

Mannae, sive Festuca Fluitante. Viennae: J. Th. von Trattner, 1775. 35 p. URL: <https://digital.ub.uni-duesseldorf.de/vester/content/pageview/1216326>

13. Rączynski G. Historia naturalis curiosa Regni Poloniae, Magni Ducatus Lituaniae, annexarumque, provinciarum, in tractatus XX divisa: Ex scriptoribus probatis, servata primigenia eorum phrasi in locis plurimis, ex M.S.S. variis, Testibus oculatis, relationibus side dignis, experimentis. Sandomiriae: Typis Collegii Soc. Jesu, 1721. [16], 456, [16] p.

УДК 57.047:637:338.439.5

С.І. Цехмістренко, д-р с.-г. наук, проф. (БНАУ, Біла Церква)

В.С. Бітюцький, д-р с.-г. наук, проф. (БНАУ, Біла Церква)

О.О. Данченко, д-р с.-г. наук, проф. (ТДАТУ, Мелітополь)

Н.О. Тимошок, канд. біол. наук (ІМВ ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ)

ЗАСТОСУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЙ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕЧНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

У сучасних умовах трансформації аграрної політики України на шляху до євроінтеграції біотехнології стають стратегічним інструментом у забезпеченні харчової безпеки, сталого розвитку сільського господарства та конкурентоспроможності продукції на міжнародному ринку. Особливої ваги ця тема набуває в умовах повномасштабної війни, яка радикально вплинула на всі ланки агропродовольчого ланцюга: від виробництва до споживання. Знищення інфраструктури, скорочення поголів'я, дестабілізація логістики, обмеження у доступі до ветеринарних препаратів і систем державного моніторингу – все це створює серйозні ризики для здоров'я населення та стабільності економіки. У таких умовах біотехнологічні інновації виступають не лише технологічним, а й гуманітарним інструментом відновлення аграрного сектору [1].

Застосування сучасних молекулярних методів діагностики, таких як ПЛР у реальному часі, LAMP-ампліфікація (loop-mediated isothermal amplification), NGS-секвенування та CRISPR-аналіз, забезпечує високочутливе та специфічне виявлення бактеріальних, вірусних та паразитарних інфекцій у тварин [5].

Полімеразна ланцюгова реакція у реальному часі (RT-PCR) дозволяє не лише ідентифікувати патоген, а й оцінити його кількісні показники. Це важливо для моніторингу інфекційного навантаження та ефективності терапевтичних заходів. Метод широко застосовується для діагностики бруцельозу, лептоспірозу, мікоплазмозу та багатьох інших інфекцій, що мають велике епізоотичне значення.

LAMP-ампліфікація є швидким, доступним і польовим методом, що не потребує складного обладнання. Завдяки високій толерантності до інгібіторів, метод ефективний у польових умовах і дозволяє отримати результат менш ніж за

60 хвилин. Зокрема, метод продемонстрував ефективність при діагностиці африканської чуми свиней, де точне локалізування спалахів протягом 30–45 хвилин дозволяє вжити оперативних заходів для стримування інфекції.

Секвенування нового покоління (NGS) дає змогу провести повний геномний аналіз збудників, виявити нові або мутовані штами, а також вивчити мікробіомні профілі популяцій тварин. Такий підхід дозволяє прогнозувати поширення інфекцій та адаптувати профілактичні заходи.

Система CRISPR/Cas використовується не лише як інструмент редагування геному, а й як високоінформативна платформа для діагностики. Висока специфічність і можливість проведення аналізу безпосередньо в польових умовах роблять CRISPR-діагностику надзвичайно перспективною для біобезпеки у тваринництві.

Загалом, інтеграція цих методів у ветеринарну діагностику значно підвищує ефективність виявлення патогенів, скорочує час на встановлення діагнозу, підвищує рівень біозахисту поголів'я та дозволяє краще контролювати епідеміологічну ситуацію, особливо у зонах бойових дій і на деокупованих територіях, де ризик інфекцій особливо високий через порушення санітарного нагляду та зниження інституційної спроможності державних структур.

Біосенсорні системи нового покоління – на основі наноматеріалів, металевих та неметалевих наночастинок, а також ферментативних елементів – дають змогу з високою точністю виявляти залишки ветеринарних препаратів, мікотоксини (афлатоксин, охратоксин), важкі метали (Cd, Pb, Hg), а також залишки гормонів у м'ясі, молоці та яйцях [6]. Крім того, наночастинок можуть слугувати носіями біоактивних молекул для таргетованої доставки діагностичних реагентів, що робить діагностику швидшою, дешевшою і доступнішою для фермерських господарств. Окрім того додавання до корму біотехнологічно синтезованих наночастинок здатне підвищити продуктивність тварин та якість продукції [2]. Це особливо актуально для виробників, які прагнуть отримати сертифікацію для експорту в країни ЄС, де діють суворі регламенти на вміст залишкових речовин у продуктах тваринного походження.

Використання пробіотиків, пребіотиків і синбіотиків у годівлі тварин та птиці сприяє зниженню частоти захворювань, покращенню гематологічних показників і підвищенню коефіцієнта конверсії корму [7].

Розробка та впровадження вакцин на основі рекомбінантних білків, векторних платформ (напр. аденовірусних) та РНК-технологій відкриває нові можливості для профілактики небезпечних захворювань тварин [4]. Станом на 2023 рік у ЄС схвалено понад 30 ветеринарних рекомбінантних вакцин, більшість із яких демонструють вищу специфічність, мінімальні побічні ефекти та кращу термостабільність у порівнянні з традиційними препаратами.

Не менш важливим є впровадження геномної селекції на основі аналізу SNP-маркерів, що дозволяє ідентифікувати тварин із підвищеною стійкістю до маститів, респіраторних інфекцій, паразитарних інвазій [1]. Наприклад, у великій рогатій худобі алелі гена CXCR1 пов'язані зі зниженою схильністю до клінічного

мастити. Епігенетичні дослідження, що охоплюють метиломний профіль клітин, виявляють маркери стресостійкості та адаптивного потенціалу молодняка.

Усі ці технології не можуть бути повноцінно реалізовані без відповідної інфраструктури та нормативної підтримки. Серед основних викликів слід виділити відсутність цілісної законодавчої бази для реєстрації біопрепаратів, недостатню кількість акредитованих лабораторій, фрагментарність моніторингу, а також обмеження у доступі до міжнародних програм наукового обміну. Зруйновані лабораторні корпуси, нестача реактивів, втрата кадрів унаслідок евакуації науковців – усе це потребує оперативної реакції з боку держави та міжнародної спільноти.

Водночас існують позитивні тренди: зростає кількість спільних проєктів із європейськими інституціями (наприклад, EU4Health, Horizon Europe, BioEFM4Agro), формуються кластери біобезпеки при аграрних університетах, започатковуються сертифікаційні курси для підвищення кваліфікації фахівців. Крім того, війна стимулювала розвиток інноваційної дії з боку приватного сектора, який інвестує у біотехнології як у стратегію виживання та розвитку в умовах кризи.

Таким чином, біотехнології є не лише інструментом безпечного тваринництва, а й важливим елементом національної безпеки в умовах війни. Вони дозволяють компенсувати брак традиційних ресурсів, оптимізувати виробничі процеси та оперативно реагувати на нові біологічні загрози. Впровадження біотехнологій в аграрному секторі вимагає комплексного підходу, що включає міждисциплінарну співпрацю, розвиток наукової інфраструктури, адаптацію освітніх програм до сучасних викликів, а також оновлення технічного регламенту відповідно до стандартів ЄС. Важливою складовою успішної інтеграції біотехнологій є створення умов для відкритої наукової екосистеми, що сприяє трансферу знань і технологій між академічними установами, агропідприємствами та регуляторними органами. Крім того, необхідно впроваджувати системи біоетичної та екологічної оцінки нових технологій, аби уникнути потенційних ризиків. У довгостроковій перспективі саме біотехнології мають потенціал стати фундаментом для формування нової моделі агропродовольчої системи України – стійкої до криз, екологічно відповідальної, економічно ефективною, інноваційною та глибоко інтегрованою у європейський науково-технологічний простір.

Інформаційні джерела

1. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С. (2025). Роль біохімії та біотехнології для органічного виробництва сільськогосподарських культур. Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин: матеріали I міжнар. наук.-практ. конф., (БНАУ, 20 березня 2025 р.), 25–29.

2. Цехмістренко С.І., Бітюцький В.С., Цехмістренко О.С., Демченко О.А., Тимошок Н.О., Мельниченко О.М. (2022). Екологічні біотехнології “зеленого” синтезу наночастинок металів, оксидів металів, металоїдів та їх використання: наукова монографія. Біла Церква, 270 с.

3. Bagger, F. O., Borgwardt, L., Jespersen, A. S., Hansen, A. R., Bertelsen, B., Kodama, M., & Nielsen, F. C. (2024). Whole genome sequencing in clinical practice. *BMC medical genomics*, 17(1), 39.

4. Jayakrishnan, A., Wan Rosli, W. R., Tahir, A. R. M., Razak, F. S. A., Kee, P. E., Ng, H. S., ... & Liew, K. B. (2024). Evolving paradigms of recombinant protein production in pharmaceutical industry: a rigorous review. *Sci*, 6(1), 9.

5. Rolando, J. C., Melkonian, A. V., & Walt, D. R. (2024). The present and future landscapes of molecular diagnostics. *Annual Review of Analytical Chemistry*, 17.

6. Tsekhmistrenko S., Bityutskyy V., Tsekhmistrenko O., Merzlov S., Tymoshok N., Melnichenko A., Polishchuk S., Demchenko A., Yakymenko I. (2021). Bionanotechnologies: synthesis of metals' nanoparticles with using plants and their applications in the food industry: a review. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(6), e1513.

7. Tsekhmistrenko S.I., Polishchuk V.M., Rol N.V., Polishchuk S.A. (2025). "Green" nanoparticles of metals and nonmetals in animal and poultry feeding. Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи: матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції, Житомир. – 204–205.

УДК 657:005.57:004

Є.Л. Чміль, здоб. ст. д-ра філос. (ДБТУ, Харків)

УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: АДАПТАЦІЯ КРАЩИХ ПРАКТИК ЄС

У сучасній науковій парадигмі цифрова трансформація підприємств дедалі більше сприймається не лише як інструмент модернізації виробничих процесів, а як всеосяжний вектор стратегічного управління інноваційним розвитком, що інтегрує цифрові технології, культурно-інституційні трансформації, глобальну мобільність знань і постійне вдосконалення управлінських практик. У цьому контексті ефективне управління інноваційним розвитком потребує не тільки впровадження технологічних новацій, а й глибокого розуміння логіки цифрової економіки, принципів відкритих інновацій та здатності до організаційної адаптації. Особливої актуальності набуває імплементація кращих практик Європейського Союзу, що демонструють синергію між урядовою підтримкою, академічною мобільністю та приватною ініціативністю [1, с. 80].

Адаптація успішних європейських підходів до українських реалій передбачає формування інституційної екосистеми, що здатна підтримувати постійне вдосконалення та швидке масштабування інноваційних рішень. Це, зокрема, стосується інтеграції в систему управління інноваціями цифрових платформ, хмарних сервісів, великих даних, інструментів блокчейн-верифікації та штучного інтелекту (табл. 1).