

**Міністерство освіти і науки України  
Білоцерківський національний аграрний університет  
Словацький університет сільського господарства, м. Нітра, Словаччина  
Дрезденський університет прикладних наук, м. Дрезден, Німеччина  
Чеський університет природничих наук, м. Прага, Чехія  
Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України  
Білоцерківська дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ НААН України  
Інститут картоплярства НААН України**



**VI МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
присвячена видатним вченим  
**Васильківському С.П. і Молоцькому М.Я. –**  
засновникам наукової школи з селекції  
та насінництва пшениці і картоплі.

**АГРАРНА ОСВІТА І НАУКА: ДОСЯГНЕННЯ ТА  
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**  
27 березня 2025 року

**м. Біла Церква**

УДК 606:632.937

**Цехмістренко С. І.**, д-р с.-г. наук, професор  
**Бітюцький В. С.**, д-р с.-г. наук, професор  
**Цехмістренко О. С.**, д-р с.-г. наук, професор  
*Білоцерківський національний аграрний університет*  
[Svetlana.tsehmistrenko@gmail.com](mailto:Svetlana.tsehmistrenko@gmail.com)

## НОВІТНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ У ЗАХИСТІ РОСЛИН

Сучасні біотехнології відіграють ключову роль у розробці ефективних методів захисту рослин від шкідників, патогенів та абіотичних стресів. Використання інноваційних підходів, зокрема генетичної інженерії, мікробних біопрепаратів, нанотехнологій та біоінженерних платформ, відкриває нові можливості для створення екологічно безпечних стратегій агровиробництва.

**Ключові слова:** біонанотехнології, мікробні біопрепарати, біосенсиори, стійкість рослин, екологічна безпека, інтелектуальні агросистеми.

**Tsehmistrenko S. I.**, doctor of agricultural sciences, professor  
**Bityutskyy V. S.**, doctor of agricultural sciences, professor  
**Tsehmistrenko O. S.**, doctor of agricultural sciences, professor  
*Bila Tserkva National Agrarian University*

## LATEST BIOTECHNOLOGY IN PLANT PROTECTION

Modern biotechnology plays a key role in the development of effective methods of plant protection against pests, pathogens and abiotic stresses. The use of innovative approaches, such as genetic engineering, microbial biological products, nanotechnology and bioengineering platforms, opens up new opportunities for creating environmentally friendly agricultural production strategies.

**Keywords:** bionanotechnology, microbial biologicals, biosensors, plant resistance, environmental safety, intelligent agricultural systems.

Сучасні біотехнології відіграють ключову роль у розробці ефективних методів захисту рослин від шкідників, патогенів та абіотичних стресів. В умовах глобальних кліматичних змін, виснаження природних ресурсів та зростання попиту на продовольство біотехнологічні інновації стають критично важливими для сталого сільського господарства. Використання інноваційних підходів, зокрема генетичної інженерії, мікробних біопрепаратів, нанотехнологій та біоінженерних платформ, відкриває нові можливості для створення екологічно безпечних стратегій агровиробництва. Ці технології дозволяють не лише підвищити врожайність та стійкість культур до захворювань, а й значно знизити використання хімічних препаратів, що має важливе значення для

збереження екосистем та зменшення забруднення навколишнього середовища [1, 2]. Крім того, біотехнології сприяють підвищенню ефективності використання водних ресурсів, що є особливо актуальним у регіонах із обмеженим водопостачанням. Таким чином, розвиток і впровадження новітніх біотехнологічних рішень у захисті рослин є стратегічним завданням сучасного агропромислового комплексу.

Генетичні модифікації, засновані на CRISPR-Cas, забезпечують цілеспрямоване редагування геномів, що сприяє підвищенню резистентності рослин до хвороб і несприятливих умов середовища [5]. Завдяки цьому можна значно зменшити використання пестицидів та синтетичних фунгіцидів, що позитивно впливає на екологічну безпеку. Впровадження технологій геномного редагування дозволяє знижувати втрати врожаю за рахунок модифікації стійкості до вірусів, грибкових інфекцій та шкідників, що особливо актуально для регіонів з високим ризиком поширення патогенів. Також сучасні підходи до генетичної модифікації включають створення трансгенних рослин з підвищеною ефективністю засвоєння поживних речовин, що сприяє оптимізації використання добрив та підвищенню продуктивності агросистем. Крім того, CRISPR-Cas активно використовується для розробки рослин, що краще адаптуються до змін клімату, включаючи екстремальні температури, засуху та підвищену концентрацію вуглекислого газу. Застосування молекулярних біотехнологій також відкриває можливість підвищення харчової цінності рослин шляхом регуляції синтезу вторинних метаболітів, таких як поліфеноли, антиоксиданти та вітаміни. Це має велике значення для виробництва продовольства у змінених кліматичних умовах та забезпечення стабільного постачання поживних речовин для населення [6].

Дослідження у сфері мікробних біопрепаратів зосереджені на використанні ризосферних мікроорганізмів, здатних індукувати імунітет рослин. Ці мікроорганізми виконують ряд функцій, зокрема стимуляцію росту рослин через синтез фітогормонів, підвищення доступності поживних речовин у ґрунті та конкуренцію з патогенними мікроорганізмами. Ідентифікація метаболітів антагоністичних бактерій і грибів, що володіють фунгіцидними та бактерицидними властивостями, є одним з пріоритетних напрямів у біозахисті рослин. Метаболіти цих мікроорганізмів можуть включати антибіотики, сидерофори, ферменти, що розкладають клітинні стінки патогенів, а також леткі органічні сполуки, які змінюють мікробне середовище навколо кореневої системи рослин. Використання біопрепаратів на основі бактеріальних ендofітів може значно зменшити потребу в синтетичних пестицидах, що сприятиме екологічній стабільності агроекосистем [7]. Дослідження також показують, що застосування ендofітних бактерій може сприяти збільшенню стійкості рослин до абіотичних стресів, таких як посуха, засолення та екстремальні температури. Крім того, біопрепарати можуть бути комбіновані з іншими методами біологічного контролю для досягнення комплексного захисту рослин, включаючи використання корисних комах-ентомофагів, індукцію системного імунітету рослин та застосування природних сполук, що активують механізми захисту на клітинному рівні. Подальший розвиток цієї сфери сприятиме створенню високоефективних біологічних систем захисту, які забезпечать стабільну врожайність і мінімізують негативний вплив аграрної діяльності на навколишнє середовище.

Розвиток нанотехнологій у сільському господарстві сприяє розробці наноструктурованих пестицидів із пролонгованим вивільненням, що знижує токсичність традиційних хімічних засобів і водночас забезпечує високий рівень захисту культур.

Використання наноматеріалів дозволяє значно підвищити ефективність пестицидів завдяки їхній здатності до контрольованого вивільнення активних речовин, що мінімізує їхнє негативне екологічне навантаження [7]. Наночастинки можуть служити транспортними системами для діючих речовин, забезпечуючи їхню спрямовану дію на цільові організми та знижуючи ймовірність розвитку резистентності у шкідників.

Окрім захисту рослин від біотичних факторів, нанотехнології відкривають нові можливості для покращення їхнього фізіологічного стану. Зокрема, використання наноматеріалів може підвищити ефективність фотосинтезу шляхом посилення поглинання світла та активації ферментативних процесів у рослинних клітинах [8]. Це сприяє кращому засвоєнню вуглецю, що позитивно позначається на біомасі та врожайності. Нанотехнологічні добрива, зокрема ті, що містять мікроелементи у формі наночастинок, здатні швидше проникати у клітини рослин і забезпечувати їх необхідними поживними речовинами, мінімізуючи втрати через вилуговування у ґрунті [3].

Інноваційні підходи в нанотехнологіях також включають розробку біосенсорів на основі наночастинок, які можуть виявляти фітопатогени на ранніх стадіях розвитку інфекції. Завдяки високій чутливості таких систем можна значно покращити своєчасність і точність застосування засобів захисту рослин. Інтеграція цих рішень у сучасні системи точного землеробства відкриває можливість для розробки комплексних стратегій управління врожайністю, що базуються на мінімальному використанні хімічних засобів і зниженні впливу на навколишнє середовище [4].

Біоінженерні платформи дозволяють здійснювати комплексний моніторинг стану рослин у режимі реального часу завдяки мультиплексним біосенсорним системам та алгоритмам машинного навчання. Сучасні сенсорні технології, інтегровані у систему точного землеробства, дають змогу відстежувати широкий спектр фізіологічних показників рослин, включаючи концентрацію фітогормонів, рівень абіотичних стресів і рівень вологозабезпеченості. Це дозволяє не лише оцінювати поточний стан культур, а й прогнозувати їхню реакцію на зміну навколишнього середовища.

Інтеграція IoT-рішень (процес передачі даних між будь-якими фізичними пристроями) у систему моніторингу агроєкосистем сприяє підвищенню ефективності використання агротехнологій. Завдяки високоточним сенсорним системам агрономи отримують дані про мікроклімат, якість ґрунту та динаміку патогенних процесів. Інтелектуальні алгоритми обробки інформації аналізують великі обсяги даних у реальному часі та автоматично визначають оптимальні стратегії догляду за рослинами. Використання датчиків для визначення концентрації фітогормонів, виявлення патогенів та оцінки рівня вологості дозволяє фермерам і науковцям приймати оперативні рішення щодо обробки насаджень, що мінімізує ризики втрати врожаю.

Поєднання IoT із технологіями великих даних (Big Data) дає змогу не лише контролювати поточний стан посівів, а й прогнозувати майбутні ризики та оптимізувати використання ресурсів. Завдяки машинному навчанню системи можуть адаптуватися до змінних умов, визначаючи найкращі періоди для внесення добрив або використання біопрепаратів. Подальший розвиток біоінженерних платформ сприятиме інтеграції роботизованих систем для автоматизованого догляду за рослинами, що значно підвищить ефективність аграрного виробництва та зменшить негативний вплив на довкілля.

Застосування новітніх біотехнологій у захисті рослин має значний потенціал для формування концепцій точного землеробства, зниження пестицидного навантаження на

агроекосистеми та адаптації сільського господарства до кліматичних змін. Подальший розвиток галузі сприятиме створенню багатофункціональних технологічних платформ, що відповідатимуть сучасним викликам екологічної безпеки та продовольчої незалежності.

Важливим напрямом досліджень залишається вивчення впливу біотехнологічних методів на біорізноманіття та екосистеми, що допоможе розробити стратегії екологічно безпечного землеробства. Майбутнє біотехнологічних рішень у захисті рослин залежить від ефективної взаємодії наукової спільноти, сільськогосподарських виробників і регуляторних органів для впровадження стійких та інноваційних практик.

#### Список літератури

1. Цехмістренко С. І., Бітюцький В. С., Цехмістренко О. С., Демченко О. А., Тимошок Н.О., Мельниченко О. М. Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання / за редакцією С. І. Цехмістренко. Біла Церква, 2022. 270 с.
2. Bityutskii V., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O., Demchenko A. Eco-friendly biotechnology for biogenic nanoselenium production and its use in combination with probiotics in poultry feeding: innovative feeding concepts. International scientific innovations in human life. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. *Cognum Publishing House*. 2022. P.13–21.
3. Demchenko A., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Tsekhmistrenko O., Kharchyshyn V. Synthesis of functionalized selenium nanoparticles with the participation of flavonoids. Multidisciplinary academic notes. Theory, methodology and practice. Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan. 2022. P. 29–35.
4. Lankinen Å., Witzell J., Aleklett K., Furenhed S., Karlsson Green K., Latz M., Grenville-Briggs L. Challenges and opportunities for increasing the use of low-risk plant protection products in sustainable production. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2024. №44(2). P. 21.
5. Oberemok V. V., Laikova K. V., Gal'chinsky N. V. Contact unmodified antisense DNA (CUAD) biotechnology: list of pest species successfully targeted by oligonucleotide insecticides. *Frontiers in Agronomy*. 2024. № 6. e.1415314.
6. Shahid M., Gaur R. (Eds.). *Molecular Dynamics of Plant Stress and Its Management*. Springer Nature Singapore. 2024.
7. Sun Z., Zhao R., Yu M., Liu Y., Ma Y., Guo X., Wu X. Enhanced dosage delivery of pesticide under unmanned aerial vehicle condition for peanut plant protection: tank-mix adjuvants and formulation improvement. *Pest Management Science*. 2024. №80(3). P. 1632–1644.
8. Tsekhmistrenko S. C., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko O., Merzlo S., Tymoshok N., Melnichenko A., Yakymenko I. Bionanotechnologies: synthesis of metals' nanoparticles with using plants and their applications in the food industry: a review. *The J. of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2021. № 10(6). e1513.