



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

JEL: Q01, Q10, Q12

*Леся Кучер<sup>1</sup>, Анатолій Кучер<sup>1,2,3</sup>, Володимир Хареба<sup>4</sup>,  
Людмила Демидчук<sup>5</sup>, Галина Східницька<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>2</sup>ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

<sup>3</sup>Університет агробізнесу і сільського розвитку

<sup>4</sup>Національна академія аграрних наук України

<sup>5</sup>Львівський торговельно-економічний університет

<sup>6</sup>Львівський національний університет природокористування

<sup>1,2,4,5,6</sup>Україна

<sup>3</sup>Болгарія

## **РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ: НА ШЛЯХУ ДО АГРОБІЗНЕСУ 4.0**

**Мета.** Метою цієї роботи є висвітлення результатів оцінювання й аналізу тенденцій, сучасного стану й галузевих особливостей розвитку інноваційної діяльності аграрних підприємств і готовності до агробізнесу 4.0.

**Методологія / методика / підхід.** У дослідженні використано такі методи: бібліометричний і кластерний аналіз за допомогою програми VOSviewer – для визначення стану й кластеризації досліджень на основі бази Scopus; розрахунково-аналітичний – для розрахунку глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС, оцінювання інноваційної діяльності аграрних підприємств; групування – для аналітичної обробки результатів розрахунків; кореляційний аналіз – для виявлення взаємозв'язку між окремими індексами; математичне вирівнювання динамічних рядів – для визначення тенденцій зміни й прогнозування показників інноваційної активності; графічний і картографічний – для наочного представлення здобутих результатів; монографічний та абстрактно-логічний – для узагальнення результатів оцінювання. Емпіричною базою дослідження були глобальні індекси інновацій, дані Євростату, Державної служби статистики України та дані аграрних підприємств Харківської області.

**Результати.** Абсолютним лідером за глобальним індексом цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 була Швеція (81,3 бала зі 100 можливих). Серед аналізованих країн Україна посіла останнє 29-те місце (49,7 бала), що свідчить про дуже низький рівень цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0. Здійснено оцінку інноваційної активності аграрних підприємств, що дало змогу ідентифікувати тенденції, сучасний стан і галузеві особливості (у рослинництві на прикладі пшениці озимої, у тваринництві на прикладі молока) указаної активності. У рослинництві підприємства вирізнялися дещо вищим рівнем інноваційної активності, ніж у тваринництві, однак відмінності не дуже істотні. Аналіз інноваційної активності аграрних підприємств у європейському й національному вимірі засвідчив наявність великих можливостей щодо інноваційно-випереджального розвитку аграрного сектора, реалізація яких часто гальмується дефіцитом фінансових ресурсів і недостатньо ефективною політикою щодо впровадження інновацій.

**Оригінальність / наукова новизна.** Уперше представлено результати розрахунку й аналізу глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС. Набули дальшого розвитку методологічні положення про оцінювання

інноваційної активності аграрних підприємств у частині використання непрямих показників про кількість і питому вагу суб'єктів, які досягли певного рівня продуктивності, а також порівняння між собою показників України та ЄС.

**Практична цінність / значущість.** Результати можуть бути використані для (i) удосконалення політики щодо поліпшення інноваційної активності аграрних підприємств з урахуванням галузевих особливостей і досягнутого рівня; (ii) оцінювання на рівні країн глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0; (iii) ухвалення менеджерами аграрних підприємств управлінських рішень щодо підвищення їхньої інноваційної активності.

**Ключові слова:** інновації, сільське господарство 4.0, цифрова трансформація, рослинництво, тваринництво, готовність.

**Lesia Kucher<sup>1</sup>, Anatolii Kucher<sup>1,2,3</sup>, Volodymyr Khareba<sup>4</sup>  
Liudmyla Demydchuk<sup>5</sup> Halyna Skhidnytska<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Lviv Polytechnic National University

<sup>2</sup>NSC “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research  
named after O. N. Sokolovsky”

<sup>3</sup>University of Agribusiness and Rural Development

<sup>4</sup>National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

<sup>5</sup>Lviv University of Trade and Economics

<sup>6</sup>Lviv National Environmental University

<sup>1,2,4,5,6</sup>Ukraine

<sup>3</sup>Bulgaria

## **DEVELOPMENT OF INNOVATION ACTIVITIES OF AGRARIAN ENTERPRISES: TOWARDS AGRIBUSINESS 4.0**

**Purpose.** The purpose of this article is to highlight the results of the assessment and analysis of trends, the current state and sectoral features of the development of innovative activities of agrarian enterprises and readiness for agribusiness 4.0.

**Methodology / approach.** The study uses the following methods: bibliometric and cluster analysis using the VOSviewer program – to determine the status and clustering of studies based on the Scopus database; calculation-and-analytical – for calculating the Global index of digital transformation and readiness for agribusiness 4.0 of Ukraine and EU countries, evaluating the innovative activity of agricultural enterprises; grouping – for analytical processing of calculation results; correlation analysis – to identify the relationship between individual indices; mathematical alignment of dynamic series – to determine trends of change and predict the indicators of innovative activity; graphical and cartographic – for a visual presentation of the obtained results; monographic and abstract-logical – to generalize the results of the assessment. The empirical basis of the study was global innovation indices, data from Eurostat, the State Statistics Service of Ukraine, and data from agrarian enterprises of the Kharkiv region.

**Results.** The absolute leader according to the Global index of digital transformation and readiness of countries for agribusiness 4.0 was Sweden (81.3 points out of a possible 100). Among the analyzed countries, Ukraine took the last 29th place (49.7 points), which indicates a very low level of digital transformation and readiness for agribusiness 4.0. The assessment of the innovative activity of agrarian enterprises was carried out, which made it possible to identify the trends, current

state and industry specifics (in crop production using the example of winter wheat, in livestock production using the example of milk) of the indicated activity. In crop production, enterprises were distinguished by a slightly higher level of innovative activity than in livestock production, but the differences are not very significant. The analysis of the innovative activity of agrarian enterprises in the European and national dimensions proved the presence of great opportunities for the innovative-and-anticipatory development of the agricultural sector, the implementation of which is often hampered by a lack of financial resources and an insufficiently effective policy for the introduction of innovations.

**Originality / scientific novelty.** For the first time, the results of the calculation and analysis of the Global index of digital transformation and readiness for agribusiness 4.0 of Ukraine and EU countries are presented. Methodological provisions on the evaluation of the innovative activity of agricultural enterprises were further developed in terms of the use of indirect indicators of the number and specific weight of entities that have reached a certain level of productivity, as well as the comparison of the indicators of Ukraine and the EU.

**Practical value / implications.** The results can be used for (i) improving the policy on increasing the innovative activity of agrarian enterprises, taking into account the industry characteristics and the achieved level; (ii) country-level assessment of the Global index of digital transformation and readiness of countries for agribusiness 4.0; (iii) making management decisions by managers of agrarian enterprises to increase their innovative activity.

**Key words:** innovation, agriculture 4.0, digital transformation, crop production, livestock production, readiness.

**Постановка проблеми.** У контексті новітніх форм сільського господарства стверджується, що зараз ми є свідками «четвертої аграрної революції», яка також позначається як «сільське господарство 4.0», що об'єднує безліч нових технологій, які допоможуть ширше трансформувати аграрне виробництво та продовольчі системи. Прикладами технологій сільського господарства 4.0 є взаємопов'язані цифрові технології, такі як технології точного землеробства, засновані на датчиках і глобальних системах позиціонування, нові способи цифрової та автономної механізації, такі як роботи та дрони, такі концепції, як вертикальне землеробство, що означає вирощування рослин під світлодіодним освітленням, такі технології, як блокчейн для відстеження транзакцій ланцюга постачання, і додатки на основі платформи для відповідності попиту та пропозиції для всіх видів послуг. Інший приклад стосується нових способів виробництва білка, таких як клітинне сільське господарство на основі тканин тварин, вирощених у лабораторії, і рослинних білків, виготовлених, наприклад, із сої, польових бобів або водоростей. Сільське господарство 4.0 також усе більше стосується взаємозв'язку з іншими секторами та несільськими сферами, такими як енергетичний сектор через такі концепції, як біоекономіка та агровольтаїка, а також міське сільське господарство [1, с. 6].

Як стверджує L. Klerkx, сільське господарство 4.0 має включати весь спектр концепцій, як тих, що пов'язані з високими технологіями, так і тих, що стосуються циклічних (циркулярних), природоінклюзивних, агроекологічних технологій, оскільки вони також часто перетинаються і всі є наукомісткими. Крім того, трансформація продовольчих систем охоплює різні поняття, зокрема такі як пончикова економіка, циркулярна економіка [1, с. 7]. Деякі дослідники

вже вийшли за рамки використання терміна «сільське господарство 4.0» і застосовують «сільське господарство 5.0», у якому наголошують на необхідності виробництва здорової їжі, не погіршуючи екосистем, тобто економічно й екологічно ефективніше, ніж тепер [2]; поєднаного застосування робототехніки та штучного інтелекту для оптимальних рішень [3]; поєднання нових технологій із альтернативними екологічно чистими джерелами енергії [4]. Зважаючи на те, що формування суспільства 5.0 спрямоване на поліпшення якості життя та добробуту громадян, зменшення нерівності та сприяння сталому розвитку за допомогою технологій 4.0 [5], можна констатувати визначальну роль на цьому етапі саме сільського господарства 4.0, контури якого вже окреслено.

Україна залишається аграрною державою, висока частка експорту якої припадає на продукцію агропромислового комплексу, тому для дальшого стабільного розвитку країни необхідна висока науково-інноваційна активність цього сектора економіки [6]. Про важливу роль упровадження інноваційних продуктів і процесів в аграрному секторі свідчить досвід Польщі [7] та інших країн Європейського союзу (ЄС) [8], що потребує належного наукового супроводу, зокрема через підтримку винахідництва для стимулювання розробки та впровадження інновацій [9]. Сільське господарство стикається з проблемами, вирішення яких на нинішньому етапі вимагає його трансформації в напрямі агробізнесу 4.0. З огляду на це, а також ураховуючи нагальну важливість руху в напрямі інтеграції України до ЄС, важливо розуміти досягнутий рівень і тенденції інноваційної активності аграрних підприємств у контексті європейського та національного зрізу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд соціальних наук про цифрове сільське господарство, розумне землеробство та сільське господарство 4.0 дав змогу L. Klerkx та ін. виділити п'ять тематичних кластерів наявної суспільно-наукової літератури про цифровізацію в сільському господарстві: 1) прийняття, використання та адаптація цифрових технологій на фермі; 2) вплив цифровізації на ідентичність фермера, навички фермера та роботу на фермі; 3) влада, власність, конфіденційність та етика в цифровізації систем аграрного виробництва та ланцюгів створення вартості; 4) системи цифровізації та аграрних знань й інновацій; 5) економіка та управління оцифрованими системами аграрного виробництва та ланцюгами створення вартості. Крім того, визначено чотири потенційні нові тематичні кластери соціальних наук, які поки що є слабо розробленими: 1) концептуалізація соціо-кібер-фізично-екологічних систем цифрового сільського господарства; 2) процеси цифрової аграрної політики; 3) цифрові шляхи переходу до сільського господарства; 4) глобальна географія розвитку цифрового сільського господарства [10].

Останнім часом у фокусі вчених перебували такі питання: концепція відкритих інновацій в агробізнесі: перешкоди та виклики на шляху переходу до сільського господарства 4.0, а також напрями подолання цих викликів, серед яких – розробка пристроїв, інструментів, систем, програмного забезпечення та машин, навчання персоналу [11]; дизайн проектування інновацій



відповідального сільського господарства 4.0, що передбачає шість етапів цього процесу (емпатія, визначення, ідея, прототип, тестування й оцінка) й аспекти концепції відповідальних інновацій (передбачення, включення, рефлексивність, оперативність і справедливість), які важливі на кожному етапі процесу [12]; виявлення практик, які використовують суб'єкти під час упровадження цифрових інновацій у сфері сільського господарства 4.0, на основі чого з'ясовано, що впровадження цифрових інновацій є колективним процесом, у якому деякі учасники самостійно намагаються підвищити свої позиції за допомогою залучення до мережових практик [13]; взаємозв'язок сільського господарства 4.0 та біоекономіки через призму стратегій ЄС щодо сприяння впровадженню цифрових технологій і біоінновацій у аграрний сектор [14]; сприйняття четвертої аграрної революції, що пов'язують із появою революційних технологій, таких як штучний інтелект, редагування генів і робототехніка; її перевагами для продуктивності й довкілля, які переважно позитивно представлено, із недостатньою увагою до соціальних наслідків [15].

Результати аналізу робіт українських учених показали, що вони проаналізували структуру процесу впровадження інноваційних технологій в аграрному секторі, наукову та патентно-інвестиційну діяльність підприємств агропромислового комплексу України, на основі чого констатовано відсутність тенденції до зростання в останні роки, встановлено, що в країні відсутня тісна співпраця між установами, які входять до державної системи правової охорони інтелектуальної власності, яка б сприяла підвищенню рівня інноваційної активності як підприємств, так і країни в цілому [6]; здійснили експертне дослідження методом анкетування чинників впливу на інноваційно-інвестиційний розвиток аграрних підприємств, на основі чого виявлено, що поліпшення інвестиційного клімату й розвиток інновацій активізується в тому випадку, якщо держава здійснить такі дії: перезавантаження судової системи, розмежування політики та бізнес-інтересів олігархів [16]; розробили механізм поетапного формування інноваційних стратегій діяльності підприємства, на основі чого зроблено висновок, що реалізація цих стратегій передбачає помірковані та радикальні зміни, але в кожній з них вони посилюють невизначеність у функціонуванні підприємства, тому вимагають адекватних інструментів для своєчасного реагування, одним із яких визначено стратегічне управління інноваційними змінами [17]; запропонували й апробували процедуру комплексної оцінки стратегії інноваційної діяльності аграрного підприємства, яка базується на прогнозуванні показника економічної стійкості підприємства та складається із семи етапів [18]; провели стратифікацію факторів негативного впливу глобалізації, які гальмують реалізацію інноваційної стратегії та створюють загрози для діяльності аграрних підприємств, визначили основні напрями вдосконалення інноваційної стратегії – оцінка, врахування та нейтралізація впливу факторів глобалізації; розробили математичну модель для оцінки впливу невизначених глобальних факторів, використання якої дозволить знизити ризики для реалізації значущих інноваційних стратегій [19]. Отже,

жодна із проаналізованих робіт не стосується оцінювання інноваційної активності аграрних підприємств і/або готовності до агробізнесу 4.0.

Серед опрацьованої вибірки публікацій нам вдалося ідентифікувати лише емпіричне дослідження щодо виявлення й оцінювання внутрішніх і зовнішніх рушійних сил цифровізації в агропродовольчих компаніях і розроблення синтетичного індексу для ранжирування компаній на основі цих рушійних сил [20]. Установлено, що вирішальними факторами є підтримка керівництва та конкурентний тиск, а не зовнішня підтримка з боку державної політики чи постачальників. Отже, компанії з вищим ступенем цифровізації впровадили ці технології, щоб упоратися з конкурентним тиском, який в основному потребує підтримки керівництва для просування, лідерства й готовності йти на ризик, а не зовнішньої підтримки з боку держави або постачальників. Компанії з вищими рейтинговими позиціями з точки зору процесу цифровізації більш активні у впровадженні продуктів і радикальних інновацій і є найбільш екологічно інноваційними, а, отже, орієнтованими на сталий розвиток. Цифровізація сектора відзначається глибиною впровадження технологій, зокрема інтернету речей, великих даних і штучного інтелекту. Технологія блокчейн нині не має значення, оскільки її не використовують широко – 22 % опитаних компаній [20]. Отже, огляд літератури вказує на новизну й наявність прогалин у науковій літературі із цього питання. Ця стаття, що є логічним продовженням тематичного циклу праць [21–24], спрямована на заповнення виявлених прогалин шляхом пошуку відповідей на такі дослідницькі питання:

1. Яким є стан наукового забезпечення становлення агробізнесу 4.0 у світі?
2. Яким є сучасний стан цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС?
3. Якою є інноваційна активність аграрних підприємств України та в середньому країн ЄС, які тенденції її зміни протягом останніх 10 років?
4. Чи є відмінності й галузеві особливості (у розрізі рослинництва й тваринництва) в інноваційній активності аграрних підприємств?

**Мета статті.** Метою цієї роботи є висвітлення результатів оцінювання й аналізу тенденцій, сучасного стану й галузевих особливостей розвитку інноваційної діяльності аграрних підприємств і готовності до агробізнесу 4.0.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналітичне дослідження інноваційної активності аграрних підприємств у європейському та національному вимірі виконано поетапно: спочатку здійснено бібліометричний аналіз світової бази знань щодо становлення агробізнесу 4.0; далі проаналізовано місце України у світі за глобальним індексом інновацій та викладено результати пілотного розрахунку запропонованого одним зі співавторів цієї статті методології [22, с. 131–133] глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС, логічним продовженням чого був компаративний аналіз основних показників інноваційної активності аграрних підприємств України та ЄС у рослинництві (на прикладі виробництва зерна пшениці озимої) та тваринництві (на прикладі виробництва молока);





У результаті виконаної роботи побудовано бібліометричну карту найуживаніших термінів у публікаціях щодо агробізнесу 4.0 (рис. 1), яка включає 53 ключових слова, що використовуються не менше п'яти разів, об'єднаних у чотири тематично споріднених кластери.

Результати кластеризації дали змогу вирізнити основні напрями досліджень за кожним із кластерів на основі найуживаніших термінів:

- кластер 1 (червоний) – включає 15 слів, серед яких – agriculture (44), agricultural robots, artificial intelligence (41), internet of things (42), crops (32), спрямований на обґрунтування застосування в сільському господарстві агророботів, штучного інтелекту, інтернету речей;

- кластер 2 (зелений) – включає 13 слів, серед яких – precision agriculture (40), smart farming (34), machine learning (28), decision making (27), farms (23), концентрується на дослідженні точного землеробства, розумного землеробства, машинного навчання та прийняття рішень;

- кластер 3 (синій) – включає 13 слів, серед яких – agricultural technology (43), sustainability (30), technology (26), innovation (24), big data (24), фокусується на вивченні питань щодо технологій, зокрема сільськогосподарських, сталості, інновацій і великих даних;

- кластер 4 (жовтий) – включає 12 слів, серед яких – agriculture 4.0 (52), smart agriculture (29), industry 4.0 (28), digital agriculture (24), digital technologies (23), характеризується дослідженнями безпосередньо сільського господарства 4.0, розумного сільського господарства, індустрії 4.0, цифрового сільського господарства та цифрових технологій.

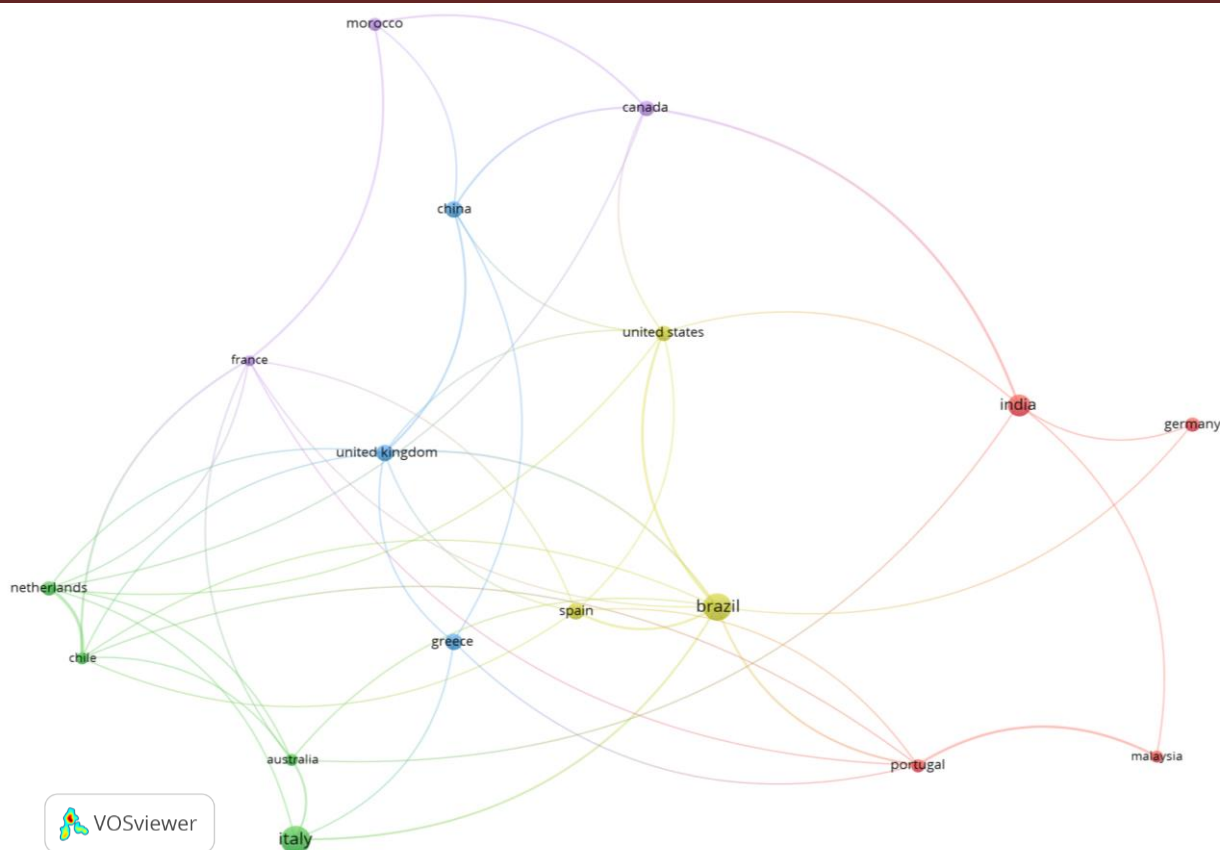
Хронологічна візуалізація (рис. 2) вказує на те, що в останні роки вчені найбільш інтенсивно використовують такі терміни, як сільськогосподарські технології, машинне навчання, навчальні системи, діджиталізація.

Учені з Італії (74 роботи або 14,5 % від загального обсягу), Індії (59 робіт або 11,5 %) та Бразилії (57 робіт або 11,2 %) мали найбільшу кількість публікацій в аналізованій сфері досліджень. Українські вчені опублікували лише одну роботу стосовно інформаційних систем і технологій в агрономії та бізнесі в контексті навчання в аграрних університетах, орієнтованого на потреби роботодавців [25], що становить 0,2 % світового обсягу документів.

Установлено, що вчені 17 країн мали не менше, ніж по 5 опублікованих документів протягом 2016–2023 рр. На основі цих даних здійснено мережеву візуалізацію кооперації країн під час досліджень у сфері агробізнесу 4.0 (рис. 3).

Кластеризація міжкраїнової співпраці у сфері досліджень агробізнесу 4.0 дала змогу ідентифікувати п'ять кластерів. До першого кластера (червоний) належать Німеччина, Індія, Малайзія та Португалія; до другого кластера (зелений) входять чотири країни – Австралія, Чилі, Італія та Нідерланди; третій кластер (синій) об'єднує три країни – Китай, Грецію та Велику Британію. Четвертий кластер (жовтий) охоплює три країни – Бразилію, Іспанію та США. П'ятий кластер (фіолетовий) включає також три країни – Канаду, Францію та Марокко. Хронологічна візуалізація міжкраїнової співпраці вказує на те, що вона





**Рис. 3. Бібліографічна карта кооперації країн під час досліджень у сфері агробізнесу 4.0, 2016–2023 рр.**

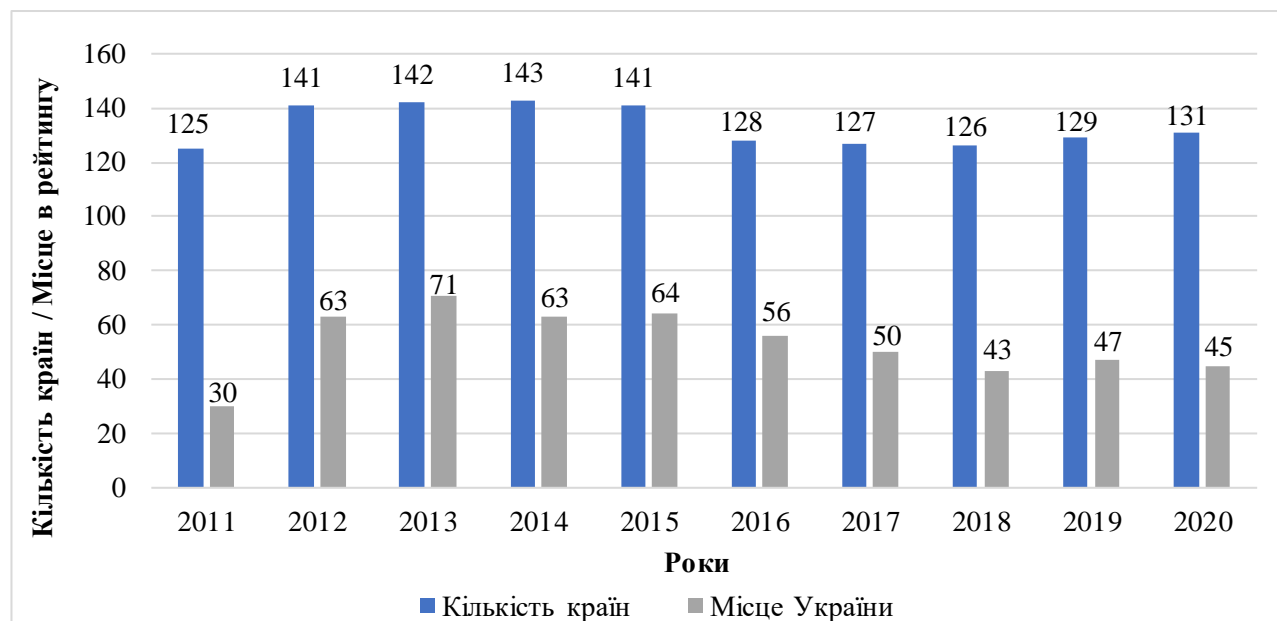
*Джерело:* побудували автори на основі даних бази Scopus за допомогою програми VOSviewer.

Аналіз розподілу документів за галузями досліджень свідчить про те, що до числа основних належать комп'ютерні науки (19,7 % від загальної кількості), інженерія (17,1 %), аграрні та біологічні науки (14,4 %), науки про довкілля (5,5 %), математика (5,4 %). На бізнес, менеджмент й облік припадало 3,8 %, науки про прийняття рішень – 3,8 %, економіку, економетрику й фінанси – 2,1 %, тобто загалом умовна частка економічних наук становила 9,7 %. Зазначене вказує на міждисциплінарний і трансдисциплінарний підходи до дослідження сільського господарства 4.0, при цьому важливу роль грають економічні науки.

#### ***Цифрова трансформація та готовність країн до агробізнесу 4.0.***

Результати дослідження свідчать, що за глобальним індексом інновацій Україна протягом останніх років входить до числа ТОП-50 країн світу, однак проти 2011 р. (коли вона посідала 30-е місце) нині позиції значно скромніші (рис. 4). Аналіз динаміки субіндексів (табл. 1) вказує на різноспрямовані тенденції: якщо за показниками інституцій, інфраструктури, ринкового середовища, знань і технологій зафіксовано підвищення (хоч і за певних коливань), то за людським капіталом і науковими дослідженнями, бізнес-середовищем і творчістю ідентифіковано негативні тренди. Загалом абсолютна величина глобального індексу інновацій за останні 10 років змінилася не істотно, що вказує на недостатні темпи інноваційного розвитку, в той час, як інші країни, які

потрапили до ТОП-30, розвиваються в цьому напрямі більш інтенсивно, досягаючи кращих результатів і витісняючи слабших гравців.



**Рис. 4. Місце України в рейтингу країн за глобальним індексом інновацій (Global Innovation Index)**

*Джерело:* побудували автори за даними Global Innovation Index за відповідні роки [26].

*Таблиця 1*

**Значення глобального індексу інновацій України та його субіндексів, 2011–2020 рр.**

Показники	Роки									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Глобальний індекс інновацій</b>	35,0	36,1	35,8	36,3	36,5	35,7	37,6	38,5	37,4	36,3
<b>Субіндекси:</b> Інституції	51,0	40,0	51,4	52,9	52,2	48,7	47,9	49,1	53,9	55,6
Людський капітал і наукові дослідження	44,3	42,2	37,9	36,6	40,4	40,8	39,6	37,9	35,6	40,5
Інфраструктура	21,5	27,1	26,0	27,1	26,3	32,3	39,3	38,1	36,0	33,1
Ринкове середовище	39,6	38,7	44,0	45,1	43,9	42,1	43,2	42,7	43,3	42,1
Бізнес-середовище	41,5	42,3	30,2	29,1	32,4	30,6	35,3	34,5	34,8	29,5
Знання і технології	29,9	39,2	32,0	38,2	36,4	34,1	32,8	36,7	34,6	35,1
Творчість	31,0	29,2	35,3	30,6	31,3	31,0	35,6	36,5	33,5	29,9

*Джерело:* сформували автори за даними Global Innovation Index за відповідні роки [26].

Позиції України в рейтингу країн за індексом розвитку інформаційно-комунікаційних технологій скромніші, ніж за індексом інновацій, оскільки в цьому випадку вона в останні роки входила до ТОП-80 і в динаміці рейтингове місце переважно погіршувалося, попри те, що абсолютна величина індексу характеризувалася висхідним трендом. Оскільки з 2018 р. цей індекс не визначають, то судити про сучасний стан можна лише на основі наявних даних, які вказують на те, що в Україні, знову-таки, темпи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій повільніші за інші держави, в результаті чого й так



далеко не лідерські позиції у світовому рейтингу погіршуються. З огляду на мегатренд щодо цифровізації, Україні слід активізувати зусилля в цьому напрямі, щоб не залишитися в аутсайдерах.

Апробація запропонованого одним зі співавторів цієї статті методичного підходу [22, с. 131–133] дала змогу визначити глобальний індекс цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС (табл. 2).

*Таблиця 2*

**Розрахунок глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС, 2019 р.**

Показники	Часткові показники (субіндекси)										Глобальний індекс цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0	
	Глобальний індекс інновацій		Індекс світової цифрової конкурентоспроможності		Індекс мережевої готовності		Глобальний індекс продовольчої безпеки		Індекс урожайності зернових			
	бал	місце	бал	місце	бал	місце	бал	місце	бал	місце	бал	місце
Україна	37,4	47	55,3	60	48,9	67	57,1	76	58,3	19	49,7	29
Австрія	50,9	21	84,5	20	74,4	15	81,7	10	74,0	9	72,9	8
Бельгія	50,2	23	82,4	25	72,6	20	80,7	15	98,0	2	71,5	11
Болгарія	40,4	40	63,7	45	54,8	49	66,2	51	65,6	13	56,3	27
Великобританія	61,3	5	88,7	15	77,7	10	79,1	17	81,6	6	76,7	5
Греція	38,9	41	59,6	53	57,1	43	73,4	31	45,7	22	57,3	24
Данія	58,4	7	95,2	4	81,1	6	81,0	14	59,5	17	78,9	4
Естонія	50,0	24	78,6	29	69,3	23	в/д	в/д	31,5	28	66,0	13
Іспанія	47,9	29	78,7	28	68,0	25	75,5	25	48,9	21	67,5	12
Італія	46,3	30	67,9	41	63,2	34	75,8	23	63,2	15	63,3	16
Ірландія	56,1	12	85,9	19	73,3	19	84,0	2	85,2	3	74,8	7
Кіпр	48,3	28	59,5	54	61,8	36	в/д	в/д	23,4	29	56,5	25
Латвія	43,2	34	72,4	36	59,3	39	в/д	в/д	36,4	26	58,3	22
Литва	41,5	38	77,6	30	64,1	31	в/д	в/д	38,2	25	61,1	19
Люксембург	53,5	18	84,4	21	77,5	11	в/д	в/д	70,4	12	71,8	10
Мальта	49,0	27	в/д	в/д	66,9	26	в/д	в/д	59,1	18	58,0	23
Нідерланди	61,4	4	94,3	6	81,8	3	82,0	9	100,0	1	79,9	2
Німеччина	58,2	9	86,2	17	78,2	9	81,5	11	74,8	8	76,0	6
Польща	41,3	39	73,7	33	61,5	37	75,6	24	41,2	24	63,0	17
Португалія	44,7	32	73,0	34	65,6	28	77,8	20	57,2	20	65,3	14
Румунія	36,8	50	62,7	46	55,5	47	70,2	38	72,1	11	56,3	26
Словаччина	42,1	37	62,6	47	62,0	35	68,3	47	65,3	14	58,8	21
Словенія	45,3	31	75,2	32	66,9	27	в/д	в/д	72,7	10	62,5	18
Угорщина	44,5	33	65,5	43	60,0	38	72,7	34	75,2	7	60,7	20
Фінляндія	59,8	6	93,7	7	80,3	7	82,9	5	36,2	27	79,2	3
Франція	54,3	16	82,5	24	73,4	18	80,4	16	82,7	5	72,7	9
Хорватія	37,8	44	60,0	51	56,8	44	в/д	в/д	83,9	4	51,5	28
Чехія	49,4	26	71,8	37	65,1	30	73,1	32	62,5	16	64,9	15
Швеція	63,7	2	96,1	3	82,7	1	82,7	7	42,4	23	81,3	1

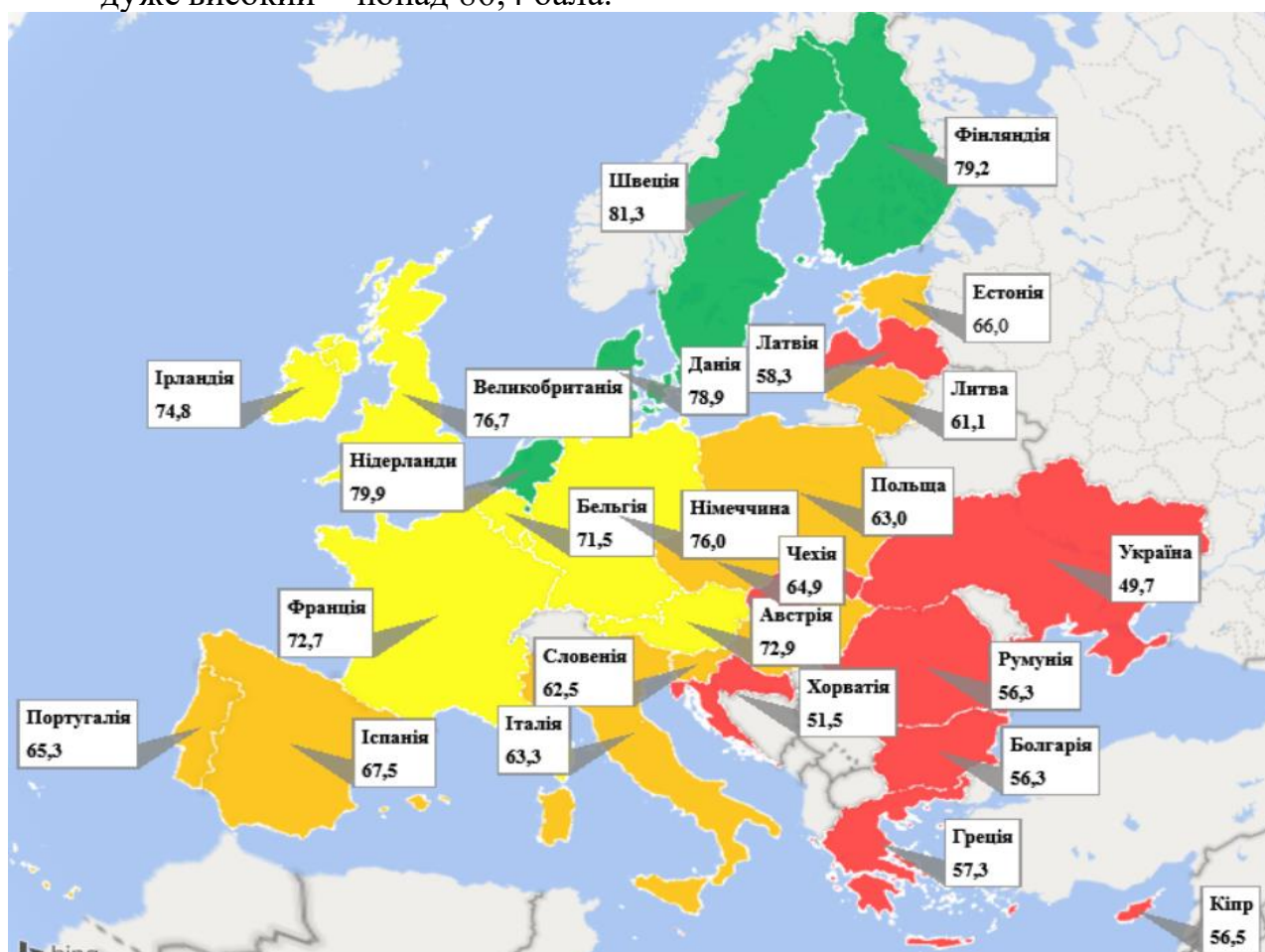
*Примітка.* В/д – відсутні дані.

*Джерело:* сформували й розрахували автори на основі відповідних індексів [22, с. 185].

Установлено, що абсолютним лідером була Швеція (81,3 бала зі 100 можливих), до числа ТОП-5 також належали Нідерланди (79,9 бала), Фінляндія (79,2 бала), Данія (78,9 бала) та Великобританія (76,7 бала). На жаль, серед аналізованих країн Україна посіла останнє 29-те місце (49,7 бала), що загалом свідчить про дуже низький рівень цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0. Аналізуючи субіндекси, виявлено, що найгірші позиції Україна мала за індексом продовольчої безпеки, індексом мережевої готовності й індексом цифрової конкурентоспроможності, а відносно найкращі позиції характерні для індексу врожайності зернових (58,3 бала), що забезпечило їй 19-те місце серед 29 аналізованих країн [22, с. 185].

Для групування й картування країн (рис. 5) за глобальним індексом цифрової трансформації та готовності країн до агробізнесу 4.0 з урахуванням фактичної величини стандартного відхилення (9,07) визначено кількісні межі п'яти рівнів:

- дуже низький – до 58,8 бала ( $49,7 + 9,07$ );
- низький – 58,9–68,0 балів ( $58,9 + 9,07$ );
- середній – 68,1–77,2 бала ( $68,1 + 9,07$ );
- високий – 77,3–86,4 бала ( $77,3 + 9,07$ );
- дуже високий – понад 86,4 бала.



**Рис. 5. Глобальний індекс цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС, 2019 р.**

*Джерело:* розробили автори.

Отже, на основі розробленої шкали побудовано картограму, яка наочно демонструє національні відмінності й подібності європейських країн за індексом цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0. Як свідчать результати, більшість географічних сусідів України потрапили до кластера аутсайдерів, яким притаманний дуже низький рівень цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0. Переважно це нові члени ЄС (Болгарія, Кіпр, Латвія, Мальта, Румунія, Словаччина, Хорватія) та Греція. Низький рівень цифрової трансформації й готовності до агробізнесу 4.0 характерний для Естонії, Іспанії, Італії, Литви, Польщі, Португалії, Словенії, Угорщини, Чехії; середній – для Австрії, Бельгії, Великобританії, Ірландії, Люксембурга, Німеччини, Франції; високий – для Данії, Нідерландів, Фінляндії, Швеції. Таким чином, Україна має істотні резерви для поліпшення цифрової трансформації й готовності до агробізнесу 4.0 шляхом нарощування технологічної, інноваційної, мережевої, цифрової та аграрної компонент. У цьому зв'язку результати кореляційного аналізу (табл. 3) дозволили ідентифікувати наявність переважно дуже тісних прямих статистично значущих зав'язків між субіндексами й глобальним індексом цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0.

*Таблиця 3*

**Матриця коефіцієнтів парної кореляції між індексами цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС, 2019 р.**

Показники	GII	WDCI	NRI	GFSI	IY	GIDTRA
Глобальний індекс інновацій (GII)	1,000	0,899	0,949	0,807	0,187	0,932
Індекс світової цифрової конкурентоспроможності (WDCI)	0,899	1,000	0,957	0,873	0,180	0,966
Індекс мережевої готовності (NRI)	0,949	0,957	1,000	0,892	0,218	0,963
Глобальний індекс продовольчої безпеки (GFSI)	0,807	0,873	0,892	1,000	0,202	0,911
Індекс урожайності зернових (IY)	0,187	0,180	0,218	0,202	1,000	0,245
Глобальний індекс цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 (GIDTRA)	0,932	0,966	0,963	0,911	0,245	1,000

*Примітка.* Курсивом виділено статистично значущі показники за рівня надійності 95 %.

*Джерело:* авторські розрахунки.

Лише в одному випадку кореляційний зв'язок між глобальним індексом та індексом урожайності був слабким і статистично ненадійним при заданому рівні значущості. Цікаво, що й з іншими коефіцієнтами, зокрема й із індексом продовольчої безпеки, індекс урожайності слабо корелював. Очевидно, це пов'язано, зокрема з тим, що в аналізованих відомих індексах не враховано аграрний компонент, як і характеристики інноваційної діяльності саме в аграрному секторі. Запропонований глобальний індекс цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 ураховує як загальний рівень цифрової трансформації, так і рівень інноваційності аграрного сектора [22, с. 131–133].

**Інноваційна активність аграрних підприємств: національний і європейський зріз.** На сучасному етапі розвитку національної економіки питома вага інноваційно активних підприємств становить близько 18,4 %, із них найбільша кількість здійснювали технологічні інновації [27]. Через відсутність державного статистичного спостереження вважаємо, що умовно про динаміку й частку інноваційно активних аграрних підприємств у рослинництві України можна судити на підставі аналізу даних про кількість і питому вагу суб'єктів господарювання, які одержували врожайність пшениці озимої на рівні не менше 6 т/га (табл. 4). На теперішньому етапі розвитку продуктивних сил і виробничих відносин в аграрному секторі України саме такий рівень урожайності можна вважати критерієм інноваційності. Більше того, цей показник є середнім за 2010–2018 рр. для країн ЄС.

*Таблиця 4*

**Основні показники інноваційної активності аграрних підприємств у рослинництві в Україні (на прикладі виробництва зерна пшениці озимої)**

Показники	Роки										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кількість підприємств, які вирощували пшеницю озиму, од.	7493	7603	7087	7334	6668	6852	5367	5723	5433	5137	4840
з них: з урожайністю понад 6,0 т/га	49	126	160	291	647	636	673	852	972	1093	1214
питома вага, %	0,7	1,7	2,3	4,0	9,7	9,3	12,5	14,9	17,9	21,3	25,1
у т. ч.: понад 7,0 т/га	15	36	33	71	228	276	252	329	379	428	478
понад 8,0 т/га	5	9	10	15	73	95	89	112	129	147	164
понад 10,0 т/га	-	-	2	1	2	11	6	10	12	13	15
Середня врожайність пшениці озимої, т/га	2,73	3,42	2,88	3,57	4,19	4,00	4,38	4,27	3,85	4,57	4,74
у т. ч.: в інноваційних підприємствах, т/га	6,79	6,66	6,84	6,70	6,90	7,11	6,98	7,07	7,13	7,18	7,24
у % до середньої	248,7	194,7	237,5	187,7	164,7	177,8	159,4	165,6	185,1	157,1	152,5
Виробничі витрати, євро/га	238	296	379	390	337	303	359	341	381	421	461
у т. ч.: в інноваційних підприємствах, євро/га	483	486	681	625	490	486	518	456	515	573	632
у % до середніх	203,1	164,2	179,7	160,3	145,5	160,3	144,3	133,9	135,2	136,3	137,2
Частка амортизації в структурі витрат, %	6,1	5,6	5,7	6,0	6,1	5,1	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1
у т. ч.: в інноваційних підприємствах, %	6,2	5,3	5,4	5,2	5,9	4,1	5,3	4,7	4,6	4,4	4,2
Середня врожайність пшениці в ЄС, т/га	5,5	5,6	5,4	5,8	6,2	6,6	5,9	6,8	6,3	6,7	6,9
Виробничі витрати в ЄС, євро/га	913	962	1066	1075	1087	1105	1004	1027	1091	1104	1118
Частка амортизації в структурі витрат у ЄС, %	15,8	15,8	14,9	15,8	15,6	16,0	16,3	16,0	16,1	16,2	16,3

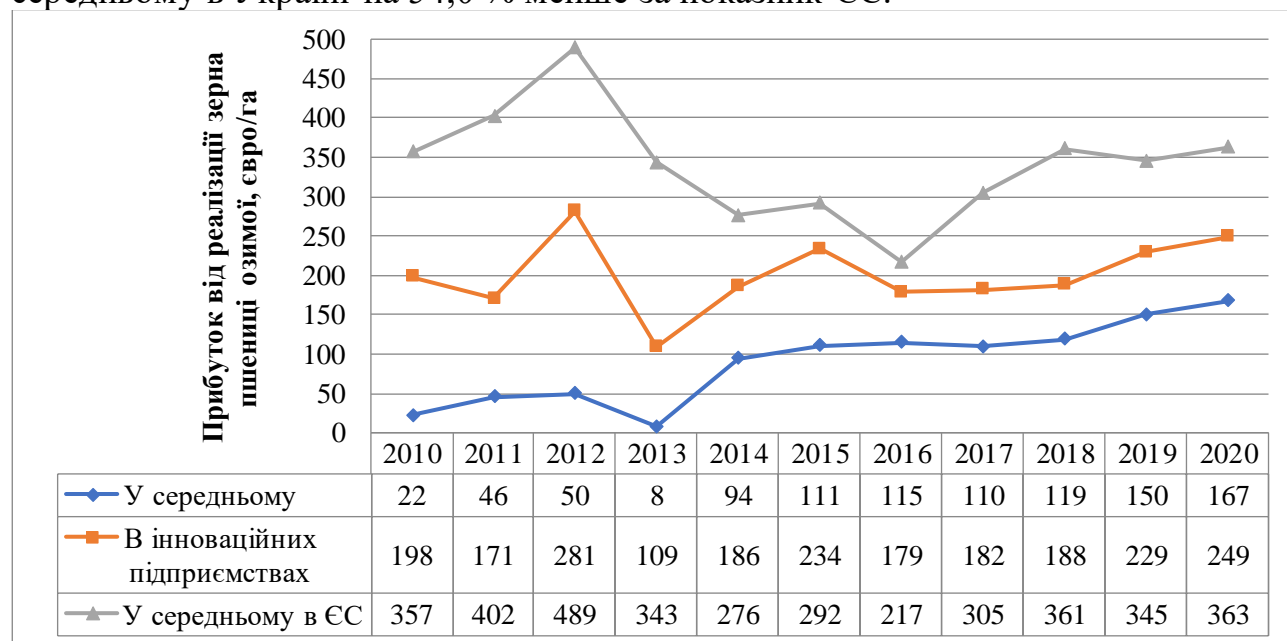
*Примітка.* Дані за 2017–2020 рр. – авторська оцінка на основі лінійного тренду.

*Джерело:* авторські розрахунки на основі даних Держслужби статистики України, Євростату та НБУ України.



Результати дослідження свідчать про збільшення кількості й питомої ваги інноваційно активних підприємств із 49 од. (0,7 %) у 2010 р. до 1214 од. (25,1 %) у 2020 р., причому в останні роки окремі передові підприємства збирали понад 10 т/га пшениці, що є результатом упровадження інновацій. Урожайність пшениці озимої в інноваційних підприємствах у 1,5–2,5 раза більша за середні показники, що є результатом вкладання коштів в інновації, оскільки виробничі витрати в цих підприємствах також більші за середні, які в динаміці в обох випадках підвищуються. Разом із цим, низькою залишається частка амортизації в структурі витрат (4,1–6,2 %) особливо порівняно із середніми показниками країн ЄС (14,9–16,3 %), причому якщо в ЄС ця частка збільшується, то в Україні скорочується. Компаративний аналіз середньої врожайності й середніх витрат в Україні та ЄС свідчить про наявність істотних резервів підвищення інноваційності, що потребує вкладання коштів в інновації [22, с. 188].

Через істотно нижчі витрати на гектар і відповідно врожайність в Україні прибутковість також на порядок нижча за показники ЄС (рис. 6), однак у динаміці зафіксовано позитивну тенденцію. Водночас інноваційні підприємства досягали в кілька разів вищої прибутковості проти середніх даних і в окремі роки наближалися до середнього рівня в ЄС. Так, у 2020 р. середній прибуток у ЄС дорівнював 363 євро/га, в інноваційних підприємствах на 31,4 % менше, у середньому в Україні на 54,0 % менше за показник ЄС.



**Рис. 6. Динаміка прибутку в інноваційно активних аграрних підприємствах у порівнянні із середніми даними в Україні та ЄС, євро/га**

*Примітка.* 1. Дані за 2017–2020 рр. – авторська оцінка на основі лінійного тренду.

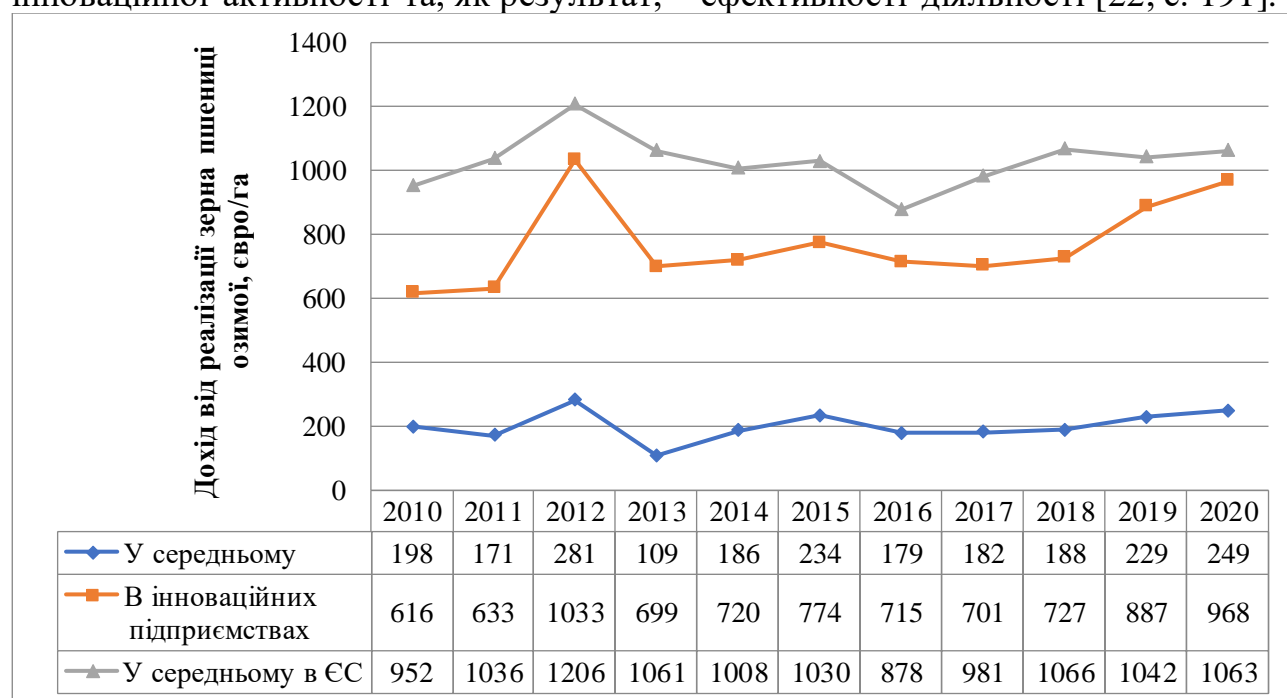
2. У середньому в ЄС вказано валовий маржинальний прибуток.

*Джерело:* побудували автори на основі власних розрахунків за даними Держслужби статистики України, Євростату та НБУ України.

У разі збереження наявних тенденцій щодо випереджальних темпів підвищення прибутковості виробництва зерна пшениці озимої можна очікувати

наближення середніх показників інноваційних підприємств України до рівня ЄС у найближчій перспективі, водночас у цілому по всіх підприємствах досягти цього складніше, тому слід інтенсифікувати інноваційну діяльність.

Абсолютно очікувано, що за рівнем доходності на гектар інноваційні аграрні підприємства на кілька порядків перевершують середні показники в Україні, більше того, в останні роки наближаються до показників ЄС (рис. 7), при цьому в динаміці ідентифіковано позитивні тенденції. Так, у 2020 р. середній дохід у ЄС дорівнює 1063 євро/га, в інноваційних підприємствах на 8,9 % менше, у середньому в Україні на 76,6 % менше за показник ЄС. За 2010–2020 рр. дохід на гектар пшениці озимої в ЄС збільшився на 11,7 %, в Україні – на 25,8 %, у тому числі в інноваційних аграрних підприємствах – на 57,1 %, що підтверджує ефективність упровадження інноваційно-випереджальної моделі розвитку. Попри це, для більшості аграрних підприємств притаманний низький рівень інноваційної активності та, як результат, – ефективності діяльності [22, с. 191].



**Рис. 7. Динаміка доходу в інноваційно активних аграрних підприємствах у порівнянні із середніми даними в Україні та ЄС, євро/га**

*Примітка.* Дані за 2017–2020 рр. – авторська оцінка на основі лінійного тренду.

*Джерело:* побудували автори на основі власних розрахунків за даними Держслужби статистики України, Євростату та НБУ України.

Головним напрямом інноваційного розвитку є системне підвищення реалізації генетичного потенціалу продуктивності (РГПП), що демонструє, наскільки сорт за рахунок зони та відповідних механізмів (технологічних, організаційних, ресурсних й інших) реалізує свій генетичний потенціал. Нині світовий рекорд урожайності пшениці озимої в Новій Зеландії становить 16,8 т/га (за середньої врожайності на зрошенні – 12,0 т/га), національний рекорд – 13,0 т/га, а потенційна врожайність кращих вітчизняних сортів сягає 15–16 т/га (тобто за середньої врожайності в Україні 4 т/га – РГПП становить близько

25 %). В Україні за останні роки потенційна врожайність пшениці озимої зросла від 6,5 до 11,5 т/га (і вище), проте реалізація врожайності в аграрних підприємствах залишається на рівні 3,2–3,7 т/га. Водночас різниця між урожайністю на сортодільницях та в системі демонстраційно-технологічних полігонів (де середній рівень РГПП становить 79,6 %) і реальною в товарному виробництві є практично системною. На основі узагальнення експериментальних даних виявлено, що рівень РГПП достатньо обґрунтовано може в середньостроковій перспективі становити 70 %, для цього необхідним є перехід до рівня розробки й трансферу цілісних інноваційних технологій (із повним дотриманням їх на практиці), з одного боку, та сортів на рівні стандартизованих сировинних ресурсів з відпрацьованою зональною спеціалізацією з урахуванням кліматичних змін [28; 29].

Розгляд культур як специфічних об'єктів трансферу, а областей як зон трансферу дав змогу вченим Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України на прикладі кукурудзи виділити регіони (АРК, Волинська, Івано-Франківська, Рівненська, Сумська, Тернопільська та Херсонська області), в яких у найближчій перспективі можна очікувати зростання врожайності. Це свідчить про необхідність переходу на нові технології, організаційні схеми й відповідного методологічного супроводу зональної спеціалізації та корегування галузевих регіональних програм [30]. Подібні дослідження проведено на прикладі соняшника, озимого ріпака, сої, у результаті чого встановлено, що технології, які не мають адаптованої методології та не гарантують одержання задекларованого кінцевого результату достатньо важко вписуються в процес їх комерційної реалізації [31].

Підвищеними очікуваннями щодо потенціалу й перспектив упровадження (трансферу) інноваційних технологій (елементів технологій) виробництва зерна пшениці озимої характеризуються аграрні підприємства з посівними площами понад 500 га. При цьому трансфер цілісних технологій найбільш очікуваним є в сегментах підприємств із площами понад 2 тис. га, а технологій, інтегрованих в інші галузі, з площами понад 3 тис. га. Зрозуміло, що потужні товаровиробники зі значними земельними й фінансовими ресурсами характеризуються більш системним і поглибленим трансфером технологій. При цьому достатньо чітко окреслюється кореляція відносно величини врожайності й рівня трансферу інноваційних технологій [32].

Результати дослідження інноваційної активності аграрних підприємств у тваринництві в Україні (на прикладі виробництва молока, де в ролі критерію інноваційності обрано продуктивність корів на рівні не менше 7,0 т/гол.) дали змогу встановити подібні до попередніх тенденції (табл. 5).

Установлено, що, не зважаючи на дуже негативний тренд до істотного (майже двократного) скорочення кількості аграрних підприємств, що займаються молочним скотарством, кількість і питома вага інноваційних суб'єктів господарювання закономірно збільшується (у 3,5 раза та на 18,5 в. п. за 2010–2020 рр.).

**Основні показники інноваційної активності аграрних підприємств  
у тваринництві в Україні (на прикладі виробництва молока)**

Показники	Роки										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кількість підприємств, які виробляли молоко, од.	2403	2225	2085	1947	1738	1628	1186	1427	1378	1335	1297
з них: з продуктивністю понад 7,0 т/гол.	81	72	127	150	169	193	180	222	243	263	284
питома вага, %	3,4	3,2	6,1	7,7	9,7	11,9	15,2	15,5	17,6	19,7	21,9
у т. ч.: понад 8,0 т/гол.	29	32	56	72	71	87	91	107	118	129	140
Середня продуктивність корів, кг/гол.	3975	4109	4676	4827	5027	5352	5643	6025	6190	6514	6798
у т. ч.: в інноваційних підприємствах, кг/гол.	7934	8213	8213	8177	8188	8249	8274	8307	8342	8377	8412
у % до середньої	199,6	199,9	175,6	169,4	162,9	154,1	146,6	137,9	134,8	128,6	123,7
Виробничі витрати, євро/гол.	755	863	1084	1244	946	780	900	838	865	1053	1145
у т. ч.: в інноваційних підприємствах, євро/гол.	1535	1723	1917	1999	1464	1200	1254	1166	1178	1408	1509
у % до середніх	203,5	199,6	176,9	160,7	154,7	154,0	139,4	139,2	136,2	133,8	131,7
Частка амортизації в структурі витрат, %	4,2	3,9	4,0	3,6	4,1	4,1	4,8	4,4	4,5	4,6	4,7
у т. ч.: в інноваційних підприємствах, %	9,3	8,3	6,0	3,0	7,6	5,3	6,6	5,4	5,2	5,0	4,8
Середня продуктивність корів у ЄС, кг/гол.	6181	6429	6452	6559	6790	6911	6946	7090	7279	7380	7509
Виробничі витрати в ЄС, євро/гол.	1943	2130	2195	2339	2389	2231	2184	2172	2306	2331	2355
Частка амортизації в структурі витрат у ЄС, %	16,7	15,5	15,2	15,2	13,9	14,2	14,5	15,0	14,1	14,0	13,9

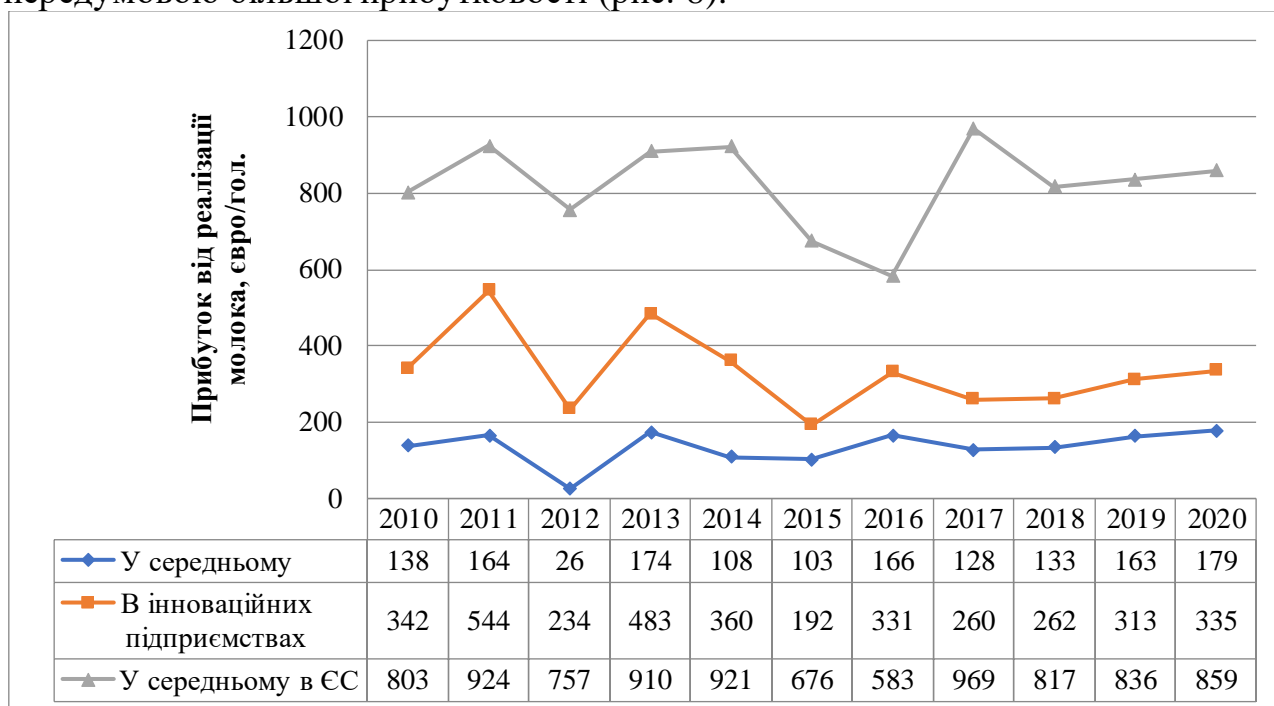
*Примітка.* Дані за 2017–2020 рр. – авторська оцінка на основі тренду.

*Джерело:* авторські розрахунки на основі даних Держслужби статистики України, ФАО, Євростату та НБУ України.

Слід наголосити на тому, що у 2010 р. навіть аграрні підприємства з продуктивністю корів понад 6,0 т/гол. (яких в Україні було лише 174 од.) можна кваліфікувати як інноваційні; уже у 2016 р. кількість таких підприємств зросла майже вдвічі (до 331 од.), а у 2020 р., за нашою оцінкою, вже майже стільки ж підприємств досягли продуктивності корів понад 7,0 т/гол. При цьому зафіксовано чітку тенденцію до збільшення кількості підприємств (з 29 од. у 2010 р. до 140 од. у 2020 р.), які подолали восьмитисячний рубіж продуктивності корів, що перевищує середні показники країн ЄС. Отже, близько 20 % аграрних підприємств, що виробляли молоко, можна визнати інноваційними, виробничі витрати в них становили близько 1500 євро/гол., що орієнтовно на третину більше за середні в Україні показники, але водночас на третину менше за аналогічний показник у ЄС, де в середньому витрачали понад 2300 євро/гол., що забезпечувало продуктивність на рівні понад 7,3 т/гол. Вища інноваційність була



передумовою більшої прибутковості (рис. 8).



**Рис. 8. Динаміка прибутку в інноваційно активних аграрних підприємствах у порівнянні із середніми даними в Україні та ЄС, євро/гол.**

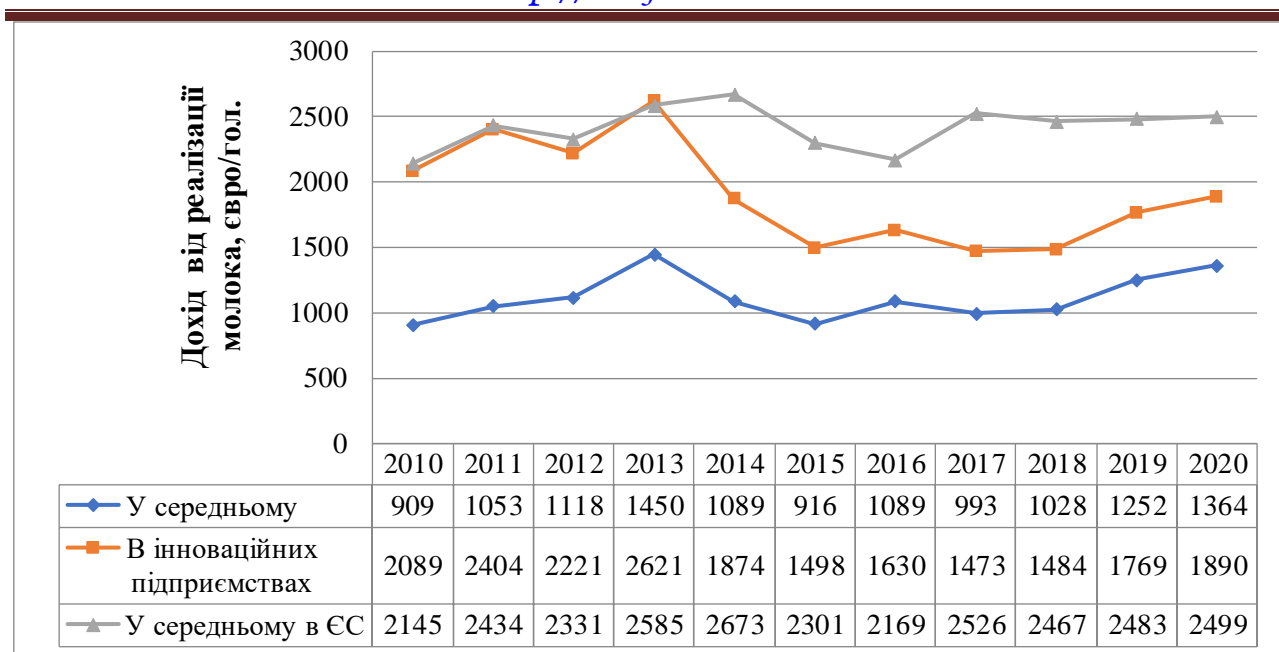
*Примітки.* 1. Дані за 2017–2020 рр. – авторська оцінка на основі лінійного тренду.

2. У середньому в ЄС вказано валовий маржинальний прибуток.

*Джерело:* побудували автори на основі власних розрахунків за даними Держслужби статистики України, ФАО, Євростату та НБУ України.

Зазначимо, що, як і в попередньому випадку, частка амортизації в структурі витрат на виробництво молока як один із індикаторів інноваційності в Україні на порядок нижча (навіть в інноваційних підприємствах), ніж у ЄС. Аналізуючи динаміку прибутку на одну корову, не можна не відзначити синхронності змін у ЄС та Україні, що вказує на істотну залежність від світової кон'юнктури ринку й додатково доводить, що саме завдяки впровадженню інноваційних проєктів можна успішно конкурувати. Якщо в середньому в Україні прибуток становив близько 150 євро/гол., то в інноваційних аграрних підприємствах удвічі більше, а в ЄС у 2,7 раза більше. Подібна диференціація характерна й для дохідності молочного скотарства (рис. 9).

Примітно, що протягом 2010–2013 рр. інноваційні вітчизняні виробники молока за рівнем дохідності не тільки вирівнялися, а навіть перевершили рівень ЄС, що переконливо підтверджує доцільність, ефективність і реалістичність інноваційно-випереджувального розвитку скотарства й тваринництва в цілому. В останні роки дохідність інноваційних підприємств на 40–50 % перевищувала середні в Україні показники, проте була орієнтовно на третину меншою за рівень ЄС, де в середньому одержували близько 2550 євро/гол. Отже, рівень передових інноваційних аграрних підприємств свідчить про реальну можливість і доцільність активізації інноваційної діяльності в аграрній галузі [22, с. 196].

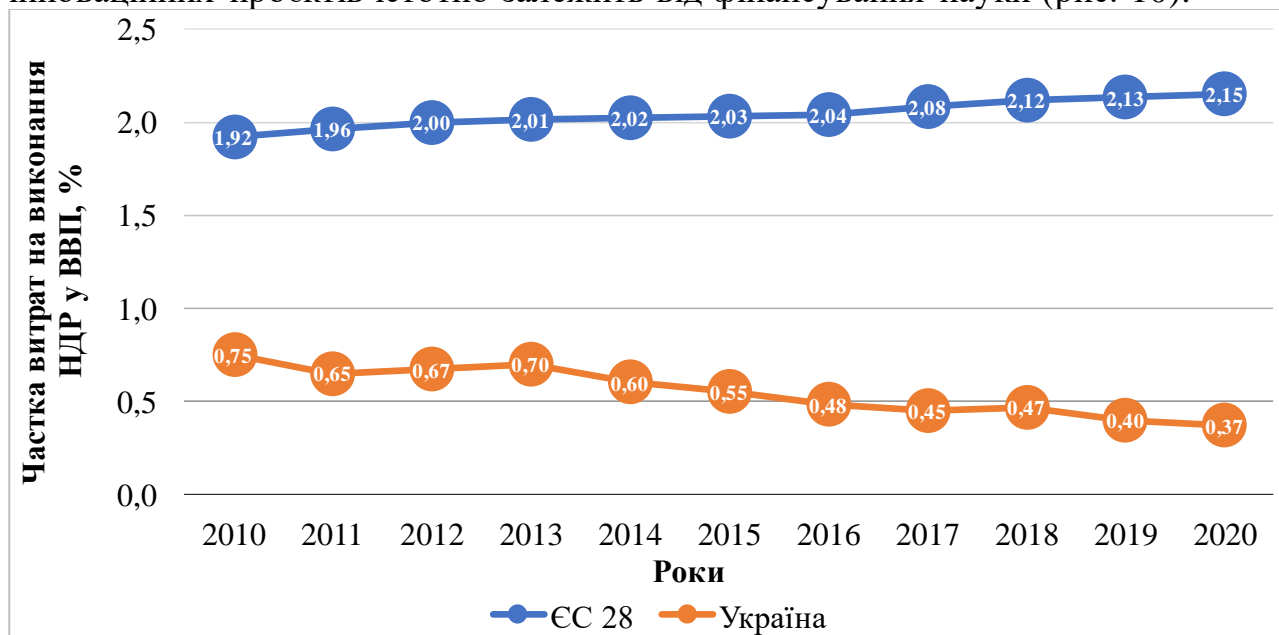


**Рис. 9. Динаміка доходу в інноваційно активних аграрних підприємствах порівняно із середніми даними в Україні та ЄС, євро/гол.**

*Примітка.* Дані за 2017–2020 рр. – авторська оцінка на основі лінійного тренду.

*Джерело:* побудували автори на основі власних розрахунків за даними Держслужби статистики України, ФАО, Євростату та НБУ України.

Можливості розроблення й упровадження інноваційних проєктів істотно залежать від якості проведення наукових досліджень і їх результатів. Саме завершені наукові продукти є основою для розвитку інновацій і впровадження їх у виробництво. Своєю чергою, якість наукових продуктів як компонента інноваційних проєктів істотно залежить від фінансування науки (рис. 10).



**Рис. 10. Динаміка частки витрат на виконання НДР у ВВП в Україні та ЄС, %**

*Примітка.* Дані за 2019–2020 рр. – авторська оцінка на основі лінійного тренда.

*Джерело:* побудували автори за даними Держслужби статистики України [33, с. 69].

Частка витрат на виконання НДР у ВВП у ЄС-28 протягом останніх років коливається в діапазоні 1,92–2,12 %, що на порядок більше, ніж в Україні – 0,45–0,75 %. При цьому в ЄС зафіксовано позитивну динаміку до зростання частки витрат на виконання НДР у ВВП, а в Україні – зворотна тенденція. У 2017 р. до числа лідерів за часткою витрат на виконання НДР у ВВП серед країн ЄС належали, зокрема, такі: Швеція – 3,25 %, Австрія – 3,09 %, Німеччина – 2,94 %, Данія – 2,87 %, Фінляндія – 2,75 %, Бельгія – 2,49 %, Франція – 2,25 % [34]. Для України стратегічним орієнтиром у короткостроковій перспективі має бути досягнення рівня країн Східної Європи (напр., у 2018 р.: Словенія – 1,95 %, Чеська Республіка – 1,93 %, Угорщина – 1,53 %, Естонія – 1,40 %, Польща – 1,21 %), у довгостроковій перспективі – варто прагнути досягнути рівня Німеччини (3,13 %) [22, с. 197].

Порівняльний аналіз структури фінансування витрат на виконання НДР в Україні та ЄС-28 (на основі даних Держстату та Євростату [33, с. 70]) засвідчив наявність певних структурних відмінностей, хоча спільною є тенденція до скорочення частки державного фінансування в динаміці. В Україні у 2017 р. у структурі фінансування витрат частка підприємницького сектора становила 30,1 %, державного сектора – 44,2 %, сектора вищої освіти – 0,2 %, приватного неприбуткового сектора – 0,0 %, коштів іноземних джерел – 24,4 %, інші джерела – 1,1 %, а в ЄС-28 ці показники відповідно дорівнювали 58,2 %, 29,3, 1,1, 1,7, 9,7 0,0 %. Отже, у ЄС-28 домінують кошти підприємницького сектора, а в Україні – кошти державного сектора.

Деякі українські аграрні підприємства вже працюють над автоматизацією та цифровізацією виробничих процесів, купуючи більше технологічно досконалої техніки, дедалі більше імплементують системи точного землеробства й інші інноваційні рішення. Це збільшує витрати на придбання техніки з розрахунку на одиницю земельної площі. Водночас в Україні середні витрати аграрних підприємств на придбання техніки з розрахунку на 1 га у 2017 р. становили близько 51 дол. США, тоді як у Німеччині цей показник дорівнював 417 дол. США, у Франції – 281, у Польщі – 193 дол. США [35].

Істотна різниця у витратах на закупівлю сільгосптехніки виникає, в першу чергу, за рахунок використання німецькими, французькими й іншими європейськими фермерами більш технологічно досконалої техніки. Таке обладнання є значно дорожчим і націлене на залучення якомога меншої кількості персоналу та більш ефективного використання земель і, як результат, спостерігається більша автоматизація та роботизація виробництва [35].

Результати аналізу динаміки обсягів купівлі аграрними підприємствами України нової сільгосптехніки для галузі рослинництва (табл. 6) свідчать про різноспрямовані тенденції, причому найвищу інноваційну активність підприємств за цим показником зафіксовано у 2016–2018 рр. Прикметно, що із 20 аналізованих найменувань техніки лише щодо трьох позицій (борони; машини та пристрої для поливу; жатки валкові) обсяг її купівлі у 2020 р. перевищував аналогічний показник 2011 р., а в решті випадків виявлено

скорочення цього обсягу.

Таблиця 6

**Купівля аграрними підприємствами України нової сільськогосподарської техніки для галузі рослинництва, шт.**

Найменування	Роки										2020 р. у % до 2011 р.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Трактори усіх видів	2983	3010	2788	1822	2095	3777	3688	3105	2109	1976	66,2
Плуги	1057	992	1111	804	1117	1616	1786	1483	924	837	79,2
Культиватори	2093	1890	1699	1396	1300	2122	2374	1828	1330	1101	52,6
Борони	1468	1048	1627	1366	1510	2443	2740	2505	1974	1662	113,2
Сівалки (без тукових)	2283	2460	1776	1552	1602	2215	2322	1718	1323	1188	52,0
Розкидачі гною і добрив (включаючи сівалки тукові)	835	770	854	632	619	990	1398	1230	938	735	88,0
Машини та пристрої для поливу	279	136	213	160	138	232	367	490	302	293	105,0
Водяні насоси та насосні станції	795	571	651	587	653	764	696	874	764	573	72,1
Сінокосарки	457	489	412	349	271	469	435	317	293	220	48,1
Жатки валкові	611	603	585	448	510	951	1194	828	566	1240	202,9
Прес-пакувальники, включаючи прес-підбирачі	518	475	400	261	266	334	296	259	181	171	33,0
Комбайни зернозбиральні	804	541	524	336	479	902	1026	576	487	443	55,1
Комбайни кукурудзозбиральні	10	20	17	16	9	10	9	8	5	4	40,0
Комбайни кормозбиральні	76	53	58	34	30	48	42	41	23	22	28,9
Комбайни бурякозбиральні	35	7	1	3	3	8	10	13	к	к	-
Молотарки	27	21	27	10	14	34	68	57	39	17	63,0
Сортувальні й калібрувальні машини та механізми	132	84	120	74	112	119	132	116	86	66	50,0
Машини для збирання овочів і баштанних культур	30	12	8	19	12	21	21	50	к	26	86,7
Машини для збирання плодів, ягід, винограду	3	3	2	1	1	3	4	9	к	к	-
Зерноочисні машини	375	258	251	202	305	325	390	260	242	148	39,5

*Примітка.* Символ «к» – дані не оприлюднені з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації.

*Джерело:* сформували автори за даними стат. бюлетеня «Придбання підприємствами матеріально-технічних ресурсів для виробничих потреб» за відповідні роки [36].

У кризові для України 2014–2015 рр. підприємства переважно купували лише найнеобхідніше обладнання, очікуючи стабілізації економічної та політичної ситуації в країні. Ситуація стала нормалізовуватися у 2016 р., обсяг продажу почав зростати значною мірою і за рахунок відкладеного попиту 2014–



2015 рр., а у 2017 р. ринок досягнув докризових обсягів [35], а в багатьох випадках – сягнув рекордних обсягів протягом періоду 2011–2020 рр.

На відміну від галузі рослинництва, у тваринницькій галузі аграрні підприємства купують значно менше нової техніки, причому в динаміці обсяги купівлі характеризуються переважно негативними трендами, за винятком купівлі причепів і напівпричепів сільськогосподарських, обсягові купівлі яких притаманний висхідний тренд протягом аналізованого періоду (табл. 7).

*Таблиця 7*

**Купівля аграрними підприємствами України нової сільськогосподарської техніки для галузі тваринництва, шт.**

Найменування	Роки										2020 р. у % до 2011 р.
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Доїльні установки та апарати	398	382	552	348	181	176	222	106	198	217	54,5
Очищувачі-охолоджувачі молока	138	131	111	72	105	98	87	94	81	78	56,5
Молочні сепаратори	14	12	12	7	10	15	7	5	7	13	92,9
Інкубатори	10	10	14	6	2	12	3	к	к	к	-
Машини та механізми для приготування кормів	200	272	255	161	165	131	221	183	195	155	77,5
Роздавачі кормів для великої рогатої худоби	146	151	108	104	87	116	105	86	83	73	50,0
Роздавачі кормів для свиней	53	67	105	58	89	52	58	21	46	27	50,9
Транспортери для прибирання гною	824	646	546	448	359	337	334	329	326	335	40,7
Причепи та напівпричепи сільськогосподарські	621	484	577	506	479	796	1202	1217	923	845	136,1

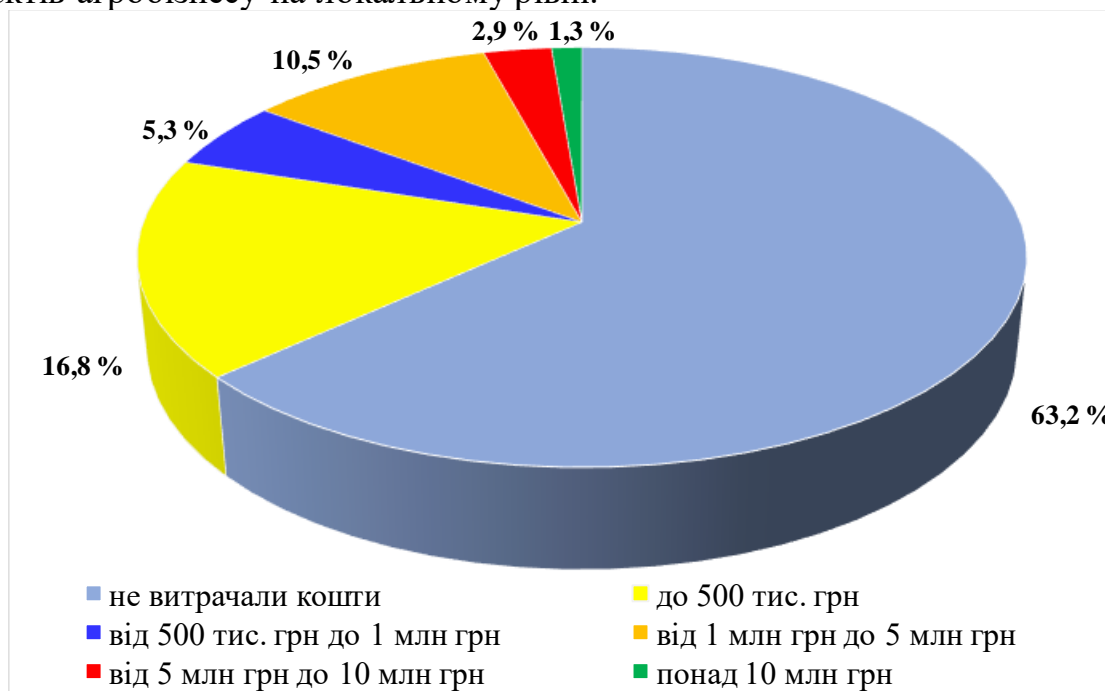
*Примітка.* Символ «к» – дані не оприлюднені з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності статистичної інформації.

*Джерело:* сформували автори за даними стат. бюлетеня «Придбання підприємствами матеріально-технічних ресурсів для виробничих потреб» за відповідні роки [36].

Таким чином, на основі аналізу динаміки обсягів купівлі аграрними підприємствами України нової сільгосптехніки протягом 2011–2020 рр. можемо констатувати: (1) відносно вищий рівень інноваційної активності суб'єктів галузі рослинництва проти галузі тваринництва; (2) якщо в рослинництві інноваційна активність підприємств в окремих випадках мала позитивну тенденцію, то у тваринництві домінували негативні тенденції; (3) судячи із загальної кількості придбаних тракторів усіх видів і комбайнів, можна припустити, що в країні щороку реалізували в середньому близько 3080 проєктів у рослинництві; (4) судячи із кількості придбаних доїльних установок та апаратів, можна припустити, що в країні щороку реалізували в середньому близько 285 проєктів у молочному скотарстві [22, с. 208].

Результати групування аграрних підприємств Харківської області за сумою

коштів, витрачених на придбання нової сільськогосподарської техніки у 2019 р. (рис. 11) вказують на істотний рівень диференціації інноваційної активності суб'єктів агробізнесу на локальному рівні.



**Рис. 11. Розподіл аграрних підприємств Харківської області за сумою коштів, витрачених на придбання нової сільгосптехніки, 2019 р.**

*Джерело:* побудували автори на основі даних форми № 50-с.г.

Так, 345 аграрних підприємств (63,2 %) не витрачали кошти на придбання нової сільгосптехніки; 92 підприємства (16,8 %) витратили до 500 тис. грн; 29 підприємств (5,3 %) – від 500 тис. до 1 млн грн; 57 підприємств (10,5 %) – від 1 до 5 млн грн; 16 підприємств (2,9 %) – від 5 до 10 млн грн; 7 підприємств (1,3 %) витратили понад 10 млн грн на придбання нової сільгосптехніки у 2019 р.

Отже, аналіз інноваційної активності аграрних підприємств у європейському й національному вимірі свідчить про наявність великих можливостей щодо інноваційно-випереджального розвитку аграрного сектора, реалізацію яких часто гальмують дефіцит фінансових ресурсів і недостатньо ефективна політика стосовно впровадження інновацій.

Результати нашого дослідження є певним внеском на національному та регіональному рівні в реалізацію «Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року» [37], у частині кращого розуміння тенденцій, сучасного стану й галузевих особливостей розвитку інноваційної діяльності аграрних підприємств і готовності до агробізнесу 4.0, що має спонукати до впровадження заходів для активізації інноваційної діяльності. Здобуті результати можуть бути використані на національному й регіональному рівнях управління інноваційною діяльністю, проте на локальному рівні (адміністративні райони, територіальні громади, аграрні підприємства) є потреба в додаткових дослідженнях, результати й рекомендації за якими, як свідчать наші попередні роботи [24], урахуватимуть ситуаційні особливості підприємств.

Здобуті нами результати розвивають і доповнюють попередні наші дослідження [21–24; 38] й узгоджуються із дотичними до нашої роботи публікаціями. Так, ми погоджуємося з тим, що інноваційні процеси в аграрному секторі України через недосконалу державну політику щодо стимулювання розвитку науково-технологічної сфери ще не набули вагомих масштабів. Кількість підприємств, переведених на інноваційний шлях розвитку, менше 15 % [39]. З іншого боку, наші результати на регіональному рівні близькі до дотичних до цього попередніх досліджень, якими встановлено, що частка агровиробників у Харківській області, готових до системного впровадження технологічних блоків і цілісних технологій, не перевищувала 20 % протягом 2012–2013 рр. [29]. Тому на часі розроблення й узгодження з обласними державними адміністраціями програм інноваційного розвитку аграрного сектора регіонів, поліпшення співпраці міжрегіональних наукових центрів Національної академії аграрних наук України (НААН) із регіональними органами влади та суб'єктами аграрного бізнесу й активізація розвитку дорадництва. Доцільно створити в НААН єдиний реєстр інноваційних проєктів і продуктів, розробити відповідні рекомендації щодо їх упровадження в регіонах [39].

Одним із ключових для цього дослідження є обмеження щодо (не)доступності даних, оскільки як інформаційну базу використано наявні в публічному (вільному) доступі дані про інноваційну діяльність. Фактично ми маємо певний інформаційний вакуум щодо інноваційної діяльності аграрних підприємств, оскільки немає спеціального статистичного спостереження із цього питання. Ще шість років тому співавторами цієї праці визначено необхідність періодичного проведення статистичних обстежень для формування належного інформаційного забезпечення про стан і тенденції інноваційної діяльності, що слугуватиме підґрунтям для ухвалення управлінських рішень на різних рівнях [38]. Подібні пропозиції обґрунтовують й інші вчені, які ми повністю підтримуємо. Так, Б. Буркинський зі співавторами зазначають, що окремі недоліки механізму впровадження інновацій пов'язані зі статистичним і методичним забезпеченням. Оскільки ні статистика ЄС, ні державна статистика України не включають розділ сільського господарства у власні статистичні методи дослідження. Нині можна аналізувати механізм впровадження інновацій лише однієї ланки агропромислового комплексу, а саме переробної. Тому до державного статистичного спостереження за інноваційною діяльністю підприємств необхідно включити розділ А (сільське, лісове та рибне господарство). Найбільша частка підприємств сільського, лісового та рибного секторів припадає на мікропідприємства, які також не фігурують у статистичному спостереженні, що в будь-якому разі спотворює аналіз інноваційної діяльності підприємств при використанні статистичних даних, тому необхідно поширити статистичне спостереження на мікропідприємства [6].

Із попереднім тісно пов'язане обмеження щодо методології дослідження, яке полягає в тому, що оцінювання інноваційної активності здійснено на основі не прямих, а опосередкованих показників (кількість і питома вага суб'єктів

господарювання, які одержували врожайність пшениці озимої на рівні не менше 6 т/га, та продуктивність корів на рівні не менше 7,0 т/гол.; частка амортизації в структурі витрат; купівля аграрними підприємствами нової сільськогосподарської техніки тощо). Зрозуміло, що в разі зміни критеріальної величини врожайності чи продуктивності, або ж вибору в ролі індикаторів інноваційної активності інших показників, результати можуть виявитися відмінними від отриманих у цьому дослідженні. Це може стати предметом майбутніх досліджень у відповідному контексті.

**Висновки.** На сучасному етапі парадигма інноваційної діяльності в аграрному секторі знаходить своє відображення в агробізнесі 4.0 або сільському господарстві 4.0. Це дослідження заповнює прогалини, виявлені в результаті бібліометричного й кластерного аналізу, а також сприяє кращому розумінню тенденцій, сучасного стану й галузевих особливостей розвитку інноваційної діяльності аграрних підприємств і готовності до агробізнесу 4.0, що має спонукати до впровадження заходів для активізації інноваційної діяльності. У результаті дослідження на основі даних бази Scopus побудовано бібліометричні карти інтенсивності й хронології використання та взаємозв'язків найуживаніших термінів у публікаціях щодо сільського господарства 4.0; сформовано чотири кластери тематичних досліджень: перший кластер включає 13 термінів і стосується обґрунтування застосування в сільському господарстві агророботів, штучного інтелекту, інтернету речей; другий кластер включає 13 термінів, фокусується на точному землеробстві, розумному землеробстві, машинному навчанні та прийнятті рішень; третій кластер включає 13 термінів, охоплює питання щодо сільськогосподарських технологій, сталості, інновацій і великих даних; четвертий кластер містить 12 термінів і фокусується на сільському господарстві 4.0, розумному сільському господарстві, індустрії 4.0, цифровому сільському господарстві та цифрових технологіях.

Уперше представлено результати розрахунку й аналізу глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 України й країн ЄС. Установлено, що серед країн ЄС абсолютним лідером за глобальним індексом цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0 була Швеція (81,3 бала зі 100 можливих). Серед аналізованих країн Україна посіла останнє 29-те місце (49,7 бала), що свідчить про дуже низький рівень цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0. Набули дальшого розвитку методологічні положення про оцінювання інноваційної активності аграрних підприємств у частині використання непрямих показників про кількість і питому вагу суб'єктів, які досягли певного рівня продуктивності, а також порівняння між собою показників України та ЄС. Здійснено оцінку інноваційної активності аграрних підприємств, що дало змогу ідентифікувати тенденції, сучасний стан і галузеві особливості (у рослинництві на прикладі пшениці озимої, у тваринництві на прикладі молока) указаної активності. У рослинництві підприємства вирізнялися дещо вищим рівнем інноваційної активності, ніж у тваринництві, однак відмінності не дуже істотні. Аналіз інноваційної активності аграрних



підприємств у європейському й національному вимірі засвідчив наявність великих можливостей щодо інноваційно-випереджального розвитку аграрного сектора, реалізація яких часто гальмується дефіцитом фінансових ресурсів і недостатньо ефективною політикою щодо впровадження інновацій.

Здобуті результати мають певні політичні та прикладні наслідки. Результати показують, що цифрова трансформація та підвищення готовності до агробізнесу 4.0 є важливими і може використовуватися як ефективний інструмент активізації інноваційної діяльності в аграрному секторі та забезпечення його сталого розвитку. Результати роботи можуть бути використані як особами, які ухвалюють політичні рішення, розробляючи стратегію інноваційної діяльності та програми державної фінансової підтримки на національному й регіональному рівнях, так і менеджерами інноваційної діяльності аграрних підприємств для (i) удосконалення політики щодо поліпшення інноваційної активності аграрних підприємств з урахуванням галузевих особливостей і досягнутого рівня; (ii) оцінювання на рівні країн глобального індексу цифрової трансформації та готовності до агробізнесу 4.0; (iii) ухвалення управлінських рішень щодо підвищення інноваційної активності аграрних підприємств.

У цій роботі є деякі обмеження інформаційного й методологічного змісту, які можна розглянути в майбутніх дослідженнях. До числа перспективних напрямів досліджень відносимо такі: розроблення методології оцінювання готовності аграрних підприємств до агробізнесу 4.0; проведення емпіричного дослідження для виявлення фактичного рівня готовності аграрних підприємств до агробізнесу 4.0; ідентифікація внутрішніх і зовнішніх чинників та просторово-часових особливостей формування готовності аграрних підприємств різних розмірів і напрямів спеціалізації до агробізнесу 4.0; розроблення практичних рекомендацій щодо цифрової трансформації та поліпшення готовності аграрних підприємств до агробізнесу 4.0, зокрема в контексті повоєнного відновлення.

#### **Список використаних джерел**

1. Klerkx L. Towards agricultural innovation systems 4.0? Supporting directionality, diversity, distribution and democracy in food systems transformation. *Wageningen University & Research*. 2023. <https://doi.org/10.18174/634949>.

2. Fraser E. D. G., Campbell M. Agriculture 5.0: reconciling production with planetary health. *One Earth*. 2018. Vol. 1. Is. 3. Pp. 278–280. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.022>.

3. Saiz-Rubio V., Rovira-Más F. From smart farming towards agriculture 5.0: a review on crop data management. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. Is. 2. 207. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>.

4. Ragazou K., Garefalakis A., Zafeiriou E., Passas I. Agriculture 5.0: a new strategic management mode for a cut cost and an energy efficient agriculture sector. *Energies*. 2022. Vol. 15. Is. 9. 3113. <https://doi.org/10.3390/en15093113>.

5. Ferreira A. C. D. A., Titotto S. L. M. C., Akkari A. C. S. Urban agriculture 5.0: an exploratory approach to the food system in a super smart society. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*. 2022. Vol. 7. Is. 4.

Pp. 455–475. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2022.7.4.030>.

6. Burkynskiy B., Kupinets L., Andryeyeva N., Shershun O. Ukrainian agro-food sector in the context of global patterns of environmental innovation development. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*. 2022. Vol. 25. No. 4. Pp. 45–63. <https://doi.org/10.18778/1508-2008.25.29>.

7. Józwiak W., Kagan A., Mirkowska Z. Innovations on the Polish farms, their scope of implementation and significance. *Problems of Agricultural Economics*. 2014. Vol. 341. No. 4. Pp. 82–104. <https://doi.org/10.5604/00441600.1151765>.

8. Zastempowski M., Cyfert S. The role of strategic innovation activities in creating Spanish agriculture companies' innovativeness. *Agricultural Economics – Czech*. 2022. Vol. 68. Pp. 230–238. <https://doi.org/10.17221/66/2022-AGRICECON>.

9. Stræte E. P., Vik J., Fuglestad E. M., Gjefsen M. D. et al. Critical support for different stages of innovation in agriculture: what, when, how? *Agricultural Systems*. 2022. Vol. 203. 103526. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103526>.

10. 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 Journal of Life Sciences*. 2019. Vol. 90–91. Is. 1. Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

11. Silva F. T. d., Baierle I. C., Correa R. G. d. F., Sellitto M. A. et al. Open innovation in agribusiness: barriers and challenges in the transition to agriculture 4.0. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. Is. 11. 8562. <https://doi.org/10.3390/su15118562>.

12. Hurst Z. M., Spiegel S. Design thinking for responsible agriculture 4.0 innovations in rangelands. *Rangelands*. 2023. Vol. 45. Is. 4. Pp. 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2023.03.003>.

13. Lioutas E. D., Charatsari C. Innovating digitally: the new texture of practices in agriculture 4.0. *Sociologia Ruralis*. 2022. Vol. 62. Is. 2. Pp. 250–278. <https://doi.org/10.1111/soru.12356>.

14. Wernicke I. H. Agriculture 4.0 and bioeconomy: strategies of the European Union and Germany to promote the agricultural sector – opportunities and strains of digitization and the use of bio-based innovations. *Research Anthology on Strategies for Achieving Agricultural Sustainability*. IGI Global, 2022. Pp. 882–895. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5352-0.ch046>.

15. Barrett H., Rose D. C. Perceptions of the fourth agricultural revolution: what's in, what's out, and what consequences are anticipated? *Sociologia Ruralis*. 2022. Vol. 62. Is. 2. Pp. 162–189. <https://doi.org/10.1111/soru.12324>.

16. Malysh I., Bukhalo E., Prozorova N., Bilokin O. Studying the factors that influence the innovation and investment development of agricultural enterprises by the expert survey method. *Science and Innovation*. 2022. Vol. 18. Is. 3. Pp. 74–86. <https://doi.org/10.15407/scine18.03.074>.

17. Zghurska O. Strategic innovative benchmarks of Ukrainian agro-industrial enterprises in the conditions of information society. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2021. Vol. 33. Pp. 233–242. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20219967376>.

18. Dooranov A., Doroshkevych K., Cherkasova S., Skasko O. et al. Assessment and forecasting of the effectiveness of the agricultural company's innovation and foreign economic activity strategy. *Journal of Agriculture and Crops*. 2023. Vol. 9. Is. 1. Pp. 78–84. <https://doi.org/10.32861/jac.91.78.84>.

19. Miao Y., Kharchenko T. Improving the innovative strategy of management of agricultural enterprises in the conditions of globalization. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2023. Vol. 5(52). Pp. 433–447. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.5.52.2023.4136>.

20. Calafat-Marzal C., Sánchez-García M., Martí L., Puertas R. Agri-food 4.0: drivers and links to innovation and eco-innovation. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 207. 107700. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107700>.

21. Kucher L. Implementation of innovation projects in the context of agribusiness 4.0 in Ukraine. *The CAP and national priorities within the EU budget after 2020: monograph*; eds. M. Wigier, A. Kowalski. Warsaw: Institute of Agricultural and Food Economics – National Research Institute, 2018. Pp. 262–278. <https://doi.org/10.30858/pw/9788376587516.20>.

22. Кучер Л. Ю. Економічні засади управління інноваційними проектами підприємств аграрного сектора: теорія та практика: моногр. Харків: Бровін О. В., 2021. 640 с. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26283.92969>.

23. Kucher L. Impact of digitalization on the management of innovative projects. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomiczno-Społecznej w Ostrołęce*. 2022. Vol. 45. No. 2. Pp. 16–26. <https://doi.org/10.58246/sjeconomics.v45i2.273>.

24. Кучер Л., Кучер А., Ороховська Л. Оцінка готовності аграрних підприємств до впровадження інноваційних проєктів. *Agricultural and Resource Economics*. 2023. Vol. 9. No. 1. Pp. 224–259. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.01.11>.

25. Kopishynska O., Utkin Y., Lyashenko V., Barabolia O. et al. Information systems and technologies in agronomy and business: employers' requirements-oriented study in agricultural universities. *25th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2021)*. Florida, 18–21 July 2021. Vol. 2. International Institute of Informatics and Systemics, 2021. Pp. 113–118. URL: <https://dSPACE.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/66f449f7-0002-4114-ad22-ceb65317929e/content>.

26. Global Innovation Index. URL: <https://www.globalinnovationindex.org>.

27. Соколюк С. Ю. Сучасне інноваційне середовище розвитку підприємств аграрного сектору економіки. *Агросвіт*. 2019. № 6. С. 49–54. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.6.49>.

28. Тимчук В. М., Рябчун Н. І., Усова З. В., Суворова К. Ю. та ін. Аналіз реалізації напрямів селекційних програм пшениці озимої як об'єкта трансферу. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2018. Вип. 25. С. 71–86. URL: <https://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/21760/1/Тимчук%20Н.Ф.-Стаття-Озима%20пшениця-%202018-вип.25-с.64%20-78.pdf>.

29. Тимчук В. М., Іодковський В. С., Усова З. В. Урожайність потенційна і

реальна. *Зерно*. 2017. № 8(137). С. 26–32. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2017/avgust-2017-god/urozhaynist-potenciyna-i-realna>.

30. Тимчук В. М., Єгорова Н. Ю., Бондаренко Є. С., Осипова Л. С., Халін С. Ф. Методологічні підходи оцінки зон трансферу кукурудзи на зерно за показником урожайності. *Інженерія природокористування*. 2019. № 3(13). С. 43–50. [https://doi.org/10.37700/enm.2019.3\(13\).43-50](https://doi.org/10.37700/enm.2019.3(13).43-50).

31. Тимчук В. М., Святченко С. І. Методологічні підходи оцінки сировинної бази для оліє-жирової галузі. Харків: Стиль-іздат, 2018. 84 с. URL: [http://www.yuriev.com.ua/images/pdf/sirbazaogr\\_250418.pdf](http://www.yuriev.com.ua/images/pdf/sirbazaogr_250418.pdf).

32. Тимчук В. М., Єгорова Н. Ю., Святченко С. І., Гребенюк І. В., Матвієць В. Г., Садовой О. О. Аналіз рівня ресурсної та технологічної готовності споживачів до трансферу інновацій. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 15. С. 213–224. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcnzapv\\_2013\\_15\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcnzapv_2013_15_29).

33. Наукова та інноваційна діяльність України 2019: стат. збірник. Київ: Держслужба статистики України, 2020. 99 с. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2020/zb/09/zb\\_nauka\\_2019.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/09/zb_nauka_2019.pdf).

34. Здійснення наукових досліджень і розробок у 2017 році. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publnauka\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnauka_u.htm).

35. Лахай П. Автоматизуйся або помри. URL: <https://agroportal.ua/ua/views/blogs/avtomatiziruisya-ili-umri>.

36. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

37. Про схвалення Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 10.07.2019 р. № 526-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/526-2019-%D1%80#Text>.

38. Kucher A., Kucher L. State and problems of transfer of innovations in land use of agricultural enterprises. *Marketing and Management of Innovations*. 2017. No. 3. Pp. 43–52. <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.3-04>.

39. Вергунов В. А. Наукові основи інноваційного розвитку аграрної науки на регіональному рівні. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 5. С. 69–75. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201905-09>.

## References

1. Klerkx, L. (2023). Towards agricultural innovation systems 4.0? Supporting directionality, diversity, distribution and democracy in food systems transformation. *Wageningen University & Research*. <https://doi.org/10.18174/634949>.

2. Fraser, E. D. G., & Campbell, M. (2018). Agriculture 5.0: reconciling production with planetary health. *One Earth*, 1(3), 278–280. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.022>.

3. Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: a review on crop data management. *Agronomy*, 10(2), 207.



<https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>.

4. Ragazou, K., Garefalakis, A., Zafeiriou, E., & Passas, I. (2022). Agriculture 5.0: a new strategic management mode for a cut cost and an energy efficient agriculture sector. *Energies*, 15(9), 3113. <https://doi.org/10.3390/en15093113>.

5. Ferreira, A. C. D. A., Titotto, S. L. M. C., & Akkari, A. C. S. (2022). Urban agriculture 5.0: an exploratory approach to the food system in a super smart society. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 7(4), 455–475. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2022.7.4.030>.

6. Burkynskyi, B., Kupinets, L., Andryeyeva, N., & Shershun, O. (2022). Ukrainian agro-food sector in the context of global patterns of environmental innovation development. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, 25(4), 45–63. <https://doi.org/10.18778/1508-2008.25.29>.

7. Józwiak, W., Kagan, A., & Mirkowska, Z. (2014). Innovations on the Polish farms, their scope of implementation and significance. *Problems of Agricultural Economics*, 341(4), 82–104. <https://doi.org/10.5604/00441600.1151765>.

8. Zastempowski, M., & Cyfert, S. (2022). The role of strategic innovation activities in creating Spanish agriculture companies' innovativeness. *Agricultural Economics – Czech*, 68, 230–238. <https://doi.org/10.17221/66/2022-AGRICECON>.

9. Stræte, E. P., Vik, J., Fuglestad, E. M., Gjefsen, M. D., Melås, A. M., & Søråa, R. A. (2022). Critical support for different stages of innovation in agriculture: what, when, how? *Agricultural Systems*, 203, 103526. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2022.103526>.

10. Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: new contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>.

11. Silva, F. T. d., Baierle, I. C., Correa, R. G. d. F., Sellitto, M. A., Peres, F. A. P., & Kipper, L. M. (2023). Open innovation in agribusiness: barriers and challenges in the transition to agriculture 4.0. *Sustainability*, 15(11), 8562. <https://doi.org/10.3390/su15118562>.

12. Hurst, Z. M., & Spiegel, S. (2023). Design thinking for responsible agriculture 4.0 innovations in rangelands. *Rangelands*, 45(4), 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2023.03.003>.

13. Lioutas, E. D., & Charatsari, C. (2022). Innovating digitally: the new texture of practices in Agriculture 4.0. *Sociologia Ruralis*, 62(2), 250–278. <https://doi.org/10.1111/soru.12356>.

14. Wernicke, I. H. (2022). Agriculture 4.0 and bioeconomy: strategies of the European Union and Germany to promote the agricultural sector – opportunities and strains of digitization and the use of bio-based innovations. In I. Management Association (Ed.), *Research Anthology on Strategies for Achieving Agricultural Sustainability* (pp. 882–895). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5352-0.ch046>.

15. Barrett, H., & Rose, D. C. (2022). Perceptions of the fourth agricultural

revolution: what's in, what's out, and what consequences are anticipated? *Sociologia Ruralis*, 62(2), 162–189. <https://doi.org/10.1111/soru.12324>.

16. Malysh, I., Bukhalo, E., Prozorova, N., & Bilokin, O. (2022). Studying the factors that influence the innovation and investment development of agricultural enterprises by the expert survey method. *Science and Innovation*, 18(3), 74–86. <https://doi.org/10.15407/scine18.03.074>.

17. Zghurska, O. (2021). Strategic innovative benchmarks of Ukrainian agro-industrial enterprises in the conditions of information society. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 33, 233–242. Available at: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20219967376>.

18. Dooranov, A., Doroshkevych, K., Cherkasova, S., Skasko, O., Malynovska, Y., & Malynovsky, Y. (2023). Assessment and forecasting of the effectiveness of the agricultural company's innovation and foreign economic activity strategy. *Journal of Agriculture and Crops*, 9(1), 78–84. <https://doi.org/10.32861/jac.91.78.84>.

19. Miao, Y., & Kharchenko, T. (2023). Improving the innovative strategy of management of agricultural enterprises in the conditions of globalization. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(52), 433–447. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.5.52.2023.4136>.

20. Calafat-Marzal, C., Sánchez-García, M., Marti, L., & Puertas, R. (2023). Agri-food 4.0: drivers and links to innovation and eco-innovation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 207, 107700. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107700>.

21. Kucher, L. (2018). Implementation of innovation projects in the context of agribusiness 4.0 in Ukraine. In M. Wigier, A. Kowalski (Eds.), *The CAP and national priorities within the EU budget after 2020* (pp. 262–278). Warsaw, Institute of Agricultural and Food Economics – National Research Institute. <https://doi.org/10.30858/pw/9788376587516.20>.

22. Kucher, L. Yu. (2021). *Ekonomichni zasady upravlinnya innovatsiynomyi proyektamy pidpryyemstv ahrarnoho sektora: teoriya ta praktyka* [Economic bases of management of innovative projects of enterprises of agrarian sector: theory and practice]. Kharkiv, Publisher Brovin. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26283.92969>.

23. Kucher, L. (2022). Impact of digitalization on the management of innovative projects. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomiczno-Społecznej w Ostrołęce*, 45(2), 16–26. <https://doi.org/10.58246/sjeconomics.v45i2.273>.

24. Kucher, L., Kucher, A., & Orochovska, L. (2023). Assessment of the readiness of agrarian enterprises to implement innovative projects. *Agricultural and Resource Economics*, 9(1), 224–259. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.01.11>.

25. Kopishynska, O., Utkin, Y., Lyashenko, V., Barabolia, O., Kalashnik, O., Mororz, S., & Kartashova, O. (2021). Information systems and technologies in agronomy and business: employers' requirements-oriented study in agricultural universities. *25th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics (WMSCI 2021)* (pp. 113–118). 18–21 July 2021, 2. Florida, International Institute of

Informatics and Systemics. Available at: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/66f449f7-0002-4114-ad22-ceb65317929e/content>.

26. Global Innovation Index (2023). Available at: <https://www.globalinnovationindex.org>.

27. Sokolyuk, S. (2019). Modern innovative environment for the development of enterprises of the agricultural economic sector. *Agrosvit*, 6, 49–54. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.6.49>.

28. Tymchuk, V. M., Riabchun, N. I., Usova, Z. V., Suvorova, K. Yu., & Tymchuk, N. F. (2018). Analysis of fulfillment of winter wheat breeding programs as a transfer object. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 25, 71–86. Available at: <https://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/21760/1/Тимчук%20Н.Ф.-Стаття-Озима%20пшениця-%202018-вип.25-с.64%20-78.pdf>.

29. Tymchuk, V. M., Iodkovskiyi, V. S., & Usova, Z. V. (2017). Yield potential and real. *Zerno*, 8(137), 26–32. Available at: <https://www.zerno-ua.com/journals/2017/avgust-2017-god/urozhaynist-potenciyna-i-realna>.

30. Tymchuk, V. M., Yehorova, N. Yu., Bondarenko, Ye. S., Osipova, L. S., & Halin, S. F. (2019). Methodological approaches to assessment of transfer zones of grain corn by yield. *Engineering of Nature Management*, 3(13), 43–50. [https://doi.org/10.37700/enm.2019.3\(13\).43-50](https://doi.org/10.37700/enm.2019.3(13).43-50).

31. Tymchuk, V. M., & Sviatchenko, S. I. (2018). *Metodolohichni pidkhody otsinky syrovynnoi bazy dlia oliie-zhyrovoyi haluzi* [The methodological approaches to assessing the raw material base for the oil and fat industry of Ukraine]. Kharkiv, Stylizdat.

32. Tymchuk, V. M., Yehorova, N. Yu., Sviatchenko, S. I., Hrebenuk, I. V., Matviiets, V. H., & Sadovoi, O. O. (2013). Analysis of the level of resource and technological readiness of consumers for the transfer of innovations. *Bulletin of the Center for Scientific Support of APV of Kharkiv Region*, 15, 213–224. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcnzapv\\_2013\\_15\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcnzapv_2013_15_29).

33. State Statistics Service of Ukraine (2020). *Scientific and innovation activities Ukraine 2019*. Available at: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2020/zb/09/zb\\_nauka\\_2019.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/09/zb_nauka_2019.pdf).

34. State Statistics Service of Ukraine (2017). *Implementation of scientific research and development in 2017*. Available at: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publnauka\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publnauka_u.htm).

35. Lahai, P. (2018). Automate or die. Available at: <https://agroportal.ua/ua/views/blogs/avtomatiziruisya-ili-umri>.

36. Official website of the State Statistics Service of Ukraine (n.d.). *Statistical information*. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

37. Cabinet of Ministers of Ukraine (2019). Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine “On the approval of the Strategy for the development of the sphere of innovative activity for the period up to 2030”. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/526-2019-%D1%80#Text>.

38. Kucher, A., & Kucher, L. (2017). State and problems of transfer of innovations in land use of agricultural enterprises. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 43–52. <https://doi.org/10.21272/mmi.2017.3-04>.

39. Vergunov, V. A. (2019). Scientific bases of innovative development of agrarian science at regional level. *Bulletin of Agricultural Science*, 5, 69–75. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201905-09>.

**Citation:**

*Стиль – ДСТУ:*

Кучер Л., Кучер А., Хареба В., Демидчук Л., Східницька Г. Розвиток інноваційної діяльності аграрних підприємств: на шляху до агробізнесу 4.0. *Agricultural and Resource Economics*. 2023. Vol. 9. No. 4. Pp. 252–286. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.04.11>.

*Style – APA:*

Kucher, L., Kucher, A., Khareba, V., Demydchuk, L., & Skhidnytska, H. (2023). Development of innovation activities of agrarian enterprises: towards agribusiness 4.0. *Agricultural and Resource Economics*, 9(4), 252–286. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.04.11>.