

ІННОВАЦІЙНІ ВЕКТОРИ РОЗВИТКУ ТЕПЛИЧНОГО АГРОВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ

INNOVATIVE VECTORS OF DEVELOPMENT OF GREENHOUSE AGRICULTURAL PRODUCTION IN UKRAINE

Анотація. У статті обґрунтовано ключові інноваційні вектори розвитку тепличного агровиробництва України в умовах енергетичних, логістичних і ринкових викликів. Визначено пріоритети енерготехнологічної модернізації, цифровізації, ресурсоефективності, селекційно-біотехнологічного оновлення, конструкційного вдосконалення теплиць та організаційно-ринкової трансформації як основи підвищення конкурентоспроможності галузі.

Ключові слова: тепличне агровиробництво, інновації, цифровізація, енергоефективність, ресурсоефективність, конкурентоспроможність.

Abstract. The article substantiates the key innovative vectors of development of greenhouse agricultural production in Ukraine under energy, logistics, and market challenges. Priority directions include energy-technological modernization, digitalization, resource efficiency, breeding and biotechnological renewal, structural improvement of greenhouses, and organizational-market transformation as a basis for strengthening sectoral competitiveness.

Keywords: greenhouse agricultural production, innovations, digitalization, energy efficiency, resource efficiency, competitiveness.

Тепличне агровиробництво посідає важливе місце у структурі сучасного аграрного підприємництва, оскільки забезпечує можливість стабільного виробництва овочевої продукції в умовах сезонних, кліматичних і ринкових обмежень. Його значення особливо зростає в періоди підвищеної нестабільності, коли відкритий ґрунт сильніше залежить від погодних коливань, дефіциту води, логістичних обмежень і безпекових ризиків. У міжнародних дослідженнях підкреслюється, що захищений ґрунт створює передумови для підвищення врожайності, продовження виробничого сезону, покращення якості продукції та більш раціонального використання ресурсів. Разом із цим саме тепличне господарство стає одним із ключових середовищ упровадження цифрових, енергозберігаючих і біотехнологічних рішень, що безпосередньо пов'язує його розвиток із логікою інноваційного підприємництва.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в Україні тепличне агровиробництво розвивається в умовах одночасного впливу кількох груп факторів: зростання вартості енергоносіїв, порушення логістики, потреби у швидкій адаптації до змін попиту, посилення конкуренції з імпоротною продукцією, а також необхідності технологічного оновлення виробництва. Національний банк України у своїх оглядах неодноразово відзначав, що на ціни тепличних овочів у 2024-2025 роках впливали дефіцит і висока вартість електроенергії, проблеми зберігання, блокування окремих логістичних маршрутів та загалом високі виробничі витрати. Це означає, що традиційна модель тепличного господарства,

побудована переважно на екстенсивному використанні ресурсів, дедалі більше втрачає стійкість, а формування конкурентних переваг починає пряму залежати від інноваційності виробничих і управлінських рішень.

У сучасних дослідженнях тепличне агровиробництво розглядається як високотехнологічний сегмент аграрного підприємництва, у якому конкурентоспроможність визначається поєднанням енергоефективності, цифрового управління та ресурсозбереження. У праці Акрамі М., Салах А. Х., Джаваді А. А., Фатх Х. Е., Хассанейн М. Дж., Фармані Р., Негм А. [1] теплиця трактується як складна система контрольованого середовища, де ключове значення мають вентиляція, мікроклімат і раціональне використання води та енергії. Говард Д. А., Ма Ч., Вейє К., Клаусен А., Ослонг Й.М., і Йоргенсен Б.Н. [2] доводять, що цифрові двійники, IoT, big data та AI дають змогу оптимізувати виробничі процеси й енергоспоживання, а Караніса Т., Ашур Є., Уаммі А., Саяді С. [3] підкреслюють, що smart greenhouse є практичним втіленням точної аграрної системи. Огляд Аль-Наджаді Р., Аль-Мулла Ю., і Гохер К. [4] показує, що новий етап розвитку теплиць пов'язаний з інтеграцією штучного інтелекту, робототехніки та автономних систем управління.

В українській науковій думці проблематика розвитку овочівництва захищеного ґрунту також має вагоме опрацювання. В.О. Чайка [5] акцентує увагу на стратегічних напрямках розвитку галузі в умовах євроінтеграції. Л.О. Лещенко [6] обґрунтовує необхідність удосконалення ринку овочів захищеного ґрунту на основі підвищення ефективності виробництва. С.А. Вдовенко [7] зосереджується на інноваціях у технологіях вирощування овочевих рослин у закритому ґрунті, а І.Л. Гаврись [8] досліджує розширення асортименту культур закритого ґрунту як резерв підвищення економічної результативності галузі. Отже, і зарубіжні, і українські автори сходяться на тому, що перспективи тепличного господарства пов'язані з технологічною модернізацією, цифровізацією та пошуком нових організаційно-ринкових рішень.

У цьому контексті постановка завдання полягає в обґрунтуванні ключових інноваційних векторів розвитку тепличного агровиробництва України на основі узагальнення сучасних наукових підходів до функціонування захищеного ґрунту та врахування актуальних викликів українського аграрного сектору. Йдеться не лише про фіксацію поточного стану галузі, а й про виявлення тих напрямів модернізації, які можуть забезпечити підвищення економічної ефективності, стійкості до зовнішніх шоків, технологічної адаптивності та ринкової конкурентоспроможності тепличних підприємств.

Сучасна наукова *Література* переконливо засвідчує, що розвиток тепличного господарства у світі дедалі більше ґрунтується на концепції вирощування в керованому середовищі, у межах якої виробничий процес базується на максимально точному регулюванні мікроклімату, живлення, водопостачання, освітлення та фітосанітарного стану рослин. Тепличні системи мають суттєві переваги порівняно з відкритим ґрунтом, зокрема забезпечують вищий рівень контролю виробництва та можуть істотно знижувати потребу у воді. У низці досліджень зазначається, що тепличне виробництво дає змогу не лише підвищувати результативність використання площі, а й краще відповідати на зростаючий попит на безпечну, стандартизовану та якісну харчову продукцію. Саме тому в сучасній аграрній економіці тепличний сектор розглядають не як допоміжний сегмент овочівництва, а як окремий напрям високотехнологічного підприємництва.

Першим інноваційним вектором розвитку тепличного агровиробництва України є енерготехнологічна модернізація. Для тепличних підприємств енергія давно перестала бути лише супутньою статтею витрат: у багатьох випадках саме енергозабезпечення визначає межі рентабельності виробництва. У сучасних дослідженнях наголошується, що у північних і помірних кліматичних зонах теплиці належать до найбільш енергоємних сегментів аграрного виробництва, а отже, енергоменеджмент стає ключовим елементом конкурентоспроможності. Нагаршет С., Агбоссу К., Енао Н., Бендума М. підкреслюють значення систем моніторингу, контролю і збереження енергії [9], а Говард Д. А., Ма Ч.,

Вейс К., Клаусен А., Ослунг Й.М., і Йоргенсен Б.Н. [2] показують, що інтеграція цифрових моделей, штучного інтелекту та даних про погодні умови дозволяє спільно оптимізувати виробничий графік, енергоспоживання та трудові витрати. Для України цей вектор має особливе значення через високу вразливість енергосистеми та чутливість собівартості тепличної продукції до цін на електроенергію і тепло. Тому перспективними рішеннями є впровадження енергоощадних конструкцій, теплових насосів, акумулювання тепла, когенераційних установок, сонячної генерації, локальних резервних джерел живлення та цифрових платформ енергоменеджменту.

Другим вектором виступає цифровізація та інтелектуалізація тепличного виробництва. Нове покоління теплиць дедалі частіше описують як високотехнологічні комплекси, де рішення приймаються на основі потоків даних, сенсорного моніторингу, алгоритмів прогнозування та автоматизованого управління. У дослідженні Караніса Т., Ашур Є., Уаммі А., Саяді С. [3] «smart greenhouse» трактується як форма переходу до точної аграрної системи, де керування мікрокліматом, водою та енергією відбувається у межах інтегрованого підходу. Аль-Наджаді Р., Аль-Мулла Ю., і Гохер К. [4] у своєму огляді показують стрімке зростання ролі IoT, машинного навчання, глибинного навчання та робототехніки у завданнях прогнозування врожайності, виявлення хвороб і контролю росту рослин. Бібліометричний аналіз Поенару М.М., Манта Л.Ф., Герцеску К., Манта А.Г. [10] також засвідчує, що цифровізація, автоматизація, сенсорний моніторинг і штучний інтелект стали центральними напрямками сучасних досліджень у «horticulture». Для українських тепличних господарств це означає, що цифровізація має розглядатися не як факультативна інновація, а як системна передумова зниження витрат, мінімізації ризиків і підвищення адаптивності виробництва.

Третім вектором є підвищення ресурсоефективності, насамперед у сферах водокористування, живлення рослин та управління мікрокліматом. Світова практика свідчить, що конкурентоспроможність тепличних підприємств дедалі сильніше визначається не стільки абсолютним обсягом виробництва, скільки продуктивністю використання обмежених ресурсів. У наукових публікаціях відзначається, що сучасні тепличні технології дозволяють суттєво скорочувати використання води, а precision agriculture в окремих кейсах забезпечує помітне зниження водоспоживання та енерговитрат при одночасному підвищенні врожайності й якості продукції. З огляду на це для України особливо перспективними є системи краплинного поливу з автоматичним дозуванням, замкнені контури водокористування, рециркуляція дренажу, датчики вологості та системи управління фертигацією. Такі рішення важливі не лише з екологічної точки зору, а й як основа економічної стійкості підприємства в умовах дорогих ресурсів.

Четвертий вектор пов'язаний із біотехнологічним і селекційним оновленням тепличного виробництва. Виробники в системах вирощування у керованому середовищі часто використовують сорти, створені для відкритого ґрунту, тоді як високі енергетичні та виробничі витрати потребують спеціально адаптованих генотипів. Селекція для вирощування у керованому середовищі має спиратися на геномні інструменти, маркер-асоційований добір, високопродуктивне фенотипування та інші сучасні методи прискорення селекційного відбору. Для українського тепличного агровиробництва це означає потребу в переході від переважно імпортозалежної моделі технологічного забезпечення до активнішого використання адаптованих гібридів, стійких до стресів, хвороб, коливань освітлення й температури. Розвиток цього напрямку створює основу для підвищення врожайності, стабільності якості та скорочення виробничих витрат.

П'ятим вектором доцільно визначити конструкційно-технологічне вдосконалення теплиць. У сучасних роботах дедалі більше уваги приділяють матеріалам покриття, світлорегулюванню, теплоізоляції, вентиляції та інтегрованим кліматичним рішенням. Використання дифузних, фотоселективних, люмінесцентних і перемикальних покриттів може покращувати світлове середовище теплиці, а відтак позитивно впливати на ріст, морфологію та метаболізм рослин. Варто також підкреслити значення інтелектуальних

систем, циркуляційного поливу, відновлюваних джерел енергії та безперервного технологічного оновлення. Для українських реалій це означає перспективність не тільки будівництва нових високотехнологічних комплексів, а й поступової модернізації наявних об'єктів: від оновлення покривних матеріалів і вузлів вентиляції до впровадження локальних систем контролю температури, вологості, CO₂ та освітлення.

Шостий вектор розвитку стосується організаційно-ринкової перебудови тепличного підприємництва. Навіть найсучасніша технологія не формує стійкої конкурентної переваги без ефективної моделі комерціалізації, логістики та збуту. Теплична продукція має короткий цикл реалізації, високу чутливість до умов транспортування і зберігання, а також значну залежність від швидкості входження на ринок. За таких умов особливої ваги набувають договірні форми співпраці з мережевою торгівлею, кооперація виробників, розвиток коротких ланцюгів постачання, інтеграція з холодовою логістикою та використання цифрових платформ збуту. В українських умовах ринкова стійкість тепличного господарства дедалі більше залежить від здатності поєднувати технологічну інноваційність із гнучкістю бізнес-моделі, швидким реагуванням на зміни попиту та формуванням стабільних каналів реалізації. Опосередковано це підтверджується й макроекономічними оглядами НБУ [11], де динаміка цін на тепличну продукцію розглядається у зв'язку з логістикою, імпортом, енерговитратами та обмеженнями зберігання.

Отже, аналіз сучасних досліджень і українських економічних реалій дає підстави стверджувати, що перспективи розвитку тепличного агровиробництва України визначатимуться не окремими локальними вдосконаленнями, а цілісною інноваційною трансформацією галузі. Таку трансформацію формують взаємопов'язані напрями: енерготехнологічна модернізація, цифровізація управління, зростання ресурсоефективності, селекційно-біотехнологічне оновлення, удосконалення конструкцій теплиць та розвиток нових організаційно-ринкових моделей. У сучасних умовах саме ці напрями створюють підґрунтя для формування довгострокової конкурентоспроможності тепличних господарств, оскільки дозволяють знижувати собівартість, стабілізувати якість, посилювати гнучкість виробництва і краще адаптуватися до зовнішніх ризиків. Для України ключовим завданням є перехід від моделі тепличного виробництва як переважно сезонного або локально-ринкового сегмента до моделі інноваційного агропідприємництва, інтегрованого у сучасні технологічні, енергетичні та логістичні системи. Саме такий підхід відкриває реальні можливості для нарощування внутрішньої пропозиції, зміцнення продовольчої безпеки та підвищення конкурентних позицій вітчизняного тепличного сектору.

Література

1. Akrami, M., Salah, A. H., Javadi, A. A., Fath, H. E., Hassanein, M. J., Farmani, R., Negm, A. (2020). Towards a sustainable greenhouse: Review of trends and emerging practices in analysing greenhouse ventilation requirements to sustain maximum agricultural yield. *Sustainability*, 12(7), 2794. DOI: 10.3390/su12072794.
2. Howard, D. A., Ma, Z., Veje, C., Clausen, A., Aaslyng, J. M., & Jørgensen, B. N. (2021). Greenhouse industry 4.0 – digital twin technology for commercial greenhouses. *Energy Informatics*, 4(Suppl 2), 37. DOI: 10.1186/s42162-021-00161-9
3. Karanisa, T., Achour, Y., Ouammi, A., Sayadi, S. (2022). Smart greenhouses as the path towards precision agriculture in the food-energy and water nexus: case study of Qatar. *Environment Systems and Decisions*, 42(4), 521-546. DOI: 10.1007/s10669-022-09862-2
4. Al-Najadi, R., Al-Mulla, Y., & Goher, K. (2025). Advances in Intelligent and Autonomous Greenhouse Systems: A Comprehensive Review of Internet of Things, Artificial Intelligence, and Robotics Integration. *Smart Agricultural Technology*, 101670. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101670

5. Чайка В.О. (2015). Стратегія розвитку овочівництва захищеного ґрунту в умовах асоціації з ЄС. *Економічний вісник університету*, 1(27), 72-77.
6. Лещенко, Л. О. (2018). Удосконалення ринку овочів захищеного ґрунту на основі підвищення ефективності їх виробництва. *Агросвіт*, (17), 48-53.
7. Вдовенко, С. А., Паламарчук, І. І. (2021). Інновації в технології вирощування овочевих рослин родини Гарбузові у відкритому ґрунті.: монографія. Вінниця, 2021. 184 с.
8. Гаврись, І. Л., Вдовенко, С. А., Шеметун, О. В., Кутовенко, В. Б. (2021). Малопоширені культури закритого ґрунту.: монографія. Вінниця, 256 с.
9. Nagarsheth, S., Agbossou, K., Henaou, N., & Bendouma, M. (2025). The advancements in agricultural greenhouse technologies: an energy management perspective. *Sustainability*, 17(8), 3407. DOI: 10.3390/su17083407
10. Poenaru, M. M., Manta, L. F., Ghertescu, C., & Manta, A. G. (2025). Shaping the future of horticulture: Innovative technologies, artificial intelligence, and robotic automation through a bibliometric lens. *Horticulturae*, 11(5), 449. DOI: 10.3390/horticulturae11050449
11. National Bank of Ukraine. *Inflation Report, January 2025*. Kyiv, 2025. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2025-Q1_en.pdf?v=12 (Accessed: 4 March 2026)

References

1. Akrami, M., Salah, A. H., Javadi, A. A., Fath, H. E., Hassanein, M. J., Farmani, R., Negm, A. (2020). Towards a sustainable greenhouse: Review of trends and emerging practices in analysing greenhouse ventilation requirements to sustain maximum agricultural yield. *Sustainability*, 12(7), 2794. DOI: 10.3390/su12072794.
2. Howard, D. A., Ma, Z., Veje, C., Clausen, A., Aaslyng, J. M., & Jørgensen, B. N. (2021). Greenhouse industry 4.0 – digital twin technology for commercial greenhouses. *Energy Informatics*, 4(Suppl 2), 37. DOI: 10.1186/s42162-021-00161-9
3. Karanisa, T., Achour, Y., Ouammi, A., Sayadi, S. (2022). Smart greenhouses as the path towards precision agriculture in the food-energy and water nexus: case study of Qatar. *Environment Systems and Decisions*, 42(4), 521-546. DOI: 10.1007/s10669-022-09862-2
4. Al-Najadi, R., Al-Mulla, Y., & Goher, K. (2025). Advances in Intelligent and Autonomous Greenhouse Systems: A Comprehensive Review of Internet of Things, Artificial Intelligence, and Robotics Integration. *Smart Agricultural Technology*, 101670. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101670
5. Chaika, V. O. (2015). *Strategy for the development of protected-ground vegetable production under the conditions of association with the EU*. Economic Bulletin of the University, 1(27), 72–77.
6. Leshchenko, L. O. (2018). *Improvement of the protected-ground vegetable market based on increasing production efficiency*. Agrosvit, (17), 48–53.
7. Vdovenko, S. A., & Palamarchuk, I. I. (2021). *Innovations in the technology of growing vegetable plants of the Cucurbitaceae family in open ground: monograph*. Vinnytsia, 184 p.
8. Havrys, I. L., Vdovenko, S. A., Shemetun, O. V., & Kutovenko, V. B. (2021). *Underutilized crops of protected ground: monograph*. Vinnytsia, 256 p.
9. Nagarsheth, S., Agbossou, K., Henaou, N., & Bendouma, M. (2025). The advancements in agricultural greenhouse technologies: an energy management perspective. *Sustainability*, 17(8), 3407. DOI: 10.3390/su17083407
10. Poenaru, M. M., Manta, L. F., Ghertescu, C., & Manta, A. G. (2025). Shaping the future of horticulture: Innovative technologies, artificial intelligence, and robotic automation through a bibliometric lens. *Horticulturae*, 11(5), 449. DOI:

10.3390/horticulturae11050449

11. National Bank of Ukraine. *Inflation Report, January 2025*. Kyiv, 2025. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/IR_2025-Q1_en.pdf?v=12 (Accessed: 4 March 2026)