

Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a10324

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 502/504:631.95:551.58

## The place of agrobiodiversity in the face of increasing climate risks

R. P. Paranjak, V. V. Petruniv, B. M. Kalyn<sup>✉</sup>, O. P. Sukhorska, S. Z. Tsiolkovskyi, N. A. Lytvyn

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 17.07.2025

Received in revised form

18.08.2025

Accepted 19.08.2025

**Paranjak, R. P., Petruniv, V. V., Kalyn, B. M., Sukhorska, O. P., Tsiolkovskyi, S. Z., & Lytvyn, N. A. (2025). The place of agrobiodiversity in the face of increasing climate risks. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 206–213. doi: 10.32718/nvlvet-a10324**

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary  
Medicine and Biotechnologies,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-096-289-52-40  
E-mail: dana24b@ukr.net

The article examines the role of agrobiodiversity under increasing climate risks using materials related to agriculture in the Lviv region as a case study. In the course of studying agrobiodiversity in the Lviv region, a comprehensive approach was applied, combining statistical data analysis, biodiversity index assessment, comparative-geographical analysis, and elements of agroclimatic analysis. The main focus is placed on the quantitative assessment of species (crop) diversity in the crop production sector, as it is the most reliably represented in available sources of official statistics. It is demonstrated that biodiversity in agroecosystems is an important factor in ensuring their functional stability and a complex multi-level phenomenon that can be analyzed with varying degrees of detail. Three key subtypes of agrobiodiversity are distinguished—associated, wild, and genetic—each performing specific functions in maintaining the productivity and resilience of agroecosystems. It is noted that the structure of agricultural land use in the Lviv region is generally similar to European models, and the trends in changes of genetic biodiversity indicators in crop production of the region are evaluated. The study emphasizes the interrelationship between global climate change and agricultural development. Although its manifestations in the region are currently relatively moderate, crop production shows high sensitivity to weather factors. The instability of climatic conditions, the occurrence of extreme events, and disruptions of long-term cycles lead to increasing risks in the agricultural sector. It is stated that diversification of crop composition and the use of a wide range of varieties within individual crops make it possible to partially compensate for the negative impacts of climate change. The importance of agrobiodiversity as an instrument of agricultural adaptation to new climatic conditions is significantly increasing, which requires further research and consideration in agro-sector development strategies.

**Keywords:** agrobiodiversity, agrometeorology, crop yield, climate change.

## Місце агробіорізноманіття в умовах посилення кліматичних ризиків

Р. П. Параняк, В. В. Петрунів, Б. М. Калин<sup>✉</sup>, О. П. Сухорська, С. З. Цюлковський, Н. А. Литвин

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті розглянуто роль агробіорізноманіття в умовах зростання кліматичних ризиків на прикладі матеріалів, що стосуються сільського господарства Львівської області. У процесі дослідження агробіорізноманіття Львівської області застосовано комплексний підхід, який поєднує аналіз статистичних даних, індексне оцінювання біорізноманіття, порівняльно-географічний аналіз та елементи агрокліматичного аналізу. Основну увагу приділено кількісній оцінці видового (культурного) різноманіття в секторі рільництва, як найбільш достовірно представленому у доступних джерелах офіційної статистики. Показано, що біорізноманіття агроecosystem є важливим чинником стабільності їх функціонування та складним багаторівневим феноменом, який може аналізуватися з різним ступенем деталізації. Виокремлено три ключові підвиди агробіорізноманіття – асоційоване, дике та генетичне, кожне з яких виконує специфічні функції у підтриманні продуктивності та стійкості агроecosystem. Відзначено, що структура земель сільськогосподарського призначення у Львівській області загалом наближена до європейських моделей, оцінено тенденції зміни показників генетичного біорізноманіття у рільництві області. У роботі підкреслюється взаємозв'язок між глоба-

льними кліматичними змінами та розвитком сільського господарства. Хоча їхні прояви в регіоні наразі є відносно помірними, рослинництво виявляє високу чутливість до погодних факторів. Нестабільність кліматичних умов, поява екстремальних явищ і порушення багаторічних циклів зумовлюють зростання ризиків у аграрній сфері. Зазначається, що диверсифікація культурного складу та використання широкого спектра сортів в межах окремих культур дозволяє частково компенсувати негативний вплив кліматичних змін. Значення агробіорізноманіття як інструменту адаптації сільського господарства до нових кліматичних умов суттєво зростає, що потребує подальших досліджень і врахування у стратегіях розвитку агросфери.

**Ключові слова:** агробіорізноманіття, агрометеорологія, урожайність, кліматичні зміни

## Вступ

Сільське господарство є основоположним фактором розвитку та стабільності суспільства. Постійне та ефективне функціонування агросектору є запорукою продовольчої безпеки. Проте успіх аграрного виробництва багато в чому залежить від обставин, що не підлягають контролю. Насамперед це погодні умови, від яких безпосередньо залежить урожай. З метою мінімізації ризиків, зумовлених природними чинниками, та підвищення стійкості агровиробництва важливу роль відіграють наукові підходи до аналізу взаємозв'язків між сільським господарством та навколишнім середовищем. Однією з таких міждисциплінарних галузей є агрометеорологія, яка має понад сторічний період становлення і розвитку. Агрометеорологія інтегрує до свого предметного поля результати досліджень у галузях метеорології, кліматології, ґрунтознавства, агрономії, фізіології рослин, екології, статистики та інших наук. Із часом спостереження за станом ґрунту та посівів перейшли від якісного, описового рівня до кількісних методів аналізу, що включають дистанційне зондування, супутниковий моніторинг, а також чисельне моделювання процесів і явищ, які відбуваються в системі “сільськогосподарський об’єкт – навколишнє середовище”. Розвинутий методичний інструментарій та технічна оснащеність набувають особливого значення у плануванні сільського господарства в умовах, коли формуються нові агрометеорологічні умови у контексті глобальних кліматичних змін і традиційні схеми та агротехніки перестають бути оптимальними.

У контексті глобальних змін клімату значення агрометеорологічних досліджень істотно зростає. Вони забезпечують науково обґрунтовану основу для виявлення закономірностей впливу кліматичних факторів на агроєкосистеми, а також для розроблення ефективних стратегій адаптації сільського господарства до нових кліматичних умов (Liashenko, 2014; Polovyi et al., 2019). Зокрема, результати таких досліджень є необхідними для прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур, оцінки ризиків, пов'язаних з екстремальними погодними явищами, та формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо зниження їх негативного впливу на агровиробництво. Важливим чинником адаптаційного потенціалу аграрного сектору виступає агробіорізноманіття. Різноманіття видів, сортів, генотипів сільськогосподарських культур і порід тварин забезпечує ширший спектр реакцій на змінні кліматичні й метеорологічні умови, що дає змогу зменшувати ризики втрат урожаю або продуктивності тваринництва. Крім того, збереження і раціональне використання потенціалу агробіорізноманіття сприяє підтриманню стабільності

агроєкосистем, забезпечує їхню стійкість до хвороб, шкідників, посухи, надмірного зволоження чи інших стресових чинників.

Агробіорізноманіття відіграє ключову роль у забезпеченні стійкості агросистем до змін агрометеорологічних умов, що зумовлюються як природними кліматичними коливаннями, так і глобальними змінами клімату. Формування нових температурних режимів, змін режимів зволоження, частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ безпосередньо впливає на умови вирощування сільськогосподарських культур та функціонування агроландшафтів загалом.

Агробіорізноманіття поєднує екологічний, економічний і соціокультурний аспекти та є важливим об’єктом дослідження для забезпечення сталого розвитку агросистем, адаптації до кліматичних змін і продовольчої безпеки. Його характер визначається локальними умовами: традиційними видами, сортами та агропрактиками, що формувалися в конкретному регіоні. У цьому контексті особливої ваги набувають регіональні дослідження агробіорізноманіття, які враховують як локальні особливості, так і глобальні виклики. Для Львівщини ця проблема є актуальною, оскільки стан і динаміка агробіорізноманіття в умовах кліматичних змін залишаються недостатньо вивченими.

## Мета дослідження

Метою дослідження у роботі є аналіз місця і ролі агробіорізноманіття як чинника підвищення стійкості агросистем до зростаючих кліматичних ризиків в умовах Львівської області, а також визначення напрямів збереження агробіорізноманіття та його раціонального використання. Досягнення мети передбачає аналіз сучасного стану агробіорізноманіття Львівської області з урахуванням локальних природно-кліматичних і соціоекономічних особливостей; оцінку впливу основних кліматичних ризиків на сільськогосподарське виробництво регіону; визначення ролі агробіорізноманіття у підвищенні адаптивного потенціалу агросистем до несприятливих погодних умов і змін клімату; узагальненні практик збереження та використання агробіорізноманіття в регіоні та оцінку їхньої ефективності в умовах посилення кліматичних викликів; розробка рекомендацій щодо збереження й раціонального використання агробіорізноманіття для підвищення стійкості сільського господарства Львівщини до кліматичних загроз.

## Матеріал і методи досліджень

У процесі дослідження агробіорізноманіття Львівської області застосовано комплексний підхід, який поєднує аналіз статистичних даних, індексне оцінювання біорізноманіття, порівняльно-географічний аналіз та елементи агрокліматичного аналізу. Основну увагу приділено кількісній оцінці видового (культурного) різноманіття в секторі рільництва, як найбільш достовірно представленому у доступних джерелах офіційної статистики.

Використано офіційні статистичні дані Головного управління статистики у Львівській області ([Holovne upravlinnia statystyky](#)), які охоплюють: загальну земельну площу Львівської області та структуру землекористування, посівні площі, урожайність та валове виробництво основних сільськогосподарських культур.

Також у роботі використано широкий спектр наукових та навчальних матеріалів вітчизняних і зарубіжних дослідників, окремих повідомлень Українського гідрометеорологічного центру, звітів та публікацій про стан довкілля.

Для структурування дослідження використано загальноприйняту типологію агробіорізноманіття за його підвидами. Поняття та методи визначення індексів агробіорізноманіття базуються на методиках ([FAO, 1999](#); [Sozinov et al., 2005](#)), опис агрометеорологічних чинників використано згідно визначень ([Polovyi et al., 2019](#)). Для оцінки просторової варіабельності продуктивності агросистем проведено порівняння середньої врожайності таких культур, як пшениця, картопля, соя, кукурудза, по районах Львівської області. Проаналізовано тенденції зникнення деяких традиційних культур (наприклад, льон), поява нових культур у зв'язку зі змінами клімату, експериментальне впровадження екзотичних видів (диня, ківі, то-

що) – як приклад пристосування агроєкосистем у відповідь на глобальні й локальні зміни.

Для оцінки середніх показників використано відповідні статистичні показники, мінливість даних оцінено за коефіцієнтом варіації, а точність тренду – за коефіцієнтами детермінації.

## Результати та їх обговорення

**Особливості трактування та оцінки агробіорізноманіття.** Агробіорізноманіття охоплює різноманіття усіх живих організмів — рослин, тварин і мікроорганізмів, які є частиною сільськогосподарських екосистем. Воно включає види, що безпосередньо вирощуються або розводяться для потреб аграрного виробництва, а також ті, що використовують сільськогосподарські території як середовище для життя, живлення та розмноження ([FAO, 1999](#)). У ([Sozinov et al., 2005](#)) вказано, що при розрахунку чисельних показників біорізноманіття доцільно трактувати це поняття більш широко і виокремлювати такі його підвиди як *генетичне* (домашні види тварин та культурні сорти рослин), *дике* (видів рослин, тварин і мікроорганізмів, які не є безпосередньо культивованими або свійськими, проте можуть використовуватись для виведення нових видів домашніх рослин чи тварин у майбутньому) та *асоційоване* (рослини і тварини, які використовують сільськогосподарські території для пошуку їжі та притулку і взаємодіють із агроєкосистемами). Таке визначення не проводить чіткої межі між диким і асоційованим субвидами агробіорізноманіття та формує доволі широку групу організмів, що стосується асоційованого різноманіття. Деякі інші аспекти класифікації та оцінок наведено у ([Sozinov et al., 2005](#)).

У [таблиці 1](#) виокремлено ознаки, що можуть допомогти у класифікації видів.

**Таблиця 1**

Ознаки субвидів агробіорізноманіття

Ознака	Ди́ке біорізноманіття	Асоційоване біорізноманіття	Генетичне біорізноманіття
Середовище існування	Переважає за межами агроєкосистем	Усередині або навколо агроєкосистем	Безпосередньо в агроєкосистемах (поля, ферми, пасовища)
Зв'язок із сільським господарством	Опосередкований або відсутній	Тісно пов'язане з агросередовищем	Прямий, це об'єкти вирощування й розведення
Функції	Генетичний ресурс для майбутніх сортів і порід, частина природних екосистем	Підтримка агроєкосистем (запилення, ґрунтоутворення, контроль шкідників)	Забезпечення виробництва продуктів харчування, кормів, сировини
Приклад	Дикі види рослин, лісові тварини, дикі опилувачі	Ґрунтові бактерії, дощові черви, польові запилювачі, хижаки-шкідникоїди	Сорти пшениці, кукурудзи, яблуні; породи корів, овець, курей
Роль у стійкості агросистем	Потенційне джерело адаптивних генів, підтримує природні екосистеми	Сприяє екологічній рівновазі агросистем	Забезпечує продуктивність, стійкість до хвороб, адаптацію до умов
Роль у продовольчій безпеці	Опосередкована через збереження природних екосистем і генетичних ресурсів	Підтримує функціонування агроєкосистем, що впливає на врожайність	Безпосередньо забезпечує виробництво їжі та сировини

В агробіорізноманітті можна умовно виокремити й інші типи або рівні, які акцентують різні аспекти взаємозв'язку між біотою, агросистемами та управлінням. Цікавим є функціональний підхід до класифіка-

ції, на основі певних екологічних або агрономічних функцій (приклади функцій: генерування основного корисного продукту агроєкосистеми, біологічний

контроль шкідників, запилення, фіксація азоту та підвищення родючості ґрунту тощо).

Отримання об'єктивної кількісної оцінки агробіорізноманіття певної території є непростим завданням. Практично кожна територія є неоднорідна у просторі та часі, ареали існування різних видів накладаються, проте концентрація і вплив на середовище різних видів можуть суттєво різнитися. Існує кілька основних підходів та індикаторів, за допомогою яких можна кількісно оцінити агробіорізноманіття, для усіх із них характерним є спрощення опису. Прямий підрахунок видів культур, порід тварин, мікроорганізмів, що використовуються на певній території, дозволяє отримати показник *багатства видів*. Класичні біо-екологічні індекси Шеннона, Сімпсона, Пієлу, Маргалєфа, Глізона, Менхінка та інші (Hill, 1973; Jost, 2006), які враховують і кількість видів (або сортів), і їхню відносну чисельність або площу, відомі як *індекси різноманітності* і застосовні не лише у екологічних та біологічних науках. Інші види показників (індекси мозаїчності/фрагментованості угідь; показники ерозії генетичного фонду, комбіновані соціоекономічні показники) також використовуються, проте стосуються окремих тематичних досліджень. Недоліки перелічених індикаторів відомі й очевидні. Точність визначення багатства видів суттєво залежить від глибини дослідження, численні рідкісні види, присутні на певній території, можуть призвести до кардинально відмінних оцінок; крім того, коректність врахування однаковою мірою представників різних таксономічних рангів виглядає сумнівною; ця проблема частково нівелюється, якщо під агробіорізноманіттям розуміти саме різноманіття культур або видів, які людина свідомо та цілеспрямовано вирощує на певній території. Використання ж індексів різноманітності на зразок індексу Шеннона дає змогу уникати певної неоднозначності, пов'язаної із рідкісними видами, вплив яких може бути дуже малий, попри їх велику кількість: для прикладу, якщо у екосистемі існують два види, що займають рівні їй долі, то показник багатства видів дорівнює 2, а індекс Шеннона становить 1 (якщо у відповідній формулі основою логарифму є число 2 (Lanovenko & Ostapishyna, 2013)); якщо ж ці два види із рівними долями займають 99 % екосистеми, а відсоток, що залишився, ділять між собою 10 інших, рідких, видів, то показник багатства видів зростає до 12 (у шість раз), а індекс Шеннона збільшиться лише на 10,4 % до 1,104. Неоднозначність при застосуванні таких індексів полягає у способі вибору долі, що припадає на один вид. У випадку біорізноманіття фауни показником може слугувати кількість особин кожного виду, що мешкають на певній території. Очевидно, що ці показники залежать від сезону й можуть змінюватися в рази, а також динамічно змінюються під впливом міграційних процесів або трансформації ландшафтів. Щодо біорізноманіття культурної агрофлори, за одиницю виміру зазвичай беруть площу ріллі чи багаторічних насаджень, зайнятих певними культурами. Менш поширеними є інші підходи, наприклад частка у виробленій біомасі. Для сіножатей і пасовищ із різотрав'ям необхідний детальніший підхід до оцінки.

**Сучасний стан агробіорізноманіття Львівської області.** У подальшому використаємо спрощений підхід для оцінки, коли враховують лише види, які людина свідомо та цілеспрямовано вирощує на певній території, та котрі потрапляють у офіційну статистику. Такі дані доступні із джерел офіційної статистики ([Holovne upravlinnia statystyky](#)) щороку станом на кінець року. Для дослідження вибрано Львівську область. Упродовж останніх років дані часто не оновлювалися у зв'язку з тому числі із війною. Дані щодо земельного фонду та структури сільськогосподарських угідь Львівщини доступні за період від 2000 до 2019 року як по області, так і по окремим територіям (20 районів до адмінреформи, міськради Львова, Борислава, Дрогобича, Червонограда, окремі міста Моршин, Новий Розділ, Самбір, Стрий, Трускавець). Дані щодо посівних площ, урожайності та виробництва основних сільськогосподарських культур доступні за період від 1990 до 2024 року лише по області в цілому. Слід розуміти, що розрахований таким чином показник буде нижньою оцінкою індексу агробіорізноманіття для конкретного сектору, адже рідкісні види сільськогосподарських культур тут ігноруються. Крім того, дані статистики наведено за категорією “підприємства”, оцінки показників за категорією “господарства населення” не наведено через їх недостатню якість у зв'язку з відсутністю необхідних для розрахунків джерел статистичної інформації та даних ([Holovne upravlinnia statystyky](#)).

Загальна земельна площа Львівської області складає 2 183 197 га. Станом на 2019 рік у складі цієї площі найбільшою категорією земель є сільськогосподарські землі (57,4%), за останні 20 років їх частка коливалась від 57,3 до 61,0% із середнім у 59,2%. Наближено із достатньою точністю можна вважати, що три п'ятих території Львівської області задіяно у сільському господарстві. Від 97,4 до 99,6 % сільськогосподарських земель області припадає на сільськогосподарські угіддя (середнє за 20 років значення 97,8 %), не є угіддями такі землі як польові дороги, захисні лісосмуги, господарські двори, будівлі та споруди агропідприємств тощо – частина сільськогосподарських земель не використовується безпосередньо для вирощування рослин або випасу худоби. У складі угідь виділяють чотири категорії: рілля займає 62,2 %, сіножаті – 15,7 %, пасовища – 20,2 %, багаторічні насадження – 1,9 % (станом на 2019, за інші роки частка ріллі відхилялась угору щонайбільше на 2,4 %, частка сіножатей – униз на 2,2 %, інші категорії не відхилялись більш як на 0,3 %). У науковій літературі немає єдиного “універсального” стандарту співвідношення цих типів земель. Рекомендації залежать від клімату, рельєфу, якісного стану ґрунтів, історичних особливостей агровикористання, екологічних цілей (ґрунтозахист, водозбереження, збереження біорізноманіття). Зазвичай вказують наступні закономірності і чинники, що впливають на структуру угідь: у степових регіонах рілля займає більше площі; на схилах рекомендовано зменшувати частку ріллі через ризики ерозії; у долинах річок більше сенсу зберігати луки й сіножаті; деградовані землі слід переводити з ріллі в природні угіддя (луки, пасовища, багаторічні

насаджень). Рослинницький профіль стимулює зростання ріллі, тоді як тваринництво потребує більше пасовищ і сіножатей. Переважно статистику у країнах Європи ведуть за часткою від загальної земельної площі, а не угідь. У цьому відношенні для Львівщини маємо рілля – 35,4 %, сіножаті – 8,9 %, пасовища – 11,5 %, багаторічні насадження – 1,1 % (разом 56,9 % с/г угідь). Порівнюючи ці показники із параметрами Польщі (2018 рік) ([Poland Land use, 2021](#)): рілля – 36,2 %, пасовища – 10,7 %, багаторічні насадження – 1,3 %; Німеччини (2018 рік) ([Germany Land use, 2021](#)): рілля – 34,1 %, пасовища – 13,3 %, багаторічні насадження – 0,6 %; Франції (2018 рік) ([France Land use, 2021](#)): рілля – 33,4 %, пасовища – 17,5 %, багаторічні насадження – 1,8 %, бачимо відносний паритет у структурі сільськогосподарських угідь. Далі потрібно чітко визначити, що саме є об'єктом дослідження: біорізноманіття всіх сільськогосподарських угідь

загалом чи лише агрокультур на ріллі. Оскільки точний видовий склад багаторічних насаджень вивчений недостатньо, а оцінка біорізноманіття сіножатей і пасовищ потребує окремого дослідження, що виходить за межі цієї роботи, зосередимо увагу на біорізноманітті культур, що вирощуються у рільництві. Статистичний аналіз даних сектору рослинництва Львівської області ([Holovne upravlinnia statystyky](#)) на основі розрахунку індексу Шеннона свідчить, що він змінюється між 3,06 та 3,56 (у проміжку 1990–2023 років, розрахований за даними 18 культур із яких максимум у 1990–2003 припадав на кормові культури, а у 2004–2023 – на пшеницю; найменше значення 3,06 індексу зафіксовано у 1998 році, а найбільше 3,56 – у 2017 – розподіл посівних площ у ці роки наведено на [рис. 1](#)) і має середнє значення 3,29 при можливому максимумі для цієї кількості культур у 4,17.



**Рис. 1.** Розподіл посівних площ на ріллі Львівщини у роки з мінімальним ( $H = 3,06$ , 1998 р.) та максимальним ( $H = 3,56$ , 2017 р.) показниками агробіорізноманіття

В цілому спостерігається певне зростання індексу, в основному за рахунок зростання посівних площ таких культур, як соя, ріпак, овочеві. Разом із тим у області практично зникли площі деяких культур, як от льону, що у ХХ ст. був однією із важливих культур агросектору – льону-довгунець вирощували для отримання волокна, а олійний льон – для виробництва олії.

**Агроекосистеми в умовах змін клімату.** Зміни клімату – це довготривалі і стійкі зміни кліматичної системи Землі, що охоплюють зростання середньорічних температур, зміни режимів опадів, танення льодовиків, підняття рівня Світового океану та зростання частоти екстремальних погодних явищ. Основною причиною сучасних кліматичних змін вважають діяльність людини, насамперед викиди парникових газів – вуглекислого газу ( $CO_2$ ), метану ( $CH_4$ ) та закису азоту ( $N_2O$ ), які накопичуються в атмосфері та спричиняють парниковий ефект. Додатковими чинниками

виступають вирубування лісів, зміна структури землекористування, індустріалізація, забруднення довкілля. Наслідки кліматичних змін вже сьогодні відчутні у різних регіонах світу і проявляються як зростання температури повітря, посухи, повені, деградація ґрунтів, зменшення запасів прісної води, танення полярних льодів, опустелювання територій та зникнення окремих видів флори і фауни. Зміни клімату спричиняють економічні, екологічні й соціальні виклики, впливають на здоров'я людей, сільське господарство, водні ресурси, біорізноманіття та екосистеми загалом. У відповідь на ці виклики міжнародна спільнота розробляє заходи зі зменшення викидів парникових газів, адаптації до нових кліматичних умов та підвищення стійкості природних і соціальних систем до кліматичних ризиків.

Зміна середньої глобальної температури унаслідок сучасних змін клімату виглядає незначною в числово-

му вимірі. За даними IPCC (Міжурядова група експертів з питань змін клімату) середня температура Землі зросла на приблизно 1,1–1,2 °C порівняно з доіндустріальним періодом (середина XIX ст.). Згідно ([Climate Change, 2019](#)) 2019 рік став другим найтеплішим за 140 років спостережень. П'ять найтепліших років з 1880 по 2019 припадають на період після 2015-го, дев'ять із десяти – після 2005-го. У червні 2019-го температура в Центральній та Східній Європі перевищувала норму на +3...+6 °C. Місяць супроводжувався теплими аномаліями й короткими хвилями спеки, зокрема в Польщі температура кілька днів сягала понад 30 °C. У цілому потепління є нерівномірним – холодні регіони (Арктика) гріються в 3–4 рази швидше за середнє по планеті, континентальні райони нагріваються переважно більше, ніж океани, в Україні зафіксувала зростання температури на 1,5–2,0 °C у середньому. У середньому такі незначні зміни не мали б впливу на вегетацію рослин у сільському господарстві. Проте глобальне потепління супроводжується порушенням багаторічного погодного циклу, поширенням таких екстремальних явищ як посухи, сильні зливи, заморозки, буревії, що становить загрозу для виробничих процесів у рослинництві. Вважають також, що тепліші зими дозволяють виживати новим видам шкідників і збудників хвороб, які раніше не були проблемою, а тому зростає потреба у пестицидах. Кліматичні зміни роблять сільське господарство більш ризикованим і нестабільним, змушують адаптувати технології, змінювати культури, вводити страхування ризиків. Темпи і прояви таких змін зростають.

Має місце і зворотній зв'язок: сільське господарство впливає на клімат через викиди парникових газів (метан від тваринництва, CO<sub>2</sub> при обробці ґрунту, азотні добрива – N<sub>2</sub>O), знищення біорізноманіття (монокультури, вирубування лісів), погіршення водного балансу (меліорація, осушення боліт). Агробіорізноманіття стає одним із чинників, на які слід звертати увагу при дослідженні агросфери в умовах глобальних кліматичних змін.

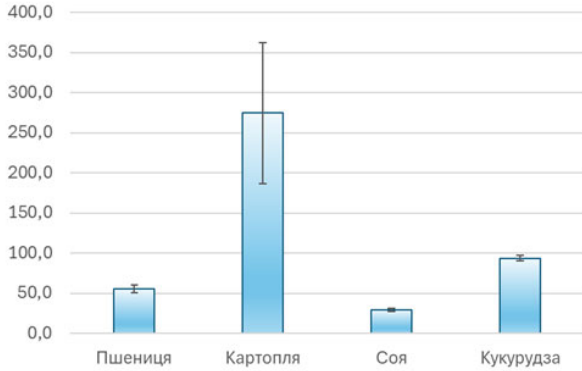
Кліматичні зміни в Україні, особливо у Львівській області, можуть бути причиною зміни агробіорізноманіття на рівнях генетичного, видового, асоційованого і ландшафтного. Формується потреба в нових адаптаційних стратегіях – збереженні локальних сортів, збалансованому сівозміні та агроландшафтному плануванні, щоб підтримати резистентність агроєкосистем. Існує небезпека, що перехід на нові більш продуктивні сорти виявиться вигідним економічно, проте призведе до втрат генетичного біорізноманіття. Тут слід розуміти, що механізми формування видового різноманіття не обов'язково природні. Чимало аграріїв у тому числі Львівської області почувши про глобальне потепління робить спроби вирощувати у регіоні нетипові рослини, як от дині, кавуни, а то й персики, ківі, банани, що не належали до традиційних об'єктів рослинництва у області. Із десятків спроб поширити нові культури деякі можуть виявитись продуктивними і ці культури увійдуть в усталену практику. Таким чином ми зможемо спостерігати фактично еволюцію агроєкосистем, причини якої пов'язані одночасно із економічними, інформаційними чинниками та глобальними змінами клімату.

Агрокліматичні чинники та ресурси (теплові ресурси: середньодобова, середньомісячна і середньорічна температура, тривалість вегетаційного періоду, сума активних температур, частота заморозків; водні ресурси: кількість та режим атмосферних опадів, коефіцієнт зволоження – співвідношення опадів і випаровування, дефіцит вологи в ґрунті та вологість повітря; сонячний фактор: кількість сонячних днів, сумарна сонячна радіація, тривалість дня) визначають, які культури доцільно вирощувати в певному регіоні, які строки сівби оптимальні, як формується врожай та які ризики виникають у сільському господарстві. Численні моделі впливу цих чинників на урожай (моделі Галяміна, Сеппа-Тоомінга, Сиротенка, Антоненка, Польового та інші) розглянуті у ([Polovyi, 2013](#)). Згідно з даними ([Lialchuk & Bakhmat, 2023](#)), формування врожайності льону олійного зумовлене комплексом факторів, серед яких провідне місце займають погодні умови (≈40 %). Вплив сорту оцінюється на рівні 20 %, агротехнічних заходів – 18 %, технологій збирання – 12 %, тоді як інші чинники забезпечують близько 10 % варіації продуктивності. Крім того, у зазначеній роботі підкреслюється, що висока контрастність ґрунтово-кліматичних і погодних умов упродовж вегетаційного періоду зумовлює необхідність використання кількох типів сортів льону олійного для гарантування стабільної врожайності та належної якості продукції. У даному випадку агробіорізноманіття на сортовому рівні є фактором стабільності сільськогосподарського виробництва та знижує ризики пов'язані із погодними і кліматичними варіаціями. Інші дослідження ([Derevianskyi et al., 2009](#); [Drozd & Liakh, 2012](#); [Polovyi & Bozhko, 2016](#)) також вказують, що продуктивність культури тісно пов'язана із погодними умовами, а останні у Львівській області є мінливими, особливо у період вегетації.

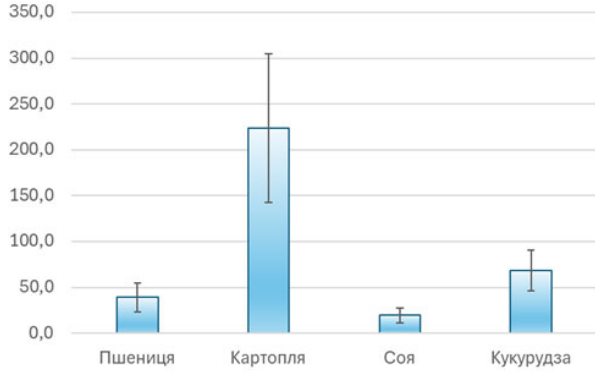
Інтегральним показником впливу сукупності погодних умов поточного року можуть слугувати фенологічні показники та фази. Так, для пшениці озимої у осінній період це фази проростання, укорінення, кушіння, загартовування. Надміру високі чи надміру низькі температури, а особливо брак вологи під час протікання цих фаз негативно позначаються на якості майбутнього врожаю. Використання широкого спектру сортів у господарствах області дає змогу знизити ризики неврожаю. У дослідженні ([Semeriak, 2024](#)) проведено агрокліматичне районування області та на основі даних спостережень метеостанцій ЛЦГМ за 1986–2005 рр. узагальнено середні дати настання фаз розвитку озимої пшениці та тривалість міжфазних періодів вегетації для шести локацій Львівської області.

Фундаментальним обмеженням прогнозування продуктивності систем вирощування основних культур є невизначеність погоди протягом вегетаційного періоду, що відзначено серед інших у ([Lobell et al., 2009](#)). При цьому у більшості основних систем вирощування зернових врожайність становить близько 80 % від потенційної врожайності. Сучасні методи оцінки врожайності ([van Ittersum et al., 2013](#)) є орієнтирами для виробництва сільськогосподарських культур, проте часто стикаються із “розривами” між планованою та фактичною врожайністю.

Урожайність агроecosистем при отриманні продукту за основними культурами характеризується просторовою та часовою варіабельністю. Для оцінки просторової варіабельності оцінимо за даними ([Holovne upravlinnia statystyky](#)) урожайність таких культур як пшениця (23 % посівних площ у 2021 році), картопля (13 %), соя (12 %) та кукурудза (12 %) по семи районах Львівської області і звернемо увагу на мінливість даних за районами.



Коефіцієнт варіації найбільшим є у випадку картоплі (32 %), суттєво меншим для пшениці (9 %) та сої (8 %), найменшим – для кукурудзи (3 %) – див. [рис. 2](#). Можна зробити висновок, що не залежно від району землеробства (а агрокліматичне районування області ([Semeriak, 2024](#)) виділяє чотири райони як достатнього так і недостатнього теплозабезпечення, достатнього та надлишкового зволоження) кукурудза забезпечує практично стабільну врожайність у 2021 на рівні 89,4–99,9 ц/га.



**Рис. 2.** Мінливість урожайності за районами (ліворуч) та роками (праворуч), ц/га

Для оцінки часової варіабельності оцінимо за даними ([Holovne upravlinnia statystyky](#)) урожайність цих же культур за даними 2000–2024 років по Львівській області в цілому. Результати найпростішого аналізу даних наведено на [рис. 2](#). Бачимо, що мінливість даних зростає, а середнє значення знизилось. Значення коефіцієнта варіації для картоплі становить 36 %, тобто змінилось незначно, а для інших культур – зросло суттєво: пшениця – 39 %, соя – 41 %, кукурудза – 33 %. Така суттєва мінливість пов'язана не лише із випадковими флуктуаціями врожайності у різні роки, а й із планомірним зростанням середньої врожайності. Для оцінки випадкових відхилень виділимо лінійний тренд за 2000-2024 роки:

$$y_{\text{пшениця}} = 2,063x + 12,225, \quad R^2 = 0,9308;$$

$$y_{\text{картопля}} = 10,338x + 89,33, \quad R^2 = 0,8473;$$

$$y_{\text{соя}} = 1,0755x + 4,627, \quad R^2 = 0,7895;$$

$$y_{\text{кукурудза}} = 2,9039x + 30,689, \quad R^2 = 0,8860;$$

Оцінка відхилень від лінійного тренду дає (приймаючи вихідні значення середньої урожайності) такі показники коефіцієнта варіації: картопля – 14 %, пшениця – 10 %, соя – 23 %, кукурудза – 11 %. Бачимо, що за винятком картоплі, мінливість урожайності унаслідок часового аспекту перевищує мінливість унаслідок просторового. Це можна вважати додатковим аргументом на підтвердження більш суттєвої ролі погодного фактору, а також вразливості сектору рослинництва до змін клімату.

У Державному реєстрі сортів Рослин України зафіксовано лише 7 сортів сої української селекції, загалом на полях України зафіксовано до 121 сорту ([Zakharchuk et al., 2023](#)), притім широко використовують значно менше. Станом на 2017 рік у Реєстрі було 420 сортів пшениці, із яких 380 – зимова м'яка,

за деякими даними у господарствах Львівської області використовують біля 32 сортів пшениці. Станом на 24 квітня 2024 року до Реєстру внесено 1682 гібриди та сорти кукурудзи різних груп стиглості і напрямів використання. Частка вітчизняної селекції становить 696 одиниць (45,3 %), відкритих даних про кількість сортів кукурудзи, які використовують у аграрній практиці Львівщини, немає. Станом на жовтень 2024 року, у Реєстрі налічується близько 230 сортів картоплі й постійно додають нові сорти переважно західної селекції ([Introducing the Potato Varieties..., 2024](#); [Ukraine adds 12 new potato varieties..., 2025](#)).

Використання даних по посівах основних сільськогосподарських культур із врахуванням сортового різноманіття в умовах кліматичних змін у майбутньому може бути основою більш точних моделей вивчення факторів врожайності.

## Висновки

У результаті проведених досліджень можна стверджувати, що:

- біорізноманіття агроecosистем відіграє важливу роль у стабільності їх функціонування та є складним феноменом, що може бути розглянутим на різних рівнях та із різною деталізацією; серед підвидів агробіорізноманіття виділяють асоційоване, дике та генетичне;
- структура земель сільськогосподарського призначення у Львівській області є наближеною до такої структури у країнах Європи; показники генетичного різноманіття культур, що вирощують на ріллі області, в цілому зростають упродовж останніх двох декад;
- існує взаємозв'язок між глобальними кліматичними змінами та розвитком сільського

господарства; наразі прояви кліматичних змін незначні, проте рослинництво дуже чутливе до погодних умов; глобальне потепління супроводжується порушенням багаторічного погодного циклу, поширенням екстремальних явищ; кліматичні зміни роблять сільське господарство більш ризикованим і нестабільним;

- наявність широкого спектру сільськогосподарських культур, а також можливість вибору із багатьох сортів у межах культури дає змогу частково диверсифікувати ризики аграрного виробництва, пов'язані із погодними чинниками та кліматичним фактором. Тому роль агробіорізноманіття в умовах посилення кліматичних змін зростає.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Climate Change (2019). Ecosystem-based Adaptation to Climate Change – Ukraine. URL: <https://www.eba-ukraine.net/climate-change.html>.
- Derevianskyi, V. P., Vlasiuk, O. S., Hryshchuk, Z. V., & Trofymchuk, S. M. (2009). Produktyvniest tsukro-vykh buriakiv pid vplyvom inokuliatsii, makro- i mikroelementiv ta herbitydiv. Silskohospodarska mikrobiolohiia: mizhvid. temat. nauk. zbirnyk, 9, 125–137. URL: <https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/26203> (in Ukrainian).
- Drozd, I. F., & Liakh, V. O. (2012). Interval variuvannia oznak produktivnosti lonu oliinoho v umovakh Lvivshchyny. Naukovo-tekhnichnyi biuletyn Instytutu oliinykh kultur NAAN, 17, 60–66. URL: [https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2012/17/Drozd\\_17.pdf](https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2012/17/Drozd_17.pdf) (in Ukrainian).
- Ekolohichni pasport Lvivskoi oblasti za danymy 2023 roku. [Електронний ресурс]. URL: <https://deplv.gov.ua/2024/09/11/opublikovano-ekologichnyj-pasport-lvivskoyi-oblasti-za-danyymi-2023-roku> (in Ukrainian).
- FAO (1999). Agricultural Biodiversity. Multifunctional Character of Agricultural Land. FAO Conference Background Paper No. 1. Maastricht, Netherlands.
- France Land use (2021). CIA World Factbook. URL: [https://www.indexmundi.com/france/land\\_use.html](https://www.indexmundi.com/france/land_use.html).
- Germany Land use (2021). CIA World Factbook. URL: [https://www.indexmundi.com/germany/land\\_use.html](https://www.indexmundi.com/germany/land_use.html).
- Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427–432. DOI: 10.2307/1934352.
- Holovne upravlinnia statystyky u Lvivskii oblasti: ofitsiyni veb-resurs / StatBank [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
- Introducing the Potato Varieties newly registered in the Ukraine in 2024 (2024). Potato Supply chain. URL: <https://www.potatopro.com/news/2024/introducing-potato-varieties-newly-registered-ukraine-2024>.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375. DOI: 10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x.
- Lanovenko, O. H., & Ostapishyna, O. O. (2013). Indeks vydovoho riznomanittia. Slovnnyk-dovidnyk z ekolohii : navch.-metod. posib. Kherson : PP Vyshemyrskyi V. S. (in Ukrainian).
- Lialchuk, P. P., & Bakhmat, M. I. (2023). Formation of yield and seed quality of linseed varieties (*Linum humile* Mill.) in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine. *Plant varieties studying and protection*, 19(4). DOI: 10.21498/2518-1017.19.4.2023.291228.
- Liashenko, H. V. (2014). Praktykum z ahroklimatolohii. Navchalnyi posibnyk. Odesa: Vyd. PP «TES» (in Ukrainian).
- Lobell, D. B., Cassman, K. G., & Field, C. B. (2009). Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. *Annual Review of Environment and Resources*, 34(1), 179–204. DOI: 10.1146/annurev.environ.041008.093740.
- Poland Land use (2021). CIA World Factbook. URL: [https://www.indexmundi.com/poland/land\\_use.html](https://www.indexmundi.com/poland/land_use.html).
- Polovyi, A. M. (2013). Modeliuvannia hidrometeorolohichnoho rezhymu ta produktivnosti ahroekosys-tem: pidruchnyk. MON Ukrainy; Odes. derzh. ekoloh. un t. Odesa : Ekolohiia (in Ukrainian).
- Polovyi, A. M., & Bozhko, L. Yu. (2016). Biolohichni ta ekolohichni osnovy formuvannia produktivnosti ahroekosystem: pidruchnyk. Odesa (in Ukrainian).
- Polovyi, A. M., Bozhko, L. Yu., Shebanin, V. S., Babenko, D. V., Drobitko, A. V., & Fedorchuk, M. I. (2019). Ahrometeorolohiia. Navchalnyi posibnyk. Mykolaivskyi natsionalnyi ahraryni universytet. Mykolaiv (in Ukrainian).
- Semeriak, O. P. (2024). Otsinka vplyvu zmin klimatu na umovy formuvannia vrozhaiu ozymoi pshenytsi u Lvivskii oblasti: kvalifikatsiina robota mahistra. Odesa (in Ukrainian).
- Sozinov, O. O., Prydatko, V. I., Burda, R. I. ta in. (2005). Ahrobioriznomanittia Ukrainy: teoriia, metodolohiia, indykatory, pryklady. Knyha 2. Kyiv: ZAT “Nichlava” (in Ukrainian).
- Sozinov, O. O., Prydatko, V. I., Tarariko, O. H. ta in. (2005). Ahrobioriznomanittia Ukrainy: teoriia, metodolohiia, indykatory, pryklady. Knyha 1. Kyiv: ZAT “Nichlava”. URL: [http://www.ulrnc.org.ua/services/binu/publications/BINU\\_book\\_1.pdf](http://www.ulrnc.org.ua/services/binu/publications/BINU_book_1.pdf) (in Ukrainian).
- Ukraine adds 12 new potato varieties to register amid climate adaptation efforts (2025) [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.freshplaza.com/oceania/article/9671563/ukraine-adds-12-new-potato-varieties-to-register-amid-climate-adaptation-efforts>.
- van Ittersum, M. K., Cassman, K. G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., & Hochman, Z. (2013). Yield gap analysis with local to global relevance—A review. *Field Crops Research*, 143, 4–17. DOI: 10.1016/j.fcr.2012.09.009.
- Zakharchuk, O., Hutorov, A., Vyshnevetska, O., Nitsenko, V., Balezentis, T., & Streimikiene, D. (2023). Ukraine’s Market of Certified Seed: Current State and Prospects for the Future. *Agriculture*, 13(1), 61. DOI: 10.3390/agriculture13010061.