

УДК 504:613(082)

Е 45

**Редакційна колегія:** Н.В. Живора, Т.С. Абідова, А.Є. Мартиненко

*Посвідчення Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації від 17 листопада 2025 р. №816*

- Е 45 **Екологічні проблеми сучасності. Екологія та здоров'я людини:** матер.  
Всеукр. дистанційної наук.-метод. конференції з міжнародною участю, 03 квітня  
2026 р. / ред. кол.: Н.В. Живора, Т.С. Абідова, А.Є. Мартиненко – Х.: Фаховий  
коледж НФаУ, 2026. – 181 с.

Збірник містить матеріали Всеукраїнської дистанційної науково-практичної конференції з міжнародною участю «Екологічні проблеми сучасності. Екологія та здоров'я людини», розміщених відповідно до напрямків конференції. Роботи присвячені найважливішим питанням сьогодення, які турбують освітню спільноту.

Матеріали друкуються в авторській редакції мовою оригіналу.

Повну відповідальність за зміст, достовірність наведених фактів, цитат, статистичних даних несуть автори опублікованих матеріалів.

Редакційна група та організаційний комітет конференції не завжди поділяють погляди авторів.

Збережено авторську орфографію.

УДК 504:613(082)

© Н. В. Живора  
Т.С. Абідова  
А.Є. Мартиненко

© Фаховий коледж Національного  
фармацевтичного університету,  
2026 р.

УДК 504:54:60:378.4(477)

***ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ У ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ ТА  
БІОТЕХНОЛОГІЇ В АГРАРНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ***

*Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С., Цехмістренко О.С.*

**Білоцерківський національний аграрний університет**

Біла Церква, Україна

Сучасна аграрна освіта функціонує в умовах зростання екологічних ризиків, пов'язаних із деградацією ґрунтів, змінами клімату, хімізацією виробництва, накопиченням відходів, зниженням біорізноманіття та поширенням нових загроз для здоров'я людини. За цих умов університет уже не може обмежуватися передаванням лише вузькопредметних знань, а має формувати здатність майбутніх фахівців аналізувати екологічні наслідки професійних рішень і діяти відповідно до принципів сталого розвитку [5; 10].

Особливо важливою така інтеграція є для аграрного університету, де

підготовка студентів безпосередньо пов'язана з використанням природних ресурсів, агрохімічних засобів, біотехнологічних процесів і систем виробництва харчової продукції [11].

Хімія та біотехнологія мають особливий потенціал для включення екологічного компоненту в зміст вищої освіти. Саме ці дисципліни дають змогу пояснити молекулярні, клітинні та технологічні механізми впливу антропогенної діяльності на довкілля, розкрити засади безпечного використання речовин, біоресурсів і мікроорганізмів, а також показати можливості переходу до більш екологічно дружніх виробничих практик [7; 14]. Сучасні підходи до освіти для сталого розвитку наголошують, що інтеграція екологічних знань має здійснюватися не епізодично, а на рівні цілей навчання, змісту курсів, методів викладання, оцінювання та інституційної політики університету [4; 5; 10].

Метою статті є обґрунтування теоретичних і методичних засад інтеграції екологічних знань у викладання хімії та біотехнології в аграрному університеті та визначення найбільш ефективних форм реалізації такого підходу.

**Теоретичні засади інтеграції екологічного компоненту.** Концепція освіти для сталого розвитку розглядає університет як простір формування екологічно відповідального мислення, професійної етики та практичних навичок дії [5; 10], що сприяє кращому розумінню комплексних взаємозв'язків між економічними, соціальними та екологічними чинниками, а також підвищує готовність студентів брати участь у розв'язанні реальних проблем довкілля [1; 4].

У хімічній освіті така інтеграція найбільш повно реалізується через принципи зеленої та сталої хімії. «Зелена» хімія повинна бути не окремим факультативним блоком, а рамкою, яка допомагає переосмислити традиційний курс загальної, органічної, аналітичної та фізичної хімії через категорії безпечності, ресурсоефективності, попередження забруднення та оцінювання повного життєвого циклу речовин [7; 9; 14]. Такий підхід особливо цінний для

майбутніх аграріїв, оскільки дозволяє пов'язати вивчення добрив, пестицидів, сполук мікроелементів, сорбентів чи кормових добавок із питаннями токсикології, міграції речовин у біосфері, біодоступності та ризиків для екосистем.

У біотехнологічній освіті екологічний компонент виявляється через осмислення ролі мікроорганізмів, ферментів, біокатализаторів, рослинних і тваринних клітинних систем у відновленні довкілля, біоконверсії відходів, біоремедіації, отриманні біопалива, біодобрив, функціональних кормів і продуктів із нижчим екологічним слідом [13]. Окремо слід підкреслити значення цифрових і віддалених біотехнологічних платформ, які розширюють доступ студентів до реальних експериментів та даних і водночас зменшують бар'єри для сучасної лабораторної підготовки.

### **Напрями інтеграції екологічних знань у курси хімії та біотехнології.**

Першим напрямом є оновлення змісту навчальних програм. У курсах загальної та неорганічної хімії доцільно посилювати теми, пов'язані з хімічною безпекою, якістю води, кислотно-лужною рівновагою природних систем, колообігом біогенних елементів, токсичністю важких металів, роллю буферних систем у біосфері [2]. В органічній та біоорганічній хімії екологічний зміст може бути інтегрований через аналіз детергентів, полімерів, ліпофільних забруднювачів, антиоксидантів природного походження, біодеградації органічних сполук і молекулярних механізмів дії ксенобіотиків [7; 14]. В аналітичній хімії доцільно акцентувати увагу на екологічному моніторингу, визначенні забруднювачів у ґрунті, воді, рослинній сировині та продуктах харчування, а також на використанні більш безпечних реагентів і мікромасштабних методик [7; 9].

Другим напрямом є екологізація лабораторного практикуму. Практичні та лабораторні заняття мають не лише формувати технічні навички, а й демонструвати принципи мінімізації відходів, відповідального поводження з реагентами, енергозбереження, оцінювання ризику та вибору більш безпечних методик. Розроблені в сучасній хімічній освіті рамки інтеграції зеленої та сталої

хімії пропонують включати в лабораторні роботи оцінку екологічних метрик, аналіз заміни небезпечних речовин, розрахунок атомної економії, впливу розчинників та інших параметрів, що формують системне мислення студента [1, 6; 7]. Для аграрних спеціальностей це можна поєднати з визначенням якості ґрунтових витяжок, аналізом води з різних джерел, тестуванням біосорбентів, дослідженням біодеструкції органічних відходів, компостуванням або біотрансформацією вторинної сировини.

Третім напрямом є включення екологічних кейсів і проєктно-дослідницьких завдань. Міждисциплінарні кейси, побудовані навколо проблем евтрофікації водойм, деградації ґрунтів, накопичення нітратів, антибіотикорезистентності в агросистемах, поводження з біовідходами або оцінки вуглецевого сліду харчового виробництва, дозволяють студентам застосовувати хімічні та біотехнологічні знання до реальних регіональних проблем [1; 11]. Такий формат формує вміння працювати з даними, оцінювати джерела ризику, пропонувати альтернативні технології та аргументовано комунікувати свої висновки.

Четвертим напрямом є зв'язок навчання з практикою сталого кампусу та місцевих громад. Дослідження показують, що ефективність екологічної освіти в університеті зростає тоді, коли студенти бачать її практичне втілення в енергозбереженні, управлінні відходами, водокористуванні, озелененні, співпраці з громадами та господарствами [1; 5; 8]. Для аграрного університету це відкриває можливість перетворювати навчально-дослідні господарства, лабораторії, теплиці, ферми й демонстраційні ділянки на майданчики інтегрованого навчання, де одночасно реалізуються освітня, наукова та просвітницька функції.

**Методичні підходи та педагогічні інструменти.** Інтеграція екологічних знань не може бути результативною без оновлення педагогічних підходів. Сучасні праці з екологічної та хімічної освіти вказують на ефективність проблемно-орієнтованого навчання, проєктної діяльності, inquiry-based підходу,

системного мислення та міждисциплінарного аналізу [6; 7; 10]. У викладанні хімії це означає відхід від суто репродуктивного засвоєння формул і реакцій до інтерпретації хімічних процесів у природних і технологічних системах. У викладанні біотехнології це означає поєднання класичних мікробіологічних, біохімічних та молекулярних тем із проблематикою сталого сільського господарства, циркулярної біоекономіки, біобезпеки та управління біоризиками [13].

Важливу роль відіграє також розвиток екологічної поведінки студентів. Емпіричні дослідження в університетському середовищі показують, що якісна екологічна освіта впливає не лише на знання, а й на готовність студентів до сталих практик, екологічної участі та відповідального вибору [8; 12]. Результати навчання мають охоплювати когнітивний, ціннісний і поведінковий компоненти.

Особливого значення набуває підготовка викладача. Університетський викладач хімії чи біотехнології має володіти не лише фаховими знаннями, а й методикою міждисциплінарної інтеграції, навичками роботи з кейсами, елементами ризик-комунікації та сучасними цифровими інструментами. Без цього екологічна складова залишатиметься декларативною. Тому підвищення кваліфікації викладачів у напрямках зеленої хімії, освіти для сталого розвитку, біобезпеки, екологічної аналітики та цифрової біотехнологічної освіти є необхідною умовою якісних змін [9; 13; 14].

**Проблеми впровадження та перспективи.** Попри очевидну актуальність, інтеграція екологічних знань у викладання природничих дисциплін стикається з низкою труднощів. До них належать перевантаженість навчальних планів, недостатня міжкафедральна координація, брак лабораторних ресурсів для екологізованих практикумів, інерція традиційних підходів до викладання та нерівномірний рівень методичної підготовки викладачів [1; 4].

Частина університетів також має обмежені можливості для розгортання сучасної біотехнологічної інфраструктури. Проте навіть за таких умов значний

ефект дає поетапна модернізація змісту курсів, використання відкритих цифрових ресурсів, мікромасштабних методик, локальних екологічних кейсів і партнерств із господарствами, лабораторіями та громадами.

Перспективи подальшого розвитку пов'язані з інституційним закріпленням екологічної компоненти в освітніх програмах, створенням міждисциплінарних модулів на стику хімії, біотехнології, агроєкології та здоров'я людини, а також з упровадженням компетентнісного оцінювання, що враховує здатність студентів аналізувати реальні екологічні ситуації. Для аграрного університету важливим кроком є побудова навчального середовища, де принципи сталого розвитку реалізуються одночасно в аудиторії, лабораторії, на навчально-дослідних полях і в комунікації з місцевими громадами.

**Висновки.** Інтеграція екологічних знань у викладання хімії та біотехнології в аграрному університеті є не додатковим елементом, а необхідною умовою сучасної професійної підготовки. Вона забезпечує перехід від предметно ізольованого викладання до системного осмислення взаємозв'язків між речовинами, технологіями, агроєкосистемами та здоров'ям людини. Найбільш продуктивними шляхами інтеграції є оновлення змісту курсів на засадах зеленої і сталої хімії, екологізація лабораторного практикуму, використання кейсів і дослідницьких проєктів, залучення студентів до практик сталого кампусу та місцевих екологічних ініціатив. Ефективність цього процесу залежить від міждисциплінарної взаємодії кафедр, методичної готовності викладачів і підтримки на інституційному рівні. У підсумку саме така модель навчання здатна забезпечити формування екологічної компетентності, відповідальної професійної позиції та готовності майбутніх фахівців працювати в логіці сталого розвитку.

## ПЕРЕЛІК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія / С.І. Цехмістренко,

В.С. Бітюцький, О.С. Цехмістренко, О.А. Демченко, Н.О. Тимошок, О.М. Мельниченко; за редакцією С.І. Цехмістренко. Біла Церква, 2022. 270 с.

2.Цехмістренко С., Цехмістренко О., Поліщук В., Поліщук С., Гаюк Н. Використання сучасних можливостей та технологій у разі викладання фізичної хімії. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Запоріжжя, 30 вересня 2022, 317–322.

3.Abo-Khalil, A. G. (2024). Integrating sustainability into higher education challenges and opportunities for universities worldwide. *Heliyon*, 10(9).

4.Acosta Castellanos, P. M., Queiruga-Dios, A., & Álvarez, L. G. (2021). Inclusion of education for sustainable development in environmental engineering. A systematic review. *Sustainability*, 13(18), 10180.

5.Budihardjo, M. A., Ramadan, B. S., Putri, S. A., Wahyuningrum, I. F. S., & Muhammad, F. I. (2021). Towards sustainability in higher-education institutions: analysis of contributing factors and appropriate strategies. *Sustainability*, 13(12), 6562.

6.Day, E. L., Petritis, S. J., McFall-Boegeman, H., Starkie, J., Zhang, M., & Cooper, M. M. (2024). A framework for the integration of green and sustainable chemistry into the undergraduate curriculum: greening our practice with scientific and engineering practices. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1847-1857.

7.Etzkorn, F. A., & Ferguson, J. L. (2023). Integrating green chemistry into chemistry education. *Angewandte Chemie International Edition*, 62(2), e202209768.

8.Hou, W., Yang, Q., Cao, Y., Luo, L., Ding, J., Wang, Q., ... & Ma, H. (2025). Impact of Ecological Education on University Students' Environmentally Sustainable Behavior—Evidence from China. *Sustainability*, 17(13), 6051.

9.MacKellar, J. J., Constable, D. J., Kirchhoff, M. M., Hutchison, J. E., & Beckman, E. (2020). Toward a green and sustainable chemistry education road map. *Journal of Chemical Education*, 97(8), 2104-2113.

10. Marouli, C. (2021). Sustainability education for the future? Challenges and implications for education and pedagogy in the 21st century. *Sustainability*, 13(5), 2901.
11. Reilly, C., Stevenson, K., Warner, W., Park, T., Knollenberg, W., & Barbieri, C. (2022). Agricultural and environmental education: A call for meaningful collaboration in a US context. *Environmental Education Research*, 28(9), 1410-1422.
12. Sunday, E. S., Samuel, H. S., Rickson, N. H., Musa, J., & Etim, E. E. (2025). Impact of green chemistry education on students' learning and environmental awareness in chemistry. *Discover Education*.
13. Vera-Choquecota, S., Belmekki, B. E. Y., Alouini, M. S., Teodorescu, M., Haussler, D., & Mostajo-Radji, M. A. (2025). Reducing education inequalities through cloud-enabled live-cell biotechnology. *Trends in biotechnology*, 43(1), 43-60.
14. Zuin, V. G., Eilks, I., Elschami, M., & Kümmerer, K. (2021). Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability. *Green Chemistry*, 23(4), 1594-1608.

УДК 37.033

## **ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ЕКОЛОГІВ**

*Євгенія Шаповалова*

*Керівник – О.В. Фомічова*

**ВСП «Харківський природоохоронний фаховий коледж  
Одеського національного університету імені І. І. Мечникова»**

м. Харків, Україна

Сучасні екологічні проблеми потребують формування відповідального ставлення людини до навколишнього середовища. Одним із важливих чинників збереження природи є розвиток екологічної свідомості суспільства. Екологічна