

ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗДАТНИХ ДО БІОРОЗКЛАДАННЯ ЯК СПОСІБ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Я. В. Малишева, студент, malyshevayana2018@gmail.com

Науковий керівник – доцент Юлевич О. І.

Миколаївський національний аграрний університет

У статті наведено різноманітні шляхи створення пакувальних матеріалів здатних до біорозкладання. Розглянуто властивості біорозкладальних сумішей з наповнювачами і композиційні матеріали, а також ряд біорозкладальних полімерів на основі полілактиду. Наведено результати розвитку нанотехнологій для виробництва наноматеріалів, які використовуються в пакувальних матеріалах і здатні до екологічної утилізації. Описано шлях створення EcoCradle – екологічної упаковки, яка виробляється на основі сільськогосподарського сміття і міцелію грибів.

Ключові слова: пакувальні матеріали, здатні до біорозкладання; екологічна проблема; навколишнє середовище; утилізація відходів; природні матеріали.

Постановка проблеми. Сучасна Україна має велику кількість екологічних проблем. Зокрема, серйозне занепокоєння викликає швидке й майже некероване зростання споживання синтетичних полімерів у багатьох галузях виробництва, що призводить до різкого збільшення відходів. Одним із перспективних способів вирішення цих проблем є створення матеріалів, здатних до біорозкладання. Тобто, розробка та дослідження нових біорозкладальних пакувальних матеріалів – важлива й актуальна задача.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Варто зауважити, що відповідно до сучасних підходів світова пакувальна індустрія досягла значних темпів зростання. Збільшення населення на планеті провокує збільшення виробництва харчової та промислової продукції, яку донести до споживача без втрат і псування без сучасної упаковки неможливо. Понад 100 тисяч пакувальних компаній по всьому світу щорічно виробляють 700-750 млн тонн упаковки з різних пакувальних матеріалів. Для її виготовлення використовують величезну кількість матеріальних та енергетичних ресурсів. Але через недосконалість, або взагалі відсутність дієвих систем поводження з відходами упаковки більшість її не повертається у промисловий оборот ні як багаторазова упаковка, ні як вторинні ресурси. Відходами упаковки захаращується довкілля, що негативно впливає на екологію. В. М. Кривошей зазначає, що саме пакувальні матеріали та упаковка є яскравою можливістю застосування технології біорозкладання [1]. За словами голови ІКЕА зі сталого розвитку Joanna Yarrow, упаковка на не нафтовій основі може допомогти знизити залежність людини від викопного палива, знизити викиди вуглецю в атмосферу, протистояти небезпечному впливу пластикових відходів і захистити біологічне різноманіття планети. Грибна упаковка є благом для навколишнього середовища, економічно ефективною і стійкою альтернативою її аналогам на нафтовій основі. С.І. Кардаш та О.В. Ганоцька у своєму проєкті пропонують ще

один матеріал для біорозкладної упаковки, а саме стебла соняшнику. Соняшник належить до трійки найбільш вирощуваних у світі олійних культур та має значний вплив на загальний олійний баланс.

Варто окремо зазначити праці О.С. Калініної і Р.І. Байцара, оскільки вони визначили основні напрямки вдосконалення пакувальних матеріалів, отриманих із застосуванням нанотехнологій та дослідили їх вплив на якість продукції. Провели аналітичний огляд друкованих праць у сфері наноматеріалів, класифікували основні напрямки досліджень та систематизували вимоги до наноматеріалів, які застосовуються для пакування різних груп продукції. Акцентували необхідність врахування ризиків від їх впливу на людину та довкілля.

Відповідно, зараз існує багато досліджень в запропонованій галузі, увага яких зосереджується саме на екологічності пакувальних матеріалів.

Постановка завдання. Розглянути можливі шляхи створення пакувальних матеріалів здатних до біорозкладання. Визначити екологічний аспект цих методів. З'ясувати переваги описаних способів.

Матеріали та методика. В основу роботи покладено аналіз та систематизація наукової інформації у сфері створення пакувальних матеріалів здатних до біорозкладання, а також сучасних наноматеріалів, що застосовуються при виробництві упаковок.

Результати досліджень. Оскільки у світі щорічно виробляється близько 200 млн т полімерів і їх кількість надалі збільшується, створення пакувальних матеріалів, здатних до біорозкладання, освоєння екологічно чистих матеріалів, зараз є дуже важливим питанням. Навіть у розвинених країнах повторній переробці піддається не більше 16-20%, при цьому основна маса повільно розкладних полімерів складається на звалищах. Близько 60% всіх пакувальних пластиків – це поліетилен, завдяки його низькій вартості та відмінним властивостям для багатьох областей застосування. Тому найбільший приріст обсягів випуску припадає на новий вид пластиків – біопластики, які на відміну від нафтопродуктів, практично не впливають на збільшення парникових газів і глобальне потепління. Відмова від традиційних полімерних матеріалів на користь біоматеріалів обумовлюється їх перевагами, а саме:

- зменшення забруднення навколишнього середовища в результаті розкладання біополімерів на безпечні компоненти (вуглекислий газ, вода і гумус) в природі від декількох місяців до кількох років;
- нешкідливість біополімерних матеріалів для здоров'я людини;

Біополімери поділяють на дві категорії: це полімери, що продукуються біологічними системами і ті, що синтезовані хімічно, але на основі вихідної сировини біологічного походження. Саме полімери другої категорії пропонується використовувати у пакувальній індустрії, де термін служби більшості виробів обчислюється кількома місяцями або навіть днями. Так, матеріали на основі полівінілового спирту здатні біорозкладатися у гарячій і холодній воді. Полімери, виготовлені на основі молочного білка – казеїну, повністю руйнуються при компостуванні протягом 45 днів [2].

На сьогодні відомі інноваційні технології виготовлення біополімерної упаковки з полілактиду – це біорозкладальний, біосумісний, аліфатичний, термопластичний поліефір, мономером якого є молочна кислота. Полілактид застосовують для виробництва одноразового посуду, різноманітної упаковки, оскільки він не шкідливий для здоров'я людини та сировина для виготовлення пакувального матеріалу з полілактиду поновлювана. Однак, полімер молочної кислоти (ПМК) поступається звичайним полімерам за теплостійкістю, тому упаковка з цього матеріалу не може бути заповнена вмістом з температурою вище 50°C, так як вона починає деформуватися. Також через низькі бар'єрні характеристики стосовно кисню тара з ПМК найчастіше використовується для пакування сухих і заморожених продуктів, а також рідин з невеликим терміном зберігання. Високий коефіцієнт дифузії CO₂ не дозволяє застосовувати пляшки з ПМК для розливу газованих напоїв і обмежує області їх використання розливом молока, соків, води, рослинного масла.

Поліоксіалканоати (ПОА) за рядом фізико-хімічних властивостей подібні до широко застосовуваних синтетичних поліефірів, які не руйнуються у природному середовищі (поліпропілен, поліетилен). Поліоксіалканоати володіють термопластичністю, мають оптичну активність, біорозкладність й біосумісність. Це полімери нового покоління, що мають високий ринковий потенціалі в недалекому майбутньому вони зможуть замінити традиційні поліолефіни, завдяки тому, що вони здатні включатися у глобальні біосферні цикли. Нова технологія забезпечує одержання екологічно чистих полімерних матеріалів, що руйнуються у природному середовищі до кінцевих продуктів [2].

Зараз найбільше поширення одержало виготовлення пакувальних матеріалів, здатних до біорозкладання, засноване на уведенні в синтетичний полімер речовин рослинного походження. Вони слугують живильним середовищем мікроорганізмів, що призводить до порушення цілісності пакування і його руйнування. Сировиною для одержання цих речовин є картопля, буряк, зернові й бобові культури, деревина, бавовник, лігнін та ін. Суміші синтетичних полімерів із крохмалем є перспективними композиціями, що здатні до біорозкладання, які усе більше знаходять практичне застосування для виробництва екологічно безпечних пакувальних матеріалів. У Німеччині випускається близько 8 тисяч тон на рік полімеру, здатного до біодеструкції за назвою Ecoflex, призначеного для виробництва харчового упакування й сільськогосподарської плівки. Це композиція полістиролу із крохмалем або целюлозою, яка через 80 днів розкладається на 90%.

Переваги використання біодобавок у полімерах полягають у наступному: зменшення викидів CO₂; дешевизна добавки; відсутня потреба відмовлятися від звичних матеріалів, застосовуваних технологій, наявного обладнання; матеріал із біодобавкою може повторно перероблятися; виріб із включенням добавки не потребує особливих умов для розкладання; властивості матеріалу й кінцевого виробу (міцність, прозорість, водонепроникність) не змінюються [3].

Значне місце у виробництві пакувальних матеріалів приділяється співполімеру етилену й вінілацетату. Природні білки або протеїни також

використовуються для отримання біоруйнівних пластиків, призначених для упаковки сухої та вологої їжі та ін. Для отримання біорозкладного пакувального матеріалу харчових продуктів, парфумерії та лікарських препаратів використовують метакрілірований желатин, казеїн, похідні серину, кератиновмістні натуральні продукти. Даний напрямок використання природних полімерів з метою створення біоруйнованих пластиків цікавий насамперед тим, що ресурси вихідної сировини поновлювані.

Пакувальна галузь за результатами досліджень швейцарського Центру технологічних прогнозів (TA SWISS) має особливо великий потенціал для розвитку нанотехнологій. Наноматеріали, які використовуються в пакувальних матеріалах, дають змогу вдосконалювати та покращувати їх бар'єрні, фізико-механічні, оптичні, антимікробні властивості та головне роблять можливим їх здатність до екологічної утилізації. Потрібні ефекти досягаються додаванням до базового матеріалу або нанесенням на його поверхню певних нанододатків які надають йому необхідних властивостей. Відомо, що велика частина (до 30%) твердих пластикових відходів, які не розкладаються, припадає на використані пакувальні матеріали. Найперспективнішим напрямком в цьому плані стало створення упаковок з біорозкладальних нетоксичних полімерів, які отримують з відновлювальної сировини. Прикладом таких матеріалів є біонаноккомпозити, до складу яких входять нанорозмірні неорганічні та органічні частки-біополімери та їх суміші. Біонаноккомпозити формуються на основі різних біополімерів (хітозан, целюлоза, крохмаль) та глини (гекторит, вермикуліт). Вони мають властивості наноккомпозитів – механічну міцність, газонепроникність, понижену займистість, але характеризуються здатністю до біорозкладання та низькою токсичністю. Використання біонаноккомпозитів дасть можливість отримувати пакувальні матеріали з необхідними фізико-механічними та хімічними властивостями та суттєво допоможе у вирішенні проблеми пакувальних відходів [4].

Шведська компанія перестала застосовувати пінопласт в рамках програми по зменшенню шкідливих для навколишнього середовища відходів і збільшення рециклінгу. Екологічна упаковка з грибів була придумана компанією *Ecovative Design* ще у 2010 році. Її вирощують як живий організм за допомогою міцелію. У виробництві використовуються також відходи сільськогосподарського виробництва – лущиння від зерен вівса, гречки, бавовни, які підвищують щільність матеріалу. На відміну від пінопласту, якому для розкладання потрібні тисячі років, грибна упаковка біорозкладається набагато швидше [5]. Більш того, її виробництво вигідно і майже так само довговічне, як і пластик. *EcoCradle* також виявився ізоляційним і вогнестійким, як полістирол. За словами голови ІКЕА зі сталого розвитку Joanna Yarrow, це був невеликий, але значний крок роздрібного підприємства в напрямку скорочення відходів і збереження екологічного балансу. Упаковка на не нафтовій основі може допомогти знизити залежність людини від викопного палива, знизити викиди вуглецю в атмосферу, протистояти небезпечному впливу пластикових відходів і захистити біологічне різноманіття планети.

Грибна упаковка є благом для навколишнього середовища, економічно ефективною і стійкою альтернативою її аналогам на нафтовій основі [6].

Ще одним перспективним матеріалом для біорозкладної упаковки є стебла соняшнику. Соняшник належить до трійки найбільш вирощуваних у світі олійних культур. Стебло висохлої рослини складається з двох структур: внутрішня губчаста субстанція нагадує пінопласт, а зовнішня кора – більш щільна й схожа за структурою на бамбук. Обидві ці частини можна використовувати в упаковці та представити як альтернативу пакувальних матеріалів. Матеріал такого роду може використовуватися як у промисловій сфері (як заміна того ж пінопласту), так і для екологічної упаковки споживчих продуктів. Така система заміняє полімерні ящики для перевезення пляшок. У фіналі отримуємо повністю екологічне пакування, яке без проблем піддається утилізації та вторинній обробці[7].

Пакувальні матеріали, здатні до біорозкладання, можуть бути отримані також модифікацією природних полімерів, які за показниками міцності часто наближаються до пластмас. Так, американська фірма Warner-Lambert розробила новий полімерний матеріал Novolon, що складається тільки із крохмалю й води та здатний до повного біорозкладання. Цей полімер може перероблятися традиційними методами й за механічними властивостями займає проміжне положення між полістиролом і поліетиленом.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проаналізувавши можливі шляхи створення пакувальних матеріалів здатних до біорозкладання, можна відзначити перспективним прагнення до одержання полімерних композицій, які легко розкладаються у ґрунті, наприклад, як газетний папір. Адже це може вирішити світову проблему пластикового забруднення, що дозволить істотно поліпшити стан навколишнього середовища.

Загалом, створення подібних пакувальних матеріалів вирішує багато проблем, найголовнішою серед яких є екологічна. Важливим є те, що такі матеріали швидко й повністю розкладаються у природних умовах і не виділяють при цьому шкідливих речовин.

Список використаних джерел:

1. Сучасні тренди розвитку пакування / В. М. Кривошей. *ІАЦ «Упаковка» (6)* : Київ, 2019. с. 13. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.yumpu.com/en/document/read/62955276/упаковка-6-2019-mini>
2. Петриченко С. В., Гвоздєв О. В. Біорозкладаємі полімерні матеріали для упаковки. Мелітополь : ТДАТУ, 2015. 7 с.
3. Савченко О. М. Оксо-біорозкладання полімерної упаковки: Технології поліграфічного та пакувального виробництва : УАД. 2013. Вип. 1 (23). 4 с.
4. Калініна О.С., Байцар Р.І. Нанотехнології в пакувальній галузі : *Вісник КНУТД*. 2017. №2 (108). С. 52-56.
5. Ikeaplans mushroom-based packaging as eco-friendly replacement for polystyrene [Електронний ресурс] : The Telegraph (2016). Режим доступу

:<https://www.telegraph.co.uk/news/earth/businessandecology/recycling/12172439/Ikea-plans-mushroom-based-packaging-as-eco-friendly-replacement-for-polystyrene.html>

6. IKEA Starts Using Biodegradable Mushroom-Based Packaging for Its Products [Електронний ресурс] : Medium (April 11, 2018). Режим доступу: <https://medium.com/wedonthavetime/ikea-starts-using-biodegradable-mushroom-based-packaging-for-its-products-42d079f98bb1>
7. Кардаш С. І., Ганоцька О. В. Екологічна альтернатива у сфері пакувальних матеріалів. Харків : ХДАДМ, 2019. С. 31-33. [Електронний ресурс] / Режим доступу:<http://upakjour.com.ua/images/new-technology/novitni-tehnologiyi-pakuvannya-2019.pdf>

Y. Malysheva. WAYS OF CREATING PACKAGING MATERIALS CAPABLE OF BIODEGRADATION AS A WAY OF SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS

The article presents various ways of creating biodegradable packaging materials. Properties of biodegradable mixes with fillers and composite materials, as well as a number of biodegradable polymers based on polylactide are considered. The results of the development of nanotechnologies for the production of nanomaterials used in packaging materials and capable of environmental utilization are presented. Described way to create EcoCradle –environmental packaging produced from agricultural debris and mycelium of fungi.

Keywords: biodegradablepackagingmaterials; environmentalproblem; environment; wastemanagement; naturalmaterials.