

УДК 640.43

## INNOVATIONS IN THE CREATION OF ECOLOGICAL FOOD PACKAGING

### ІННОВАЦІЇ В СТВОРЕННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ УПАКОВКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

**Piddubniy V. A. / Піддубний В.А.***Corresponding member of the National Academy of Agrarian Sciences, d.t.s., prof. /**член-кореспондент Національної академії аграрних наук, д.т.н., проф.,*

ORCID: 0000-0002-1497-7133

Director / директор,

*State Scientific Institution Ukrainian Research Institute for Alcohol and Biotechnology of Food Products: 3, Senkivskiy lane, Kyiv, 03190, Ukraine / Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнологій продовольчих продуктів»***Tarasiuk H. M. / Тарасюк Г.М.***d.e.s., prof./д.е.н., проф.,*

ORCID: 0000-0001-5112-102X

**Chahaida A. O. / Чагайда А.О.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-1826-9545

*Zhytomyr Polytechnic State University, 103, Chudnivska str., Zhytomyr, 10005, Ukraine /**Державний університет «Житомирська політехніка».***Radchenko Iu.I. / Радченко Ю.І.***independent researcher / незалежний дослідник*

ORCID: 0009-0001-7435-0738

*Azienda Darmi Fabarm, Travagliato Via averolda 31. Italy 25039 / Компанія «Дармі Фабарм»*

**Анотація.** Одноразова харчова упаковка є дуже зручним рішенням, однак пластик на основі нафти не розкладається, що з кожним роком посилює екологічні проблеми для навколишнього середовища. Інновації в створенні нових пакувальних матеріалів допоможуть підвищити безпеку харчових продуктів за рахунок антимікробного і антиоксидантного ефекту активних плівок. Розробка екологічної упаковки має зменшити вплив використаної плівки на навколишнє середовище завдяки застосуванню їстівних або біологічно розкладних матеріалів, ефірних олій тощо.

**Ключові слова:** безпечна харчова упаковка, пакувальна плівка, синтетичні полімери, біополімери, антимікробний ефект, антиоксидантні властивості

**Abstract.** Disposable food packaging is a very convenient solution, but petroleum-based plastic is non-degradable, increasing the ecological problems for the environment every year. Innovations in the creation of new packaging materials will help increase the safety of food products due to the antimicrobial and antioxidant effect of active films. The development of ecological packaging should reduce the impact of the used film on the environment through the use of edible or biodegradable materials, essential oils, etc.

**Key words:** safe food packaging, packing film, synthetic polymers, biopolymers, antimicrobial effect, antioxidant properties.

#### Вступ.

Харчова упаковка займає особливе місце в дебатах щодо пластикової упаковки, оскільки для упаковки харчових продуктів використовується 40%

виробленого пластику і споживачі розглядають це як проблему, більшу за зміну клімату. Вибір правильного способу упаковки, матеріалу та її властивостей відповідно до потреб харчового продукту (упаковка, що відповідає призначенню) є критичним аспектом, оскільки кожен продукт має свої особливості, тому і виникають специфічні вимоги до упаковки. Усі ці фактори додають ускладнень у прагненні до стабільної гармонізації, при цьому викликають новий комплекс проблем наприкінці терміну служби конкретного пакувального матеріалу [1]. На відміну від значної кількості повсякденно видимого у нашому житті пластикового сміття, проблемною є оцінка реального забруднення харчових продуктів величезною кількістю часточок мікропластику, які різноманітні за складом, розмірами, формою поверхні, з адсорбованими на них хімічними речовинами та мікроорганізмами [2].

Австралійський інститут упаковки визначає безпечну харчову упаковку як упаковку, призначену для мінімізації або запобіганню харчовим відходам від виробництва до тарілки з використанням інноваційних та інтуїтивно зрозумілих конструктивних особливостей, які можуть утримувати та захищати, зберігати, продовжувати термін придатності, легко відкривати і закривати, забезпечувати зручність для споживача та контроль над порціями, водночас дотримуючись глобальних цілей сталого пакування та з найменшим впливом на навколишнє середовище [3].

### **Основний текст.**

Основним завданням харчової промисловості є не лише збереження якісних показників, а і значне продовження терміну зберігання харчових продуктів, тому ефективні пакувальні матеріали є однією з основних стратегій вирішення цього питання. Пластикові пакувальні матеріали стали основною упаковкою харчових продуктів, при цьому хімічні речовини пластмас, окрім значного забруднення навколишнього середовища, мають потенційний токсичний вплив на численні органи та системи людини [4]. Через несприятливий вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище пакувальних матеріалів на основі нафти, які не піддаються біологічному

розкладанню, все частіше розробляються та використовуються для виготовлення пакувальних плівок суміші структуруючих біополімерів (таких як білки і полісахариди) із синтетичними полімерами (полівініловий спирт). Антиоксидантний і антимікробний ефекти активних плівок сильно корелюють із завантаженими активними речовинами, які можуть зберігатися в певній ефективній дозі протягом тривалого часу. Сильними антимікробними властивостями широкого спектру дії характеризується ефірна олія кориці, однак однорідний розподіл олії в одношаровій активній пакувальній плівці призводить до її вивільнення в упаковку та зовнішнє середовище одночасно. Це спричиняє швидку втрату ефірної олії та зниження її активності через легке окислення та розклад під дією факторів навколишнього середовища, таких як кисень, ультрафіолетове світло, висока температура тощо. Двошарова плівка може покривати бар'єрний шар за межами шару ефірної олії, зменшуючи неефективне вивільнення ефірної олії, і може ще більше покращити бар'єрну здатність плівки для кисню та ультрафіолету шляхом додавання функціональних компонентів. Технічні характеристики сучасного 3D-друку дозволяють швидко формувати та структурувати двошарову пакувальну плівку із зовнішнім бар'єром і внутрішнім ефектом контрольованого вивільнення для консервування їжі [5].

У великомасштабному сільськогосподарському виробництві утворюються велика кількість органічних залишків, які представляють багаті на волокна матеріали, такі як рисове лушпиння, кокосове лушпиння, деревне волокно тощо. Дослідження створення упаковки з кокосових волокон під час трансферного формування та термоформування вимагали додавання сполучних речовин, таких як побічні продукти крохмалю, особливо в методі трансферного формування. Перевагою використання волокон з джерел, альтернативних целюлозі, є отримання упаковки, що потенційно компостується та заміна невідновлюваного матеріалу, наприклад полімерів на масляній основі [6].

Загалом, біопластик виникає як набір різних матеріалів, які класифікуються на три основні групи: матеріали на біологічній основі;

матеріали на біологічній основі та біорозкладні; пластмаси на основі викопного палива, які піддаються біологічному розкладанню. Існує багато сировини, яка може бути використана у виробництві біопластику, зокрема крохмаль, як один із перших біополімерів, який застосовувався для цієї мети, оскільки він є екологічно чистим, не має запаху, міститься у великій кількості, є менш дорогим, ніж інші біополімери, і завдяки хімічному складу здатен утворювати ідеальну матричну мережу для плівок. Біопластики на основі крохмалю становлять 85...90% наявних на ринку і виробляються з нативного або модифікованого крохмалю, ізольованого або змішаного з синтетичними сполуками [7]. Окрім перерахованих переваг, використання крохмалю для виробництва біопластику обмежене, в першу чергу, високою гідрофільністю, а також низькою стійкістю до підвищених температур. Ці обмеження намагаються мінімізувати за рахунок різноманітних модифікацій крохмалю, що змінюють його фізико-хімічні властивості, в результаті досягаючи прийнятних для виробництва біопластику пастоподібних показників.

### **Висновки.**

Сучасні виробництва створюють пакувальні матеріали, які не лише захищають від механічного, хімічного та кліматичного впливів, а також, за рахунок додавання до упаковки антимікробних агентів, запобігають росту патогенних мікроорганізмів, що сприяє подовженню терміну придатності харчових продуктів. В останні роки набуває розвитку напрям створення біорозкладних плівок, що відповідає запиту на зменшення негативного впливу пакувальних матеріалів на навколишнє середовище, адже екологічний аспект починає відігравати вирішальну роль для споживачів. Разом із тим, для виробництва біопластику доцільно максимально використовувати органічні залишки сільськогосподарського виробництва, що дозволить уникнути зростання виробництва харчових ресурсів і не буде створювати додаткових проблем для продовольчої безпеки.

## Література.

1. Dörnyei KR, Uysal-Unalan I, Krauter V, Weinrich R, Incarnato L, Karlovits I, Colelli G, Chrysochou P, Fenech MC, Pettersen MK, Arranz E, Marcos B, Frigerio V, Apicella A, Yildirim S, Poças F, Dekker M, Johanna L, Coma V and Corredig M (2023) Sustainable food packaging: An updated definition following a holistic approach. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1119052. DOI: [10.3389/fsufs.2023.1119052](https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1119052)
2. Чагайда А.О., Тарасюк Г.М. (2023) Тенденції зростання у навколишньому середовищі мікропластику та його вплив на споживачів послуг індустрії гостинності. *Економіка, управління та адміністрування*, 1(103), 76-87. DOI: [10.26642/jen-2023-1\(103\)-76-87](https://doi.org/10.26642/jen-2023-1(103)-76-87)
3. Brennan, L.; Francis, C.; Jenkins, E.L.; Schivinski, B.; Jackson, M.; Florence, E.; Parker, L.; Langley, S.; Lockrey, S.; Verghese, K.; et al. (2023). Consumer Perceptions of Food Packaging in Its Role in Fighting Food Waste. *Sustainability*, 15, 1917. DOI: [10.3390/su15031917](https://doi.org/10.3390/su15031917)
4. Тарасюк, Г.М., Чагайда, А.О., & Прилипко, О.І. (2024). Дослідження міграції синтетичних речовин із пакувальних матеріалів у харчові продукти і воду: соціальний та управлінський аспекти. *Економіка, управління та адміністрування*, 2(108), 57–64. DOI: [10.26642/ema-2024-2\(108\)-57-64](https://doi.org/10.26642/ema-2024-2(108)-57-64)
5. Chen K., Zhang M., Bhandari B., Deng D. (2024). 3D printed cinnamon essential oil/banana peel carbon dots loaded corn starch/gelatin bilayer film with enhanced functionality for food packaging application. *Food Chemistry*, 448, 139176. DOI: [10.1016/j.foodchem.2024.139176](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139176)
6. Sastre, R. M., Zeni, C. F., De Paula, I. C., Hauser, G., & Da Conceição, S. (2023). The Use of Organic Residues to Develop Packaging: Tests in Molded Pulp. *Proceedings of the Design Society*, 3, 3543–3550. DOI: [10.1017/pds.2023.355](https://doi.org/10.1017/pds.2023.355)
7. Viana, E.B.M., Leite, N.O., Ribeiro, J.S., Almeida, M.F., Souza, C.C.E., Resende, J.V., Santos, L.S., Veloso, C.M. (2022). Development of starch-based bioplastics of green plantain banana (*Musa paradisiaca* L.) modified with heat-moisture treatment (HMT). *Food Packaging and Shelf Life*, 31, 100776. DOI: [10.1016/j.fpsl.2021.100776](https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100776)