



Механізація, електрифікація

УДК 631.147

© 2025

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ БІОЛОГІЗОВАНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

І.М. Беспалов¹, О.М. Нікіпелова²

¹кандидат технічних наук, ²доктор хімічних наук, професор

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»

Національної академії аграрних наук України

вул. Маяцька дорога, 26, смт Хлібодарське Одеського р-ну Одеської обл., 67667, Україна

e-mail: ¹inbesp@gmail.com, ²olena.nikihelova2020@gmail.com

ORCID: ¹0000-0001-6063-6842, ²0000-0003-3167-6970

Надійшла 4.12.2024

Мета. Обґрунтувати наукові підходи до комплексного оцінювання біологізованих агротехнологій для їх вибору та оптимізації. **Методи.** Системний (структурне вивчення об'єкта); міждисциплінарні дослідження (сукупність синтетичних, інтегративних засобів); експертно-описовий (аналіз літератури та інших джерел). **Результати.** Подальший розвиток екологізації землеробства потребує використання системних підходів та інформаційної бази для проєктування біологізованих агротехнологій відповідно до умов конкретного сільсько-господарського підприємства та агроландшафту. Визначено вимоги та показники оцінки (технологічні K_t , екологічні K_e та економічні K_o) агротехнології згідно з розробленою методикою оцінювання. Біологізація здійснюється синтезом варіантів біотехнологічних альтернатив (БТА), їх комплексного оцінювання з вибором оптимального варіанта та внесенням його до базової агротехнології. Наведено функціональну схему підсистеми базових біотехнологічних альтернатив в адаптивній системі землеробства, яка містить системи захисту, удобрення та компостування, а також її зв'язки з проєктуванням БТА, засобами біологізації, які є на ринку, та наявною відповідною нормативною і технологічною документацією. **Висновки.** Сформовано методичний підхід до комплексного оцінювання біологізованих агротехнологій, який можна представити у вигляді 5 алгоритмічно пов'язаних етапів. Варіант визначає так званий об'єкт проєктування для кожного елемента типової технології. Найчастіше таких елементів 3 – 4. Якщо варіант не відповідає обраним критеріям, синтезується новий і повторюється цикл розроблення.

Ключові слова: агротехнічні заходи, біотехнологічні альтернативи, показники оцінки, методичні підходи, функціональна схема комплексу базових біотехнологічних альтернатив.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202501-06>

На сучасному етапі продовольче забезпечення значної частини населення є однією з головних програмних цілей кожної держави [1, 2].

Нині питання збільшення виробництва екологічно чистої аграрної продукції, підвищення його економічної та екологічної ефективності належить до пріоритетних завдань забезпечення продовольчої безпеки країни [3–5]. Для забезпечення національної продовольчої незалежності в Україні у воєнний та післявоєнний час потрібно створювати умови для інноваційного розвитку аграрного сектору економіки на основі пришвидшеного вдосконалення його техніко-технологічної бази та широкого впровадження інноваційних технологій [6, 7].

Стратегія розвитку сучасного землеробства полягає не в розширенні посівних площ, а поліпшенні їх використання через застосування добрив, вискоелективних та екологічно чистих засобів захисту рослин, посиленні селекційної роботи.

Сучасний розвиток землеробства потребує впровадження нових біологізованих агротехнологій, що зменшують навантаження на агробіоценоз. Для ефективного використання родючості ґрунту та генетичного потенціалу рослин ученими розроблено й рекомендовано агротехнології вирощування сільськогосподарських культур, застосування яких значно підвищить ступінь використання біокліматичного потенціалу для підвищення врожайності та якості продукції.

У країнах світу впровадження нових інноваційних агротехнологій залежить від сучасного стану аграрної науки і потреб сільськогосподарського виробництва [8–13]. Останніми роками було розроблено передові технології для поліпшення багатьох аспектів сільського господарства [14]. Завдяки цифровізації світова економіка увійшла в нову фазу [15].

Датчики, дрони, метеорологічні супутники, інтелектуальні алгоритми програмного забезпечення та роботи, програми спільного оцінювання — лише деякі приклади технологій [16–19].

За нинішніх умов ефективність сільськогосподарського виробництва можна забезпечити використанням економічно обґрунтованого методу його ведення з обов'язковим застосуванням прогресивних технологій. Критерієм діяльності такого сільського господарства має стати не лише збільшення обсягів виробництва, а й прагнення до зниження його собівартості, отримання максимального прибутку та збереження природних ресурсів [20].

Комплексна система оцінювання біологізованих агротехнологій дає змогу об'єктивно оцінити та одержати конкретний результат для забезпечення вибору та її впровадження. При цьому слід звернути увагу на оцінювання, яке має прямий або опосередкований вплив на ухвалення рішень, пов'язаних із вибором інноваційних агротехнологій, їх впровадженням у конкретній ґрунтово-кліматичній зоні, визначеному сільськогосподарському підприємстві. Тому спочатку потрібно визначитися з об'єктом оцінювання — конкретною агротехнологією та суб'єктом оцінювання — конкретним агропромисловим підприємством, фермерським господарством тощо.

Оцінювання агротехнологій варто розглядати як важливий бізнес-процес, який дає змогу виявити їх сильні і слабкі сторони та визначити шляхи впровадження в сільськогосподарську практику, дослідити їх економічну ефективність.

Мета досліджень — обґрунтувати наукові підходи до комплексного оцінювання біологізованих агротехнологій для їх вибору та оптимізації.

Матеріали та методи досліджень. Системний (структурне вивчення об'єкта); між-

дисциплінарні дослідження (сукупність синтетичних, інтегративних засобів); експертно-описовий (аналіз літератури та інших джерел).

Результати досліджень. Під час формування методичних підходів до комплексного оцінювання агротехнологій важливо враховувати галузеві особливості щодо їх майбутнього застосування. Оцінювання інноваційного потенціалу наукових розробок, пошук шляхів підвищення ефективності агротехнологій на рівні конкретної підгалузі та окремих аграрних підприємств потребують формування відповідного методичного обґрунтування. Оскільки в теорії та практиці впровадження нових агротехнологій немає загального показника, який характеризує їх інноваційний потенціал [21]. Оцінювання — інструмент, що забезпечує конкурентоспроможність сільськогосподарського підприємства, бо дає змогу своєчасно виявити та вибрати потрібну та економічно перспективну агротехнологію, отримати конкурентні переваги, водночас є регулятором продуктивності підприємства.

Для комплексного оцінювання агротехнологій необхідно використовувати показники, які б представляли сучасні розробки агроекологічної науки та результати використання біотехнологічних альтернатив (БТА).

До основних показників належать матеріаломісткість технології, безпека та економічна ефективність виробництва, відходи тощо. Скажімо, комбіновані машинно-тракторні агрегати виконують за 1 прохід полем кілька технологічних операцій, унаслідок чого знижуються витрати палива на одиницю вирощеної продукції та зменшується ущільнення ґрунту ходовими системами тракторів і сільськогосподарських машин [22–25].

Потрібно також показати ступінь біологізації і впливу на навколишнє середовище — опис впливу технологічних схем вирощування на родючість ґрунту, зміни фітоценозу, урожайність сільськогосподарських культур, якість продукції, можливості зниження собівартості продукції під час застосування конкретної технології

вирощування, рівень негативного впливу на навколишнє середовище [26].

Сформовано методичний підхід до комплексного оцінювання біологізованих агротехнологій, який представлено у вигляді 5 алгоритмічно пов'язаних етапів: I — формування мети оцінювання агротехнологій; II — виокремлення ключових пріоритетних завдань оцінювання; III — виокремлення критеріїв оцінювання агротехнологій; IV — розрахунок і порівняння критеріїв оцінювання; V — ухвалення управлінських рішень за результатами оцінювання.

У сучасних умовах для забезпечення сталого функціонування агроєкосистем необхідні альтернативні підходи до розроблення агротехнологій, які ґрунтуються на концепції біологізації рослинництва, що зумовлено інтересами відтворення родючості ґрунту, зменшенням матеріально-грошових витрат на виробництво продукції рослинництва та негативного впливу токсичних речовин на агросистеми.

Методику оцінювання біологізованих агротехнологій застосовують з урахуванням наявності інформації по АТП в базах даних, технологіях, інструкціях або в інших джерелах (рис. 1). Ця інформація має бути достатньою для опису технологічної операції та визначення результатів її виконання на етапі проєктування. Кожний варіант визначає так званий об'єкт проєктування — далі ОПі. Їх множина відображається 2-рівневим номером, перший i — номер елемента технології, другий j — номер варіанта. Варіанти формуються за принципом дії (структурний) і кількісним значенням певного параметра (параметричний). Для кожної i -групи ОП визначають або розробляють необхідні АТП і визначають вимоги та критерії оцінювання (технологічні K_t , екологічні K_e та економічні K_o), згідно з розробленою методикою оцінювання.

Для конкретного об'єкта оцінювання визначають основні показники біотехнології та методики їх розрахунків. Для технологічних показників P_t рекомендують коефіцієнт комплексного оцінювання на конкурентоспроможність інноваційної агротехнології щодо базової, який містить

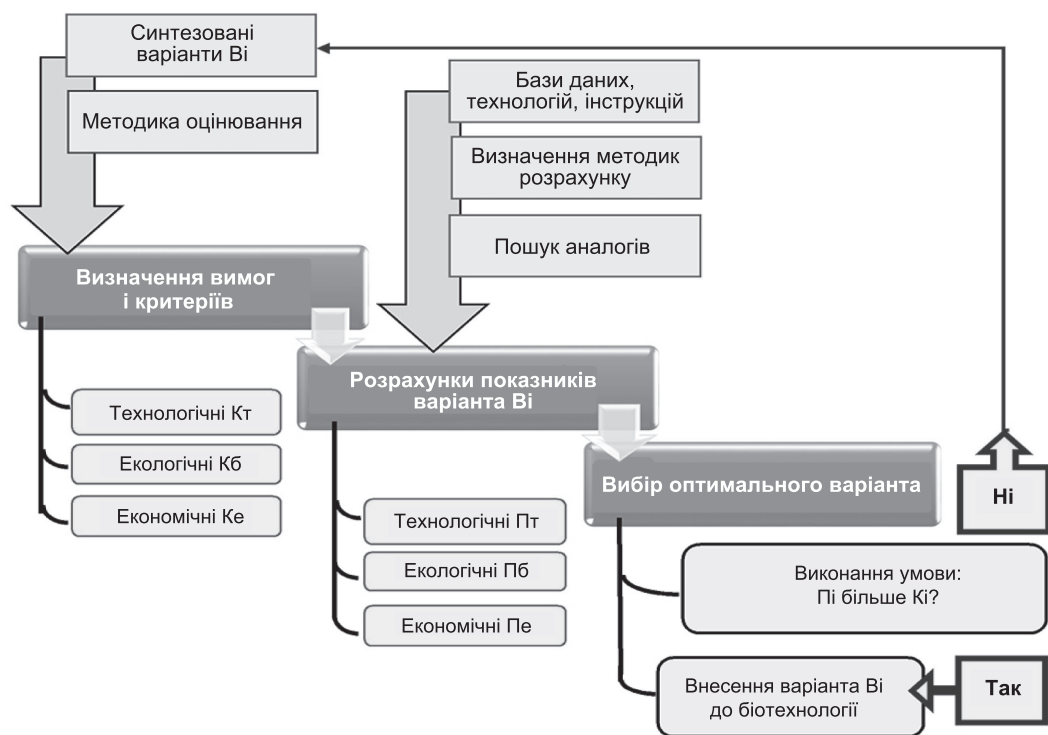


Рис. 1. Методика оцінювання біологізованих агротехнологій

коефіцієнти енергетичного, інтегрального оцінювання і технічного рівня [27], ступінь забезпечення господарств машинно-тракторним парком нового покоління [28, 29], застосування супутникових систем точного землеробства [30, 31], ступінь використання нанотехнологій [32–36] та інформаційно-телекомунікаційних технологій [7].

Економічними показниками P_e є: урожайність сільськогосподарських культур, т/га, виробничі витрати, грн/га, повна собівартість урожаю, грн/га, собівартість 1 т зерна, грн, прибуток, грн/га, рівень рентабельності виробництва, % [37, 38].

Екологічними показниками P_e є: коефіцієнт біологізації агротехнології [39–40], екологічні показники ґрунту: біологічні (органічна речовина, гумус) і хімічні (гербіциди, пестициди, мінеральне добриво), параметр екотоксичності [41].

Вибір оптимального варіанта здійснюють порівнянням значень його показників

із критеріями. Якщо виконуються умови — P_i більше K_i , варіант визнають оптимальним, відповідні БТА вносять до біотехнології. Якщо умови не виконуються, синтезується наступний варіант БТА і процедуру оцінювання повторюють.

Після визначення БТА для вибраних елементів агротехнології проводять аналіз реалізованості, взаємодії елементів, часових інтервалів та поєднання їх у складну систему змінених елементів біотехнології, перевірку їх відповідності загальним вимогам і цілям. За невідповідності здійснюється повернення до первинного етапу синтезованого варіанта V_i і виконання нового циклу проектування.

У сучасних умовах виробництво біологічних препаратів і біотехнології отримання насіння безпосередньо в сільгоспвиробників економічно необґрунтовано і в Україні його майже немає. Тому розглядають такі базові БТА [39, 42]: виробництво компостів на основі мікробіологічної



Рис. 2. Функціональна схема комплексу базових біотехнологічних альтернатив

ферментації та культивування безхребетних; застосування ентомологічних і мікробіологічних препаратів захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів; застосування біологічних препаратів для підвищення родючості ґрунту.

Розроблено відповідну функціональну схему підсистеми базових БТА в адаптивній системі землеробства (АСЗ) (рис. 2).

Схема відображає основні зв'язки комплексу БТА в АСЗ (системи захисту, удобрення та підтримки родючості) та зв'язки з навколишнім світом разом із проектуванням БТА, наявністю на ринку необхідної номенклатури засобів біологізації та забезпеченістю їх відповідною технологічною і нормативною документацією.

Кожне сільськогосподарське підприємство має самостійно формувати власну стратегію інноваційного розвитку, забезпечувати послідовність та ефективність впровадження нових технологій, що потребує подальших досліджень, комплексних і чітко систематизованих знань про майбутнє нововведення, вивчення досвіду передових господарств з використання цієї технології, зарубіжного досвіду, проведення детального економічного аналізу можливих результатів з метою забезпечення ефективності процесу виробництва та мінімізації ризиків.

Сучасні системи землеробства мають бути добре адаптованими до місцевих агроландшафтів і лише за таких умов можна досягти високої продуктивності вирощуваних за певної системи землеробства сільськогосподарських культур. Кожне господарство має обирати системи землеробства відповідно до своїх умов [43].

Стабілізувати або навіть підвищити врожайність вирощуваних сільськогосподарських культур у нинішніх умовах господарювання можна за умови оптимізації та чіткого дотримання основних агротехнічних заходів. Найголовніші з них — біологізовані сівозміни [44–48]; вибір виду та сорту рослин [49–50]; передпосівна підготовка ґрунту [51]; дотримання оптимальних строків сівби [52–54]; компенсація елементів мінерального живлення [55, 56]; використання сучасного машинно-тракторного парку [57, 58]; превентивні заходи контролю за фітосанітарним станом [59]; своєчасне збирання культур [60] тощо.

Комплекс показників оцінювання агротехнологій (технологічні K_t , екологічні K_e та економічні K_e) дасть змогу кожному конкретному агропідприємству обрати найефективнішу біологізовану агротехнологію вирощування певної сільськогосподарської культури, яка визначається оптимальним варіантом комплексного

використання біотехнологічних альтернатив та агротехнічних заходів стосовно його умов та агроландшафту.

Отже, лише раціонально підібраний

метод оцінювання, виважено сформована система показників забезпечать об'єктивний аналіз і вибір інноваційних біологізованих агротехнологій.

Висновки

Сформовано методичний підхід до комплексного оцінювання біологізованих агротехнологій, який можна представити у вигляді 5 алгоритмічно пов'язаних етапів. Визначено вимоги і показники оцінювання (технологічні K_m , екологічні K_e та економічні K_o) агротехнології згідно з розробленою методикою оцінювання. Показано функціональну схему підсистеми базових

БТА в адаптивній системі землеробства, яка містить системи захисту, удобрення і компостування, а також її зв'язки з проєктуванням БТА, засобами біологізації, які є на ринку, та наявною відповідною нормативною і технологічною документацією. Відзначено основні агротехнічні заходи, що сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Bespalov I.¹, Nikipelova O.²

Engineering and Technological Institute «Biotehnika» of NAAS; 26 Maiatska Doroha, Str., vil. Khlibodarske, Odesa district, Odesa oblast, 67667, Ukraine; e-mail: ¹INbesp@gmail.com, ²olena.nikipelova2020@gmail.com; ORCID: ¹0000-0001-6063-6842, ²0000-0003-3167-6970.

Scientific approaches to the comprehensive assessment of biologized agricultural technologies

Goal. To substantiate scientific approaches to the comprehensive assessment of biologized agricultural technologies for their selection and optimization. **Methods.** Systemic (structural study of the object); interdisciplinary research (a set of synthetic, integrative means); expert descriptive (analysis of literature and other sources). **Results.** Further development of the greening of agriculture requires the use of systemic approaches and an information base for the design of biologized agricultural technologies under the conditions of a specific agricultural enterprise and agricultural landscape. The requirements and evaluation indicators (technological C_t , ecological C_e , and economic C_o) of agricultural technologies were determined following the developed evaluation methodology.

Biologization was carried out by synthesizing variants of biotechnological alternatives (BTA), their comprehensive evaluation with the selection of the optimal option, and its inclusion in the basic agricultural technology. The functional scheme of the subsystem of basic biotechnological alternatives in the adaptive farming system was presented, which included protection, fertilizer, and composting systems, as well as its connections with the design of BTA, biologization means available on the market, and the available relevant regulatory and technological documentation. **Conclusions.** A methodological approach to the comprehensive assessment of biologized agricultural technologies was formed, which could be presented in the form of 5 algorithmically related stages. The option determined the so-called design object for each element of a typical technology. Most often, there were 3–4 such elements. If the option did not meet the selected criteria, a new one was synthesized and the development cycle was repeated.

Key words: *agrotechnical measures, biotechnological alternatives, evaluation indicators, methodological approaches, functional scheme of the complex of basic biotechnological alternatives.*

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk202501-06>

Бібліографія

1. Candel J.L., Breeman G.E., Stiller S.J., Termeer J.A.M. Disentangling the consensus frame of food security: The case of the EU Common Agricultural Policy reform debate. *Food Policy*. 2014. No. 44. P. 47–58. doi: 10.1016/j.foodpol.2013.10.005

2. Maurel V.B., Brossard L., Garcia F. et al. Agriculture and Digital Technology: Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems. 2022. P. 1–185. 10.17180/wmkb-ty56-en. hal-03604970

3. Сидорук Б.О., Корчинська О.А. Оцінка перспектив розвитку галузі екобезпечного землеробства в Україні. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2018. Вип. 23. С. 384–390.
4. Онезіна В.М., Антощенко В.В. Основи глобальної продовольчої безпеки. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2022. № 1(103). С. 140–149. doi: 10.33216/2220-6310-2022-103-1-6-140-149
5. Soloviova O., Krasnyak O., Cherkaska V., Revkova A. Strategic development of International Corporate Social Responsibility in Agribusiness. *Economics Ecology Socium*. 2022. 6. P. 51–64. doi: 10.31520/2616-7107/2022.6.4-5
6. Марков Р.Р. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку сільськогосподарської техніки для галузей рослинництва. *Інноваційна економіка*. 2019. № 1, 2. С. 187–198.
7. Мордовцев О.С., Андренко О.А., Мордовцев С.М. Концептуальні аспекти використання інформаційно-комунікаційних технологій як основи зміцнення продовольчої безпеки держави. *Економіка та держава*. 2020. № 5. С. 90–95. doi: 10.32702/2306-6806.2022.5.90
8. Ren, Y., Wang M., Gao W. et al. Web-based Agricultural Technology Evaluation Information System: Design, Application and Evaluation. *MATEC Web Conf. 2018. 6th International Forum on Industrial Design (IFID 2018)*. 2018. V. 176. 03005. 6 p. doi:10.1051/mateconf/201817603005
9. Suwanan A.F., Moiroro Rori A., Kurniawan D.T. The critical review of agriculture technological transfer in the era of decentralization. *E3S Web of Conferences. 1st ICADA 2021*. 2021. V. 306. 03021 doi: 10.1051/e3s-conf/202130603021
10. Artificial intelligence in the agri-food sector. Applications, risks and impacts. STUDY Panel for the Future of Science and Technology. European Parliamentary Research Service Scientific Foresight Unit (STOA). PE 734.711. March 2023. 80 p. doi: 10.2861/516636 | QA-09-23-064-EN-N
11. Dara R., Mehdi S., Fard H., Kaur J. Recommendations for ethical and responsible use of artificial intelligence in digital agriculture. *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2022. P. 01–11. doi: 10.3389/frai.2022.884192. eCollection 2022
12. Chaterji S., Delay N., Evans J. et al. Artificial Intelligence for Digital Agriculture at Scale: Techniques, Policy and Challenges. 2020. doi: 10.48550/arXiv.2001.09786
13. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen J. Life Sci*. 2019. 90, 91. 1. P. 1–16. doi: 10.1016/j.njas.2019.100315
14. Pallathadka H., Mustafa M., Sanchez D.T. et al. Impact of machine learning on management, healthcare and agriculture. *Mater. Today: Proc.* 2023. P. 2803–2806. doi: 10.1016/j.matpr.2021.07.04
15. Lorberg D., Janusch H. Transnational Corporations and Fordism in the Digital Era: A Theoretical Explanation and Prediction. Springer Proceedings in Business and Economics, in: Tim A. Herberger & Jörg J. Dötsch (ed.), Digitalization, Digital Transformation and Sustainability in the Global Economy. 2021. P. 173–184. Springer. Handle: RePEc:spr:prbchp:978-3-030-77340-3_13. doi: 10.1007/978-3-030-77340-3_13
16. Bellon M.R. Participatory Research Methods for Technology Evaluation: A Manual for Scientists Working with Farmers. Mexico, D.F.: CIMMYT, 2001. 95 p.
17. *Guideline to Participatory Agricultural Research through Farmer Research Groups (FRGs) for Agricultural Researchers Revised in March 2015 Project for Enhancing Development and Dissemination of Agricultural Innovation through Farmer Research Groups (FRG II)*. 2015. 89 p.
18. Richardson J.W., Bizimana J.-C. Agricultural Technology Assessment for Smallholder Farms in Developing Countries: An Analysis using a Farm Simulation Model (FARMSIM). 2017. 48 p.
19. Trivelli L., Apicella A., Chiarello F. et al. From precision agriculture to Industry 4.0: Unveiling technological connections in the agri-food sector. *British Food J.* 2019. V. 121. No. 8. P. 1730–1743. doi: 10.1108/BFJ-11-2018-0747
20. Сайко В.Ф. Землеробство на шляху до ринку. Київ: Інститут землеробства УААН, 1997. 48 с.
21. Дриженко О.А., Залізко В.Д. Сучасні методи оцінки інноваційного потенціалу підприємств у сільському господарстві України. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2018. Вип. 23. С. 193–196.
22. Кравчук В., Новохацький М., Гусар В. Синтез техніко-технологічних рішень для розкриття і використання ресурсів агробіосфери. *Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке*. 2019. Вип. 24(38). С. 193–201. doi: 10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-20
23. Lebedev A., Lebedev S. Technological adaptation of general purpose tractors. *Machinery and technology of agro-industrial complex*. 2021.

4 (121). P. 17–21. doi: 10.31473/2305-5987-2022-2-31(45)-5

24. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Надикто В.Т. та ін. Дослідження умов раціонального комплектування орних машинно-тракторних агрегатів. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 5(830). С. 60–69. doi: 10.31073/agrovisnyk202205-09

25. Bulgakov V., Aboltins A., Ivanovs S. et al. Theory of Movement of Machine-Tractor Unit with Trailer Haulm Harvester Machine. *Appl. Sci.* 2022. 12(8). 3901. doi: 10.3390/app12083901

26. Кравчук В., Таргоня В., Новохацький М., Майданович М. Про концепцію створення реєстру нових доступних агротехнологій. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки та технологій для сільського господарства України*: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке. 2020. Вип. 27(41). С. 153–161. doi: 10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-14

27. Томашук В.О. Оцінювання NO-TILL технології вирощування кукурудзи на конкурентоспроможність. *Таврійський наук. вісник*. 2018. Вип. 103. С. 129–133.

28. Амонс С.Е. Енергоощадні технології виробництва продукції рослинництва в умовах трансформації земельних відносин. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. № 9. С. 58–73.

29. Адамчук В.В., Грицишин М.І., Насонов В.А., Ратушний В.В. Результати створення технічних засобів для вирощування сільськогосподарських культур за ресурсощадними технологіями. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 147–158. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-19

30. Токарчук Д.М., Фурман І.В. Сучасні енергоефективні технології в АПК України. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 4. С. 100–116. doi: 10.37128/2411-4413-2020-4-7

31. Гончаренко С.І. Інноваційні ресурсозберігаючі технології як фактор підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. *Вісник Харківського НУСГ ім. Петра Василенка*. 2017. Вип. 185. С. 131–142. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdutsg_2017_185_19

32. Прунцева Г.О. Нанотехнології як фактор підвищення рівня виробництва сільськогосподарської продукції у контексті забезпечення продовольчої безпеки країни. *Регіональна економіка*. 2018. № 3. С. 88–96. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/regek_2018_3_13

33. Таран М.В., Шаванова К.Є., Стародуб М.Ф. Біологічний ефект нанокмполімерів

на рослини. *Наук. доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_6_3

34. Дерев'янюк С.В., Васильченко А.В., Каплуненко В.Г. та ін. Перспективи розробки препаратів для сільського господарства на основі наночастинок. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10. С. 44–54. doi: 10.31073/agrovisnyk201910-07

35. Kalenska S., Novytska N., Stolyarchuk T. et al. Nanopreparations in technologies of plant growing. *Agronomy research*. 2021. V. 19(S1). P. 795–808. doi: 10.15159/AR.21.017

36. Duhan J.S., Kumar R., Kumar N. et al. Nanotechnology: The new perspective in precision agriculture. *Biotechnol. Rep. (Amst)*. 2017. V. 15. 11–15. doi: 10.1016/j.BTR.2017.03.002

37. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика). Т. 1. Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур; за ред. П.Т. Саблука, Ю.Ф. Мельника, М.В. Зубця, В.Я. Месель-Веселяка. Київ: ННЦ ІАЕ УААН, 2008. 698 с.

38. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика). Т. 2. Нормативна собівартість і ціни на сільськогосподарську продукцію; за ред. П.Т. Саблука, Ю.Ф. Мельника, М.В. Зубця, В.Я. Месель-Веселяка. Київ: ННЦ ІАЕ УААН, 2008. 650 с.

39. Таргоня В.С., Лісовий М.М., Кириленко Ю.С., Дрозд П.Ю. Інтегроване використання біотехнологічних альтернатив в адаптивних агробіоінженерних системах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 181–192.

40. Сербій В. Екологічний аспект оцінювання агротехнологій в контексті парадигми сталого розвитку. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 4. С. 35–39.

41. Методичні рекомендації. Експресне визначення рівня інтегральної забрудненості та вмісту важких металів біосенсорним біолоюмінісцентним аналізатором на об'єктах ветеринарно-санітарного контролю. Державний науково-дослідний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України. Київ, 2012. 28 с.

42. Таргоня В. Методологічні основи конструювання адаптивних агробіоінженерних систем. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства*

України: зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке. 2014. Вип. 18. Т. 2. С. 14–22. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2014_18%282%29_4

43. *Примак І.Д., Присяжнюк Н.М., Федорук Ю.В.* та ін. Періодизація еволюції вчення про системи землеробства в Україні у контексті розвитку системи сільського господарства. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 2. С. 57–68. doi: 10.33730/2310-4678.2.2023.282757

44. *Benitez M.-S., Shannon L., Osborne R. Michael Lehman.* Previous Crop and Rotation History Effects on Maize Seedling Health and Associated Rhizosphere Microbiome. *Scientific Reports*. 2017. 7. 15709. doi: 10.1038/s41598-017-15955-9

45. *Таргоня В.С., Новохацький М.Л.* Біологізовані сівозміни органічних виробництв в різномісних системах екологічного землеробства. *Органічне виробництво і продовольча безпека*: матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 23–24 травня 2019 р.). С. 5–8.

46. *Центило Л.В.* Продуктивність сівозміни залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 3. doi: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-7

47. *Kabita K.S., Bindu M., Hari P.P.* et al. Diversified Crop Rotation: An Approach for Sustainable Agriculture Production. *Advances in Agriculture*. 2021(2). Article ID 8924087. 9 p. doi: 10.1155/2021/8924087

48. *Akihiro K., Teresa D., Pedro M. Antunes.* Application of plant–soil feedbacks in the selection of crop rotation sequences. *Ecological Applications*. 2022. 32(2). e2501. doi: 10.1002/eap.2501

49. *Моргун В.В., Дубровна О.В., Моргун Б.В.* Сучасні технології отримання стійких до стресів рослин пшениці. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 3. С. 196–214. doi: 10.15407/frg2016.03.196

50. *Потопальський А.І., Кацан В.А.* Нові форми та сорти рослин, отримані згідно з оригінальною технологією прискореної селекції. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10. № 3, 4. С. 72–81. doi: 10.15407/frg2016.03.196

51. *Bezpalko V.V., Stankevych S.V., Zhukova L.V.* et al. Pre-sowing seed treatment in winter wheat and spring barley cultivation. *Ukrainian*

Journal of Ecology. 2020. No 10(6). P. 255–268. doi: 10.15421/2020_291

52. *Кривенко А.І., Почколіна С.В., Безеде Н.Г.* Урожайність та якість зерна перспективних сортів озимої пшениці за різними строками сівби в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 78–85. doi: 10.32851/2226-0099.2019.107.10

53. *Корхова М.М., Коваленко О.А., Поліщук І.С.* Вплив сорту, строку сівби та норми висіву насіння на формування площі листової поверхні рослин пшениці озимої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 14–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2015_1_4

54. *Гуцол Г.В., Овчарук І.І.* Вплив строків сівби на осінній ріст і розвиток пшениці озимої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 2. С. 23–31. doi: 10.37128/2707-5826-2024-2-2

55. *Сметанко О.В., Бурикіна С.І., Кривенко А.І.* Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 33–37. doi: 10.31073/agrovisnyk201808-053

56. *Кривенко А.І.* Оптимізація норм і термінів підживлення пшениці озимої азотними добривами у Південному Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 4. С. 55–62. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)

57. *Крупецьких В.П., Домарацький О.О., Ревтьо О.Я.* Ефективність використання машинно-тракторних агрегатів в рослинництві. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 96–104. doi: 10.32851/2226-0099.2020.111.13

58. *Адамчук В.В., Грицишин М.І., Насонов В.А., Ратушний В.В.* Результати створення технічних засобів для вирощування сільськогосподарських культур за ресурсоощадними технологіями. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 147–158. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-19

59. *Ahmed T., Noman M., Shahid M.* et al. Pathogenesis and Disease Control in Crops: The Key to Global Food Security. *Plants*. 2023. 12. 3266. doi: 10.3390/plants12183266

60. *Frank D.* Assessment of Harvesting Time and Its Influence on Yield Production in Agricultural Crops. *Agrotechnology*. 2024. 13. 359.