

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**  
завідувача відділу здоров'я рослин  
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН,  
доктора сільськогосподарських наук, професора **МАКУХА Ярослава Петровича**  
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.** Підвищення ресурсної ефективності технологій вирощування кукурудзи в умовах зростання вартості засобів виробництва, кліматичних змін і необхідності зменшення екологічного навантаження є стратегічним завданням аграрної науки. Традиційна практика застосування єдиної рівномірної норми висіву насіння без урахування внутрішньопольової просторової неоднорідності ґрунтового покриву призводить до систематичного недовикористання ресурсного потенціалу в зонах з вищою продуктивністю і перевитрат ресурсів у зонах з нижчою. Це прямо відображається на економічних і біоенергетичних показниках технології. Дисертаційне дослідження Б. С. Васьківського спрямоване на наукове обґрунтування зонально диференційованих норм висіву насіння кукурудзи та комплексну оцінку їхньої ефективності за агрономічними, економічними і біоенергетичними критеріями. Особливої актуальності роботі надає те, що більшість наявних досліджень оцінює ефект диференційованого висіву переважно через урожайність, тоді як біоенергетичний вимір – коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ) і коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації (КФАР) у розрізі зон продуктивності – залишається практично недослідженим. Це визначає наукову новизну і практичну значущість роботи.

**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.** Дисертація присвячена вивченню закономірностей формування продуктивності гібриду кукурудзи ДКС 3939 (ФАО 320) залежно від норми висіву насіння та зони продуктивності поля в умовах північної частини лівобережної України. За результатами трирічних польових досліджень (2023–2025 рр.) встановлено вплив досліджуваних факторів на фактичну густоту стояння рослин, тривалість міжфазних і вегетаційного періодів, біометричні та структурно-морфологічні показники,

урожайність і якість зерна та побічної продукції. На основі комплексної економічної та біоенергетичної оцінки розроблено зонально-специфічні рекомендації щодо норм висіву насіння кукурудзи для виробництва.

У **вступі** чітко визначено мету і завдання дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено відомості про апробацію та впровадження.

**Перший розділ** містить системний огляд наукової літератури щодо біоенергетичної оцінки технологій вирощування кукурудзи, закономірностей формування її продуктивності залежно від густоти стояння рослин та еволюції концепції диференційованого висіву в системі точного землеробства. Показано, що вплив диференційованого висіву на біоенергетичні показники залишається недостатньо вивченим, що обумовлює доцільність виконання дослідження.

У **другому розділі** детально описано схему двофакторного польового досліду, ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень та методичні підходи до визначення агрономічних і біоенергетичних показників. Виділення зон продуктивності поля на основі геоінформаційного аналізу багаторічних карт урожайності і супутникових індексів вегетації є методично обґрунтованим і відповідає сучасним підходам точного землеробства.

**Третій розділ** розкриває вплив норм висіву та зон продуктивності на ріст, розвиток і структуру врожаю кукурудзи. Встановлено домінуючу роль зони продуктивності над нормою висіву у формуванні густоти стояння, тривалості вегетації і висоти рослин, тоді як норма висіву мала статистично і агрономічно значущий, але менш виражений вплив.

**Четвертий розділ** узагальнює результати щодо врожайності і якості зерна та побічної продукції. На основі кореляційного аналізу встановлено основні чинники, що визначають рівень продуктивності, а поліноміальне моделювання дозволило визначити зонально-специфічні оптимуми норм висіву.

**П'ятий розділ** є найбільш оригінальною частиною роботи і містить економічну та біоенергетичну оцінку диференційованого висіву. Встановлено, що оптимальні норми висіву для зон високої, середньої і низької продуктивності становлять 80, 75–76 та 68–70 тис. шт./га відповідно, а збіг їхніх економічного і біоенергетичного оптимумів підтверджує стійкість рекомендованих рішень.

**Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Достовірність отриманих результатів забезпечується проведенням трирічних польових досліджень у різних за гідротермічними умовами роках (ГТК від 0,55 до 1,05), використанням двофакторної схеми досліду у чотирьох повтореннях, застосуванням загальноприйнятих методик польового досліду та статистичної обробки даних методом дисперсійного аналізу з оцінкою  $HP_{05}$ . Побудова поліноміальних регресійних моделей реакції урожайності на норму висіву з коефіцієнтами детермінації, що перевищують

0,90, підтверджує надійність встановлених закономірностей. Методика біоенергетичної оцінки відповідає рекомендаціям Тараріко Ю. О. та співавторів і коректно розширена включенням витрат на сушіння зерна. Виділення зон продуктивності на основі геоінформаційного аналізу в середовищі QGIS із верифікацією за супутниковими даними Sentinel-2 відповідає сучасному методичному рівню.

**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; охарактеризовано ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень і встановлено просторову диференціацію агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту між зонами продуктивності дослідного поля; 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; розраховано економічну ефективність диференційованих норм висіву залежно від зони продуктивності поля; проведено біоенергетичну оцінку технології вирощування кукурудзи за диференційованих норм висіву за показниками  $E_o$ ,  $E_v$ ,  $E_{приб}$ ,  $K_{ee}$  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. Також удосконалено методологічний підхід до оцінки ефективності норм висіву через систему біоенергетичних показників ( $E_o$ ,  $E_v$ ,  $E_{приб}$ ,  $K_{ee}$ ,  $K_{ФАР}$ ) поряд із традиційними економічними критеріями.

**Мова та стиль викладення результатів.** Дисертація виконана українською мовою та є завершеною науковою працею з чіткою структурою і логічною послідовністю викладення матеріалу. Автор коректно використовує сучасну агрономічну, біоенергетичну та економічну термінологію. Таблиці і рисунки є інформативними та належним чином оформленими.

**Повнота викладення результатів дослідження в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності.**

Результати дисертаційного дослідження висвітлено у 8 наукових працях, з яких 4 статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 4 тези наукових доповідей. Публікації охоплюють усі ключові аспекти дослідження і відповідають чинним нормативним вимогам щодо апробації результатів дисертаційних досліджень. Дисертація є самостійно виконаним науковим дослідженням. Ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації чи інших порушень принципів академічної доброчесності у дисертації не виявлено.

**Окремі дискусійні питання і зауваження.** Рівень дисертаційного дослідження свідчить про сформованість у здобувача системного наукового мислення та глибоке розуміння агрономічних, біоенергетичних і просторово-аналітичних аспектів проблеми. Васківський Б. С. демонструє здатність інтегрувати теоретичні підходи з результатами власних багаторічних польових досліджень, коректно застосовувати сучасні методи статистичної обробки, математичного моделювання та геоінформаційного аналізу для вирішення прикладних агрономічних завдань. Отримані результати мають вагомое теоретичне і практичне значення для розвитку технологій диференційованого висіву насіння у системах точного землеробства.

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

1. У підрозділі 1.1 поняття «біоенергетична ефективність» вживається як загальновідоме, однак у науковій літературі існують різні підходи до його трактування і розрахунку складових  $E_o$  та  $E_v$ . Чіткіше визначення цього поняття і зіставлення різних методологічних підходів на початку роботи зробило б аналіз більш доказовим.

2. У підрозділі 1.2 огляд впливу густоти стояння рослин на елементи структури врожаю кукурудзи є дещо неповним. Зокрема, взаємозв'язок між нормою висіву, масою зерна з рослини і підсумковою врожайністю висвітлено недостатньо, хоча цей показник є важливою ланкою між густрою і врожайністю.

3. Розділ 1 виграв би від чіткішого структурування взаємозв'язку між нормою висіву, урожайністю і біоенергетичною ефективністю, – наразі ці три аспекти розглядаються переважно роздільно, що дещо ускладнює розуміння логіки переходу від огляду літератури до мети дослідження.

4. У методиці досліджень не зазначено програмне забезпечення, за допомогою якого виконувалася статистична обробка експериментальних даних. Крім того, опис методології виділення зон продуктивності поля потребує більшої деталізації: зокрема, доцільно чіткіше вказати порогові значення або критерії класифікації, за якими комірки растрової сітки відносили до тієї чи іншої зони, а також обґрунтувати вибір кількості зон і підтвердити їх просторову стабільність між роками досліджень.

5. Виділення трьох зон продуктивності є методично обґрунтованим і практично зручним рішенням, однак у роботі недостатньо аргументовано, чому обрано саме три класи, а не більше. При вираженій просторовій неоднорідності поля більш детальна класифікація – наприклад, на п'ять зон – могла б точніше відобразити градієнт ресурсного потенціалу і забезпечити вищу точність диференціації норм висіву.

6. У четвертому розділі виклад результатів подекуди є надмірно деталізованим та частково задубльованим. Окремі показники описуються послідовно по кожному варіанту досліду, що збільшує обсяг тексту без суттєвого приросту інформаційної цінності.

7. У розділі 5 бажано більш детально пояснити причини змін економічних і біоенергетичних показників у різних зонах продуктивності – зокрема, чому зниження норми висіву у низькопродуктивній зоні одночасно покращує і К<sub>е</sub>, і прибуток, адже цей збіг є принциповим результатом роботи і заслуговує на глибше теоретичне пояснення.

8. Доцільно було б більш детально охарактеризувати можливості адаптації запропонованої методики виділення зон продуктивності для господарств, що не мають сучасного обладнання для точного землеробства.

Проте вказані зауваження мають дискусійний характер і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційного дослідження.

**Висновки про відповідність дисертації встановленим вимогам.** Дисертація Б. С. Васьківського на тему: «Ефективність вирощування кукурудзи за диференційованою норми висіву насіння» є завершеною оригінальною науковою працею, що відзначається науковою новизною, важливим теоретичним і практичним значенням та виконанням на високому науково-методичному рівні.

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 (зі змінами), 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 завідувач відділу здоров'я рослин Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор Ярослав МАКУХ**