УДК 633.15:631.559:631.811.98:551.583
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-2-4

Загородний В. В.
аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *viktorzvv@gmail.com*
ORCID: *0009-0006-6066-4900*

Овчарук О. В.
доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри рослинництва, селекції та насінництва
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *ovcharuk.oleh@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1117-962X*

Овчарук К. О.
здобувачка вищої освіти ОС «бакалавр»
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
ORCID: *0009-0005-6997-6567*

ОБСЯГИ ВИРОЩУВАННЯ ТА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ, ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ-АНТИСТРЕСАНТІВ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Анотація

У статті здійснено комплексний аналіз сучасних обсягів виробництва та коливань продуктивності кукурудзи (Zea mays L.) в Україні та світі. Розглянуто вплив глобальних змін клімату, зокрема тривалих засух, зміщення агрокліматичних зон та температурних аномалій, на онтогенез і фізіологічний стан культури. Обґрунтовано статистичні дані по виробництву кукурудзи в світі та в Україні. Охарактеризовано площі посівів та валові збори даної культури впродовж останніх років.

Кукурудза традиційно посідає стратегічне місце в агропромисловому комплексі України, демонструючи стабільне розширення географії вирощування в усіх природно-кліматичних зонах незалежно від масштабів господарювання. Інтенсифікація зерновиробництва є пріоритетним вектором розвитку сучасного аграрного сектора країни. Системне зростання внутрішнього та зовнішнього попиту на продовольче й фуражне зерно актуалізує дослідження цієї галузі в контексті зміцнення національної продовольчої безпеки.

Завдяки вищій продуктивності порівняно з іншими зернофуражними культурами, кукурудза здатна забезпечувати стабільну врожайність на рівні 60–70 ц/га. Водночас емпіричні дані свідчать про суттєву просторову та часову варіативність цього показника в межах сільськогосподарських підприємств. Така диференціація врожайності, з одного боку, вказує на наявність значного невикористаного біоресурсового потенціалу культури, а з іншого — створює економічні ризики для товаровиробників і дестабілізує сировинну базу тваринництва та зернового ринку загалом. Максимальна реалізація потенціалу продуктивності кукурудзи можлива лише за умови синергетичного поєднання біологічних властивостей культури, генетичних особливостей гібридів, адаптивних агротехнологій та сприятливих гідротермічних умов. Кожен макрорегіон вирощування характеризується специфічним режимом зволоження, аерації та теплозабезпечення, що безпосередньо детермінує процеси онтогенезу та формування біомаси рослин. Попри регіональну специфіку, існує комплекс універсальних технологічних рішень, застосування яких гарантує високу продуктивність посівів. Для системного осмислення сучасного стану та проблем розвитку цієї галузі в роботі здійснено комплексний аналіз науково-методичної літератури та статистичних джерел.

Проведене дослідження підтверджує, що виробництво зерна кукурудзи характеризується високим рівнем рентабельності. Саме цей економічний чинник зумовлює стійку тенденцію до збільшення посівних площ, зростання валових зборів та диверсифікації напрямів кінцевого використання продукції відповідно до сучасних потреб ринку.

Ключові слова: *агроценоз, гібрид, кукурудза, біостимулятори, мікроелементи, норми внесення. періоди застосування, мінеральне живлення, стрес, абіотичні фактори, технологія вирощування, урожайність, валовий збір, агрокліматичні зони, структура сівозміни, експортний потенціал.*

Вступ. Кукурудза залишається стратегічною зерновою культурою у глобальній системі продовольчої безпеки, посідаючи перше місце у світі за обсягами виробництва. Її універсальність як кормової, технічної (біоетанол) та продовольчої культури забезпечує стабільний високий попит на міжнародних ринках [6].

© Загородний В. В., Овчарук О. В., Овчарук К. О., 2026
pISSN 2706-9052, eISSN 2706-851X

Аналіз світового та українського ринків вирощування кукурудзи свідчить про відновлення глобального виробництва після посух та стабілізацію посівних площ в Україні в межах 3,8–3,9 млн. га на тлі логістичних і кліматичних викликів. За даними USDA та Міністерства економіки України, ключовими факторами розвитку ринку є інтенсифікація технологій та зміщення зон вирощування. Світове виробництво демонструє тенденцію до зростання та оцінюється у понад 1,26–1,31 млрд. т, залежно від маркетингового року (МР). Основне нарощування обсягів відбувається завдяки США та Китаю [12].

Зміна клімату змінює регулярну сезонність погодних умов. Кукурудза є однією з основних культур, на яку впливає нерегулярний водний режим. Через ускладнення процесів прийняття рішень, пов'язаних зі зміною клімату, за оцінками, посадка кукурудзи поза оптимальним вікном призводить до втрат приблизно 340 млн. доларів США на рік у кукурудзяному поясі Сполучених Штатів. У свою чергу, екзогенні регулятори росту рослин набувають все більшого значення завдяки своєму потенціалу позитивно впливати на морфологію та фізіологію рослин у стресових ситуаціях.

Для України кукурудза традиційно є основним драйвером аграрного експорту та ключовим джерелом валютних надходжень. Проте сучасні реалії вимагають глибокого переосмислення підходів до її вирощування. Стрімкі кліматичні зміни, що супроводжуються тривалими посухами в період вегетації, у поєднанні з воєнними діями та блокуванням експортних артерій, суттєво деформували звичну структуру посівних площ. Дослідження поточного стану посівів та продуктивності кукурудзи дозволяє оцінити адаптаційну здатність вітчизняного агросектору у порівнянні з глобальними лідерами.

Кліматична дестабілізація виявляється не лише в тенденції до зростання середньодобової температури, а й у розширенні меж її добової розбіжності. Водночас спостерігається суттєва трансформація гідрологічного режиму, що полягає у чергуванні аномальних злив із перманентними засухами. Комплексний вплив цих чинників деструктивно діє на метаболізм фітоценозів, дезорганізує осморегуляцію, енергетичний обмін та асиміляцію елементів живлення, детермінуючи у підсумку падіння кількісних і якісних параметрів урожаю [1; 2; 5; 8; 15].

Позакореневе підживлення дозволяє оперативно забезпечувати рослини необхідними елементами живлення, особливо в критичні фази росту і розвитку, а також зменшувати негативну дію стресових факторів [9; 10]. Його вплив обумовлений здатністю рослин швидко поглинати необхідні елементи живлення через листову поверхню [7; 10; 11; 13].

Мета досліджень полягала дослідити обсяги вирощування кукурудзи та стан застосування біостимуляторів-антистресантів, періодів та норм їх внесення.

Виклад основного матеріалу. Експериментальну роботу проводили впродовж 2022–2025 рр. відповідно до «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур» та «Методи аналізу в агрономії та агроекології» [6] згідно плану науково-дослідної роботи кафедри рослинництва, селекції та насінництва Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» (державний реєстраційний номер 0126U000578) в умовах дослідної ділянки ТОВ «Козацька долина 2006», що розташована в с. Вихрівка, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

Погодно-кліматичні умови, які складалися в роки проведення польових досліджень з багаторічними показниками дають можливість підтвердити, що не дивлячись на певні зміни, вони в цілому не виходили за межі, які характерні для Правобережного Лісостепу України.

Розмір площі дослідних ділянок: загальна – 55 м^2, облікова – 35,2 м^2, повторення варіантів триразове із систематичним розміщенням рослин.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідного поля. Ґрунт – чорнозем опідзолений, середньосуглинковий. Забезпеченість поживними елементами: загального азоту – 0,158–0,167%, рухомих форм фосфору та калію (за Чіріковим) – 16,7 та 11,6 мг на 100 г ґрунту відповідно. Сума вбирних основ коливається в межах 158–209 мг екв./кг. Гідролітична кислотність становить 17–23 мг екв./кг, ступінь насичення основами – 92%.

Погодно-кліматичні умови регіону характеризуються достатнім забезпеченням тепла з недостанім рівнем зволоження. Підвищення температури відзначається у ранньовесняний період. У літній період спостерігається підвищення температур. Тривалість теплого періоду становить 230–265 днів, а період активної вегетації – у межах 155–170 діб. Показники суми активних температур становлять 2300–2750°С, ГТК – на рівні 1,4–2,1, кількість опадів за рік знаходиться у межах 498–675 мм, середня температура повітря – 7,8°С.

Схема досліду була трифакторна в чотириразовому повторенні. У досліді вивчали гібриди кукурудзи ДКС 3972, ДКС 3609, ДКС 4351. Сівбу проводили 5 травня на глибину загортання насіння 3–4 см. Попередник – ріпак озимий. Ширина міжрядь Ширина міжрядь 70 см, норма висіву 78 тис. нас./га. Застосування біостимуляторів антистресантів проводили з препаратами Вуксал Мікроплант (WUXAL) та Інтермаг Кукурудза (Smart Grow) з внесенням в період розвитку рослин кукурудзи: 3–5 листок (ВВСН 13-15) , 8–9 листок (ВВСН 18–19) та дворазову обробку 3–5 листок (ВВСН 13–15) + 8–9 листок (ВВСН 18–19), з нормами препарату – 0,5 та 1,0 та 1,0–2,0 л/га з витратою робочого розчину 100 л/га, відповідно.

Глобальне виробництво кукурудзи демонструє стабільну тенденцію до утримання високих обсягів, попри кліматичні аномалії в окремих півкулях. Сумарна світова площа під культурою перевищує 200 млн га. Згідно з консолідованими даними аналітичних агенцій (зокрема USDA), світовий валовий збір кукурудзи перебуває на рівні 1,29–1,33 млрд. т [12].

Основними географічними центрами виробництва залишаються:

– США: світовий лідер за рівнем інтенсифікації технологій. Посівні площі становлять близько 36–37 млн. га, а середній показник врожайності сягає рекордних 11,5–12,0 т/га.

– Китай: фокусується на внутрішньому забезпеченні тваринницької галузі. Посіви займають понад 44 млн. га із середньою врожайністю близько 7,0 т/га.

– Бразилія та Аргентина: головні експортні конкуренти Північної Америки. Завдяки збиранню двох врожаїв на рік (зокрема "сафрінья" у Бразилії) сумарно генерують понад 170 млн. т зерна.

Середня глобальна урожайність кукурудзи стабілізувалася в межах 5,8–6,3 т/га, що свідчить про високу технологічну конверсію у більшості країн-виробників [12].

На основі статистичних та прогнозних даних сформовано порівняльну таблицю виробничого потенціалу кукурудзи (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика параметрів виробництва кукурудзи (2016–2026 рр.)

Параметр виробництва	Світовий ринок (Глобальні тренди)	Ринок України (вітчизняна динаміка)
Посівні площі	Зросли зі 187 млн. га (2016 р.) до майже 203 млн. га у 2025/26 роках.	Збільшилися з 4,2 млн. га (2016 р.) до історичного піка 5,4 млн. га (2021 р.), після чого впали й стабілізувалися в межах 3,8–3,9 млн. га.
Середня врожайність	Стабільна, колива-ється в межах 5,6–6,1 т/га. Залежить від нижчої продуктив-ності в Азії та Африці.	Хвилеподібна. Зросла з 6,0 т/га, до рекорду 7,8–7,9 т/га (2021 та 2023 рр.). У посушливі та воєнні роки (2022, 2024) знижувалася до 6,4–6,9 т/га.
Валовий збір	Зріс із ~1,06 млрд. т (2016 р.) до рекордних 1,22–1,23 млрд. т в останні маркетингові роки.	Досяг абсолютного максимуму у 42,1 млн. т (2021 р.). Поточні воєнні збори впали приблизно на 30–35% і становлять 27–30 млн. т.
Частка на ринку експорту	Світовий експорт становить ~200 млн. т. Домінують США, Бразилія та Аргентина.	Україна входила до ТОП-4 світових експортерів із часткою понад 15% (експорт до 30 млн. т). Зараз утримує позиції в ТОП-6 із обсягом експорту 22–24 млн. т.

Зробивши аналіз ми бачимо що до 2021 року Україна демонструвала одні з найвищих темпів приросту врожайності у світі. Завдяки масовому переходу на високоякісні іноземні гібриди, точне землеробство та інтенсивне внесення добрив середня врожайність в Україні впевнено випередила середньосвітову (понад 7,8 т/га проти 5,8 т/га у світі) [1; 2; 3; 4]. Глобальний ринок майже не змінив посівних площ через геополітику, перерозподіливши частки на користь Бразилії та США. Натомість Україна втратила близько 1,5 млн га кукурудзяного поясу через мінування, окупацію Півдня та Сходу та критичну дорожнечу логістики через блокування чорноморських портів у перші роки війни [1; 2].

Також не малу роль відіграє зміна клімату, глобальне виробництво страждає від циклів El Niño, які періодично знижують врожаї в Аргентині та посухи в кукурудзяних штатах США. Зокрема і в Україні протягом 10 років чітко простежуються кліматичні аномалії. Рекордне літо 2021 та 2023 років забезпечило максимальні збори, тоді як екстремальні посухи 2020 та 2024 років (аномальна спека в липні–серпні) обвалили врожайність нижче психологічної позначки в 7 т/га. [1; 2; 3].

Якщо у світі ядро виробництва незмінне (США та Китай забезпечують більше половини валу), то всередині України відбувся тектонічний зсув. Посіви кукурудзи мігрували із зони ризикованого південного землеробства у західні та центральні області (Хмельницька, Тернопільська, Полтавська), де за рахунок м'якшого клімату поодинокі господарства збирають до 10–11 т/га. [1; 2; 3; 4].

Динаміка урожайності кукурудзи в Україні за останні 10 років (період 2016–2025 рр.) демонструє значні коливання – від рекордних показників до серйозного падіння через екстремальні літні посухи та фактор війни. Середня загальнонаціональна урожайність у цей період коливалася в межах 5,4–7,8 т/га. [12].

Загальноукраїнська динаміка за роками має наступний вигляд: 2016–2017 рр. – стабільні показники на рівні 5,5–6,6 т/га; 2018–2019 рр. – стрімкий технологічний стрибок, середня урожайність сягнула 7,2–7,8 т/га (у передових областях збирали понад 10 т/га); 2020 рік – сильна аномальна посуха знизила середній показник до 5,4 т/га; 2021 рік – історичний рекорд валового збору та урожайності – близько 7,5–7,7 т/га в середньому; 2022–2023 роки: попри воєнні дії та проблеми з добривами, урожайність трималася на високому рівні 6,5–7,4 т га завдяки сприятливій погоді; 2024–2025 роки – через екстремальну літню спеку та дефіцит вологи показники знову знизились до 6,4–6,9 т/га. [14].

Географічний розріз урожайності кукурудзи в Україні чітко ділиться на три природно-кліматичні зони:

1. Зона стабільно високої урожайності (Захід та Центр). Ці області мають достатній рівень зволоження та найсучасніші агротехнології. Впродовж 10 років вони є незмінними локомотивами:

– Хмельницька область: абсолютний лідер десятиріччя, де середня урожайність регулярно перевищує 10,0–10,5 т/га.

– Тернопільська область: демонструє стабільні 8,5–9,8 т/га. [1; 2].

– Чернігівська та Полтавська області: головні виробники за обсягами, середня урожайність варіюється в межах 8,0–9,3 т/га (саме на Чернігівщині у 2025 році було зафіксовано локальний рекорд окремого господарства у 21,42 т/га).

– Вінницька, Черкаська, Київська, Львівська області: стабільні показники на рівні 7,5–9,3 т/га залежно від погодних умов конкретного року.

2. Зона помірної урожайності (Схід та Північ)

– Сумська, Харківська, Житомирська області: урожайність сильно залежить від розподілу літніх опадів. Середні показники за останні 10 років становлять 6,0–7,5 т/га. Останні роки логістика та збір тут суттєво ускладнені через безпекові фактори у прифронтових зонах.

3. Зона ризикованого землеробства (Південь)

– Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області: традиційно найнижча урожайність в Україні через жорсткий дефіцит вологи. Без штучного зрошення показники тут рідко перевищують 3,5–5,0 т/га, а в екстремально посушливі роки (як-от 2020 чи 2025) збір критично падав до 0,8–1,5 т/га, роблячи вирощування культури збитковим [1; 2].

Як вже згадувалося що вітчизняний сектор виробництва кукурудзи зазнав помітної реструктуризації. Якщо у довоєнний період (2021 рік) площі під культурою досягали історичного максимуму у 5,5 млн га, то наразі посіви стабілізувалися в межах 4,4–4,5 млн га.

Головними чинниками скорочення площ та зміни структури сівозмін є: економічна маржинальність, зростання вартості логістики та витрат на сушіння зерна (через дорожнечу енергоносіїв) змусили аграріїв переорієнтуватися на олійні культури (соняшник, соя, ріпак), які мають вищу вартість тони продукції. Також чи не малий вплив мають агрокліматичні зміни: Жорсткі літні гідротермічні стреси у Південному та Східному регіонах призвели до суттєвого падіння рентабельності кукурудзи в цих зонах.

Внаслідок цього відбувся чіткий географічний зсув посівів. Кукурудзяний пояс України остаточно зміститься у Західні, Центральні та Північні області (Полтавська, Чернігівська, Вінницька, Черкаська, Хмельницька, Київська), де рівень зволоження ґрунту залишається відносно сприятливим.

Хмельниччина утримує статус абсолютного лідера України за показником середньої врожайності кукурудзи, демонструючи результати на рівні кукурудзяного поясу США [5].

Площі під культурою в області є стабільними і коливаються в межах 260–280 тис. га. У 2026 році спостерігається часткова оптимізація структури полів: через здорожчання азотних добрив (зокрема, карбаміду) частина господарств зменшила посіви кукурудзи на користь менш вибагливої сої [4].

Середня врожайність кукурудзи в Хмельницькій області зафіксована на позначці 10,5 т/га. З площі у 261,2 тис. га аграрії області намолотили понад 2,74 млн т зерна, випередивши Тернопільську (9,78 т/га) та Львівську (9,36 т/га) області. Середня урожайність по Україні – 6,94 т/га [4].

Кліматичні зміни супроводжуються не лише зростанням середніх показників температури, а й різкими добовими коливаннями між денними та нічними температурами. Ці коливання поєднуються із нестабільним зволоженням, коли зливи різко змінюються тривалими посушливими періодами. Подібний гідротермічний режим пригнічує фізіологічний стан рослинних організмів, погіршуючи фотосинтетичну діяльність, водний обмін і мінеральне живлення, що призводить до падіння врожайності та зниження товарної якості агропродукції [2; 5]. Дефіцит вологи на тлі високих температур викликає у культурних рослин сильний водний стрес. Він гальмує ростові процеси, зменшує площу асиміляційної поверхні, стимулює передчасний хлороз, скручування та відмирання листкового апарату. Штучне прискорення вегетації за таких умов погіршує налив зерна чи плодів і знижує загальну біологічну продуктивність посівів [6]. Зазначені загрози зумовлюють актуальність селекції стресостійких сортів та модернізації сучасних агротехнологічних підходів до вирощування.

Періоди тривалого дефіциту вологи в поєднанні з термічним пресингом індукують розвиток водного дефіциту в тканинах рослин. Як наслідок, блокується лінійний ріст, зменшується площа листкових пластинок, прискорюється деградація хлорофілу, відбувається деформація та некроз листя. Окрім цього, за таких умов форсуються фази онтогенезу, що спричиняє дрібнозернистість чи недорозвиненість плодів, суттєво знижуючи загальну продуктивність агроценозів [6]. Викладене вище актуалізує потребу в оптимізації систем технології вирощування та інтенсифікації селекційного процесу задля отримання адаптивних генотипів.

Останні роки досліджень продемонстрували посилення аридності клімату в основних зонах вирощування культури, що супроводжувалося тривалими періодами високих температур повітря та дефіцитом продуктивної вологи у критичні фази онтогенезу рослин. Жорсткий гідротермічний стрес, викликаний повітряною та ґрунтовою посухою, призводить до значного зниження ефективності фотосинтетичних процесів, порушення метаболізму азоту та, як наслідок, до суттєвих втрат урожайності, які в окремих регіонах можуть перевищувати 40–50 % порівняно з оптимальними роками.

У зв’язку з цим виникає гостра науково-практична потреба в оптимізації елементів технології вирощування кукурудзи шляхом упровадження адаптивних заходів мінімізації наслідків абіотичного стресу. Одним із найбільш перспективних та екологічно безпечних напрямів інтенсифікації агроценозів є застосування спеціалізованих біостимуляторів-антистресантів. Такі препарати дозволяють активувати ендогенні захисні механізми рослинного організму, модулювати експресію генів стресостійкості та підтримувати транспірацію на належному рівні навіть за екстремальних умов навколишнього середовища.

Проте ефективність дії антистресових сполук безпосередньо залежить від чіткого визначення етапів та регламентів їхнього внесення, які мають збігатися з критичними періодами формування елементів продуктивності культури.

Результатами проведених досліджень встановлено позитивний вплив застосування біостимуляторів на продуктивність рослин та урожайність гібридів кукурудзи. Найвищу врожайність отримали в 2025 році. Показники урожайності знаходились в межах 16,1–16,9 т/га на варіанті без застосування біостимуляторів. Середнє значення становило 13,4–15,8 т/га (табл. 2).

Таблиця 2. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від строків і норм внесення біостимулятора Вуксал Мікроплант

Строки внесення	Норми внесення, л/га	Гібриди											
		ДКС 3609				ДКС 3972				ДКС 4351			
		Роки досліджень											
		2023	2024	2025	Середнє	2023	2024	2025	Середнє	2023	2024	2025	Середнє
Без застосування (контроль)		11,6	12,3	16,2	13,4	11,2	15,9	16,1	14,7	14,4	16,1	16,9	15,8
(ВВСН 13-15)	0,5	12,5	13,8	17,1	14,4	12,7	16,4	17,1	15,4	15,2	16,2	17,5	16,3
	1,0	12,7	14,1	17,3	14,7	12,9	16,5	17,3	15,6	15,4	16,6	17,7	16,6
(ВВСН 13-15)+ (ВВСН 18-19)	0,5+1,0	12,7	14,3	17,5	14,8	13,2	17,1	17,8	16,0	15,5	16,8	18,1	16,8
	0,5+2,0	12,9	14,5	17,8	15,1	13,4	17,3	18,2	16,3	15,5	16,7	18,1	17,0
	1,0+1,0	13,0	14,7	18,1	15,3	13,6	17,5	18,4	16,5	15,8	17,2	18,2	17,1
	1,0+2,0	13,3	15,1	18,4	15,6	13,8	17,7	18,6	16,7	16,1	17,5	18,5	17,4
(ВВСН 18-19)	1,0	12,7	14,2	17,4	14,8	13,2	17,1	17,9	16,0	15,4	16,8	17,9	16,7
	2,0	12,8	14,4	17,6	14,9	13,3	17,2	18,3	16,2	15,6	17,1	18,1	16,9

Обробка посіву кукурудзи у фазу ВВСН 13–15 біостимулятором Вуксал Мікроплант з нормою 0,5 та 1,0 л/га підвищило урожайність в межах 14,4–16,3 т/га з прибавкою у гібридів ДКС 3609 – 1,0, ДКС 3972 – 0,7, ДКС 4351 – 0,5 т/га, відповідно.

Найбільшу прибавку від застосування біостимуляторів відмічено на варіантах з дворазовим внесенням у фази ВВСН 13–15+ ВВСН 18–19 з нормою 1,0+2,0 л/га, в середньому за роками становила ДКС 3609 – 15,6, ДКС 3972 – 16,7, ДКС 4351 – 17,4 т/га. Найвищу урожайність отримали в 2025 році гібриду ДКС 3972 – 18,6 т/га, що перевищила контроль на 4,2 т/га.

Найвища урожайність гібридів ДКС 3609 – 18,4 т/га з дворазовим внесенням у фази ВВСН 13–15 (1,0 л/га) + ВВСН 18–19 (2,0 л/га), що перевищило контроль на 2,2 т/га; ДКС 3972 – 16,7 т/га на 2,0 т/га; ДКС 4351 – 17,4 т/га, на 1,1 т/га, відповідно.

Висновки. Світовий ринок кукурудзи утримує високу планку виробництва за рахунок інтенсивних технологій США та розширення площ у Латинській Америці. Україна, попри втрату частини територій та логістичні виклики, стабілізувала виробництво завдяки західним та північним областям. Хмельницька область наочно демонструє, що впровадження системного захисту за рахунок біостимуляції дозволяє досягати європейських та американських стандартів продуктивності (10,5 т/га), нівелюючи будь-які погодні ризики.

Результатами наших досліджень було встановлено вагомий вплив внесення біостимуляторів Вуксал Мікроплант (WUXAL) та Інтермаг Кукурудза (Smart Grow) на продуктивність гібридів кукурудзи ДКС 3972, ДКС 3609, ДКС 4351.

Зміна клімату посилює інтерес до вивчення біостимуляторів-антистресантів, де ключовим практичним аспектом є визначення оптимальних термінів їх внесення під кукурудзу. За умов термічного та водного дефіциту (високі температури повітря/ґрунту, брак продуктивної вологи та посуха) застосування цих засобів демонструє

високу ефективність. Вони допомагають культурі долати стрес і водночас підтримують екологічну рівновагу сучасних агроценозів.

Внесення біостимулятора Вуксал Мікроплант (WUXAL) в період розвитку рослин кукурудзи: 3–5 листок (ВВСН 13–15), 8–9 листок (ВВСН 18–19) та дворазову обробку 3–5 листок (ВВСН 13–15) + 8–9 листок (ВВСН 18–19), з нормами препарату – 0,5 та 1,0 та 1,0–2,0 л/га з витратою робочого розчину 100 л/га, сприяло підвищенню продуктивності рослин та стабілізації рівня урожайності. Прибавка врожаю становила для гібридів: ДКС 3609 – 2,0 т/га; ДКС 3972 – 2,2 т/га; ДКС 4351 – 1,1 т/га, відповідно.

В умовах глобальних кліматичних трансформацій детермінуючого значення набуває дослідження ефекту антистресових біостимуляторів, зокрема оптимізація етапів їхнього внесення у посівах кукурудзи (*Zea mays L.*). Практичний досвід культивування даної зернової культури за дії гідротермічних стресорів – що виражається у поєднанні високих температур повітря й ґрунту з дефіцитом продуктивної вологи та тривалою відсутністю опадів – експериментально підтверджує високу функціональну ефективність зазначених препаратів. Їх застосування дозволяє нівелювати деструктивний вплив абіотичних чинників, забезпечуючи стабілізацію врожайності для збереження екологічної рівноваги агроценозів.

Конфлікт інтересів: Овчарук О. є членом редакційної колегії журналу. Для забезпечення незалежності редакційного процесу рукопис розглядався редактором, який не мав конфлікту інтересів з автором. Автор не брав участі у відборі рецензентів, процесі рецензування та прийнятті рішення щодо публікації статті. Рукопис пройшов стандартну процедуру подвійного сліпого рецензування.

Список використаних джерел

1. Гангур В.В., Єремко Л.С., Руденко В.В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 117. С. 37–43. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6.

2. Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 33–42. doi: 10.33245/2310-9270-2021-.167-2-33-42

3. Коваленко О.А., Дробітько А.В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.- практ. конф*. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.

4. Кривенко А.І., Марткоплішвілі М.М. Особливості формування урожайності кукурудзи залежно від впливу елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. С. 201–209. DOI: https://doi.org/10.47414/np.28.2020.230241 .

5. Кулик М.І., Білявська Л.Г., Сиплива Н.О., Улізко П.М., Гайдай А.О. Мінливість елементів індивідуальної продуктивності та врожайності зерна гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С. 111–119. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.17.

6. Методи аналізу в агрономії та агроекології за ред. Овчарука В.І. Кам'янець-Подільський, Харків : Мачулин, 2019. 364 с.

7. Овчарук О.В., Ороховський А.О., Овчарук К.О., Секрієру С., Скриник О.А. Вплив строків та норм внесення біостимуляторів-антистресантів на фотосинтетичну продуктивність сої в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2026. № 1 (50). С. 156–163. DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-20 .

8. Овчарук О.В., Рахметов Д.Б., Єременко О.А., Федорчук М.І. Вплив абіотичних і біотичних факторів на сільськогосподарські рослини. *Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р., Київ: НУБіП України, 2021. С. 215–217.

9. Паламарчук В.Д., Демчук Б.С. Роль позакореневих підживлень у сучасних технологіях вирощування зернової кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 60–76. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-5 .

10. Поліщук М.І. Паламарчук О.Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.

11. Рибальченко А. М., Триль В. О. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи. *Сучасні аспекти і технології у захисті рослин: матеріали VI міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.* (м. Полтава, 26 листопада 2024 р.). Полтава: ПДАУ, 2024. С. 111–112. DOI: 10.5281/zenodo.14534615.

12. Сидякіна О.В., Іванів О.О. Сучасний стан і перспективи виробництва зерна кукурудзи. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2023. № 130. С. 225–234. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.33

13. Шевченко Л. А., Чмель О.П., Хоменко С. В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Півночі України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 73–78. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11.

14. Юрченко С.О., Шакалій С.М., Баган А.В. Формування продуктивного потенціалу гібридів кукурудзи за групами стиглості. *Аграрні інновації*. 2022. № 113. С. 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1.

15. Bondarenko V., Havrylianchik R., Ovcharuk O., Pantsyreva H., Krusheknyckiy V., Tkach O., Niemec M. Features of the soybean photosynthetic productivity indicators formation depending on the foliar nutrition. *Ecology, Environment and Conservation.* 2022. 28. P. 20–26. DOI: 10.53550/eec.2022.v28i04s.004.

Zagorodnyi V. V.
Postgraduate Student at the Department of Plant Breeding, Selection and Seed Production,
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *viktorzvv@gmail.com*
ORCID: *0009-0006-6066-4900*

Ovcharuk O. V.
Doctor of Agricultural Sciences
Professor at the Department of Crop Production, Plant Breeding and Seed Production
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *ovcharuk.oleh@gmail.com*
ORCID: *0000-0002-1117-962X*

Ovcharuk K. O.
Bachelor's degree student
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
ORCID: *0009-0005-6997-6567*

CORN CULTIVATION VOLUMES AND YIELD AND PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF ANTI-STRESS BIOSTIMULATORS UNDER CLIMATE CHANGE

Abstract

The article provides a comprehensive analysis of current production volumes and fluctuations in corn (Zea mays L.) productivity in Ukraine and the world. The impact of global climate change, in particular prolonged droughts, shifts in agroclimatic zones and temperature anomalies, on the ontogenesis and physiological state of the crop is considered. Statistical data on corn production in the world and in Ukraine are substantiated. The sown areas and gross yields of this crop in recent years are characterized.

Corn traditionally occupies a strategic place in the agro-industrial complex of Ukraine, demonstrating a stable expansion of the geography of cultivation in all natural and climatic zones, regardless of the scale of management. Intensification of grain production is a priority vector for the development of the country's modern agricultural sector. The systematic growth of internal and external demand for food and feed grain makes research in this area relevant in the context of strengthening national food security.

Due to its higher productivity compared to other grain and fodder crops, corn is able to provide stable yields at the level of 60-70 c/ha. At the same time, empirical data indicate significant spatial and temporal variability of this indicator within agricultural enterprises. Such differentiation of yields, on the one hand, indicates the presence of significant unused bioresource potential of the crop, and on the other hand, creates economic risks for commodity producers and destabilizes the raw material base of livestock farming and the grain market in general. The maximum realization of the productivity potential of corn is possible only under the condition of a synergistic combination of the biological properties of the crop, genetic features of hybrids, adaptive agrotechnologies and favorable hydrothermal conditions. Each macroregion of cultivation is characterized by a specific regime of moistening, aeration and heat supply, which directly determines the processes of ontogenesis and the formation of plant biomass. Despite the regional specificity, there is a complex of universal technological solutions, the use of which guarantees high crop productivity. For a systematic understanding of the current state and problems of development of this industry, a comprehensive analysis of scientific and methodological literature and statistical sources was carried out in the work.

The conducted study confirms that the production of corn grain is characterized by a high level of profitability. It is this economic factor that determines the steady trend towards an increase in sown areas, an increase in gross yields and diversification of the directions of final use of products in accordance with modern market needs.

Key words: *agrocenosis, hybrid, corn, biostimulants, trace elements, application rates. application periods, mineral nutrition, stress, abiotic factors, growing technology, yield, gross harvest, agroclimatic zones, crop rotation structure, export potential.*

References

1. Gangur, V.V. (2021). Kukurudza na zerno – krashchi stroky sivby i optymalna hustota stoiannia roslyn dlia Livoberezhnoho Lisostepu [Corn for grain – the best sowing dates and optimal plant density for the Left Bank Forest Steppe]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*, 7 (446), 24–25 https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6. [in Ukrainian].

2. Grabovskyi, M.B., Vakhniy, S.P., Lozinskyi, M.V., Panchenko, T.V., & Basyuk, P.L. (2021). Zernova produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid zastosuvannia kompleksnykh mineralnykh dobryv [Grain productivity of corn hybrids depending on the application of complex mineral fertilizers]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology,* 2, 33–42. doi: 10.33245/2310-9270-2021-.167-2-33-42 [in Ukrainian].

3. Kovalenko O.A. & Drobitko A.V. (2018). Vplyv mikro- ta funktsionalnykh dobryv na stresostiikist i produktyvnist kukurudzy za umov zmin klimatu. [The impact of micro- and functional fertilizers on stress resistance and productivity of corn under climate change]. *Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity*: materialy *Mizhn. nauk.-prakt.*

konf. – Climate change and agriculture. Challenges for agricultural science and education: materials of the International Scientific-Practical Conference. Kyiv: Ahroosvita. P. 727–730 [in Ukrainian].

4. Kryvenko A. I., & Martkoplishvili M. M. (2020). Osoblyvosti formuvannia urozhainosti kukurudzy zalezhno vid vplyvu elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. [Peculiarities of corn yield formation depending on the influence of elements of growing technology]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriak*iv – *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28. P. 201-209. https://doi.org/10.47414/np.28.2020.230241 [in Ukrainian].

5. Kulyk, M.I., Bilyavska, L.G., Syplyva, N.O., Ulizko, P.M., & Gaidai, A.O. (2022). Minlyvist elementiv indyvidualnoi produktyvnosti ta vrozhainosti zerna hibrydiv kukurudzy [Variability of elements of individual productivity and grain yield of corn hybrids]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations,* 15. P. 111–119. [in Ukrainian].

6. Ovcharuk, V.I. (2019). Metody analizu v ahronomii ta ahroekolohii. [Analysis methods in agronomy and agroecology]. Kamianets-Podilskyi, Kharkiv: Machulyn. 364 s. [in Ukrainian].

7. Ovcharuk, O.V., Orokhovskyi, A.O., Ovcharuk, K.O., Sekriieru, S., & Skrynyk O.A. (2026). Vplyv strokiv ta norm vnesennia biostymuliatoriv-antystresantiv na fotosyntetychnu produktyvnist soi v umovakh Lisostepu zakhidnoho [The influence of timing and rates of application of biostimulants-antistressants on the photosynthetic productivity of soybeans in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podolsky Visnyk: Agriculture, Technology, Economics* № 1 (50). P. 156–163. DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-20. [in Ukrainian].

8. Ovcharuk, O. V., Rakhmetov, D. B., Eremenko, O. A. & Fedorchuk, M. I. (2021). Vplyv abiotychnykh i biotychnykh faktoriv na silskohospodarski roslyny [The influence of abiotic and biotic factors on agricultural plants]. *Tendentsii ta vyklyky suchasnoi ahrarnoi nauky: teoriia i praktyka: zbirnyk nauk – prats Mizhn. nauk.- prakt. konf. – Trends and challenges of modern agricultural science: theory and practice: collection of scientific. proceedings of the International Scientific-practical Conference.* Kyiv, October 20-22, 2021. Kyiv: NUBIP of Ukraine. P. 215-217. [in Ukrainian].

9. Palamarchuk, V.D., & Demchuk, B.S. (2021). Rol pozakorenevykh pidzhyvlen u suchasnykh tekhnolohiiakh vyroshchuvannia zernovoi kukurudzy [The role of foliar fertilization in modern grain corn cultivation technologies]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 20, S. 60–76. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-5. [in Ukrainian].

10. Polishchuk, M.I., & Palamarchuk, O.D. (2016). Vplyv pozakorenevykh pidzhyvlen na produktyvnist hibrydiv kukurudzy [The effect of foliar fertilization on the productivity of corn hybrids]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry.* 4. S. 102–109 [in Ukrainian].

11. Rybalchenko, A.M., & Tryl, V.O. (2024). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia na formuvannia zernovoi produktyvnosti kukurudzy [The influence of foliar fertilization on the formation of grain productivity of corn]. *Suchasni aspekty i tekhnolohii u zakhysti roslyn* : *materialy VI mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. Modern aspects and technologies in plant protection: materials of the VI international scientific-practical online conference.* (m. Poltava, 26 lystop. 2024 r.). Poltava: PDAU. S. 111-112. DOI: 10.5281/zenodo.14534615. [in Ukrainian].

12. Sydiakina, O.V., & Ivaniv, O.O. (2023). Suchasnyi stan i perspektyvy vyrobnytstva zerna kukurudzy [Current status and prospects of corn grain production]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky– Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences.* 2023. 130. P. 225–234. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.33 [in Ukrainian].

13. Shevchenko, L. A., Chmel, O.P., & Khomenko, S. V. (2020). Vplyv mikrodobryv ta ristrehuliatoriv na produktyvnist hibrydiv kukurudzy v umovakh Pivnochi Ukrainy [The influence of microfertilizers and growth regulators on the productivity of corn hybrids in the conditions of Northern Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*. *– Agrarian innovations,* 4. S. 73–78. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11 [in Ukrainian].

14. Yurchenko, S.O., Shakaliy, S.M., & Bagan, A.V. (2022). Formuvannia produktyvnoho potentsialu hibrydiv kukurudzy za hrupamy styhlosti [Formation of the productive potential of corn hybrids by maturity groups]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 113, 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1. [in Ukrainian].

15. Bondarenko, V., Havrylianchik, R., Ovcharuk, O., Pantsyreva, H., Krusheknyckiy, V., & Tkach, O. et al. (2022). Features of the soybean photosynthetic productivity indicators formation depending on the foliar nutrition. *Ecology, Environment and Conservation*., 28. 20-26. DOI: 10.53550/eec.2022.v28i04s.004 [in English].

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 31.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026