

**РОЗРОБКА ДОСЛІДНИЦЬКОГО ПРОЄКТУ «МІКРОПЛАСТИК» ДЛЯ КУРСУ ХІМІЇ ПРОФІЛЬНОЇ ШКОЛИ**

Нова українська школа ставить перед учителем нові акценти: розвиток особистості кожного школяра шляхом застосування оптимальних форм і методів навчання, спрямованих на стимулювання розумової діяльності учнів, розвиток їх пізнавальної активності [1]. Серед педагогічних технологій, що повинні реалізуватись у профільних класах з хімії, такі можливості потенційно найкраще виявляються у дослідницьких проєктах. Метод проєктів виник у 20-ті роки минулого століття в США (його називали також методом проблем). Згодом, у 1985 році Асоціація наукової освіти (ASE) у Великій Британії опублікувала план «Освіта через науку» (ASE, 1985), де зазначалося, що наукова освіта повинна мати «актуальність: наукова освіта повинна широко спиратися на повсякденний досвід учнів» [2].

Аналізуючи перелік запропонованих дослідницьких проєктів для профільних класів та наведених прикладів розробок [3] свідчать, що екологічна складова здебільшого відображається на рівні риторики. Зокрема, у запропонованій тематиці навчальних проєктів у 10 класі профільного рівню (Тема 7. Синтетичні високомолекулярні речовини і полімерні матеріали на їх основі) пропонується лише один навчальний проєкт «Рециклінг як цивілізований спосіб утилізації твердих побутових відходів», який, безперечно, має важливе значення у забезпеченні практичної підготовки учнів та поглибленні їх екологічної свідомості, проте він не охоплює такої пріоритетної проблеми як забруднення довкілля мікропластиком та його вплив на живі організми, та не має складової хімічного експерименту.

Досвід виконання наукового експерименту у НДІ порівняльної біохімії та молекулярної біології ТНПУ дозволив нам обрати методику, доступну для виконання під-час дослідницького експерименту у профільних класах з хімії.

Тому метою роботи стало: створити, обґрунтувати та апробувати навчально-дослідницький модуль «Мікропластик» для курсу хімії профільної школи. Для її реалізації ми запропонували системний огляд найновіших наукових результатів про походження, міграцію та потенційні ризики мікропластиків водного середовища. Було розроблено доступний протокол експерименту, що включав відбір зразків води та двостулкового молюска перлівниці *Unio tumidus* з р. Серет у межах м. Тернополя, виготовлення частинок мікропластика з поліетиленових пляшок для води як найбільш поширеного побутового забруднювача водойм пластиком та аналіз вмісту мікропластику у воді з водойми та експериментального акваріуму, а також з м'яких тканин молюсків з водойми та акваріума після інкубації у присутності мікропластику концентрацією 1 мг/л протягом 14 діб. Розрахунки показують, що при такій концентрації та розмірах частинок у 1 літрі води міститься близько 850 частинок, тоді як для мікропластику розміром 2 мкм за такої концентрації у воді на 1 л припадає близько 4 108

частинок. Під час дослідження було використано доступні матеріали, зокрема мікропластик отримували просіювання частинок через сита з величиною пор 0,1 та 05, мм. Ці частинки забарвлювалися флуоресцентним барвником Ніл Червоний (Nile Red), який здебільшого використовується в біологічних дослідженнях для візуалізації жирових крапель у клітинах за допомогою флуоресцентної мікроскопії. Його ціна 22.50 грн/100 г, що робить його доступним для шкільного експерименту. Мікропластик з живих тканин виділяли після омилення жирів та руйнування біологічних тканин за допомогою 1 М КОН. Паперові фільтри з мікропластиком досліджували під світловим мікроскопом (при збільшенні 40 x), з додатковим освітленням ультрафіолетовою лампою (УАТО УТ-08582, 395 нм), змонтованим власноруч.

Результати експерименту довели, що у річковій воді міститься до 100 частинок/л води, що значно перевищує відомі показники для морських вод та відповідає повідомленням для прісних вод у різних ділянках світу [4]. У тілі молюсків з водойми було виявлено близько 5 частинок/г тканини. Важливою складовою дослідження було виявлення унікальної здатності двостулкового моллюска акумулювати мікропластик за експериментальних умов. Дослід показав, що перлівниця накопичує до 16 частинок /г м'яких тканин з найбільшою інтенсивністю на 8-10 доби експерименту. Відтак, дослідники переконуються, що двостулкові моллюски є високоефективними акумуляторами мікропластику та можуть слугувати альтернативними очищувачами водойм у технологіях, альтернативних до фіторе mediaції.

Порівняння результатів констатувального та формувального контролю рівню знань та дослідницьких компетенцій учнів шляхом анкетування виявило, що в результаті виконання проєкту 77 % учнів виявило високий рівень сформованості експериментальної компетентності, 23% володіє достатнім рівнем, і відсутні учні, які виявляють низький рівень щодо тематики експерименту, тоді як перед виконанням проєкту таких учнів було 33%.

Відтак, розроблений дослідницький проєкт "Мікропластик" для курсу хімії профільної школи, який включає контроль дослідницьких компетенцій учнів, створення доступного протоколу наукового експерименту та презентацію результатів довів, що тематика творчих проєктів у профільній школі із застосуванням експериментальних методів є ефективним підходом до усвідомлення учнями впливу хімічного забруднення на довкілля. Результати творчого експерименту показали, що він сприяв зацікавленості учнів проблемами довкілля, посилив ґрунтовність знань про будову пластику, розвинув навички експерименту.

Подяка. роботу було підтримано Міністерством освіти і науки України (проєкт М/48-2024) та Науково-дослідною радою Литовської Республіки (проєкт № S-LU-24-13) в рамках українсько-литовської програми співробітництва в галузі досліджень і технологій. S-LU-24-13

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Шиян Н. І. Методика навчання хімії : навчальний посібник / Н. І. Шиян. Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023. 332 с.

2. Childs, P.E., Hayes, S.M., O'dwyer, A. (2015). Chemistry and Everyday Life: Relating Secondary School Chemistry to the Current and Future Lives of Students. In: Eilks, I., Hofstein, A. (eds) Relevant Chemistry Education. SensePublishers, Rotterdam. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-175-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-175-5_3)
3. ХІМІЯ 10-11 класи Профільний рівень Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Укладачі програми : Бобкова О.С., Бухтіяров В.К., Валюк В.Ф., Величко Л.П., Дубовик О.А., Павленко В.О., Пугач С.В. [https://chemteacher.if.ua/doc/DvX/NP10-11\\_2018\\_prof.pdf](https://chemteacher.if.ua/doc/DvX/NP10-11_2018_prof.pdf)
4. Martyniuk, V., Gylytė, B., Matskiv, T., Khoma, V., Tulaidan, H., Gnatyshyna, L., Orlova-Hudim, K., Manusadžianas, L., & Stoliar, O. (2022). Stress responses of bivalve mollusc *Unio tumidus* from two areas to ibuprofen, microplastic and their mixture. *Ecotoxicology*, 31(9), 1369–1381. <https://doi.org/10.1007/s10646-022-02594-8>