

ВІДГУК

офіційного опонента

професора кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії
Білоцерківського національного аграрного університету,
доктора сільськогосподарських наук, професора **ГРАБОВСЬКОГО Миколи Борисовича**
на дисертацію **ВАСЬКІВСЬКОГО Богдана Сергійовича**
на тему: **«Ефективність вирощування кукурудзи
за диференційованої норми висіву насіння»,**
подану на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 201 «Агрономія»
галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Актуальність теми дослідження. Актуальність теми дисертаційного дослідження здобувача не викликає сумнівів, оскільки сучасне виробництво зерна кукурудзи відбувається в умовах кліматичних змін, зростання вартості матеріально-технічних ресурсів та необхідності підвищення ефективності їх використання. За таких умов особливого значення набуває впровадження технологій точного землеробства, які дають змогу враховувати просторову неоднорідність ґрунтового покриву та оптимізувати елементи технології вирощування культури. Одним із таких напрямів є диференційований висів насіння залежно від зон продуктивності поля, що сприяє більш повній реалізації потенціалу рослин і раціональному використанню ресурсів. Водночас питання комплексної оцінки ефективності таких технологічних рішень, зокрема з урахуванням їх біоенергетичної доцільності, залишаються недостатньо вивченими. Саме тому дослідження, спрямоване на обґрунтування оптимальних норм висіву кукурудзи в межах різних зон продуктивності поля з урахуванням агрономічних та біоенергетичних показників, є своєчасним, науково обґрунтованим і має важливе практичне значення для підвищення ефективності виробництва зерна кукурудзи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Результати дисертації Б. С. Васьківського є частиною науково-дослідної роботи кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою «Стале виробництво продукції рослинництва для забезпечення продовольчої, енергетичної безпеки за ефективного використання природних ресурсів» (номер державної реєстрації 0123U102166), співвиконавцем якої був здобувач.

Короткий аналіз основного змісту дисертації. У дисертації наведено теоретичне обґрунтування та результати трирічних польових досліджень з визначення оптимальних норм висіву насіння гібриду кукурудзи ДКС 3939 залежно від зон продуктивності поля в умовах північної частини лівобережної України. Встановлено вплив норми висіву та зони продуктивності на фактичну густоту стояння рослин, тривалість міжфазних і вегетаційного періодів, біометричні та структурно-морфологічні показники, урожайність і якість зерна та побічної продукції. Проведено економічну та біоенергетичну оцінку технології

вищевирощування кукурудзи за диференційованих норм висіву насіння, на її основі розроблено зонально-специфічні рекомендації для виробництва.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про їх апробацію та впровадження.

У **першому розділі** проаналізовано сучасний стан наукових досліджень щодо біоенергетичної оцінки технологій вирощування кукурудзи, особливостей формування її продуктивності за різної густоти стояння рослин та застосування диференційованого висіву в системі точного землеробства. Встановлено, що біоенергетичний аналіз є об'єктивним інструментом оцінювання ефективності агротехнологій, а оптимальна норма висіву визначається ресурсним потенціалом окремих зон поля. Показано, що диференційований висів забезпечує більш раціональне використання ресурсів, однак його вплив на біоенергетичні показники досліджений недостатньо. На підставі проведеного аналізу обґрунтовано наукову новизну та доцільність виконання дисертаційного дослідження.

У **другому розділі** обґрунтовано програму, методику та умови проведення досліджень, охарактеризовано ґрунтово-кліматичні особливості місця проведення експерименту, об'єкт дослідження та схему польового досліду. Встановлено суттєву міжрічну мінливість гідротермічних умов і виражену просторову неоднорідність агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунту, що обумовило формування зон продуктивності поля. Наведено методичні підходи до визначення агрономічних і біоенергетичних показників та забезпечено однакові технологічні умови для всіх варіантів досліду. Це створило належні передумови для об'єктивної оцінки впливу різних норм висіву на продуктивність кукурудзи залежно від зон продуктивності поля.

У **третьому розділі** представлено результати досліджень щодо впливу норм висіву та зон продуктивності поля на ріст, розвиток і формування елементів продуктивності рослин кукурудзи. Встановлено, що визначальним чинником формування густоти стояння, тривалості міжфазних періодів, висоти рослин і структурних показників урожаю були особливості зон продуктивності, тоді як вплив норми висіву мав менш виражений, але статистично та агрономічно значущий характер. Показано, що в низькопродуктивній зоні погіршення ґрунтових умов прискорювало проходження фенологічних фаз, зменшувало збереженість рослин і негативно впливало на формування врожаю. Виявлено, що збільшення норми висіву є доцільним лише за достатнього ресурсного потенціалу ґрунту, тоді як у низькопродуктивних зонах загущення посівів призводило до погіршення структурних показників продуктивності. Отримані результати підтверджують необхідність диференційованого підходу до встановлення норм висіву залежно від зон продуктивності поля та їх агроекологічних особливостей.

У **четвертому розділі** розглянуто вплив норм висіву та зон продуктивності поля на формування врожайності, показників якості зерна і побічної продукції кукурудзи. Встановлено, що продуктивність посівів найбільшою мірою залежала від ресурсного потенціалу зон, тоді як оптимальна норма висіву істотно відрізнялася між ними і мала нелінійний характер. Визначено зонально-специфічні оптимуми густоти стояння рослин, які забезпечували максимальну врожайність та ефективніше використання природних ресурсів. Проведений кореляційний аналіз дозволив встановити основні чинники, що визначають рівень урожайності, а математичне моделювання підтвердило доцільність застосування диференційованого висіву залежно від зон продуктивності поля. Отримані результати стали підґрунтям для розроблення практичних рекомендацій щодо оптимізації норм висіву кукурудзи в системі точного землеробства.

У **п'ятому розділі** наведено економічну та біоенергетичну оцінку ефективності диференційованого висіву кукурудзи залежно від зон продуктивності поля. Встановлено, що економічні показники, коефіцієнт енергетичної ефективності та коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації істотно залежали як від ресурсного потенціалу зон, так і від норми висіву. Визначено, що оптимальні норми висіву для високопродуктивної, середньопродуктивної та низькопродуктивної зон становлять відповідно 80, 75–76 та 68–70 тис. насінин/га. Доведено збіг економічного та біоенергетичного оптимумів, що підтверджує доцільність застосування диференційованого висіву. Показано, що використання єдиної норми висіву для всього поля є менш ефективним, ніж зонально диференційований підхід, який забезпечує підвищення прибутковості виробництва та ефективності використання енергетичних ресурсів.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації є достатньо високим. Достовірність отриманих результатів забезпечується проведенням трирічних польових досліджень у різних за гідротермічними умовами роках, використанням загальноприйнятих методик польового дослідження, агрохімічних, агрофізичних, біометричних, біоенергетичних та економічних досліджень, а також застосуванням сучасних методів математично-статистичної обробки експериментальних даних. Наукові положення ґрунтуються на результатах комплексної оцінки впливу зон продуктивності поля та норм висіву на ріст і розвиток рослин, формування врожайності, показників якості зерна, економічної та біоенергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи. Використання регресійного аналізу для визначення оптимальних норм висіву, висока узгодженість математичних моделей з експериментальними даними та логічний взаємозв'язок між результатами окремих етапів досліджень підтверджують обґрунтованість сформульованих висновків. Теоретичні положення дисертації узгоджуються з результатами

власних експериментальних досліджень, а сформульовані рекомендації мають належне наукове обґрунтування та практичну цінність. Достовірність результатів також підтверджується їх апробацією на наукових конференціях та публікацією основних положень дисертації у фахових наукових виданнях.

Наукова новизна результатів досліджень полягає у науковому обґрунтуванні зонально диференційованих норм висіву насіння кукурудзи як інструменту одночасного підвищення агрономічної, економічної та біоенергетичної ефективності виробництва зерна в умовах просторово неоднорідних полів перехідної агроекологічної зони. *Уперше:* проведено аналіз наукової літератури щодо біоенергетичних основ оцінки агротехнологій, біологічних і агрономічних засад формування продуктивності кукурудзи залежно від норми висіву та еволюції концепції диференційованого висіву; вивчено вплив норми висіву та зони продуктивності на фактичну густоту стояння рослин кукурудзи на момент збирання врожаю; встановлено залежність тривалості міжфазних і вегетаційного періодів кукурудзи від норми висіву та зони продуктивності поля в різні за гідротермічними умовами роки; досліджено вплив досліджуваних факторів на біометричні і структурно-морфологічні показники рослин гібриду кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320); визначено урожайність і якісні показники зерна та побічної продукції кукурудзи залежно від норми висіву і зони продуктивності поля; встановлено математичні закономірності реакції урожайності на норму висіву в різних зонах продуктивності і визначено зонально-специфічні оптимуми густоти стояння рослин; проведено біоенергетичну оцінку технології вирощування кукурудзи за диференційованих норм висіву за показниками E_o , E_v , $E_{приб}$, $K_{ее}$ і $K_{ФАР}$; удосконалено: технологію вирощування кукурудзи шляхом диференціації норм висіву насіння залежно від зон продуктивності поля, виділених на основі геоінформаційного аналізу багаторічних карт урожайності та агрохімічних карт; методологічний підхід до оцінки ефективності норм висіву через систему біоенергетичних показників (E_o , E_v , $E_{приб}$, $K_{ее}$, $K_{ФАР}$ поряд із традиційними економічними критеріями); набули подальшого розвитку наукові підходи до агрономічного обґрунтування диференційованого висіву насіння кукурудзи в системах точного землеробства на просторово-неоднорідних полях.

Мова та стиль викладення результатів. Дисертація Б. С. Васьківського виконана українською мовою та є завершеною науковою працею, у якій послідовно викладено результати теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на вирішення актуального науково-практичного завдання щодо підвищення ефективності вирощування кукурудзи за диференційованої норми висіву насіння. Робота відзначається чіткою структурою, логічною послідовністю викладення матеріалу, належним взаємозв'язком між окремими розділами та обґрунтованістю сформульованих висновків. Мова дисертації є грамотною, зрозумілою та відповідає вимогам наукового стилю. Автор коректно

використовує сучасну агрономічну, агрохімічну, біоенергетичну та економічну термінологію, що забезпечує однозначне трактування отриманих результатів і наукових положень. Таблиці, рисунки та інші ілюстративні матеріали є інформативними, належним чином оформлені та вдало доповнюють основний текст дисертації.

Отримані результати дослідження повною мірою відповідають поставленій меті та визначеним у роботі завданням. Тема дисертації, її зміст, наукові положення, висновки і практичні рекомендації відповідають спеціальності 201 «Агрономія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Повнота викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності. Результати дисертаційного дослідження автора відображено у низці наукових публікацій, що свідчить про їх актуальність і наукову значущість для сучасної наукової спільноти.

Загалом за результатами виконаного дослідження Б. С. Васьківського опубліковано 8 наукових праць, з яких 4 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 4 тези наукових доповідей.

Дисертація Б. С. Васьківського оформлена відповідно до встановлених вимог Міністерства освіти і науки України, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому наведено обґрунтовані наукові положення, висновки та практичні рекомендації, винесені автором на публічний захист. Під час підготовки дисертації автором належним чином використано та процитовано наукові праці вітчизняних і зарубіжних дослідників із відповідними посиланнями на джерела. Ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації чи інших порушень принципів академічної доброчесності у дисертації не виявлено. Таким чином, дисертаційне дослідження Б. С. Васьківського відповідає вимогам академічної доброчесності.

Окремі дискусійні питання і зауваження. Зміст дисертації свідчить про належний рівень теоретичної підготовки Б. С. Васьківського, його ґрунтовні знання з агрономії, біоенергетичної оцінки агротехнологій та сучасних підходів до точного землеробства. У роботі простежується вміння автора поєднувати фундаментальні наукові положення з результатами багаторічних польових досліджень, застосовувати сучасні методи агрохімічних, агрофізичних, біометричних, економічних і математико-статистичних досліджень для обґрунтування оптимальних норм висіву кукурудзи залежно від зон продуктивності поля. Це дозволило отримати науково обґрунтовані результати, що мають як теоретичне, так і практичне значення для вдосконалення технології вирощування кукурудзи в системі точного землеробства.

Водночас у дисертації наявні окремі зауваження та дискусійні положення, які потребують уточнення:

1. У розділі 1 недостатньо проаналізовано праці українських науковців щодо диференційованого висіву, точного землеробства, зон продуктивності, біоенергетичної оцінки технологій. Також не наведено аналізу можливості адаптації результатів досліджень зарубіжних учених до ґрунтово-кліматичних умов України.

2. У підрозділі 2.1 досить детально наводиться агрохімічна характеристика, твердість і вологозабезпечення ґрунту, однак відсутня його повна характеристика (тип, підтип, вид та різновид).

3. Потребує додаткового обґрунтування використання у дослідженнях лише одного гібриду кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320), оскільки це певною мірою обмежує можливість екстраполяції отриманих результатів на інші гібриди. Крім того, автор відносить цей гібрид до середньоранньої групи стиглості, хоча відповідно до міжнародної класифікації ФАО він належить до середньостиглої групи.

4. На с. 95 допущено неточність у описі схеми досліду. Зазначено, що дослід закладався «на трьох дослідних ділянках», хоча фактично дослід включав 60 експериментальних ділянок. Крім того, у методиці не наведено загальної та облікової площі однієї дослідної ділянки.

5. Автор виходить із припущення про просторову стабільність виділених зон продуктивності, проте у роботі відсутній аналіз їх міжрічної мінливості. Зокрема, не показано, чи зберігалися межі зон упродовж років досліджень та не наведено кількісної оцінки їх просторової стабільності.

6. Дані таблиці «Фази розвитку кукурудзи за американською шкалою (ISU, V–R)» двічі дублюються в дисертації в таблиці 2.11 (с. 98) і Додатку Е (с. 279).

7. У методиці досліджень не зазначено програмне забезпечення, за допомогою якого виконувалася статистична обробка експериментальних даних.

8. Розділ 4 є надмірно об'ємним через дублювання матеріалу на с. 175–208 і 209–241. Скорочення описової частини шляхом узагальнення результатів у порівняльних таблицях або схемах зробило б виклад більш компактним.

9. Економічна оцінка запропонованої технології потребує певного уточнення. Зокрема, у таблиці 5.1 використано показник «прибуток», хоча за методиками оцінки результатів польових досліджень доцільніше застосовувати термін «умовно чистий прибуток». Крім того, серед показників економічної ефективності відсутній рівень рентабельності, який є одним із базових критеріїв оцінки виробничої доцільності агротехнологій.

10. У таблиці 5.3 наведено лише інтегральні показники енергетичної ефективності без достатньої деталізації структури енергетичних витрат. Водночас окремі складові енерговитрат практично не змінюються між варіантами досліду, хоча їх величина має

залежати від урожайності, вологості зерна та відповідних витрат енергії на післязбиральну доробку продукції.

11. У додатках відсутній список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дослідження із зазначенням назв наукових заходів, місця, дати проведення та форми участі.

12. У дисертації наявні окремі редакційні, термінологічні та стилістичні неточності. Зокрема, розділ 2 розпочинається не з нового аркуша; у підрозділі 3.4 використано невідповідний для сучасної агрономічної термінології термін «початок кукурудзи» замість «качан кукурудзи», а також словосполучення «кількість зерен у рядку» замість «кількість зерен у ряду». Крім того, на с. 150 (перший абзац) наведено стилістично некоректне формулювання, яке потребує редакційного уточнення.

Проте, вказані зауваження не змінюють позитивної оцінки роботи та не знижують наукової і практичної цінності отриманих результатів досліджень.

Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам. Дисертація на тему: «Ефективність вирощування кукурудзи за диференційованої норми висіву насіння» є завершеною оригінальною науковою працею, що відзначається науковою новизною, важливим теоретичним і практичним значенням та виконанням на високому науково-методичному рівні. Здобувач має високий рівень фахової підготовки, що дозволяє йому правильно й глибоко трактувати результати отриманих досліджень і трансформувати їх в технології для практичного використання.

З огляду на актуальність теми дослідження, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, достатній рівень їх апробації та повноту відображення у наукових публікаціях, а також відсутність порушень принципів академічної доброчесності, вважаю, що дисертація відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор Васьківський Богдан Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Офіційний опонент професор кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії Білоцерківського національного аграрного університету, доктор сільсько-господарських наук, професор Микола ГРАБОВСЬКИЙ