



Journal of Chemistry and Technologies

pISSN 2663-2934 (Print), ISSN 2663-2942 (Online).

journal homepage: <http://chemistry.dnu.dp.ua>

editorial e-mail: chem.dnu@gmail.com



UDC 621.798

FEATURES OF PRODUCTION, PROCESSING, LABELING OF POLYMERIC PACKAGING FOR FOOD PRODUCTS

Yakov G. Verkhivker*, Olena M. Myroshnichenko

Odesa National University of Technology, Odesa, Kanatnaya Str., Ukraine, 65039

Abstract

Food packaging is a specific type of packaging that requires particularly careful selection of materials, production methods, processing methods and storage conditions. Food packaging should be attractive in appearance, durable and at the same time inexpensive, its main property is the ability to guarantee the safety and quality of food products. Trends in the development of the packaging sector are the improvement of production technologies and the quality of packaging, the reduction of material consumption, and the issue of its environmental friendliness. Food products packaged in polymer packaging are in maximum demand in the consumer market; its use is constantly increasing with the growth of the food industry and the turnover of retail chains. Manufacturers and buyers want to know: what types of polymer materials and packaging exist, for which products what packaging and technologies can be used when using it. Important issues are related to the impact of polymer packaging and its waste on the environment, with its processing technologies, with the creation of new types of polymers with the replacement of naturally non-renewable raw materials with natural components. It is necessary to know the labeling of polymer packaging for its proper use, how to safely store and use it without harming the environment and human health. These relevant issues are considered and summarized in the proposed article.

Key words: polymer packaging; food products; labeling; ecology.

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА, ПЕРЕРОБКИ, МАРКУВАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Яков Г. Верхівкер, Олена М. Мирошніченко

Одеський національний технологічний університет вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація

Харчова тара є специфічним видом упаковки, що вимагає особливо ретельного підбору матеріалу, способів виробництва, методів обробки та умов зберігання. Упаковка для їжі повинна бути зовні привабливою, міцною і при цьому недорогою, головною властивістю її є здатність гарантувати безпеку та якість харчової продукції. Тенденції розвитку сфери упаковки це удосконалення технологій виробництва та якості тари, зниження матеріаломісткості, питання її екологічності. На ринку споживачів користуються максимальним попитом харчові продукти фасовані в полімерну тару, її застосування постійно збільшується із зростанням харчової галузі та обороту торгових мереж. Виробники та покупці прагнуть знати: які існують види полімерних матеріалів та упаковки, для яких продуктів яку тару та технології можна використовувати. Важливими є питання пов'язані з впливом полімерної упаковки, її відходів на довкілля, з технологіями її переробки, з створенням нових видів полімерів із заміною природно-невідновлюючої сировини на натуральні компоненти. Необхідно знати маркування полімерної тари, для її правильної експлуатації, як безпечно зберігати, використовувати без нанесення шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Ці актуальні питання розглянуто та узагальнено у статті.

Ключові слова: полімерна упаковка; харчові продукти; маркування; екологія.

*Corresponding author: e-mail: yaverkhivker@gmail.com

© 2025 Oles Honchar Dnipro National University;

doi: 10.15421/jchemtech.v33i2.320633

Вступ

Полімерна тара сьогодні користується максимальним попитом у споживачів у порівнянні з іншими видами упаковки і має наступні переваги: 1) мала вага; 2) низька вартість, низькі витрати електроенергії під час її виробництва; 3) можливість створювати упаковку практично будь-якої конфігурації та типорозміру; 4) можливість багаторазового використання матеріалу тари після переробки; 5) можливість об'єднати технологічні процеси консервування та виробництва тари на одному підприємстві; 6) відносна стійкість до хімічної дії; 7) створення упаковки із заданими властивостями; 8) можливість експериментувати з кольором та дизайном пластику.

Протягом останніх десятиліть полімери все частіше замінюють традиційні пакувальні матеріали (папір, скло, метали) через їх функціональність. Синтетичні полімери повсюдно використовуються в харчовій упаковці, де вони забезпечують механічний, хімічний та протимікробний захист від впливу навколишнього середовища та дозволяють у вигідному світі уявити продукт споживачеві. Пластикові тари пропонують різноманітність форм та конструкцій та дозволяють найбільш раціонально упаковувати продукцію. Завдяки жорсткості цю упаковку може легко штабелювати, займаючи під час складування мінімальну площу. Але полімерне пакування має відносно складну технологію виготовлення. Пластик викликає питання у екологів в плані виробництва та утилізації. За рахунок технологічних, економічних, споживчих властивостей полімерна тара користується великим попитом на світовому ринку та у товаровиробників. І нагальні питання сьогодні – це асортимент та якість матеріалів полімерної тари, умови її використання та переробки.

Аналіз літературних даних

Основний матеріал. Види полімерних матеріалів. Найчастіше використовують в харчовій упаковці: поліетилен (PE), поліпропілен (PP), полістирол (PS), полівінілхлорид (PVC) та поліетилентерефталат (PET).

Поліетилен PE високої щільності використовується для виготовлення пляшок для різних видів напоїв, молочних продуктів та пакетів. З поліетилену низької щільності виготовляють лотки та контейнери

загального призначення. Поліпропілен має відмінну хімічну стійкість, він міцний і має найнижчу щільність з полімерів, що використовуються в упаковці. PP має високу температуру плавлення, що робить його ідеальним для розфасовки гарячих продуктів. Плівки та контейнери для мікрохвильових печей зроблені також із поліпропілену. PET прозорий, жорсткий і має гарні бар'єрні властивості по відношенню до газів і вологи. З нього, як правило, виготовляють пляшки для безалкогольних напоїв. Він має хорошу теплостійкість, а також інертний по відношенню до мінеральних олій, розчинників та кислот. Саме тому PET стає пакувальним матеріалом для багатьох харчових продуктів, особливо для безалкогольних напоїв, у тому числі газованих, молочних продуктів. Різновидом PET-полімеру є C-PET – матеріал із спеціальними компонентами, які забезпечують його термостійкість, наприклад, PET/EVOH/PP (поліетилентерефталат/сополімер етилен вініловий спирт/орієнтований поліпропілен).

Однак, незважаючи на величезну різноманітність полімерних матеріалів, обмежувальною властивістю в їх використанні для пакування харчових продуктів є полімерам проникність для газів в тому числі для кисню повітря, вуглекислого газу. Ця особливість призвела до розробки нових стратегій та проведення досліджень в напрямку співвідношення між структурою й бар'єрними властивостями полімерів за рахунок використання спеціальних сумішей, нанесення покриттів із матеріалів і використання багатошарових плівок. Таким ефективним матеріалом із бар'єрними можливостями є алюмінієва фольга [1–4].

Для герметизації широкого асортименту полімерної тари широко використовують різні види поліетиленових плівок. Багатошарова плівка містить від одного до декількох шарів різних полімерів. Найважливішими полімерами для виробництва плівок є поліетилен низької щільності (PELD), поліпропілен (PP), поліетилентерефталат (PETF). Склад композиції або рецептури плівки залежить від показників якості харчового продукту, умов експлуатації матеріалу – температурні мінімум і максимум його використання, рівня фізико-механічних властивостей, характеру взаємодії з продуктом, тобто робочі характеристики матеріалу повинні зберігати допустимі

значення в технологіях, де він застосовується, протягом певного періоду часу.

Технології харчових виробництв вимагають термічної обробки продукту, збільшення термінів зберігання, що жорстко обмежує вибір матеріалу полімерної тари по термовластивостям.

Поліетиленові багатошарові бар'єрні плівки, до складу яких входить поліпропілен PP (PP/PE) – універсальний полімерний матеріал, призначений для виробництва упаковки під харчові продукти з властивостями термостійкості за температур вищих 100 °С. Плівка PP (PP/PE) ідеально підходить для пакування готових перших та других обідніх страв, кулінарних напівфабрикатів та продуктів для подальшого заморожування та обробки за високих температур. Жорстка плівка PP характеризується стійкістю до механічних пошкоджень та відмінною зварюваністю під час закупорювання тари з продуктом. Для посилення бар'єрних властивостей газопроникності плівка поліетилен/поліпропілен виробляється з високобар'єрним шаром EVON. Плівка може бути оснащена реел-ефектом (ефект легкого розтину). Підходить для розігріву харчових продуктів у мікрохвильовій печі (НВЧ), для стерилізації та пастеризації харчових продуктів, а це температури в діапазоні 75–130 °С. Цей вид плівки легко піддається фарбуванню. Можливі комбінації полімерних плівкових матеріалів із різними добавками, які забезпечують задані властивості пакувального матеріалу: термостійкість, механічна міцність, розтяжність, деформаційна стійкість та інші [5–7].

Види полімерної тари, її використання

Залежно від матеріалів, а відповідно й від механічної стійкості та ступеня міцності, полімерна тара поділяється на жорстку, напівжорстку та м'яку.

Жорстка полімерна упаковка зберігає вихідну форму та розміри під час заповнення продукцією, вона здатна витримувати механічні впливи в процесі транспортування та зберігання, гігієнічна, легко складається. Асортимент жорсткої тари: банки, контейнери, ящики, лотки, бочки, пляшки та інші. Наразі виробники продуктів харчування акцентують увагу не лише на споживчій упаковці, а й на оборотній тарі. Правильний вибір ящиків може заощадити чимало коштів. Так, багатооборотні полімерні ящики забезпечують надійність зберігання та

економну логістику. Сучасний асортимент ящиків відрізняється розмірами та призначенням: для м'яса, молочних продуктів, хліба, овочів, фруктів, ягід тощо. Така багатофункціональна тара з успіхом використовується на виробництвах та підприємствах, де потрібне дотримання особливих санітарно-гігієнічних норм. Пластикові ящики ідеальні для зберігання продуктів з обмеженим терміном придатності, їхня конструкція передбачає гарну вентиляцію, що важливо для харчових продуктів. Наприклад, ящики для м'яса спроектовані таким чином, щоб м'ясну продукцію можна було швидко охолодити та рівномірно заморозити. Для хліба – стінки та дно ящика укріплені спеціальними перегородками, щоб додатково захистити від механічних пошкоджень. Моделям з перфорацією стін властива хороша продувність. Це дозволяє зберігати продукцію свіжішею.

Широко застосовні харчові пластикові контейнери та бочки завдяки різноманітності типорозмірів. Їх активно використовують виробники м'ясних, рибних виробів, торговельні мережі та продуктові бази. Особливістю таких контейнерів є можливість застосування як для харчових продуктів, так і для рідких, сипких вантажів, інструментів чи деталей. Термін експлуатації полімерних контейнерів необмежений – стійкі до температурних та механічних впливів, мають особливу конструкцію з посиленими вузлами. Вони можуть комплектуватись індивідуальною кришкою, що збереже вміст під час транспортування [8].

Напівжорстка тара. На ринку харчових продуктів головну позицію займає напівжорстка комбінована тара з полімерним покриттям та алюмінієвою фольгою в якості бар'єрного шару. Ця упаковка зберігає вихідну форму та розміри під час заповнення продукцією. Вона здатна витримувати невеликі механічні дії у процесі транспортування та зберігання. Забезпечує захист вмісту від механічних впливів, від кисню, мікрофлори, ультрафіолету, вона екологічна. Полімерна картонна комбінована упаковка не є термостійкою, тому для неї використовують теплову стерилізацію в вигляді асептичного способу, що дозволяє зберігати напої, упаковувати їх порційно. Широко використовують різні форми цієї тари – пакети Tetra Pack, Tetra Brick, Tetra Prisma,

Tetra Gemina та інші. Упаковка має шість (Tetra Pack) або сім (Combiblock) шарів, що дозволяють довго зберігати без охолодження молочні продукти до півроку, а соки – 9–12 місяців. Технологія упаковки продукції в комбіновану тару така, що в продукті, який швидко нагрівається до високих температур стерилізації у тонкому шарі (напої) протягом декількох секунд, зберігаються поживні речовини, а мікроорганізми гинуть. Пакувальний матеріал, що постачається в рулоні, подається на пакувальний автомат і стерилізується в закритій асептичній ванні, потім йому надається форма труби. Процес відбувається в замкнутому відсіку машини, що запобігає небажаному контакту внутрішньої сторони пакувального матеріалу з навколишнім середовищем. виключає обсіменіння мікроорганізмами. Застосування такої техніки виключає будь-яку можливість забруднення стороннього продукту, що знаходиться в упаковці. З труби формуються упаковки, які запаюються нижче рівня рідини, що розливається. Таким чином вдається запобігти потраплянню в упаковку повітря, під час контакту з яким продукт псується. Збільшення терміну зберігання продукту, що підлягає фасуванню, забезпечується його короткочасною температурною обробкою протягом декількох секунд або хвилин. Зараз у сегменті картонної упаковки працює австрійська компанія SIG Combiblock, фірми Variopack, Elorack [8–10; 17].

Представником комбінованої полімерної тари є Bag in box. Це один з нових, оригінальних видів упаковки. Bag in box широко застосовується в різних харчових сферах, її можна використовувати для фасування сипких, рідких та пастоподібних продуктів. Завдяки своїй універсальності Bag in box почав замінювати традиційні пляшки, PET тару та металеві бочки. Упаковка являє собою багатошаровий пакет (два й більше шарів) з вплавленою горловиною, в яку можуть бути вставлені різні типи кранів, закупорювальних і розливних пристроїв (залежно від типу продукту). Місткість пакета може бути від одного до кількох тисяч літрів. У більшості випадків пакет «одягнений» у жорстку зовнішню оболонку (картонну коробку, бочку, пластикову скриньку), що захищає плівку від пошкодження. Розвиток системи громадського харчування викликав необхідність використання легкої, доступної, дешевої та зручної тари, в яку можна було б

розфасовувати продукцію на порівняно нескладному обладнанні. Такою тарою стали багатошарові мішки Bag in box різного об'єму [9–10].

До напівжорсткої упаковки відноситься тара типу стаканчиків, баночок, піддонів одно- і багатосекційних – з поліпропілену, полівінілхлориду, ударостійкого полістиролу, ряду сополімерів і соекструдатів. Цей вид упаковки виробляють з багатошарових полімерних матеріалів з високими бар'єрними властивостями, наприклад, PET/EVON/СPP (поліетилентерафталат/сopolімер етилен вініловий спирт/орієнтований поліпропілен), які використовують для стерилізованих продуктів – м'ясних, рибних консервів та інших. Тонкі кришки для цих видів тари виготовляють з алюмінієвої фольги з нанесенням термопласту або термоформовочного лаку для герметичного закупорювання упаковки шляхом термозварювання.

Полімерна напівжорстка видувна тара типу PET (поліетилентерефталат) на ринку користується величезним попитом. В упаковку PET фасують рідкі продукти типу соків, напоїв, у тому числі газованих, молочний асортимент, інші харчові продукти. Вона виготовляється з різних термопластів і є преформами, з яких можна видувати пляшки після розігрівання заготовок до 100 °C різного об'єму. В наступні 10 років слід очікувати зростання споживання PET-тари в галузі розливу сокових напоїв на 140 % [11–12].

PET є унікальним видом упаковки для харчових продуктів завдяки поєднанню таких споживчих властивостей:

- легкість і мала вага: PET тара важить у 10 разів менше за скляну тару такого ж об'єму;
- міцність: PET має високу термостійкість у діапазоні температур від –40 °C до +200 °C; надійно зберігає свою форму за температури до +85°C;
- герметичність: PET має високий ступінь герметичності для захисту продуктів від вологості, завдяки PET-тарі газовані напої зберігають вуглекислий газ, мінімізовані можливості випаровування;
- хімічна та біологічна інертність, гігієнічність: PET-тара довго зберігає смак та свіжість продуктів; PET стійкий до впливу мікроорганізмів, інертний по відношенню до вмісту, PET стійкий до дії агресивних середовищ – висококислотних продуктів;

- PET-тара дозволяє економніше витратити продукцію, що міститься в ній, завдяки можливості відкрити й герметично закрити тару. PET-упаковка не є травмонебезпечною.

Разом з тим, PET-тара є проникною для ультрафіолету та кисню. Ці явища можуть скорочувати термін зберігання харчових продуктів у PET-упаковці. Однак ці процеси досить розтягнуті в часі. Харчова продукція, наприклад, молоко та молочні продукти, квас, як правило, не вимагають тривалих термінів зберігання, оскільки споживачеві важлива свіжість цієї продукції. Спеціально для продуктів, що вимагають збільшених бар'єрних властивостей упаковки, на кшталт дитячого харчування, виробники використовують нові компоненти та технології виробництва PET. Перспективними напрямками в цьому плані є: використання багатошарової технології (кількість плівкових шарів – від 2 до 5; введення в PET спеціальних «бар'єрних» добавок; напilenня «бар'єрних» шарів з іншого матеріалу, які можуть бути внутрішнім і зовнішнім [11–19].

Різновидом PET-упаковки є C-PET тара – це матеріал із спеціальними компонентами, які забезпечують його термостійкість. Це одноразова міцна упаковка, яка конкурує із металевою, алюмінієвою тарою. Полімерні одноразові контейнери із C-PET матеріалу використовуються для фасування необмеженого асортименту харчових продуктів (перші, другі обідні страви, соуси, напівфабрикати харчові), які піддаються тепловій обробці, наприклад, стерилізації, для отримання продукції тривалого зберігання, а також для приготування страв у домашніх умовах у духових шафах, мікрохвильових печах. Пластикові C-PET тара термостійка та витримує вплив високих температур до 200 °C та вище. Цей вид упаковки виготовлений із багатошарового матеріалу, що містить у складі спеціальні термостійкі компоненти, що забезпечують механічну міцність контейнерів у широкому діапазоні високих температур. У технології виготовлення C-PET-тари головною операцією є термоформування, що забезпечує високий ступінь кристалізації матеріалу та робить його термостійким, міцним, захищає від деформацій, дозволяє зберегти форму та розмір упаковки [20; 21].

Головною властивістю будь-якої упаковки є її здатність забезпечити безпеку зберігання продукції. Сьогодні, PET має дозволи на застосування для пакування продуктів

харчування та напоїв як найбільш вимогливих товарів з точки зору безпеки в країнах СНД, США, Китаї, країнах Європейського Союзу, використовується в переважній більшості країн без жодних обмежень. Використана PET-упаковка підлягає вторинній переробці.

Наступний вид полімерної упаковки, яка користується попитом у виробників та споживачів – м'яка полімерна харчова тара. Це прозора або непрозора гнучка упаковка, в якій продукт можна зберігати протягом тривалого часу без охолодження. Представником м'якої полімерної тари є пакети «Дой-пак» (doypack pouch), виготовлені з комбінованих полімерних матеріалів. На донці пакету є складка, яка під час наповнення тари продуктом розсувається, утворюючи дно, що дозволяє пакету стояти. Застосовується для фасування рідких, пастоподібних і текучих продуктів (майонез, кетчуп, соуси, сметана, згущене молоко), для фасування продуктів дитячого харчування: пюре, смузі і соки.

М'яка полімерна тара Дой-Пак змінює форму та розміри після заповнення продукцією. Залежно від технології виробництва упаковка може бути видувною, пресованою, термоформованою та звареною. Для виготовлення пакета використовується ламінована плівка товщиною 65-120 мкм, яка має кілька шарів: внутрішній, з поліетилену, що забезпечує стійкість упаковки і термозварюваність швів і зовнішній, лавсановий (PET). Способи зберігання харчових продуктів для Дой-Пак: асептика, гарячий розлив. Простота та невеликі витрати на експлуатацію обладнання для фасування в Дой-Пак, вага тари та займана нею площа під час зберігання – це переваги м'якої полімерної упаковки.

Ця упаковка має більшу площу поверхні для реклами, ніж банки та пляшки, таких упаковок більше уміщується на полицях торгових мереж. Індивідуальний дизайн яскраво вирізняє її серед конкурентів. У пакетах Дой-Пак використовується ковпачки для відкривання, зип-застібки для легкого вилучення продукції, різні інновації – пакети з різним розташуванням ковпачка, пакети з трубочкою всередині та зовні. На сьогоднішній день виготовляють упаковку Дой-Пак різних форм та конфігурацій. У них фасують йогурти, сир, молочні напої, дитяче харчування, м'ясні та готові страви. Залежно від законодавства в різних країнах цю полімерну упаковку

використовують навіть для алкогольних напоїв із високим рівнем вмісту алкоголю [17].

Цікавою і перспективною є м'яка полімерна тара «Реторт-пакети», яка виготовлена зі спеціальних багатошарових плівок та повинна бути нейтральною за своїми властивостями до харчових продуктів, термозварювальною, без усадки й термостійкою за температур не менших за 121 °C протягом часу, необхідного для стерилізації продукції. Упаковкою для стерилізації є прямокутний гнучкий ламінований пакет з полімерних матеріалів (алюмінієва фольга, ламінована шарами полімерних матеріалів (ламінатів) на основі полімерних плівок без використання фольги) товщиною 80–160 мкм, з чотирма герметично завареними швами, в якому харчовий продукт може піддаватися тепловій обробці, стерилізації. Виробники прагнуть замінити алюмінієву фольгу більш технологічними і дешевшими бар'єрними матеріалами, наприклад EVONH або багатошаровою бар'єрною плівкою. Це легка високоякісна довговічна упаковка, зручна в використанні, в яку фасують продукти харчування перші та другі обідні страви консервовані, корм для тварин та інші, які мають тривалий термін придатності до 2 років [17; 22; 23].

Для мікробіологічної стабільності харчових продуктів тривалого зберігання, які піддаються процесу стерилізації, необхідно забезпечити герметичність тари. Одним з головних технологічних параметрів у цьому випадку є міцність закупорювання або тиск розгерметизації упаковки. Цей параметр залежить від виду полімерного матеріалу, способу його герметизації, температури фасування продукту та інших факторів. Під час нагрівання в обладнанні, за рахунок теплового розширення продукту, виникає надлишковий тиск у тарі, який може призвести до порушення цілісності упаковки. Тому важливо знати значення міцності закупорювання, що дозволить розрахувати протитиск в обладнанні для стерилізації для запобігання порушення герметичності тари [19–21].

Вплив полімерних матеріалів на довкілля, напрями переробки

Полімери становлять вагому і все зростаючу частку в виготовленні пакувальних матеріалів. Їх використання негативно впливає на довкілля. Це пов'язано з тим, що здебільшого полімерні матеріали виробляються із природно-невідновлюваної сировини: нафти і газів. Їх запаси помітно

вичерпуються, тому виникає необхідність у використанні полімерів, які б виготовлялися із природно-відновлюваних джерел сировини, наприклад, дерев, рослин тощо.

Важливим фактором, який впливає на погіршення екологічної обстановки, є повільний темп асиміляції відходів полімерних матеріалів у виробництві і після використання. Приблизно протягом 80 років під дією світла, тепла, вологи і мікроорганізмів полімерний матеріал може деградувати настільки, щоб його компоненти були засвоєні природою.

Всесвітня організація Green Peace веде боротьбу проти застосування полівінілхлориду, оскільки залишки мономеру, який в ньому міститься, канцерогенні. Звалище полівінілхлориду – екологічна бомба повільної дії. У Німеччині щорічно на звалище вивозиться не менше 300 тон кадмію у вигляді використаних упаковок.

З екологічної точки зору краще використовувати в упаковках харчових продуктів полімерні пластифікатори, міграція яких в упакований продукт у 20 разів менша, ніж, наприклад, ефірів адипінової кислоти. Тобто поліолефіни містять менше пластифікаторів, ніж полівінілхлорид.

Шкідливі екологічні наслідки використаних упаковок харчової продукції на довкілля можна знизити різними способами: збиранням і вторинною переробкою використаних упаковок традиційними способами, застосуванням полімерних композицій, здатних переходити в розчин і підлягати вторинній переробці, розробкою і використанням біорозкладавальних полімерних матеріалів. Також запропоновано використовувати спеціальні нешкідливі речовини, які наносять на поверхню готових до вживання продуктів або напівфабрикатів, що виконують роль захисних упаковок. Дослідженнями встановлено, що застосування покриття із водних дисперсій полімеру для упаковки сиру порівняно з традиційними дозволяє знизити трудові затрати виготовлення сиру на 10 %, скоротити втрати продукції на 2 % і отримати суттєвий економічний ефект.

До складу речовин, які виконують роль захисних упаковок, можуть також входити натуральні органічні сполуки типу целюлози або протеїнів. Нанесення їх здійснюється напилюванням, «забризкуванням» або

«занурюванням» у розчин. Після приготування страви плівку можна не видаляти, оскільки вона їстівна. Ведеться пошук шляхів ефективного використання вторинних полімерів із використаних упаковок [24–26].

Особливу увагу приділяють питанням збирання і повторного використання упаковок із поліетилентерефталату (PET). Переробні підприємства подрібнюють таку тару в гранули і поставляють до країн Європейського союзу для переробки на волокна, нитки. Крім цього, розроблено автоматичне сортування і збір PET-упаковок з побутового сміття. З використаного PET виготовляють лотки, ящики для пляшок, упаковки для непродовольчих товарів, пляшки для кетчупу.

На розробку і застосування полімерних композицій, здатних розчинятись у воді та піддаватися вторинній переробці, спрямовані зусилля дослідників різних країн. У США створений новий полімер Enviroplast для заміни таких пакувальних матеріалів, як PC, PVH та папір. Цей матеріал не містить крохмалю і піддається біорозкладанню. Enviroplast допущений до контакту з харчовими продуктами, швидко розчиняється в гарячих органічних речовинах. Із нього можна виготовляти кришки для пляшок з питною водою або використовувати в поєднанні з восковим покриттям [27].

На ринках деяких країн Західної Європи, США, Японії з'явилися плівки, пляшки, литі вироби, які здатні розчинятись у воді за 15–45 хвилин. Ці полімерні матеріали виготовляють на основі полівінілового спирту (PVE). Вони одержали торгову назву Vinex. У США розроблено нову технологію виробництва саморозкладавальних полімерів, які випускаються в вигляді «таблетованого» матеріалу, він легко піддається утилізації за допомогою води і широко розповсюджених мікроорганізмів та використовується для пакування товарів, які не містять води, а також для ламінованого паперу.

В Італії з'явився саморозкладавальний полімер, до складу якого входить поліамід, поєднаний з полімерними сполуками. Механічна міцність готових виробів практично така сама, як і в звичайного PE. Розробка біорозкладавальних полімерів базується також на використанні крохмалю як наповнювача. Наприклад, у Канаді планується виготовлення плівкових виробів з поліпропілену (PP) з крохмальним

наповнювачем. Це сприяє саморозкладанню PP під дією оточуючих факторів.

У США створено новий термопластичний полімер Novon, який здатний до біодеградації в аеробних і анаеробних умовах у присутності води. Застосовується для одноразових упаковок як саморозкладавальний матеріал для харчової промисловості та інших галузей. За своїми механічними властивостями він займає проміжне місце між PC і PP.

Фірма Biologische Verpackungssysteme (Німеччина) виробляє полімерний матеріал Біопак (Biopac). Він застосовується в виробництві упаковок і виготовляється із промислового крохмалю без введення нафтохімічних компонентів. Упаковка з цих матеріалів є еластичною і стабільною, може перфоруватися, нарізатися, маркуватися. Цей матеріал знаходить широке застосування в пакуванні хлібобулочних виробів, сухих продовольчих товарів, яєць. У Німеччині розроблено і організовано промислове виробництво плівки з біополімерного матеріалу, який являє собою поліетилен високої щільності (LDPE), до складу якого входять вуглеводи і жирні кислоти. Після використання упаковок із цієї плівки, матеріал розкладається під дією мікроорганізмів і води, які добре проникають крізь пористу поверхню плівки. В умовах аеробного компостування процес розкладання біоплівки проходить дуже швидко й не впливає на ґрунтові води. Під час згоряння біоплівки не утворюються токсичні гази, цей процес не супроводжується виділенням неприємних запахів. Процес зберігання упаковок із біоплівки в традиційних складських умовах довготривалий.

Розроблено полімерні плівки з вмістом сполук фтору з регульованим терміном експлуатації, особливістю яких є здатність після певного часу розкладатись під дією світла на дрібні фрагменти. Останні потім руйнуються мікроорганізмами ґрунту і включаються в загальний біологічний цикл. Застосування фтор-розкладних плівок дозволить виключити трудомісткий процес збору і переробки використаної плівки. Термін служби таких плівок становить 3–3.5 місяця. Компанія ICI American inc. виробляє термопластик, який піддається природному, біологічному розкладанню. Він має властивості, схожі з поліпропіленом. Це лінійний полієфір PNBV, який виробляється шляхом ферментації цукру за допомогою

бактерій *Alcaligenes entropus*. Розкладання цього матеріалу відбувається під дією мікроорганізмів, які знаходяться в ґрунті. На підприємствах комунальних служб міст відходи упаковки харчових продуктів можуть спалювати разом з іншим сміттям або використовувати як домішки до основного виду палива [28–32].

У світовій практиці застосовують ряд символів, які є знаками утилізації. Їх відмінності пов'язані з особливостями матеріалів, з яких виготовлена упаковка. Отримані відходи вимагають різних способів утилізації та маркування, що дозволяє спростити процес сортування. Нанесений на упаковку знак вторинної переробки у вигляді петлі Мебіуса –  показує два значення: цей продукт (або упаковка) виготовлений з переробленого матеріалу (Recycled) та/або придатний для подальшої переробки (Recyclable).

Маркування полімерної тари.

Маркування – це умовні позначення зі знаків, цифр, написів, нанесених на товар з метою ідентифікації його властивостей і характеристик. Маркування пластику потрібне для того, щоб виріб правильно експлуатували, безпечно зберігали, не піддавали дії небажаних температур, правильно утилізували та не використовували повторно, якщо цього не передбачено. Деякі види пластику виділяють шкідливі для здоров'я токсини, і потрапляння їх в організм може призвести до небезпечних наслідків,

тому знати правила користування дуже важливо.

Зазвичай пластиковий посуд виготовляється з таких матеріалів як полістирол та поліпропілен. Характеристики цих матеріалів важливо знати і згодом правильно вибирати пластикову тару в залежності від нагальних потреб. Наприклад, полістирол (PS) використовується в контакт з холодною їжею, оскільки, якщо цей матеріал нагріти, він деформується. У такий посуд не можна наливати алкоголь та соки. Також бажано використовувати такий посуд одразу, адже рідина в такому матеріалі, вживана вже за добу, може привести до отруєння. Поліпропілен (PP) підходить для створення упаковки гарячої їжі, соків та алкоголю. Він має високу хімічну стійкість та низьку проникність пари.

Наприклад, під час маркування полімерної тари на дні упаковки позначено трикутник із стрілочкою з цифрою з меж 1–7 посередині. Трикутник означає, що виріб можна переробити, а цифра всередині – це тип пластику. Якщо маркування взагалі немає, то краще не використовувати такий посуд, оскільки історія його походження невідома. Розуміння маркування полімерної тари дозволяє правильно застосовувати її під час експлуатації, від цього залежить якість продуктів, що ми споживаємо, і грамотна утилізація цього пластику після використання [31–33].

Види маркування упаковки представлено у таблиці.

Таблиця

Види маркування полімерної упаковки

Table

Types of marking of polymer packaging

Види маркування	Характеристика
	1, PETE або PET (поліетилентерефталат). Найчастіше таке маркування можна зустріти на харчовій тарі, це одноразовий посуд та стаканчики, пляшки для води, пива, молочних продуктів, соків, олій. Такий посуд не можна використовувати для гарячої їжі та мікрохвильової печі. Термін придатності такого посуду один рік і використовувати його можна лише одноразово, далі він починає виділяти шкідливі речовини, матеріал впускає всередину УФ промені та кисень, а назовні випускає вуглекислий газ. Упаковка із PET-пластику придатна для вторинної переробки. Виняток: в Україні переробці піддається тільки прозорий або напівпрозорий матеріал блакитного, зеленого та коричневого відтінку.
	2, HDPE (поліетилен високої щільності). З нього роблять пакети для молока, харчові пакети, одноразовий посуд. Його можна назвати відносно нешкідливим. Така продукція відрізняється своєю щільністю та стійкістю до агресивних кислот, повністю придатний до вторинної переробки та добре переробляється.
	3, PVC (полівінілхлорид). Цей пластик не використовується для створення одноразового пакування та заборонений для контакту з їжею через свій небезпечний склад. Він здатний виділяти діоксини (отруйні речовини, канцерогени) у процесі згоряння. З нього роблять плівку для натяжних стель, скатертини, різну атрибутику для медичних потреб. Упаковка з таким маркуванням не призначена для харчових продуктів. Упаковка із PVH практично не придатна для переробки.

	4, LDPE (поліетилен низької щільності). Вважається безпечним для харчового використання, один із найнешкідливіших пластиків. З нього роблять пакети для сміття, харчову тару, харчову плівку, пакети з фольги, упаковку соусів, фармацевтичних продуктів. Плюс такого пластику в тому, що його можна використати повторно. Добре піддається переробці.
	5, PP або ПП (поліпропілен). Безпечний для використання. З поліпропілену виготовляють чашки, пластикові склянки, дитячі пляшечки, посуд для гарячої їжі, харчову плівку, контейнери. Такий посуд відрізняється своєю термостійкістю, він витримує кип'ятіння, не деформується і не виділяючи шкідливих речовин. У такому посуді можна підігрівати їжу, пити та їсти з неї гаряче. Але не варто тримати там алкоголь.
	6, PS (полістирол). Посуд з полістиролу не можна піддавати високим температурам, пластик деформуватиметься і виділятиме отруту стирол. З нього виготовляють тару для холодних харчових продуктів та пластикові стаканчики. Незважаючи на те, що полістирол вважається небезпечним матеріалом, з нього виготовлено багато іграшок, столових приладів та іншого кухонного начиння, а також контейнери для яєць і м'яса. Намагайтеся виключати зі свого вжитку продукцію з маркуванням PP.
	7, O або OTHER (полікарбонат та інші). Це суміші різних сортів пластику, деякі з яких містять небезпечні речовини, наприклад, біспентол. У той же час до цієї категорії пластика відносять і ті, які є абсолютно безпечними. Якщо на тарі є позначка «БЕЗ БФА», її можна використовувати для продуктів харчування, але тільки для холодних. Такий вид пластику не переробляється.
PLA, PHA	Тара, яка біорозкладається, маркування (коди переробки – значки PLA (полілактид) або PHA (полігідроксисалконат))

Висновки

Полімерна тара користується великим попитом у виробників і споживачів. Основна функція тари – найкраще задоволення потреб покупців за рахунок гарантування якісної, безпечної харчової продукції. Сучасні полімерні матеріали для харчової упаковки: поліетилен, поліпропілен, полістирол, полівінілхлорид та поліетилентерефталат. Залежно від матеріалів та відповідно до механічної стійкості та ступеня міцності полімерна тара поділяється на жорстку, напівжорстку та м'яку. Жорстка полімерна тара здатна витримувати механічні впливи в процесі транспортування та зберігання, термін експлуатації необмежений, стійка до високих температур, має економічну логістику, гігієнічна, ефективна в складуванні. Напівжорстка тара комбінована, PET, Bag in box та м'яка упаковка з високими бар'єрними

властивостями в залежності від її асортименту є упаковкою, яка дозволяє отримати якісний продукт; упаковка термостійка, технологічна, забезпечує захист вмісту від механічних впливів, від кисню, мікрофлори, ультрафіолету, економічна. Одночасно, полімерна тара погіршує стан навколишнього середовища, через повільний темп асиміляції відходів полімерних матеріалів під час виробництва й після використання. Технології удосконалення складу полімерних матеріалів спрямовані: на заміну компонентів полімерів з нафти та газу на натуральні; композиції, які здатні розчинятися у воді та само розкладуватися (біодеградація) в навколишньому середовищі. Розуміння маркування полімерної упаковки надає змогу споживачам правильно застосовувати її в побуті та дозволяє спростити процес переробки після використання.

References

- [1] Bukhkalov, S. I., Iglina, S. P., Olkhovska, O. I. (2018). Polymer containers and packaging of food products – problems and development prospects. *Oles Honchar Dnipro National University. Modern technologies of food production: materials of the 2nd International Conference*, 87–92. (in Ukrainian).
- [2] Han, J.-W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J.-P., Yang, X.-T. (2018). Food packaging: A comprehensive review and future trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4), 860–877.
- [3] Lylyshentseva, A. N., Boiko, M. Iu. (2017). [Modern types of food packaging. *Kharchova promyslovist: nauka ta tekhnolohii*]. *Food industry: science and technology*, 4 (38), 82–88 (in Ukrainian).
- [4] Pizzorno, J. (2024). Plastic Food Container Safety. *Integr Med (Encinitas)*, 23(2), 6–10.
- [5] Nisticò, R. (2020). Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry. *Polymer Testing*, 90, 106707. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106707>
- [6] Auras, R. A., Singh, S. P., Singh, J. J. (2005). Evaluation of oriented poly (lactide) polymers vs. existing PET and oriented PS for fresh food service containers. *Packaging Technology and Science*, 18(4), 207–216. <https://doi.org/10.1002/pts.692>
- [7] Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J., Garima Gandotra, G. (2020). Food safety and hygiene: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 358–368. [doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8794](https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8794)
- [8] Verkhivker, Y., Myroshnichenko, O. (2021). Modern types of polymer packaging for canned food products. *Tovaroznavchii visnik*, 14(1), 6–17.

- <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2021-14-1>
- [9] Lolis, A., Badeka, A. V., Kontominas, M. G. (2020). Quality retention of extra virgin olive oil, Koroneiki cv. packaged in bag-in-box containers under long term storage: A comparison to packaging in dark glass bottles. *Food Packaging and Shelf Life*, 26, 100549.
- [10] Taylor, R. L. (2019). Bag leakage: The effect of disposable carryout bag regulations on unregulated bags. *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, 254–271.
- [11] PET Bottle Market Size and Share Analysis – Growth Trends and Forecasts (2024–2029). (2024). <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/pet-bottles-market>
- [12] Nisticò, R. (2020). Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry. *Polymer Testing*, 90, 106707.
- [13] Marcelino, C., Gomes, E., Marangoni, L. (2025). Post-Consumer Recycled PET: A Comprehensive Review of Food and Beverage Packaging Safety in Brazil. *Polymers*, 17(5), 594; <https://doi.org/10.3390/polym17050594>
- [14] Geueke, B., Groh, K., Muncke, J. (2018). Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. *Journal of Cleaner Production*, V(193), 491–505, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.005>.
- [15] Levchuk, I. V., Kishchenko, V. A., Oseiko, M. I. (2014). [The safety of using polyethylene terephthalate (PET) packaging in the production of vegetable oils]. *Skhidnoievropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii - Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 6/10(72) (in Ukrainian).
- [16] Verma, K., Shakya, S., Kumar, P., Madhavi, J., Murugaiyan, J. (2020). Trends in packaging material for food products: historical background, current scenario, and future prospects. *J Food Sci Technol.*, 58(11), 4069–4082. doi: 10.1007/s13197-021-04964-2
- [17] Verkhivker, Y. G., Miroshnichenko, E.M. (2018). Modern types of consumer packaging and food packaging. *Journal of biochemical Engineering & Bioprocess Technology*, 3, 52–56.
- [18] Verkhivker, Ja.Gh., Myroshnichenko, O.M. (2024). The use of modern types of consumer packaging in the food industry and their impact on the quality of production. *Nauka i tekhnika sjoghodni. Serija Tekhnika.* 7(35), 622–645. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-7\(35\)-622-645](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-7(35)-622-645)
- [19] Verkhivker, Ya. G., Miroshnychenko, Ye. M. (2020). Canning food in semi-rigid polymeric and composite containers. *Food Science and Technology*, 2, 111–118. <https://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1719>
- [20] Plastic and combined containers for aseptic canning products, vacuum packaging, packaging for MGS <https://poznayka.org/s40223t1.html>
- [21] Verkhivker, Y., Okulicz-Kozaryn, W., Myroshnichenko, O. (2023). Use of consumer polymer C-PET containers in food production technologies. *Technology Audit and Production Reserves*, 1(3(69)), 27–30. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.275074>
- [22] Benyathiar, P., Kumar, P., Carpenter, G., Brace, J., Mishra, D. K. (2022). Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle-to-Bottle Re- cycling for the Beverage Industry: A Review. *Polymers*, 14(12), 2366. <https://doi.org/10.3390/polym14122366>
- [23] Allahvaisi, S. (2012). Polypropylene in the industry of food packaging. *Polypropylene*, 978–953.
- [24] Kapinos, Gh. I., Ghrabovsjka, I. V. (2016). [Quality management]. K.: Kondor Vydavnytstvo (in Ukrainian).
- [25] Verkhivker, Ja.Gh., Gharbazyj, K.S., Lucjkova, V.A., Martyrosjan, I.A., Myroshnichenko, O.M., Nedobijchuk, T.V., Pambuk, S.A., Smokova, T.M. (2021). [Commodity science of consumer goods. Packaging. Customs clearance]. Kherson : OLDI-PLJuS (in Ukrainian).
- [26] Verkhivker, Ja.Gh. (2023). [Reference lecture notes for the discipline «Commodity science of containers and packaging materials»]. ONTU. Odesa (in Ukrainian).
- [27] Efremova, O., Ivanishena, T., Ishchuk, T., Trukhina, O., Efremova, Yu. (2022). Current status of polymer waste management. *Visnik Khmel'nitskogo natsionalnogo universitetu*, 5(313), 26–31. doi: 10.31891/2307-5732-2022-311-4-26-31
- [28] Prospects for biopolymers in packaging. (2024). Upakovka. №2 <https://www.upakjour.com.ua/zhurnal-upakovka/statt%D1%96/mater%D1%96ali/prospects-of-biopolymers-in-packaging>
- [29] Ncube, L. K., Ude, A. U., Ogunmuyiwa, E. N., Zulkifli, R., Beas, I. N. (2020). Environmental impact of food packaging materials: A review of contemporary development from conventional plastics to polylactic acid based materials. *Materials*, 13(21), 4994.
- [30] Tajeddin, B., Arabkhedri, M. (2020). Polymers and food packaging. In *Polymer science and innovative applications*, 525–543. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816808-0.00016-0>.
- [31] Vallejos, S., Trigo-López, M., Arnaiz, A., Miguel, A., Muñoz, A., Mendiá, A., García JM. (2022). From Classical to Advanced Use of Polymers in Food and Beverage Applications. *Polymers (Basel)*, 16, 14(22), 4954. <https://10.3390/polym14224954>
- [32] The meaning of the marking on the bottom of the container: understanding the codes for environmental awareness and proper operation <https://alfapack-zahid.com.ua/ru/blog/znachennya-markuvannya-na-dni-tari-rozuminnya-kodiv-dlya-ekologichnoi-svidomosti-ta-pravilnoi-ekspluatatsii/>
- [33] Marking of plastic packaging <https://polymerservice.com.ua/markirovka-plastikovoy-upakovki-na-cto-obratit-vnimanie>
Environmental signs of recycling <https://polymers.com.ua/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8/>