

УДК 631.45:551.583.6(043.3)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.60>

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА АГРОНОМІЮ: ОЦІНКА ТА ЗАХОДИ АДАПТАЦІЇ

Лапчинський В.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри садівництва і виноградарства,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Лакуста А.А. – аспірант кафедри садівництва і виноградарства,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Хмелянчишин Ю.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Зміна клімату є значним викликом для агрономії, оскільки вона порушує сільськогосподарські системи в усьому світі. У цій статті розглядаються наслідки зміни клімату, аналізуються способи оцінки, стратегії адаптації та пропонуються шляхи подальших досліджень.

В умовах посилення кліматичних змін вивчення їхнього впливу на агрономію має ключове значення для забезпечення глобальної продовольчої безпеки та сталого розвитку сільськогосподарства.

Мета дослідження – оцінити вплив зміни клімату на сільське господарство, охарактеризувати існуючі заходи з адаптації, зробити висновки та визначити напрямки для подальших досліджень.

Внаслідок зміни клімату відбувається зміна режиму опадів, температур та екстремальних погодних явищ, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур, стан ґрунту та поширення шкідливих організмів. Інструментами оцінки є моделювання посівів, дистанційне зондування та польові дослідження, що дають змогу виявити фактори вразливості та потенційні шляхи адаптації до зміни клімату.

Зміна клімату створює значні проблеми для агрономії, загрожуючи продуктивності сільськогосподарських культур, продовольчій безпеці та екологічній стійкості. Вирішення цих проблем вимагає багатогранного підходу, що поєднує наукові дослідження, технологічні інновації, політичну підтримку та міжнародне співробітництво. Впроваджуючи кліматостійкі сільськогосподарські практики та сприяючи підвищенню стійкості й адаптації, агрономія може пом'якшити наслідки зміни клімату та забезпечити стале виробництво продовольства.

Заходи з адаптації, такі як диверсифікація сільськогосподарських культур, виведення стійких сортів, збереження ґрунтів та управління водними ресурсами, є надзвичайно важливими для пом'якшення кліматичних ризиків в агрономії. Проте на шляху до ефективного впровадження цих заходів існують певні проблеми, які потребують вирішення.

Майбутні наукові дослідження повинні бути зосереджені на вдосконаленні кліматично-стійких сільськогосподарських практик, виведенні сучасних сортів сільськогосподарських культур з використанням генетичних і біотехнологічних підходів, оцінці соціально-економічних наслідків та сприянні міждисциплінарному співробітництву для розробки комплексних стратегій адаптації до зміни клімату.

Ключові слова: кліматичні зміни, врожайність, ріст рослин, водний режим, температурні коливання, вплив погодних умов, стійкість до стресу.

Lapchynskiy V.V., Lakusta A.A., Khmelianchyshyn Yu.V. Impact of climate change on agronomy: assessment and adaptation measures

Climate change poses a significant challenge to agronomy as it disrupts agricultural systems worldwide. This article examines the consequences of climate change, analyzes assessment methods, adaptation strategies, and proposes avenues for further research.

In the face of escalating climate change, studying its impact on agronomy is crucial for ensuring global food security and sustainable agricultural development.

The research objective is to assess the impact of climate change on agriculture, evaluate existing adaptation measures, draw conclusions, and identify directions for further research.

Climate change results in alterations in precipitation patterns, temperatures, and extreme weather events, affecting the productivity of agricultural crops, soil conditions, and the spread of harmful organisms. Assessment tools include crop modeling, remote sensing, and field studies, which help identify vulnerability factors and potential adaptation pathways to climate change.

Climate change poses significant challenges for agronomy, threatening the productivity of agricultural crops, food security, and ecological resilience. Addressing these challenges requires a multifaceted approach that combines scientific research, technological innovation, political support, and international cooperation. By implementing climate-resilient agricultural practices and promoting increased resilience and adaptation, agronomy can mitigate the impacts of climate change and ensure sustainable food production.

Adaptation measures such as diversification of agricultural crops, breeding resilient varieties, soil conservation, and water resource management are crucial for mitigating climate risks in agronomy. However, there are certain challenges on the path to effectively implementing these measures that require resolution.

Future scientific research should focus on improving climate-resilient agricultural practices, breeding modern varieties of agricultural crops using genetic and biotechnological approaches, assessing socio-economic implications, and fostering interdisciplinary collaboration to develop comprehensive adaptation strategies to climate change.

Key words: *climate change, crop yield, plant growth, water regime, temperature fluctuations, weather impact, stress resilience.*

Постановка проблеми. Зміна клімату представляє значну загрозу для розвитку світової аграрної галузі, впливаючи на продуктивність сільськогосподарських культур, родючість ґрунтів, доступність води та поширеність шкідливих організмів. Нестабільні погодні умови, екстремальні температури та зміна рівня опадів, пов'язані зі зміною клімату, безпосередньо впливають на сільськогосподарські системи, ставлячи під загрозу продовольчу безпеку та засоби до існування в усьому світі. Знання характеру і масштабів цих впливів на агрономію має вирішальне значення для розробки ефективних стратегій адаптації та пом'якшення потенційних перебоїв у системах виробництва продуктів харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміна клімату впливає на умови навколишнього середовища, що мають вирішальне значення для агрономії, в тому числі температуру, кількість опадів та екстремальні погодні явища. Ці зміни порушують системи сільськогосподарського виробництва, впливаючи на врожайність, родючість ґрунту та доступність води. Ці наслідки широко описані в наукових дослідженнях, що свідчить про необхідність розробки адаптивних стратегій [1, с. 243].

Численні дослідження оцінювали вплив зміни клімату на агрономію за допомогою різних способів, таких як моделювання, емпіричні польові дослідження та методи дистанційного зондування [2, с. 43]. Ці оцінки дають уявлення про регіональні відмінності у вразливості, зміну придатності сільськогосподарських культур та появу нових видів шкідників і хвороб. Втім, відмінності у результатах досліджень наголошують на складності взаємозв'язків між кліматичними змінними та агрономічними результатами [3, с. 18].

Стратегії адаптації спрямовані на підвищення стійкості сільськогосподарських систем до зміни клімату. Ці заходи охоплюють агрономічні практики, технологічні інновації, державні заходи та соціально-економічні зміни. Найвідоміші підходи до адаптації полягають у впровадженні посухостійких культур, методів точного землеробства, схем управління водними ресурсами та диверсифікації систем

виращування сільськогосподарських культур [4, с. 156]. Хоча ці стратегії показують потенційну ефективність, їх повсюдне впровадження та розширення залишаються ключовими викликами [5, с. 19].

Незважаючи на значні досягнення, у вивченні впливу зміни клімату на агрономію залишається кілька невирішених питань. Необхідні подальші наукові дослідження для того, щоб зрозуміти локальний вплив зміни клімату на агрономічні системи, враховуючи мікрокліматичні зміни та соціально-економічні фактори. Стратегії розбудови довгострокової стійкості в агрономії, особливо в умовах невизначених кліматичних прогнозів, потребують більшої концентрації уваги та налагодження міждисциплінарної співпраці.

Постановка завдання. Завдання дослідження полягає в комплексній оцінці впливу зміни клімату на агрономію та розробці заходів з адаптації для пом'якшення її негативних наслідків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кліматичні зміни створюють значні виклики для агрономії як науки і практики виробництва сільськогосподарських культур.

Сучасні кліматичні тенденції свідчать про постійне підвищення глобальних температур, зміни в характері опадів та збільшення кількості екстремальних погодних явищ. Це суттєво впливає на сільське господарство, змінюючи традиційні методи ведення агрономії та створюючи загрозу продовольчій безпеці в усьому світі.

Вплив зміни клімату на рослинництво є комплексним. Підвищення температури може спричинити зміни у фенології рослин, що впливає на терміни настання ключових етапів росту, таких як цвітіння та дозрівання. В результаті може відбутися зміна у взаємодії із запилювачами та шкідниками, що призведе до зниження врожайності. До того ж, підвищений тепловий вплив може знизити ефективність фотосинтезу та посилити водний дефіцит у сільськогосподарських культур, що ще більше знижує їхню продуктивність.

Зміни в структурі опадів теж створюють проблеми для агрономії. У деяких регіонах опади випадають частіше та інтенсивніше, що призводить до ерозії ґрунту, перезволоження та вимивання поживних речовин. І навпаки, в інших регіонах можуть спостерігатися тривалі посухи, що призводять до втрати врожаю і вимагають впровадження посухостійких сортів і водоефективних методів зрошення [6, с. 68].

Екстремальні погодні явища, такі як урагани, повені та лісові пожежі, стають дедалі частішими і сильнішими через зміну клімату. Вони можуть завдати значної шкоди врожаю, інфраструктурі та родючості ґрунтів, руйнуючи ланцюги постачання сільськогосподарської продукції та посилюючи проблему продовольчої безпеки (табл. 1).

Таблиця 1

Наслідки кліматичних змін для сільського господарства

Параметр	Зміни через кліматичні фактори	Вплив на сільське господарство
Розповсюдження шкідників	Зміна в областях розповсюдження та активності шкідників	Збільшення втрат врожаю, необхідність у захисних заходах
Температура	Зростання середньорічної температури; екстремальні коливання	Зміна в періодах виращування культур, відходи врожаю

Продовження таблиці 1

Опади	Збільшення або зменшення кількості та інтенсивності опадів	Пошкодження від затоплень або посух, зміна в рослинництві
Компоненти ґрунту	Зміни рН, вмісту поживних речовин	Вплив на урожайність та якість продукції, потреба в агротехніках
Зональні зміни	Пересушення або затоплення певних земельних ділянок	Перегляд культурних планів, потреба в нових технологіях
Екстремальні події	Збільшення частоти та інтенсивності стихійних явищ (урагани, повені, засухи)	Загроза для вирощування культур, пошкодження інфраструктури

Джерело: узагальнено авторами на основі аналізу [7]

Є кілька факторів, що впливають на стійкість агрономії до зміни клімату. Деградація ґрунтів, спричинена ерозією, ущільненням і втратою органічної речовини, знижує стійкість сільськогосподарських екосистем до екстремальних погодних явищ і ставить під сумнів продуктивність сільськогосподарських культур. Шкідники та хвороби, яким сприяють вищі температури, можуть розмножуватися і поширюватися на нові регіони, створюючи нові проблеми в галузі рослинництва [7, с. 97].

Дефіцит води є ще однією критично важливою проблемою, яка загострюється через зміну клімату. Конкуренція за водні ресурси між сільським господарством, міською інфраструктурою і промисловістю посилюється, оскільки посухи стають дедалі частішими і тривалішими. Сталі практики управління водними ресурсами, такі як збір дощової води, крапельне зрошення та збереження ґрунтів, мають важливе значення для пом'якшення впливу дефіциту води на виробництво сільськогосподарських культур.

Щоб вирішити проблеми, пов'язані зі зміною клімату, в агрономії повинні застосовуватися інновації та адаптація. Для забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату важливе значення має виведення кліматостійких сортів сільськогосподарських культур із такими характеристиками, як стійкість до спеки та посухи, до шкідників і хвороб, а також ефективне використання води та поживних речовин. Інтегровані стратегії боротьби зі шкідниками, зокрема біологічний контроль, сівозміна та диверсифікація ареалів, можуть допомогти зменшити поширення шкідників і хвороб [8, с. 56].

До того ж, технології точного землеробства, такі як дистанційне зондування, ГІС-картографування та автоматизовані системи зрошення, дають змогу фермерам більш ефективно контролювати та управляти своїми посівами, оптимізуючи використання ресурсів та мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. Агролісомеліорація та ресурсозберігаючі методи ведення сільського господарства, такі як агроекологія, агролісомеліорація та нульовий обробіток ґрунту, сприяють збереженню біорізноманіття, поліпшенню стану ґрунтів та стійкості до зміни клімату, підвищуючи при цьому продуктивність та прибутковість виробництва.

Міжнародна співпраця та політична підтримка теж мають важливе значення для вирішення проблем, пов'язаних зі зміною клімату в сільському господарстві. Державні органи, науково-дослідні установи та сільськогосподарські стейкхолдери повинні співпрацювати для розробки та впровадження кліматично-орієнтованої сільськогосподарської політики та практик, які сприятимуть стійкій

інтенсифікації, адаптації та стійкості до зміни клімату. Інвестиції в дослідження і розробки, розбудову потенціалу та передачу технологій можуть допомогти фермерам протистояти наслідкам зміни клімату та сприяти глобальним зусиллям, спрямованим на досягнення продовольчої безпеки та екологічної стійкості [9, с. 147].

Оцінка поточного стану сільського господарства в контексті зміни клімату має першочергове значення для розуміння викликів, з якими стикається аграрний сектор у всьому світі. Зміна клімату, спричинена переважно діяльністю людини, призвела до значних змін у погодних умовах, температурі та рівні опадів, що суттєво вплинуло на продуктивність сільського господарства та продовольчу безпеку.

Одним із ключових аспектів оцінки агрономії в умовах зміни клімату є аналіз її впливу на врожайність сільськогосподарських культур. Зміна клімату призвела до непередбачуваності та мінливості погодних умов, що спричинило коливання врожайності в різних регіонах та для різних культур. Екстремальні погодні явища, такі як посухи, повені, спека та шторми, стали частішими та інтенсивнішими, створюючи значні загрози для рослинництва.

Наукові дослідження показали, що підвищення температури може негативно впливати на врожайність сільськогосподарських культур, змінюючи фізіологічні процеси, такі як фотосинтез, цвітіння та запилення. Наприклад, тепловий стрес на критичних стадіях росту може зменшити формування зерна у таких культур, як пшениця, рис і кукурудза, що в підсумку призводить до втрат врожаю. Так само зміни в характері опадів можуть впливати на рівень вологості ґрунту, що позначається на рості сільськогосподарських культур і поглинанні поживних речовин [10, с. 143].

Збільшення кількості шкідників і хвороб, спричинене підвищенням температури і зміною умов навколишнього середовища, створює ще один рівень проблем при оцінці продуктивності сільського господарства в умовах зміни клімату. Шкідники та хвороби, які раніше були притаманні лише певним регіонам, тепер можуть поширюватися на нові території, впливаючи на стан посівів та врожайність.

У відповідь на ці виклики аграрії та сільськогосподарські експерти адаптують свої агротехнічні практики для пом'якшення негативних наслідків зміни клімату та підвищення стійкості до них. Такі адаптації включають впровадження адаптивних до клімату методів ведення сільського господарства, таких як ґрунтозахисне землеробство, агролісомеліорація, диверсифікація сільськогосподарських культур та використання їх посухостійких і термостійких сортів.

Ґрунтозахисне сільське господарство, яке передбачає мінімальне порушення верхнього шару землі, постійний ґрунтовий покрив і диверсифіковані сівозміни, допомагає поліпшити стан ґрунту, утримувати воду і зв'язувати вуглець, тим самим підвищуючи стійкість до наслідків зміни клімату, таких як ерозія ґрунту і дефіцит вологи. Агролісомеліорація, яка поєднує дерева з сільськогосподарськими культурами і худобою, забезпечує додаткові можливості, такі як затінення, захист від вітру і збереження біорізноманіття, а також поглинання вуглецю і підвищення родючості ґрунту [10, с. 144].

Диверсифікація сільськогосподарських культур, у тому числі проміжні та змішані системи вирощування, розподіляє ризики, пов'язані з кліматичними коливаннями та поширенням шкідників, забезпечуючи більш стабільні врожаї та прибутки для фермерів. Розробка та впровадження стійких до зміни клімату сортів сільськогосподарських культур за допомогою традиційної селекції та біотехнологій є перспективним шляхом підвищення продуктивності сільського господарства в умовах зміни клімату.

До того ж, вдосконалені методи управління водними ресурсами, такі як збір дощової води, крапельне зрошення та технології ефективного водокористування, допомагають оптимізувати водні ресурси та пом'якшити наслідки дефіциту води та посухи. Застосовуючи ці агротехнічні практики, аграрії можуть підвищити стійкість до зміни клімату, а також покращити сталість і прибутковість своїх сільськогосподарських систем.

Адаптація сільського господарства до зміни клімату є необхідною умовою для забезпечення продовольчої безпеки, стабільних засобів до існування та екологічної стійкості перед загрозою зміни погодних умов та екстремальних явищ. Заходи адаптації сільського господарства до кліматичних змін наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Заходи адаптації сільського господарства до кліматичних змін [10–11]

Назва заходу адаптації	Опис	Переваги	Обмеження	Приклади реалізації
Впровадження агрометеорологічного моніторингу	Систематичний моніторинг кліматичних умов та їх впливу на сільське господарство	Підвищення можливостей передбачення та реагування на негативні кліматичні явища	Потребує спеціалізованого обладнання та фахівців	Встановлення метеостанцій на господарствах для постійного моніторингу клімату
Розробка та впровадження кліматичної інформаційної системи	Створення систем, які надають точні та актуальні дані про кліматичні умови для сільськогосподарських підприємств	Покращення управління господарством на основі кліматичних прогнозів та ризиків	Вимагає доступу до надійних даних та технологічних знань	Розробка мобільних додатків для моніторингу погоди та врожайності
Використання високопродуктивних систем вирощування	Перехід до більш інтенсивних та продуктивних систем вирощування, які вимагають меншої площі	Збільшення врожайності та ефективності використання ресурсів	Може вимагати великих інвестицій та технологічної підготовки	Вирощування культур у теплицях або гідропонічних системах
Впровадження сортів та гібридів, що відповідають новим кліматичним умовам	Вибір сортів, які краще пристосовані до змін клімату (наприклад, теплотривкі, здатні до засухи тощо)	Збільшення врожайності, стійкість до негативних кліматичних явищ	Обмежений асортимент доступних сортів, необхідність постійного моніторингу та оновлення сортів	Вирощування сортів кукурудзи, що витримують високі температури та засуху
Застосування технологій обробітку ґрунту, що зберігають вологу	Використання методів збереження ґрунтової вологи (наприклад, мульчування, дренаж, агротехніка нульового обробітку тощо)	Зниження ризику втрати вологи через високі температури та засуху	Вимагає додаткових витрат на технології та обладнання	Використання мульчування для збереження вологи у ґрунті

Продовження таблиці 2

Впровадження систем зрошення та дренажу	Створення інфраструктури для збереження та ефективного використання води	Забезпечення стабільного зростання врожаю незважаючи на негативні кліматичні умови	Великі витрати на будівництво та обслуговування систем	Встановлення систем крапельного зрошення для зменшення втрат води
---	--	--	--	---

Для ефективного вирішення цих проблем необхідний всебічний і комплексний підхід, що охоплює різні заходи, починаючи від технологічних інновацій і закінчуючи політичною підтримкою та фінансовим стимулюванням.

Технологічні інновації в агрономії відіграють ключову роль у підвищенні стійкості сільськогосподарських систем до зміни клімату. Передові інструменти та методи, такі як точне землеробство, дистанційне зондування та цифрове сільське господарство, дають змогу фермерам оптимізувати використання ресурсів, стежити за станом посівів та приймати рішення на основі даних. Використовуючи погодні дані в режимі реального часу та прогнозне моделювання, аграрії можуть краще передбачати ризики, пов'язані з кліматом, і відповідно коригувати свої управлінські практики, підвищуючи продуктивність та зменшуючи рівень вразливості [11, с. 85].

Сучасні методи обробітку ґрунту та догляду за рослинами є невід'ємними складовими частинами кліматично-стійкого сільського господарства. Ґрунтозахисний обробіток землі, сівозміни та покривні культури допомагають поліпшити стан ґрунту, утримувати воду та поглинати вуглець, пом'якшуючи вплив посухи, ерозії та виснаження поживних речовин. Інтегроване управління шкідниками (ІУШ) мінімізує залежність від хімічних пестицидів, одночасно сприяючи розвитку природних хижаків-шкідників і корисних комах, тим самим сприяючи збалансованості та стійкості екосистем [12, с. 124].

Впровадження сортів і гібридів, стійких до кліматичних змін, має важливе значення для збереження продуктивності сільського господарства в умовах потепління. Селекційні програми, спрямовані на виведення жаростійких, посухостійких та стійких до хвороб сортів сільськогосподарських культур, допомагають зменшити втрати врожаю та підтримувати стабільний рівень виробництва в умовах змін у навколишньому середовищі. Використовуючи генетичне різноманіття та сучасні біотехнологічні інструменти, такі як селекція за допомогою маркерів та редагування генів, дослідники можуть прискорити розробку стійких сортів сільськогосподарських культур, пристосованих до конкретних агрокліматичних регіонів.

Програми агроекологічного землеробства наголошують на інтеграції екологічних принципів і традиційних знань у сільськогосподарську практику, сприяючи збереженню біорізноманіття, родючості ґрунтів та екосистемних послуг. Агролісомеліорація, органічне землеробство та пермакультура підвищують стійкість агроекосистем, сприяючи природній синергії та зменшуючи залежність від зовнішніх ресурсів. Розвиваючи різноманітні системи рослинництва і тваринництва, адаптовані до місцевих природних умов, агроекологічні підходи пропонують стійкі шляхи для адаптації до зміни клімату, одночасно підвищуючи продовольчий потенціал і стійкість населення [13, с. 33].

Фінансова підтримка та стимулювання сільськогосподарських підприємств до адаптації мають ключове значення для сприяння впровадженню кліматично-стійких практик і технологій. Державні субсидії, гранти та програми стимулювання можуть спонукати аграріїв інвестувати в кліматично-орієнтоване сільське господарство, що компенсує початкові витрати та ризики, пов'язані з адаптацією до зміни клімату. Наявність доступу до вигідних кредитів, схем страхування та інструментів управління ризиками допомагає зменшити фінансові бар'єри та сприяє довгостроковим інвестиціям у розбудову адаптивного потенціалу.

Висновки і пропозиції. Таким чином, зміна клімату створює значні проблеми для агрономії, загрожуючи продуктивності сільськогосподарських культур, продовольчій безпеці та екологічній стійкості. Вирішення цих проблем вимагає багатогранного підходу, що поєднує наукові дослідження, технологічні інновації, політичну підтримку та міжнародне співробітництво. Впроваджуючи кліматостійкі сільськогосподарські практики та сприяючи підвищенню стійкості й адаптації, агрономія може пом'якшити наслідки зміни клімату та забезпечити стале виробництво продовольства.

Оцінка поточного стану сільського господарства в контексті зміни клімату вимагає комплексного аналізу його впливу на врожайність сільськогосподарських культур та визначення адаптивних агротехнічних практик. Аналізуючи тенденції врожайності, оцінюючи вплив зміни клімату та впроваджуючи стійкі сільськогосподарські стратегії, усі учасники процесу можуть працювати над створенням більш сталого та стійкого до зміни клімату аграрного сектору, здатного забезпечити продовольчу безпеку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Скок С. В. Оцінка якості ґрунтів зони Степу України в умовах глобальних змін клімату. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. № 124. С. 239–246. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.33>
2. Дробітько А., Коковихін С., Біляєва І., Пілявська О. Напрями адаптації до кліматичних змін технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. *Аграрні інновації*. 2020. № 2. С. 42–48. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.2.7>
3. Рудич О. О. Природно-кліматичні умови як фактор ризику виробництва сільськогосподарської продукції в Україні. *Сталий розвиток економіки*. 2018. № 2 (39). С. 14–21.
4. Мальярчук В., Федорчук Є. Ефективність використання органічних добрив як засобу адаптації до змін клімату. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. № 29 (43). С. 146–158. DOI: [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29\(43\)-14](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-14)
5. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т. Л., Адамчук-Чала Н. І., Білокінь О. А. Формування науково-методичних засад супутникового агроєкологічного моніторингу в Україні. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 2. С. 6–21. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263312>
6. Кучер Л., Дрокін С, Улько Є. Еколого-економічна ефективність зрошувальних проєктів у контексті змін клімату. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2020. № 6 (2). С. 57-77.
7. Kobayakov D. A., Remez A. A., Poleva J. L. Study of hydrological changes in the middle section of the Bazavluk river under the influence of natural and anthropogenic factors. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. 2020. № 49. Р. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.15421/442008>

8. Поліщук М. І., Хавхун А. А. Шляхи підвищення врожайності гібридів кукурудзи в умовах потепління клімату. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 39. С. 54–59. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.8>
 9. Melnychenko S. G., Bohadorova L. M., Markeliuk A. V. Spatial-Temporal Changes in the Growing of Grain and Leguminous Plants in Kherson Region. *Man and Environment. Issues of Neoeology*. 2021. № 35. С. 140–150. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-35-13>
 10. Франчук М. О. Моніторинг виробництва сільськогосподарських культур Вінницької області в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1. С. 139–146. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203943>
 11. Мостов'як І. І. Інтегрована система захисту рослин у формуванні збалансованих агроєкосистем. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1. С. 77–86. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203932>
 12. Мельниченко С. Г., Богатьорова Л. М. Динаміка посівних площ технічних культур Херсонської області. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. № 130. С. 122–129. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.18>
 13. Польовий А. М., Костюкевич Т. К., Толмачова А. В., Жигайло О. Л. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в Західному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1 (109). С. 29–36. DOI: [10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-4](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4)
-