

ВІДГУК
офіційного опонента
доктора сільськогосподарських наук, професора
Карпук Лесі Михайлівни
на дисертаційну роботу Копитова Олексія Валерійовича
на тему «**Модифікаційні зміни адаптивності кукурудзи до температурного
та водного стресу в умовах Лісостепу України**»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 201
Агрономія, галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство

Обґрунтування теми дисертаційної роботи. Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена необхідністю удосконалення технології вирощування кукурудзи в умовах посилення кліматичної нестабільності, зростання частоти екстремальних температур й дефіциту вологи, що істотно впливають на ріст та продуктивність рослин.

За останні десятиліття площі сільськогосподарських угідь залишаються відносно стабільними, тоді як потреба у продовольстві зростає. У зв'язку з цим особливого значення набуває підвищення ефективності використання агроресурсів шляхом удосконалення технологій вирощування культур.

Сучасні гібриди кукурудзи мають високий потенціал урожайності, однак його реалізація залежить від здатності рослин адаптуватися до несприятливих умов. Основними обмежувальними чинниками є дефіцит опадів та екстремальні температури. Ранні строки сівби, спрямовані на зменшення впливу посухи, водночас підвищують ризик пошкодження рослин низькими температурами.

Упродовж вегетації кукурудза проходить критичні фази розвитку, чутливі до стресів. Зокрема, у фазі 5–6 листків можливе порушення засвоєння фосфору; у період формування зерен рослини потребують збалансованого живлення; під час цвітіння високі температури знижують життєздатність пилку; у фазі наливу зерна дефіцит вологи обмежує їх виповненість.

За несприятливих умов рослини проявляють модифікаційну мінливість, що відображає адаптивні реакції генотипу через зміни фізіолого-біохімічних процесів. Тому важливим завданням є ефективне використання адаптивного потенціалу рослин для стабілізації врожайності.

Отже, тема дисертаційної роботи Копитова О.В. є актуальною, оскільки спрямована на вивчення адаптивності кукурудзи до температурного та водного стресу та визначення технологічних заходів для підвищення її продуктивності в сучасних кліматичних умовах.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, що сформульовані в дисертації, їх достовірність. У дисертаційній роботі чітко визначено мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, окреслено методологічну основу й розкрито наукову новизну результатів. На основі аналізу літератури висвітлено сучасний стан вивчення адаптивності кукурудзи до температурного й водного стресу та вплив технологічних заходів на реалізацію її продуктивного потенціалу в умовах Лісостепу України.

Достовірність результатів забезпечується використанням загальноприйнятих методів польових та лабораторних досліджень, фенологічних спостережень, біометричних вимірювань й статистичного опрацювання даних. Отримані результати дають змогу оцінити реакцію рослин кукурудзи на гідротермічні чинники та визначити підходи до підвищення їх адаптивності.

Висновки є логічним узагальненням результатів та відповідають поставленим завданням. Рекомендації мають практичне значення, оскільки спрямовані на удосконалення технології вирощування кукурудзи й підвищення ефективності виробництва в умовах кліматичних змін.

Відсутність порушень академічної доброчесності.

Результати дисертаційної роботи Копитова Олексія Валерійовича «Модифікаційні зміни адаптивності кукурудзи до температурного та водного стресу в умовах Лісостепу України» пройшли належну апробацію у наукових публікаціях та були представлені для фахового обговорення академічною спільнотою. Це забезпечує відкритість основних положень, висновків та рекомендацій до наукової дискусії та критичного оцінювання.

Аналіз змісту дисертації, викладених у ній наукових положень, експериментальних даних, висновків та рекомендацій дає підстави стверджувати, що роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності. Ознак академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів дослідження не встановлено.

Наукова новизна досліджень полягає: Уперше для умов Правобережного Лісостепу України обґрунтовано закономірності модифікаційних змін росту, розвитку, продуктивності та стабільності кукурудзи за комплексного впливу температурного й водного стресу та елементів адаптивної технології вирощування. Встановлено параметри оптимальної взаємодії кріопротектора та вологоутримувача, які забезпечують максимальну реалізацію біологічного потенціалу кукурудзи за умов кліматичної мінливості. Доведено, що поєднання кріопротектора з вологоутримувачем у помірних нормах (50–100 кг/га) формує стійкі, відтворювані реакції агроценозу, незалежні від специфіки окремих років, і зумовлює підвищення середніх морфобіометричних показників на 8–15 % та зниження їх варіабельності до рівня ≤ 10 %.

Показано, що досліджувані елементи технології впливають не стільки на закладання елементів продуктивності, скільки на ефективність їх реалізації, що проявляється у зростанні кількості зерен у ряду на 6–11 %, маси зерна з одного качана – на 8–14 % та стабілізації процесів наливу зерна.

Обґрунтовано екологічну стабілізуючу роль кріопротектора та вологоутримувача у формуванні ростових і продуктивних показників кукурудзи, що підтверджується зменшенням коефіцієнтів варіації урожайності та її структурних елементів у 2,0–2,5 раза порівняно з контролем.

Виконано комплексну оцінку економічної та енергетичної ефективності адаптивних технологічних рішень з урахуванням продукції зерна та побічної

біомаси, що дозволило визначити оптимальні варіанти з позицій чистого прибутку, рентабельності та коефіцієнта енергетичної ефективності.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає в обґрунтуванні технологічних заходів, спрямованих на підвищення адаптивності кукурудзи до температурного та водного стресу в умовах Лісостепу України. За результатами проведених досліджень рекомендовано до виробничого впровадження передпосівну обробку насіння кріопротектором, а також її поєднання із застосуванням вологоутримувача у нормі 50 кг/га.

Запропоновані технологічні рішення забезпечують підвищення середньої урожайності зерна кукурудзи на 20–25 % та сприяють стабілізації продуктивності рослин за різних погодних умов. Це має важливе прикладне значення, оскільки дає змогу зменшити негативний вплив гідротермічних стресів у критичні періоди росту й розвитку культури та повніше реалізувати продуктивний потенціал сучасних гібридів.

Окрім того, матеріали дисертаційної роботи мають навчально-методичну цінність і можуть бути використані в освітньому процесі закладів вищої освіти аграрного профілю під час викладання дисциплін «Рослинництво», «Агроекологія», «Технології вирощування польових культур» та «Енергетична оцінка агротехнологій»..

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на засіданнях відділу та обговорювалися на наукових конференціях упродовж 2023–2025 рр., у тому числі на: Новітні агротехнології та сортовивчення (2024 р., м. Київ).

Оцінка структури, обсягу та змісту дисертації роботи та повноти викладення матеріалів у наукових працях.

Рукопис за змістом, структурою та оформленням повністю відповідає вимогам МОН України «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» №40 від 12.01.2017 р.

Дисертацію викладено на 183 сторінках машинописного тексту, та складається зі вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Дисертація містить 30 таблиць та 3 рисунки а список використаних джерел налічує 179 найменувань, з яких 111 латиницею.

За результатами дослідження опубліковано 4 праць, у тому числі 3 статей у фахових виданнях категорії «Б», 1 теза доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи.

У *Вступі* дисертаційної роботи розкрито актуальність теми, її зв'язок із сучасними проблемами адаптивного рослинництва, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження, охарактеризовано методи досліджень, обґрунтовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Автором також зазначено особистий внесок здобувача, наведено інформацію щодо апробації результатів досліджень, публікацій та можливостей практичного використання отриманих наукових положень.

У *першому розділі* «Вплив елементів технології вирощування на продуктивність кукурудзи» проаналізовано наукові джерела щодо перспектив

вирощування кукурудзи в Україні, її ботанічних і біологічних особливостей, а також ролі технологічних прийомів у формуванні продуктивності культури. Значну увагу приділено питанням росту й розвитку сільськогосподарських культур за використання вологоутримувачів, стимуляторів й кріопротекторів, а також адаптивному потенціалу гібридів кукурудзи. Узагальнення літературних даних дало змогу автору обґрунтувати доцільність вивчення технологічних рішень, спрямованих на підвищення стійкості рослин кукурудзи до температурного та водного стресу.

У *другому розділі* наведено характеристику умов та методики проведення досліджень. Описано ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень, агрохімічну характеристику ґрунту дослідних ділянок, погодні умови в роки досліджень, схему досліду, методики обліків і спостережень, а також особливості технології вирощування кукурудзи на дослідних ділянках. Програма досліджень побудована з урахуванням оцінки дії кріопротектора АМАЛГЕРОЛ ЕССЕНС та вологоутримувача AQUASORB у різних нормах, що дало змогу комплексно дослідити їхній вплив на ріст, розвиток, продуктивність, якість зерна, адаптивність, економічну та енергетичну ефективність вирощування кукурудзи.

У *третьому розділі* «Вплив елементів технології вирощування на ріст та розвиток кукурудзи» висвітлено особливості водоспоживання, ростових процесів, фотосинтетичних параметрів і формування структурних показників урожаю залежно від досліджуваних факторів. Встановлено, що застосування кріопротектора сприяло поліпшенню стартового росту рослин, що проявлялося у збільшенні висоти рослин на 4–9 % порівняно з абсолютним контролем. Додаткове внесення вологоутримувача у помірних нормах 50–100 кг/га забезпечувало подальше підвищення ростових показників ще на 2–4 %. Площа листової поверхні у варіантах із поєднанням кріопротектора та вологоутримувача 50 кг/га перевищувала контрольні значення на 8–15 %, що свідчить про активізацію асиміляційної діяльності рослин. Водночас підвищення норми вологоутримувача до 150–200 кг/га не забезпечувало істотного подальшого приросту, що дало змогу автору окреслити межі технологічної доцільності його застосування.

У *четвертому розділі* «Урожайність та якість зерна кукурудзи» проаналізовано вплив кріопротектора та вологоутримувача на формування врожайності, елементів структури врожаю та якісних показників зерна. У середньому за роки досліджень застосування кріопротектора забезпечувало підвищення урожайності зерна кукурудзи на 8–15 % порівняно з абсолютним контролем. Поєднання кріопротектора з вологоутримувачем у нормах 50–100 кг/га посилювало цей ефект і забезпечувало сумарний приріст урожайності на 20–25 %. Встановлено, що досліджувані технологічні прийоми впливали переважно на реалізацію елементів продуктивності, зокрема кількість зерен у ряду та масу зерна з качана, тоді як кількість рядів зерен у качані залишалася відносно стабільною. Це свідчить про важливу роль оптимізації водного та фізіологічного режимів рослин у період формування і наливу зерна.

У *п'ятому розділі* «Модифікаційна мінливість та адаптивність кукурудзи залежно від елементів технології вирощування» висвітлено особливості прояву

адаптивних реакцій культури за використання досліджуваних технологічних прийомів. Автором застосовано показники дисперсії, коефіцієнта варіації та індексу фенотипової стабільності, що дозволило оцінити не лише середній рівень продуктивності, а й стабільність її формування за мінливих погодних умов. Встановлено, що у контрольному варіанті коефіцієнт варіації урожайності становив 16–17 %, тоді як за поєднання кріопротектора з вологоутримувачем 50 кг/га він знижувався до 6–10 %. Це підтверджує підвищення екологічної стабільності продуктивності кукурудзи майже у 2–2,5 раза та свідчить про доцільність використання цих прийомів в адаптивних технологіях вирощування.

У розділі 6, присвяченому економічній та енергетичній ефективності вирощування кукурудзи, проведено комплексну оцінку досліджуваних елементів технології за показниками урожайності, чистого прибутку, рівня рентабельності, енергетичного виходу та коефіцієнта енергетичної ефективності. У контрольному варіанті середня урожайність становила 6,02 т/га, рівень рентабельності – 68 %, коефіцієнт енергетичної ефективності – 3,93. Найвищі економічні показники отримано за передпосівної обробки насіння препаратом АМАЛГЕРОЛ, що забезпечило чистий прибуток 24040 грн/га, рентабельність 103,7 % та коефіцієнт енергетичної ефективності 5,11. Поєднання передпосівного застосування АМАЛГЕРОЛУ з AQUASORB у нормі 50 кг/га забезпечило найвищу урожайність – 8,58 т/га та найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 5,51, що підтверджує ефективність поєднання біостимуляції та регуляції водного режиму рослин.

Висновки дисертаційної роботи сформульовано на основі узагальнення експериментальних даних, вони є конкретними, логічно пов'язаними з поставленими завданнями та відображають основні результати дослідження. У них узагальнено вплив кріопротектора та вологоутримувача на ріст й розвиток рослин кукурудзи, формування фотосинтетичного апарату, урожайність, якість зерна, модифікаційну мінливість, адаптивність, економічну й енергетичну ефективність технології вирощування.

Рекомендації виробництву сформульовано чітко й мають прикладне значення для виробництва. До впровадження рекомендовано передпосівну обробку насіння кріопротектором АМАЛГЕРОЛ ЕССЕНС та її поєднання з вологоутримувачем AQUASORB у нормі 50 кг/га, що забезпечує підвищення урожайності, стабілізацію продуктивності та раціональне використання ресурсів в умовах температурного й водного стресу.

Список використаних джерел відображає опрацювання автором наукових праць з питань технології вирощування кукурудзи, адаптивності рослин, дії стресових чинників, використання кріопротекторів, вологоутримувачів та біостимуляторів у рослинництві. Додатки доповнюють основний зміст дисертації, містять допоміжні матеріали та підтверджують апробацію окремих положень дослідження.

Дискусійні положення та зауваження.

Загалом позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, її актуальність, практичну значущість, обґрунтованість висновків і рекомендацій виробництву, варто зазначити, що окремі положення дослідження мають дискусійний характер

та можуть бути предметом наукового обговорення. У зв'язку з цим вважаю за доцільне висловити такі зауваження та побажання:

1. В анотації дисертації, доцільно було б висвітлити мету досліджень та наукову новизну отриманих результатів, а також представити рекомендації для виробництва.

2. У розділі 2, зокрема у характеристиці ґрунтово-кліматичних умов трапляються окремі неточності технічного характеру, які потребують редакційного уточнення. Зокрема, у тексті вказано «середньорічна температура повітря становить + 70С» та «мінімальна температура зимових місяців становить – 260С», що, очевидно, має бути подано як +7 °С та –26 °С.

3. У п. 3.1, автор наводить коефіцієнт водоспоживання кукурудзи за роками досліджень, однак не подає вихідних складових його розрахунку – сумарного водоспоживання посіву, запасів продуктивної вологи в ґрунті на початок та кінець вегетації, а також кількості опадів, фактично використаних у розрахунку.

4. У п. 3.2 досить детально охарактеризовано площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал й чисту продуктивність фотосинтезу. Разом з тим для фотосинтетичного потенціалу та ЧПФ не наведено показників статистичної достовірності, тоді як висновки щодо переваги окремих варіантів є категоричними.

5. У таблиці 4.1 наведено урожайність зерна кукурудзи за роками досліджень, однак у результативній частині варто чіткіше показати, якою мірою на формування цієї ознаки впливали окремо кріопротектор, вологоутримувач та їх поєднання.

6. У п. 5.1 для оцінювання модифікаційної мінливості та адаптивності кукурудзи використано дисперсію (S^2), коефіцієнт варіації (CV) та індекс фенотипової стабільності (IF). Водночас у тексті доцільно чіткіше пояснити методичну основу їх розрахунку, зокрема вказати, чи ці показники визначалися лише за середніми значеннями 2023–2025 рр., чи з урахуванням повторень у межах кожного року досліджень. Таке уточнення є важливим для коректного трактування стабільності досліджуваних ознак й порівняння варіантів технології.

7. Висновки до розділу 5 загалом відображають основні результати адаптивного аналізу, однак подані переважно в узагальненій формі. Для посилення їх наукової аргументованості доцільно чіткіше пов'язати підсумкові положення з конкретними числовими значеннями S^2 , CV та IF, а також виокремити технологічні варіанти, які забезпечили найвищу стабільність й адаптивність кукурудзи за ключовими ознаками.

Наявні в роботі поодинокі редакційні та стилістичні неточності не впливають на загальну позитивну оцінку дослідження й не применшують його науково-практичного значення.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора філософії. Кваліфікаційна наукова праця Копитова Олексія Валерійовича на тему *«Модифікаційні зміни адаптивності кукурудзи до температурного та водного стресу в умовах*

Ліосстену України», виконана на належному науковому й методичному рівні. За актуальністю, новизною, ступенем обґрунтованості наукових положень й практичному значенню відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», вимогам освітньо-наукової програми, яку успішно завершив здобувач, вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р., а її автор Копитов Олексій Валерійович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 Агрономія.

Офіційний опонент

доктор сільськогосподарських наук,
професор, декан агробіотехнологічного
факультету Білоцерківського
національного аграрного університету




(підпис)

Леся КАРПУК

Підпис Лесі Карпук засвідчую:
Начальник відділу документообігу і
кадрового забезпечення Білоцерківського
національного аграрного університету


(підпис)

Олена ЮРЧЕНКО