

PECULIARITIES OF SAFE USE AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF MODERN FOOD PACKAGING AND ITS REQUIREMENTS

L. Gorceva, T. Kostjuchenko, N. Stadnichuk, I. Mihlik

L. I. Medved's research center of preventive toxicology, food and chemical safety, ministry of health

O. Kronikovskii

National University of Food Technologies

Key words:

*Packaging materials
Foil
Bio-soluble polyethylene
Bio-packaging
Environmental safety*

Article history:

Received 16.03.2020
Received in revised form
29.03.2020
Accepted 13.04.2020

Corresponding author:

O. Kronikovskii
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The intensive development of food and beverage industry has led to the introduction of new packaging technologies, an expansion of the packaging materials market and an increase in their usage.

The variety of food products and materials used for packing requires an individual approach in each case. Properties of packaging materials, the set of general and special purpose of food product, such characteristics as composition, consistency, mass, storage condition and terms of realization should be taken into account. The main materials used for packaging of food and beverages are glass, polymers and plastics, aluminum foil, tin, fabric, wood, paper, cardboard, laminates and combination as multilayer packaging.

Polymeric and other synthetic materials have become especially widespread in recent years. They are used for packaging, storage, transportation, sale of food products and as a part of technological equipment, devices used in manufacture of food products. The usage of synthetic materials gives an possibility to save traditional materials. At the same time, new possibilities are emerging for prolonging shelf life, reducing food losses, as well as providing higher consumer properties of packaged products.

From a hygienic standpoint, synthetic materials that come into contact with food at different stages of its production and consumption are considered as potentially dangerous lasting factors which are associated with the possibility of migration of their components into the composition of the product. In this regard, a strict hygienic regulation of sanitary-epidemiological examination of polymeric and synthetic materials intended for contact with foodstuffs was established at the stages of their production, sale and disposal. The latter requirement is related to the environmental safety standards of new synthetic materials entering the biosphere and provides their fastest biodegradation in the natural environment or for industrial re-utilization.

ОСОБЛИВОСТІ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНОГО ХАРЧОВОГО ПАКУВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО НЬОГО

Л. В. Горцева, Т. П. Костюченко, Н. О. Стаднічук, І. В. Міхлик

ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя МОЗ України»

О. І. Кроніковський

Національний університет харчових технологій

Інтенсивний розвиток індустрії харчових продуктів і напоїв призвів до впровадження нових пакувальних технологій, розширення ринку пакувальних матеріалів та збільшення об'єму їх використання.

Різноманітність харчових продуктів і матеріалів, що використовуються для їх пакування, потребують індивідуального підходу до вибору пакування. Враховуються властивості пакувальних матеріалів, комплекс вимог загального та спеціального призначення і властивості харчового продукту, з яких головним є склад, консистенція, маса, умови зберігання й терміни реалізації. Основні матеріали, які використовуються для пакування харчових продуктів і напоїв: скло, полімерні та пластичні матеріали, алюмінієва фольга, жерсть, тканини, дерево, папір, картон, ламінати — багатшарове пакування.

В останні роки особливого поширення набули полімерні та інші синтетичні матеріали, що застосовуються для пакування, зберігання, перевезення, реалізації харчових продуктів і в складі технологічного обладнання, приборів та пристроїв, які використовують при виготовленні харчових продуктів. Використання синтетичних матеріалів дає змогу економити традиційні матеріали. При цьому з'являються нові можливості подовження термінів зберігання, зниження втрат харчових продуктів, а також забезпечення більш високих споживчих властивостей запакованої продукції.

З гігієнічних позицій синтетичні матеріали, які контактують з їжею на різних етапах її виробництва і споживання, розглядаються як потенційно небезпечні тривалодіючі фактори, пов'язані з можливістю міграції їх компонентів до складу продукту. У зв'язку з цим встановлено жорсткий гігієнічний регламент санітарно-епідеміологічної експертизи полімерних і синтетичних матеріалів, призначених для контакту з харчовими продуктами, на етапах їх виробництва, реалізації та утилізації. Остання вимога, пов'язана з нормами екологічної безпеки нових синтетичних матеріалів, що надходять у біосферу, передбачає їхню максимально швидку біодеградацію в природному середовищі або промислову реутилізацію.

Ключові слова: *матеріали для пакування, фольга, біорозчинний поліетилен, біопакування, екологічна безпека.*

Постановка проблеми. *Вивчення особливостей безпечного використання та індивідуальних властивостей традиційних та інноваційних пакувальних матеріалів, що використовуються для пакування харчових продуктів з урахуванням специфіки виготовлення різних матеріалів та їх компонентного складу.*

Мета статті полягає в проведенні комплексних досліджень і встановленні безпечності матеріалів, що контактують з харчовими продуктами, згідно з вимогами європейських і вітчизняних нормативних документів.

Викладення основних результатів дослідження. Одним із матеріалів, що широко використовується для пакування харчових продуктів, є алюмінієва фольга. Тара з алюмінієвої фольги використовується як одноразове пакування. При цьому також слід відмітити, що одноразовий посуд, виготовлений з високоякісної алюмінієвої фольги, має низку переваг, якщо порівняти з одноразовим посудом, виготовленим з інших матеріалів.

Характеристика найважливіших властивостей одноразового пакування з фольги наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Властивості одноразового пакування з фольги

Основні переваги	Характеристика
Безпека для здоров'я (негтоксичність)	Ставідсотковий натуральний матеріал з практичною відсутністю шкідливих компонентів. Не вступає в активну хімічну взаємодію з харчовим продуктом.
Екологічність Утилізація	Успішно підлягає вторинній переробці. Утилізується без значних втрат матеріалу і зміни його основних властивостей (пластичність). У разі утилізації не забруднює навколишнє середовище.
Температурний режим	Витримує температуру від -4°C і до $+60^{\circ}\text{C}$.
Універсальність або багатфункціональність	Однчасне використання для приготування, транспортування, зберігання, розігріву і подачі страв. Можливість використання однієї і тієї ж ємності при низьких і високих температурах.
Висока теплопровідність	Можливість рівномірно розігрівати продукт без перегріву.
Корозійна стійкість	Стійкість до корозії при контакті практично з будь-яким продуктом.
Можливість зберігання свіжості продукту, смакових характеристик	Максимально перешкоджає висиханню або зволоженню їжі, втраті запаху і смаку, ставідсотковий бар'єрний матеріал, непроникний для пари і рідин, сонячного світла.

Для дослідження було обрано одноразовий посуд (контейнери), виготовлений із харчової алюмінієвої фольги виробництва компанії «Студіо Пак Україна Лімітед». Вивчали особливості міграції токсичних речовин та елементів з матеріалу пакування в модельні розчини, що імітують харчові продукти залежно від складу й тривалості контакту. Такі дослідження дали змогу встановити, виділяє чи ні досліджуваний матеріал (виріб) речовини інгредієнтного складу тощо, які утворюються в процесі переробки та експлуатації виробів, а також отримати якісну і кількісну характеристику компонентів, що виділяються, визначити рівні міграції хімічних речовин та елементів у модельні середовища. Варто відмітити, що при цьому не було виявлено жодних ризиків, чим підтверджена можливість використання одноразового посуду, виготовленого з алюмінієвої фольги [1].

Ще одним яскравим прикладом інноваційної упаковки, що має цілий ряд переваг порівняно з консервною тарою, виготовленою із жерсті або скла, є ламістер або стерлаком. Це тришаровий комбінований матеріал, що складається з алюмінієвої лакованої фольги і поліпропіленової плівки, з'єднаних між собою клеєм. Така упаковка має в 5 разів меншу вагу, зберігає герметичність навіть при деформації, не окиснюється при зберіганні продукту.

Однією з найбільш цінних якостей ламістеру є унікальна антибактеріальна поверхня, яка запобігає можливому розмноженню бактерій. Контейнери з харчової алюмінієвої фольги особливо привабливі відсутністю будь-яких негативних властивостей і характеристик. Пакування з фольги є екологічним, нешкідливим для довкілля, оскільки може піддаватися багаторазовій переробці.

Основні сфери використання ламістеру: рибні та м'ясні консерви з різними видами соусу, м'ясо з гарніром, овочеві консерви, ікра рибна, фруктове пюре, каші, плов, паштети, молочні продукти, соки, джеми, мед тощо [2].

Останнім часом як упаковка для харчових продуктів застосовуються також багатошарові матеріали. Для їх виготовлення використовується більшість бар'єрних плівок на основі поліетеру і поліпропілену, полівінілхлориду, етиленвінілового спирту, поліетилентерефталату, поліаміду тощо.

Часто ламінування багатошарових пакувальних матеріалів здійснюється за допомогою різних типів поліуретанових клеїв. Таке пакування використовується для захисту від проникнення газів, водяних парів, для герметизації всередині пакування запаху чи аромату харчових продуктів і напоїв. У разі використання нехарчових клеїв для склеювання шарів упаковки виникає загроза для здоров'я людини.

На підставі проведених досліджень багатошарових матеріалів, призначених для пакування майонезу, було виявлено, що з багатьох плівок, для склеювання яких використовуються дешеві промислові поліуретанові клеї, мігрують діароматичні аміни в кількостях, що становлять загрозу здоров'ю споживачів, оскільки цим речовинам притаманна токсична та канцерогенна дія. Проведені дослідження дали змогу визначити та встановити максимально допустимий рівень міграції (МДР) діароматичних амінів у модельні середовища та продукцію на рівні 0,2 мкг/л. На основі цього використання нехарчових клеїв для багатошарових плівок було заборонено.

З гігієнічних позицій синтетичні матеріали, які контактують з їжею на різних етапах її виробництва і споживання, розглядаються як потенційно небезпечні тривалодіючі фактори, пов'язані з можливістю міграції їх компонентів до складу продукту. Тож харчові продукти, які контактують з нехарчовими матеріалами, також повинні розглядатися з позицій їх потенційної небезпеки для здоров'я споживачів. У зв'язку з цим встановлено жорсткий гігієнічний регламент санітарно-епідеміологічної експертизи полімерних і синтетичних матеріалів, призначених для контакту з харчовими продуктами, на етапах їх виробництва, реалізації й утилізації. Остання вимога пов'язана з нормами екологічної безпеки нових синтетичних матеріалів, що надходять у біосферу, і

передбачає їх максимально швидко біодеградацію в природному середовищі або промислову реутилізацію.

Більш широкий обсяг досліджень у рамках санітарно-епідеміологічної експертизи передбачено для синтетичних матеріалів, виготовлених з використанням інгредієнтів і технологій, які раніше не використовувалися. При цьому обов'язковим етапом експертизи є санітарно-токсикологічна оцінка токсичності, специфічних і віддалених наслідків дії на теплокровні організми та інші біологічні об'єкти. Цей етап проводиться для уникнення можливого шкідливого впливу на організм потенційно небезпечних речовин, що мігрують у харчовий продукт.

Велике значення надається питанню виготовлення пакувальної продукції, яка не буде джерелом забруднення навколишнього середовища. Так, наприклад, у зв'язку з труднощами, пов'язаними з утилізацією полімерних матеріалів, виникла потреба у використанні біополімерів для виробництва пакування, яке б розкладалося безпечно для довкілля і за менш тривалий строк. Це досягається шляхом введення спеціальних добавок нового покоління безпосередньо при виготовленні пакування [3].

Прикладом може бути біорозчинний поліетилен, який не відрізняється за своїми властивостями від звичайного поліетилену (водонепроникність, прозорість). Основна відмінність у тому, що біорозчинний поліетилен розкладається через 3 роки на воду, вуглекислий газ і біомасу. Це відбувається завдяки включенню в матеріал оксо-біодобавки d2w, яка є абсолютно нешкідливою, що підтверджено міжнародними сертифікатами якості. Поліетилен з оксо-біодобавкою d2w може використовуватися з харчовими продуктами згідно з Регламентом №10/2011 від 14 січня 2011 р. Європейської комісії про полімерні матеріали та вироби, призначені для контакту з продуктами харчування [4]. Ще одна важлива перевага біорозчинного поліетилену в його несуттєво більшій вартості порівняно зі звичайним. Технологія d2w базується на використанні добавки, яка, зазвичай, складає 1% у співвідношенні з поліетиленом безпосередньо при виробництві плівки (видуві, екструзії). При такій малій частці включення добавки готовий виріб зберігає всі якості звичайного поліетилену. Однією з унікальних властивостей цієї добавки є те, що можна задати необхідний період часу до того, як поліетилен почне розпадатися. Процес розпаду викликає будь-яка комбінація високої температури, світла і тиску, що діє як каталізатор і визначає швидкість та, відповідно, час розпаду. Як тільки процес розпаду почався, його неможливо зупинити, процес не залежить від місця знаходження виробу (під землею, у воді чи на поверхні). Поліетилен із добавкою d2w може піддаватися вторинній переробці.

Особливо цікавим варіантом для виготовлення біопакування є крохмаль як найбільш дешевий вид сировини, головним джерелом отримання якого є картопля, пшениця, кукурудза, рис, маїс та деякі інші рослини. Оскільки крохмаль є типовим гідрофільним полімером, то він може містити до 40% зв'язаної вологи, що дає змогу використовувати воду як один з найдоступніших пластифікаторів крохмалю. Така пластифікація проводиться при одночасному впливі

температури і механічних напруг. У результаті відбуваються значні зміни фізичних і механічних властивостей крохмалю. Далі методами компресійного пресування й екструзії формують термопластичні матеріали одноразового чи нетривалого застосування.

З метою оцінки ризику деяких пакувальних матеріалів (скла, дерева, паперу, картону) та запобігання їхньому негативному впливу на організм людини були проведені радіологічні дослідження, результати яких наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Визначення питомої активності природних радіонуклідів

Пакувальний матеріал	Питома активність природних радіонуклідів, (Бк/кг) довірча похибка (P = 0,95)				Ефективна питома активність природних радіонуклідів $A_{\text{еф}}$, в (Бк/кг)
	Калій-40	Радій-226	Торій-232	Цезій-137	$A_{\text{еф}}$
Картон	61,7±24,1	18,2±7,1	18,0±7,0	4,9±1,9	48,8±19,0
Папір	54,5±21,2	16,1±6,3	15,9±6,2	4,4±1,7	43,1±16,8
Пляшка	111±43,3	32,1±12,5	36,7±14,3	—	89,6±34,9
Ящики з деревини	—	—	—	11,2±4,4 (<740Бк/кг)	—

У досліджених зразках не було виявлено перевищення вмісту радіонуклідів цезій-137 і стронцій-90. Отримані дані свідчать про використання якісної сировини для виробництва пакувальних матеріалів, стабільність радіаційної ситуації, а також ефективного контролю в критичних точках виробництва, зберігання та реалізації пакувальних матеріалів і харчових продуктів [5; 6]. Проте з огляду на постійне завезення сировини для виробництва харчових продуктів і пакувальних матеріалів з різних країн світу та уникнення ризиків негативного впливу шкідливих хімічних речовин і радіонуклідів необхідно при ввезенні проводити їх постійний обов'язковий вхідний контроль.

Висновки

Сучасні пакування містять функціональні домішки: поглиначі газів, вологу, ароматизатори, антимікробні препарати, що забезпечують зберігання харчових продуктів без порушення їхніх органолептичних властивостей протягом тривалого часу. Однак сучасні технології виробництва та виготовлення пакувальних матеріалів з використанням інноваційних підходів не виключають можливості виділення токсичних елементів їх складу в об'єкти навколишнього середовища, харчові продукти і напої, здійснюючи таким чином негативний вплив на організм людини.

Ризик негативного впливу токсикантів може значно зменшуватися за умови використання упаковки тільки за призначенням із дотриманням умов її експлуатації та зберігання. Обґрунтування вибору тих чи інших нових технологічних рішень щодо використання пакування для харчових продуктів повинно підтверджуватися санітарно-гігієнічними дослідженнями, які направлені на виявлення потенційної небезпеки матеріалу, що використовується.

Остаточні висновки про можливість використання тих чи інших матеріалів і виробів для контакту з певними харчовими продуктами можна зробити лише після проведення комплексу досліджень: органолептичних, санітарно-хімічних, мікробіологічних, радіологічних та інших самої упаковки і харчових продуктів, які в неї пакуються.

Більш широкий обсяг досліджень передбачається для синтетичних матеріалів, вироблених з використанням нових інгредієнтів і технологій. При цьому обов'язковим етапом експертизи є санітарно-токсикологічна оцінка токсичності, специфічних і віддалених наслідків за участю лабораторних тварин та інших біологічних об'єктів. Цей етап проводиться для уникнення шкідливого впливу на організм: інтоксикації, порушень функцій органів і систем, обміну речовин, сенсibiliзації, гонадотоксичності, тератогенності, ембріотоксичності, канцерогенності, мутагенності потенційно небезпечних речовин, що мігрують у харчовий продукт з нового матеріалу. При встановленні будь-якого з перерахованих ефектів досліджуваний зразок синтетичного матеріалу не підлягає використанню для контакту з харчовими продуктами.

Література

1. Зенцов А. И. Рациональное применение фольги для упаковки. *Цветные металлы*. 2012. № 1. С. 77—81.
2. Фриче В. Растущий рынок упаковок. *Тара и упаковка*. 2011. № 1. С. 20—27.
3. Киринова М. П., Суханов Б. П., Кочергин Л. Л. Актуальные вопросы санитарного надзора и контроля за безопасностью применения полимерных материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. *Вопросы питания*. 2001. № 1. С. 36—41.
4. Регламент №10/2011 від 14 січня 2011 р. Європейської комісії про полімерні матеріали та вироби, призначені для контакту з продуктами харчування.
5. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Київ, 1998 р.
6. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила 6.177-205-09-02. Київ, 2005 р.