальне обладнання тощо. Комплексне втілення зазначених вище вимог до сучасних пакувань м'яса та м'ясних продуктів дає змогу суттєво подовжити їх холодильне (за температури близько 0 °C) зберігання, що сягає: для яловичини – 15 діб, свинини – 45 діб, курятини – 90 діб. Пакування захищає м'ясні продукти від таких негативних чинників довкілля, як кисень, світло, аромати, температура, вологість, інгібує окисні процеси, допомагає зберегти прикраси виробам колір і зовнішній вигляд, інші органолептичні характеристики [3].

Нові технічні та технологічні можливості виробників, жорсткі вимоги до пакувань м'ясних продуктів з боку операторів гуртової торгівлі та впливових, фінансово потужних роздрібних торговельних мереж, а також зрослі вимоги споживачів щодо якості й виду роздрібних пакувань зумовлюють потребу в сучасних пакувальних рішеннях і є потужним драйвером технологічного прогресу як пакувальної, так і м'ясної галузі. Автори [4] виділяють такі основні напрями сучасного розвитку пакувальних технологій харчових виробництв:

- використання газових модифікованих середовищ;
- активні пакування;
- інтелектуальні пакування;
- біорозкладні пакування.

Натомість автори [3] для свіжого м'яса та м'ясних продуктів основними пакувальними трендами вважають:

- пакування у вакуумному середовищі;
- пакування в модифікованому газовому середовищі;
- технології стерилізації упакованих продуктів;
- пакування в термозбіжну полімерну плівку або стретч-плівку.

### Небажане повітря: можна позбутися, а можна й підмінити

Навряд чи можна назвати новим спосіб пакування м'яса та м'ясних продуктів під вакуумом, але ця технологія є цілком актуальною та щонайширше застосовуваною, оскільки для низки різновидів продукції є оптимальною. Щоб досягти максимальної ефективності вакуумного пакування, з погляду як товарного вигляду, так і

терміну зберігання, слід домагатися досить глибокого вакууму – не менше ніж 99 %, тобто 10 мбар. Пакування має щільно, без складок облягати продукт, а зварний шов повинен бути достатньо міцним. Оптимальне розташування продукту в пакуванні – не менше ніж 10 мм від зварних швів і не менше ніж 30÷40 мм від незапаяного краю. М'ясо, упаковане під вакуумом, слід зберігати жиром прошарком вгору. Вакуумне пакування прискорює проникнення газу внаслідок перепаду тиску між внутрішнім і зовнішнім середовищем, тому газопроникність пакувань повинна бути мінімальною.

До недоліків вакуумного пакування м'яса та м'ясопродуктів належить насамперед механічна деформація продукту при зміні тиску, що спричиняє порушення структури упакованого матеріалу. Із продукту активно витискаються волога та м'ясний сік, і утворене рідке середовище змінює склад виробу й негативно впливає на смак м'яса та м'ясопродуктів. До того ж вакуумування створює сприятливі умови для розвитку анаеробних мікроорганізмів, здатних жити і розвиватися за відсутності вільного кисню. Хоча їх вегетативні форми гинуть у кисневмісному середовищі, їх спори є стійкими, і присутність кисню не є перешкодою для розвитку зазначених форм. Якщо дані мікроорганізми містилися в продукті до його вакуумування, то в безповітряному просторі вони починають інтенсивно розмножуватися [5].

Подальшим розвитком технологій пакування харчових продуктів стало використання модифікованих газових середовищ (МГС). Зазначений спосіб пакування зберігає переваги, прикраси вакуумуванню, дозволяючи натомість значно подовжити терміни зберігання, уникнути механічного впливу на продукт, скоротити або по-

вністю виключити застосування консервантів, значно зменшити кількість повернень прострочених продуктів, а також розширити географію продажів. Завдяки використанню МГС споживач отримує якісний продукт у привабливій упаковці зі збереженням початкових органолептичних характеристик.

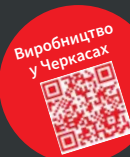
Застосовуваний склад газової суміші істотно впливає на перебіг біохімічних процесів у товщі м'ясопродуктів під час зберігання. На практиці суміш газів вибирають залежно від виду продукту (табл. 1). Правильно підібраний склад газів уповільнює руйнівні процеси, які відбуваються в продукті, що дає змогу зберегти його природні властивості.

Суттєву роль для призначення можливих термінів зберігання м'ясних продуктів відіграє  $O_2$ , що послуговує за каталізатор ферментативних реакцій харчових продуктів. За його участі відбувається окислення міоглобіну, завдяки якому м'ясо має характерний «свіжий» яскраво-червоний колір, привабливий для споживачів. Вплив  $O_2$  на ріст бактерій проявляється в стимулюванні аеробних бактерій та інгі-

# HIRSCH Porozell



### Упаковка та захист з пінополістиролу EPS



Виробництво  
у Черкасах

ТОВ «ХІРШ ПОРОЦЕЛЛЬ»

Т +38 067 409 2565

[www.hirsch.porozell.ua](http://www.hirsch.porozell.ua)



HIRSCH Serve Group  
Expanding With Ideas

Таблиця 2.

Типові приклади поглиначів для активних пакувань [6, 7]

Тип поглиначя	Склад	Для яких продуктів
Кисню	Сполуки заліза, аскорбінова кислота, солі металів	Сир, хлібобулочні та кондитерські вироби, горіхи, сухе молоко, кава, чай, боби, зерно, макаронні вироби, м'ясні продукти, готові страви
Вологи	Гліцерин, глина, оксид кремнію, пропіленгліколь, поліакрилати	Хлібобулочні вироби, м'ясо, риба та птиця, готові страви, нарізка з фруктів та овочів
Діоксиду вуглецю	Гідроксид кальцію та гідроксид натрію або гідроксид калію	Смажена кава
Етилену	Оксид алюмінію та перманганат калію, вуглець, цеоліт	Яблука, абрикоси, банани, манго, огірки, томати, авокадо, морква, картопля та брюссельська капуста
Запахів; аміни та альдегіди	Лимонна кислота в полімерах; ефіри целюлози; поліамід	Харчові продукти, чутливі до окислення (наприклад, білкові); жирні рибні продукти, снеки та фруктові соки

буванні анаеробних патогенних бактерій, які синтезують токсини. Отже,  $O_2$  раціонально використовувати для пакування свіжого м'яса. Втім, занадто високі концентрації  $O_2$  призводять до зменшення термінів зберігання м'яса через появу згрілого смаку — особливо в продуктів зі значним вмістом жиру, а занадто низький вміст  $O_2$  не запобігає потемнінню м'яса у пакуваннях.

Інший можливий складник МГС,  $N_2$ , використовують переважно для витіснення з пакування  $O_2$ . Додавання  $N_2$  дозволяє ефективніше підтримувати постійну концентрацію суміші газів завдяки тому, що тиск  $N_2$  всередині упаковки і в атмосферному повітрі близький до рівноважного. Газове середовище, яке повністю складається з  $N_2$ , зазвичай застосовують при пакуванні готових страв, де ріст мікроорганізмів не є значним, і виключення  $O_2$  як найнебезпечнішого чинника подовжує термін придатності зазначених продуктів.

Як активний компонент МГС використовують  $CO_2$ , що забезпечує бактеріостатичний вплив на мікроорганізми — переважно грамнегативні психотрофні бактерії. Зазначений вплив може тривати впродовж 2-3 діб після розкриття пакування. Інгібувальна дія  $CO_2$  на мікроорганізми в продукті залежить від багатьох чинників: парціального тиску й концентрації, коефіцієнта заповнення пакета газовою сумішшю, температури, рівня рН, активності води, типу мікроорганізмів, фази росту мікробів. Із підвищенням концентрації  $CO_2$  ріст мікробів сповільнюється, і цей ефект тим сильніший, чим нижчою є температура зберігання продукту, оскільки розчинність  $CO_2$  суттєво зменшується зі збільшенням температури.

Найефективнішим щодо збереження червоного кольору свіжого м'яса за-

вдяки утворенню карбоксиміоглобіну є  $CO$ , що за концентрації 1 % запобігає розвитку багатьох бактерій, уповільнює процеси бродіння та утворення цвілі. Однак цей газ майже не застосовують через його токсичність і вибухонебезпечність.

Оптимального ефекту від пакування продукту в МГС можна досягти, якщо наявними є такі чинники:

- низьке початкове обсіменіння продукту;
- найкоротший час між охолодженням сировини та її пакуванням, тобто мінімізація тривалості обсіменіння (дотримання правил гігієни впродовж всього перебігу виробничого процесу);
- контроль суміші захисних газів при наповненні (суворе дотримання співвідношення газів у суміші).



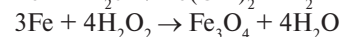
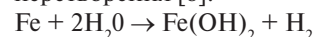
Рис. 1. Поглиначі  $O_2$  в пакуваннях із м'ясними виробами

Всередині пакування, де містяться продукт та МГС, із часом відбуваються зміни, пов'язані з поглинанням  $CO_2$  продуктом, виділенням вологи. Перебіг цих процесів залежить від якості вакуумного пакета. У разі використання пакувальних плівок з посередніми бар'єрними властивостями через стінки пакувань можливе взаємне проникнення атмосферного повітря й модифікованої атмосфери внаслідок дифузії. Оптимальним бар'єрним шаром у цьому випадку є етиленвінілгліколь [5].

## Як пакування стає активним

Активне пакування харчової продукції, крім виконання типового завдання (забезпечення бар'єрних функцій та захисту від зовнішнього впливу), може контролювати середовище всередині пакування і навіть впливати на стан продукту. Робочі сполуки активних пакувань, відповідно до способу їх функціонування, поділяють на дві великі групи: поглиначі та виробники. Поглиначі містять інгредієнти, призначені для розміщення всередині пакування з продуктом, зосередження, поглинання та видалення небажаних у процесі зберігання речовин ( $O_2$ , етилен, волога або бруд). Зазвичай ці спеціальні хімічні сполуки наносять на пакування для харчових продуктів, долучають до його складу у вигляді спеціального шару або виконують у вигляді окремих виробів (рис. 1) [6]. Деякі типові приклади активних поглиначів для пакувань із харчовими продуктами наведено в табл. 2.

Найчастіше для м'ясних виробів використовують поглиначі  $O_2$ . При виборі одного або іншого варіанта упаковки слід мати на увазі, що гази мігрують через упаковку двома основними шляхами: дифузійним (через структуру полімеру) і дифузійно-механічним (через місце зварювання плівки). Крім того, у самому продукті також може зберігатися  $O_2$ . Для зазначених вище способів пакування тільки поглинач  $O_2$  може гарантувати його видалення. Найчастіше як поглиначі  $O_2$  використовують вироби, які поміщають усередину упаковки з плівок. Так, якщо використовується порошкоподібне залізо, воно поглинає залишковий  $O_2$  та утворює нетоксичний оксид заліза в ході такого перетворення [8]:

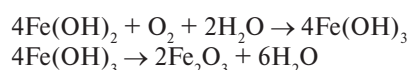




Таблиця 3.

## Типові приклади сполук-виробників для активних пакувань [6, 7]

Тип виробника	Ефект	Для яких продуктів
Регулятори вологості	Регулювання вмісту води	Овочі
Діоксиду вуглецю	Інгібування росту грамнегативних мікроорганізмів	М'ясо, риба, птиця, готові страви
	Подовження терміну зберігання	Необроблені овочі та фрукти
Етанолу	Інгібування росту мікроорганізмів, включно з патогенними	Хлібобулочні вироби, сухі продукти з риби
Органічної кислоти (наприклад, сорбінова)	Протимікробний	Різні харчові продукти
Гінокітолу	Протимікробний	Різні харчові продукти
Діоксиду сірки	Відбілювальний	Сухі білі овочі
	Антиоксидантний	Різні термооброблені харчові продукти
	Протимікробний	Різні необроблені та оброблені харчові продукти
Пестицидів (наприклад, імазаліл, піретрини)	Протимікробний, фунгіцидний або контроль забруднень	Сухі насипні харчові продукти (борошно, рис, крупи)
Консерванти (наприклад, алілізотіоціанати)	Протимікробний	М'ясо, необроблені фрукти
Антиоксиданти (наприклад, бутилгідроксіанізол, бутилгідрокситолуол, токоферол)	Антиоксидантний	Сухі харчові продукти, харчові продукти, що містять жир
Запаху	Запобігання сторонньому запаху	Різні харчові продукти



Залучені до активних пакувань сполук-виробники містять або виробляють речовини, призначені для міграції у вільний простір усередині внутрішнього об'єму пакування. Для отримання технологічного ефекту до атмосфери в пакуванні додають також харчові добавки, ароматизатори або біоциди. В останньому випадку зазначені компоненти споживають разом із продуктом. Інформацію щодо деяких типових сполук-виробників, застосовуваних для активних пакувань, представлено в табл. 3.

### У діапазоні від розумних до інтелектуальних

Інтелектуальне (intelligent) або розумне (smart) пакування визначають як пакувальну систему, що здатна виконувати інтелектуальні функції (виявлення, зондування, запис, від-

стеження, спілкування й застосування наукової логіки) для полегшення прийняття рішень щодо подовження терміну придатності, для підвищення безпечності, поліпшення якості, надання інформації та застереження щодо можливих проблем. Отже, інтелектуальне пакування є своєрідним «спікером» харчового продукту, разом з яким зазначене пакування рухається впродовж усього циклу поставки та в той чи інший спосіб інформує про стан упакованого виробу [9].

Більш наближене до практики визначення інтелектуального пакування наводить автор [6]: інтелектуальне пакування полягає в долученні до продукту низки індикаторів, наприклад, індикаторів температури, мікробного псування, цілісності пакування, фізичних пошкоджень та ідентичності продукту. Індикатори всередині пакування або на ньому можуть дати інформацію про якість харчового про-

дукту безпосередньо на упаковці або у її внутрішньому об'ємі, а також охарактеризувати умови зберігання пакування з продуктом (рис. 2, 3). Деякі індикатори не потребують контакту з продуктом або з внутрішнім газовим середовищем, натомість для інших зазначений контакт є необхідним. Всі описані індикатори дедалі більше поширюються на практиці. Деякі типові види інтелектуальних пакувань систематизовано в табл. 4.

Принцип роботи індикаторів час-температура базується на фізичних, хімічних, мікробіологічних і ферментативних реакціях, перебіг яких залежить від температури та часу. Зазначений перебіг супроводжується зміною кольору індикатора. Ці видимі зміни, відображені розташованими на пакуванні індикаторами, дозволяють споживачеві зробити висновок про умови, за яких зберігався м'ясний продукт [10, 11]. В основі роботи інди-

Таблиця 4.

## Типові приклади інтелектуальних пакувань [6, 7]

Тип індикатора	Ефект	Можливе використання
Час-температура	Інформація про динаміку температури	Додатковий елемент маркування продукту, що зберігається або транспортується
Кисню	Інформація про порушення герметичності	Пакування харчових продуктів у модифікованому або контрольованому середовищі
Діоксиду вуглецю	Інформація про концентрацію діоксиду вуглецю при пакуванні харчових продуктів у модифікованому або контрольованому середовищі	Пакування харчових продуктів у модифікованому або контрольованому середовищі
Кольоровий	Інформація щодо температури в пакуванні	Продукти для приготування в мікрохвильовій печі
Патогенів	Інформація щодо мікробіологічного стану	М'ясо, риба або птиця
Порушення герметичності	Порушення герметичності пакування	Консервовані продукти для дітей





Рис. 2. Індикатор час-температура



Рис. 3. Пакування з індикатором придатності до споживання після відкриття. Круг у центрі змінює колір: 1 – пакування щойно відкрито; 2 – продукт слід негайно спжити; 3 – від споживання продукту слід відмовитися

каторів свіжості лежить безпосередня взаємодія упакованого продукту з індикатором. Всі зміни, які відбуваються в м'ясних продуктах, впливають на стан їх свіжості. Вони можуть спричинити ріст мікроорганізмів та ініціювати відповідний процес обміну речовин. Зазвичай індикатори свіжості визначають наявність таких продуктів обміну речовин, як діоксид вуглецю, діоксид сірки, аміак, етанол, деякі токсини та органічні кислоти. Основою для такого визначення є реакція між індикатором і легким метаболітом, який утворюється в разі росту небажаних мікроорганізмів у м'ясному продукті [10, 11].

### І ще багато інноваційних рішень

Обмежений обсяг матеріалу не дає змоги детально описати низку інноваційних рішень щодо пакування м'яса та м'ясної продукції. Насамперед це технологія пакування із залученням термозбіжної полімерної плівки або стретч-плівки [3], антимікробні, біорозкладні та їстівні покриття м'ясних продуктів [10, 11].

Цікавим інноваційним рішенням є пакування м'ясних і м'ясомістких

продуктів у спеціальну тару з можливістю автономного підігріву, що є дуже цінним для організації повноцінного харчування в польових умовах. Перед споживанням такого продукту слід ініціювати хімічну реакцію в сорочці пакувальної банки – наприклад, зробивши проколи у трьох точках на її торці (рис. 4): проколювання банки ініціює хімічну реакцію з виділенням тепла. Завдяки екзотермічній реакції в сорочці відбувається нагрівання продукту (рис. 5).

Можливо, не настільки ефектним, проте насправді революційним у сенсі ресурсозбереження, є залучення до виробничої практики полімерних пакувань, які за своєю термостійкістю та іншими фізико-хімічними характеристиками дають змогу виробляти стерилізовані м'ясні консерви. Нещодавно розроблені фахівцями Інституту продовольчих ресурсів НААН технології виробництва функціональних м'ясних паштетів, а також паштетних виробів із м'яса птиці механічно відокремленого, передба-



Рис. 4. Пакування харчової продукції в тару з автономним підігрівом



Рис. 5. Автономне нагрівання пакувань із харчовими продуктами в польових умовах

чають, разом з пакуванням продукції в традиційну консервну тару із жерсті та скла, також пакування в банки з термостійкого полімеру. Спеціально розроблені формули стерилізації, що враховують особливості консервування м'ясної продукції в полімерній тарі, та наявність отриманих у встановленому порядку санітарно-гігієнічних висновків щодо відповідності матеріалу зазначеної тари чинним вимогам гарантують безпечність зазначеної продукції для споживачів.

### Література

1. Kovalenko O., Yashchenko L., Verbytskyi S. Smart technologies of food production in the system of global technological waves // Economic and Engineering Studies. The Scientific Journal of Cahul State University «Bogdan Petriceicu Hasdeu». 2019. № 1 (5). P. 56–63.
2. Українець А.І., Пасічний В.М., Маринін А.І., Храпачов О.В. Інновації в технології зберігання і пакування харчових продуктів // Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. № 2 (94). С. 58–62.
3. Халайджі В.В., Кривошей В.М. Упаковка для харчових продуктів та напоїв. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2018. 216 с.
4. Sen C., Das M. Trends in Food Packaging Technology // In Food Process Engineering. 2016. P. 37–58. Apple Academic Press.
5. Башкирова А.К., Вербицкий С.Б. Упаковывание мяса и мясных продуктов. Современные технологии и оборудование // Мясной бизнес. 2009. № 7 (82). С. 68–74.
6. Ucherek M. Present-day solutions with regard to packaging of food product // Commodities and Markets. 2008. № 2. P. 40–47.
7. Fabech B. Active and intelligent food packaging: a Nordic report on the legislative aspects // Nordic Council of Ministers. 2000.
8. Штина Ю.В. Активная упаковка // Все о мясе. 2011. № 2. С. 50–51.
9. Yam K.L., Takhistov P.T., Miltz J. Intelligent packaging: concepts and applications // Journal of food science. 2005. № 70 (1). R1–R10.
10. Башкирова А.К. Современные тенденции в упаковывании // Мясной бизнес. 2009. № 10 (83). С. 48–52.
11. Корж А.П., Базарнова Ю.Г. Тенденции развития рынка активной и «умной» упаковки // Все о мясе. 2016. № 6. С. 14–17.