

УДК 579.6;

## ДОСЛІДЖЕННЯ БІОДЕСТРУКТИВНОСТІ ТА ЕКОТОКСИЧНОСТІ НОВОГО ПЛАСТИФІКАТОРА ДЛЯ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ НА ОСНОВІ ТРЕТИННОГО АМІДУ ЛАУРИНОВОЇ КИСЛОТИ

*Рогальський С.П.<sup>1</sup>, Бодачівська Л.Ю.<sup>1</sup>, Джу́жа О.В.<sup>1</sup>, Тарасюк О.П.<sup>1</sup>,  
Мошинець О.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, 50, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна

<sup>2</sup>Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, 150, вул. Академіка Заболотного, Київ, 03143, Україна

Полівінілхлорид (ПВХ) є одним із найпоширеніших промислових термопластичних полімерів, який займає третє місце за обсягами світового виробництва після поліетилену і поліпропілену [1]. Переважна більшість виробів з ПВХ містить значну кількість пластифікаторів, які надають полімерові необхідної еластичності. Традиційні пластифікатори на основі фталатних естерів схильні до міграції з полімерних виробів і проявляють токсичний вплив на довкілля, а також на організми людей і тварин [2]. Актуальною проблемою сьогодення є створення нових екологічно безпечних пластифікаторів для ПВХ з високою стійкістю до міграції, низькою токсичністю і здатністю до біологічної деструкції.

Раніше нами синтезовано третинний амід жирної кислоти дибутиллаурамід (ДБЛА) і встановлено його високу ефективність як первинного пластифікатора для ПВХ [3]. У цій роботі досліджено антибактеріальну активність і біодеградабельність ДБЛА з метою оцінки його потенційного впливу на довкілля.

Третинний амід ДБЛА синтезували взаємодією хлорангідриду лауринової кислоти з дибутиламіном в метиленхлориді [3]. Композиційні плівки ПВХ/ДБЛА із вмістом пластифікатора 20 і 30% отримували поливом з розчину в дихлоретані.

Антибактеріальну активність пластифікованих плівок ПВХ вивчали проти грам-негативної бактерії *Klebsiella pneumoniae* за методикою [4]. Зразки полімерних плівок з розмірами 1 x 1 см стерилізували автоклавуванням за температури 105 °С впродовж 30 хв. Кожну плівку поміщали в 24-лунковий планшет і додавали 2 мл агару LB, інокульованого 10 мкл бактеріальної культури з концентрацією 10<sup>9</sup> колоній утворюючих одиниць в 1 мл (КУО/мл). Зразки інкубували 48 год за 37 °С, після вилучення промивали для видалення планктонної і слабо прикріпленої біомаси. Встановлено, що рівні метаболічної активності біоплівки на поверхні зразків чистого ПВХ (контроль) і пластифікованих плівок ПВХ/ДБЛА, визначені за допомогою МТТ-тесту [4], мають близькі значення (рис. 1). Це свідчить про відсутність негативного впливу домішки на бактеріальну тест-культуру, поширену у довкіллі.

Біодеградабельність пластифікатора визначали за допомогою тесту SECL-33-A93 “Biodegradability of two-stroke cycle outboard engine oils in water”.

Зокрема, визначали втрату вуглеводневих фрагментів у дослідженому зразку після контакту з мікробними культурами, виділеними з осаду стічних вод [5]. Розщеплення аліфатичних радикалів контролювали методом ІЧ-спектроскопії за інтенсивністю смуги валентних коливань зв'язків С-Н при  $2930\text{ см}^{-1}$ . Згідно з отриманими результатами, біорозклад ДБЛА через 21 добу становив 96 %.

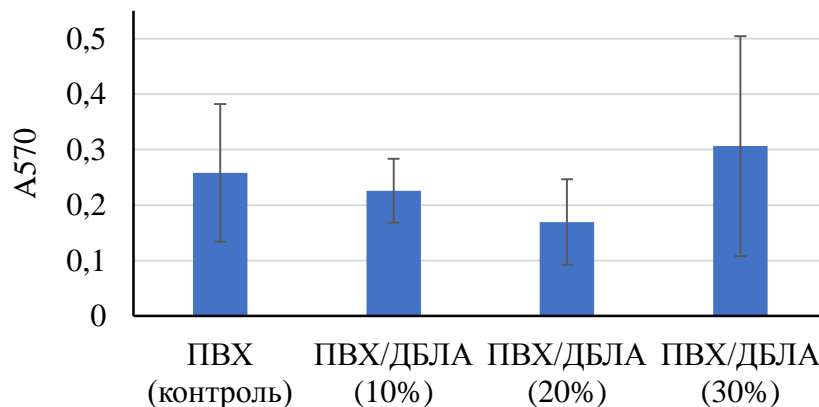


Рис. 1. Рівень метаболічної активності біоплівки *K. pneumoniae*, утворених на поверхні полімерних зразків після 48 год інкубування

Для дослідження міграційної стійкості пластифікатора ДБЛА плівки ПВХ/ДБЛА (30 %) з розмірами 80 x 80 мм поміщали між двома листами фільтрувального паперу. Отримані сандвіч-пакети фіксували затискачами між скляними пластинами. Для оцінки стійкості сполуки до вимивання полімерні плівки масою 1 г поміщали у воду (1 л) за кімнатної температури. Контроль міграції/вимивання визначали за зміною маси зразків. Міграція ДБЛА з плівок ПВХ/ДБЛА (30 %) становила 1.1 % від його загального вмісту через 30 діб. Втрата маси сполуки після 30 діб контакту полімерних плівок з водою становила 2.8 %.

Результати проведених досліджень свідчать про перспективність третинного амід лауринової кислоти ДБЛА як нового екологічно безпечного пластифікатора для ПВХ, альтернативного токсичним фталатним естерам. Сполука має високу стійкість до міграції, здатність до біологічної деструкції і не проявляє токсичного впливу на довкілля.

#### Література

1. Lewandowski K., Skórczevska K. A brief review of poly(vinyl chloride) (PVC) recycling. *Polymers*. 2022. Vol. 14, P. 3035.
2. Panthi G., Bajagain R., Chaudhary D. K. et al. The release, degradation and distribution of PVC microplastic-originated phthalate and non-phthalate plasticizers in sediments. *Journal of Hazardous Materials*. 2024. Vol. 470, 134167.
3. Rogalsky S., Cherniavska T., Dzhuzha O. et al. O. N,N-dibutylauramide as new alternative plasticizer for polyvinyl chloride. 2-nd International Scientific Conference “Chemical Technology and Engineering – 2”, June 24-28, 2019, Lviv, Ukraine, P. 334.
4. Rogalsky S., Moshynets O., Dzhuzha O. et al. Preparation and characterization of new antifouling coating based on alkyd paint modified with

hydrophobic cationic biocide. *Journal of Coatings Technology and Research*. 2024. Vol. 21, P. 939–953.

5. Rogalsky S., Tarasyuk O., Vashchuk A. et al. Synthesis and evaluation of N,N-dibutylundecenamide as new eco-friendly plasticizer for polyvinyl chloride. *Journal of Materials Sciences*. 2022. Vol. 57, P. 6102-6114.