

УДК 615.31:541.64:539.6:615.28:617-089.844:616.71-74

Степаненко Д. Р. вихованець ДВ МАН України

Наукові керівники: Фролова Л.А., док. т. н. , професор кафедри технології

неорганічних речовин і екології; Крайняк О.В., учитель хімії, учитель-методист

(Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет»; Дніпропетровське відділення Малої академії наук України; Комунальний заклад освіти «Фінансово-економічний ліцей наукового спрямування при Університеті митної справи та фінансів» Дніпровської міської ради, м. Дніпро, Україна)

СИНТЕЗ БІОПОЛІМЕРІВ НА ОСНОВІ КАЛЬЦІЙ АЛЬГІНАТУ

Основна ідея роботи полягала в створенні композиційного біополімеру на основі кальцію альгінату та природних компонентів з перспективою подальшої заміни традиційних полімерних матеріалів.

У даний час проблема переробки відходів полімерних матеріалів знаходить актуальне значення не тільки з позицій охорони навколишнього середовища, а й пов'язана з тим, що в умовах дефіциту полімерної сировини пластмасові відходи стають потужним сировинним і енергетичним ресурсом.

Оскільки знищення відходів пластмас та постійний синтез нових речовин доволі дорогі в порівнянні з іншими матеріалами, то переробка та використання полімерних відходів допоможуть суцільно зменшити навантаження на економіку та зменшити використання нафти та електроенергії. [1].

З огляду на специфічні властивості полімерних матеріалів (вони не піддаються гниттю, корозії), проблема їх утилізації носить перш за все екологічний характер. Загальний обсяг захоронення твердих побутових відходів становить близько 4 млн т на рік. Від загального рівня відходів переробляються тільки 5-7% їх маси. За даними на 1998 р в усередненому складі твердих побутових відходів, що поставляються на поховання, 8% становить пластмаса, тобто 320 тис. т на рік [2].

Усі біополімери можна об'єднати у дві великі групи: агрополімери (перша категорія) і поліестери, що біологічно розкладаються, або біополіестери (2–4 категорій). До основних видів агрополімерів відносяться полісахариди та протеїни. Вони є досить традиційними для покращення мультифазних матеріалів. Полісахариди - найпоширеніші макромолекули в біосфері. Ці складні вуглеводи складаються з глікозидних зв'язків і найчастіше є одним з основних структурних елементів екзоскелету рослин і тварин (целюлоза, хітин та ін.). Найбільш перспективні, з точки зору використання як сировини для біорозкладних полімерів - це крохмаль, хітин, хітозан і пектин [5].

Загалом було проведено більше 20 експериментів для отримання оптимального співвідношення компонентів сировини, 68 спроб синтезу за усі групи зразків, 27 експериментів для оцінки міцності структури отриманих екземплярів та 10 за допомогою мікроскопу. Новизна роботи полягає в тому, що було створено унікальні зразки біополімерів зі співвідношенням природних компонентів, які раніше не використовувались в такому ж самому складі. На першому етапі роботи було проведення ряду експериментів з визначення оптимального співвідношення натрію альгінату, агар-агару, крохмалю і кальцію хлориду для створення кожного зі зразків. Нами було синтезовано їх у достатній кількості для подальшого дослідження. Також було розраховано собівартість сировини для синтезу третього зразка композиційного біополімеру на тонну готового продукту, яка складає 950\$. Під час розрахунку враховувалась оптова ціна натрію альгінату, агар-агару, крохмалю, кальцію хлориду та дистильованої води, потрібної для змішування (розрахунки за 22.03.2022).

На другому етапі нами було досліджено фізико-хімічні властивості обраних зразків. Було проведено заміри наступних фізичних характеристик: товщина плівки, яка складала 0,4 мм в першого зразка, 0,2 мм в другого та 0,16 в третього; здатність до розтягування зокрема 81,1 % в зразка №1, 70,2 % в зразка №2 та 75,2 % в зразка №3; максимальна пружність, яка склала 14,3 Н в першого зразка, 17,5 Н в другого та 21,2 Н в третього; модуль Юнга, найменший показник якого було зафіксовано в зразка №1-361 кПа, другий зразок мав набагато вище значення - 10,7 мПа, але третій зразок відзначився найвищим показником - 18,9 мПа. Далі було проаналізовано вплив кислотних та лужних середовищ на структуру біополімерів. Спочатку кожен зі зразків було занурено в етанолу та нітрату кислоти, але навіть при нагріванні ніяких проявів реакції не було виявлено. Потім зразки було занурено в натрій гідроксид і при довгостроковому нагріванні було виявлено зміну забарвлення зразків на жовтий, але ознак початку деструкції теж не було виявлено. Також було досліджено вплив високих температур на структуру біополімерів шляхом їх поступового нагрівання та підпалювання. Було визначено, що синтезовані зразки не плавляться а лише починають горіти при дії вогню.

На третьому етапі лабораторних досліджень, нами було досліджено те, як довгострокове перебування зразків у землі, впливає на їх структуру. Для проведення експерименту було обрано тільки третій зразок біополімеру, через його кращі механічні властивості у порівнянні зі зразками №1 та №2. Через один місяць після закопування зразків було виявлено появу плям жовтого, фіолетового, червоного та жовтого кольору, що свідчить про активне розмноження пліснявих грибів різних видів на зразку. Також, ми могли спостерігати велику кількість маленьких дірок діаметром до 1 мм.

Було проведено теоретичне обґрунтування та встановлено, що для екологічної безпеки є необхідність у заміні звичайних полімерів на біорозкладні. Ми отримали наступні результати:

1. Встановлено оптимальне співвідношення композиційного складу біополімеру з додаванням природних компонентів.
2. Усі зразки виявились стійкими до дії агресивних середовищ та високих температур що прогнозує їх зручність у використанні в якості пакувальних матеріалів.
3. За загальною оцінкою було виявлено, що зразок №3 має найкращі фізичні властивості характеристики: товщина плівки одразу після синтезу – 0,16 мм, максимальна пружність – 21,2 Н, модуль Юнга – 18,9 мПа та здатність до розтягування – 75,2 %.
4. За результатами досліджень впливу навколишнього середовища на зразок №3 можна спрогнозувати, що процес руйнування біополімеру проходить за 4-6 місяці в ґрунті.

Перелік посилань

1. Гуляк В. О. Полімерні відходи-екологічна проблема сучасності: автореф. дис. доцент екол. наук : 12.02.18. Одеса, 2019. 66 с.
2. Іванов С. В. Технологія виробництва високомолекулярних сполук. Київ: НАУ, 2008. 49 с.
3. Камбулова Ю. В., Соколовська І. О. Дослідження реологічних властивостей розчинів пектинів, альгілату натрію та їх комплексів. *Харчова наука і технологія*. Одеса, 2014. № 1. С. 68-73.
4. Карпунин И. И., Кузьмич В. В., Балабанова Т. Ф. Классификация биологически разлагаемых полимеров. *Наука и техника*. Харьков, 2015. № 5. С. 68-73.
5. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів. Вид. 2-ге., переробл. та допов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 291 с.
6. Мосьпан А. Б. Синтез сучасних матеріалів на основі біополімерів і гідроксіапатиту// Перший крок у науку : матеріали VII студ. конф., Суми: СумДУ, 2015. С. 113-114.