

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **СТЕПАНЕНКА Миколи Володимировича**

на тему: «*Оптимізація технології вирощування кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України*» представлену на

здобуття ступеня доктора філософії

зі спеціальності 201 «Агрономія»

галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Актуальність теми дисертації. Кукурудза – одна із найбільш стратегічних сільськогосподарських культур, яка за своїми господарсько-біологічними властивостями використовується у різних галузях в тому числі у тваринництві, харчовій і переробній промисловості. Разом з тим зі значної частини продукції виробляють біопаливо та електроенергію.

Виробництво зерна кукурудзи – це досить складний та затратний процес, який потребує чіткого дотримання технологічної дисципліни, своєчасного та якісного виконання всіх технологічних операцій. Подальше підвищення виробництва можливе за рахунок удосконалення саме технологій вирощування, які дозволять підвищити врожайність на вже чинних площах.

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе значення має впровадження у виробництво сучасних ефективних конкурентоспроможних технологій вирощування, які повинні базуватися на широкому використанні високопродуктивних гібридів, способів сівби, азотних добрив та мікродобрив. Тому дослідження елементів технології вирощування кукурудзи на зерно для виробництва біоетанолу, які включають підбір сучасних гібридів кукурудзи різних груп стиглості та оптимізацію живлення рослин та способів сівби є актуальними.

Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2021–2023 рр. і є складовою частиною наукових досліджень ініціативних наукових тематик Білоцерківського національного аграрного університету за завданнями «Наукове обґрунтування адаптивних і ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських та біоенергетичних культур в умовах Центрального Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0118U004125) і «Агротехнічне та екологічне обґрунтування елементів технології вирощування зернових і зернобобових культур в Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0122U202065).

Наукова новизна досліджень і практична цінність отриманих результатів дисертації полягала у вирішенні наукового завдання щодо встановлення впливу способів сівби та системи удобрення на процеси росту,

розвитку та формування урожайності і якості продукції кукурудзи, придатної для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України. Вперше в умовах Правобережного Лісостепу України удосконалено елементи сортової агротехніки сучасних гібридів кукурудзи різних груп стиглості; визначено комплексну дію способів сівби та системи удобрення на формування зернової продуктивності культури придатної для виробництва біоетанолу. Визначено і обґрунтовано можливості гібридів кукурудзи різних груп стиглості формувати сталу продуктивність у різні за погодними умовами роки залежно від способів сівби та системи удобрення. Розраховано кореляційно-регресійні моделі продуктивності за дії агротехнічних чинників, здійснено економічну та енергетичну оцінки розроблених елементів технології вирощування гібридів кукурудзи придатних для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України. Удосконалено елементи технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості придатних для виробництва біоетанолу та визначено їх реакцію на застосування різних способів сівби і системи удобрення. Набули подальшого розвитку наукові положення щодо особливостей росту і розвитку рослин кукурудзи, формування врожайності та якості зерна залежно від гібридного складу, способу сівби та системи удобрення.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Мета дослідження – встановлення особливостей формування продуктивності сучасних гібридів кукурудзи різних груп стиглості шляхом оптимізації живлення рослин та способів сівби і можливості ефективного використання зерна кукурудзи в якості сировини для отримання біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України. Досягнення поставленої мети стало можливим за вирішення поставлених багатопланових завдань, які мали логічне узгодження з детальним аналізом сучасного стану проблеми щодо удосконалення технології вирощування кукурудзи для отримання високої урожайності зерна і максимального виходу біоетанолу з одиниці площі.

Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується використанням загальнонаукових та спеціальних методів досліджень: польового для визначення взаємозв'язку об'єкта вивчення з біотичними та абіотичними чинниками в умовах досліджуваної зони; лабораторного – здійснення біохімічних аналізів якості зерна, фізіологічних, морфологічних параметрів рослин; хімічного – показники якості зерна; розрахункового – обрахунок площі асиміляційної поверхні, фотосинтетичних показників; математично-статистичного – дисперсійний та кореляційний аналізи; порівняльно-розрахункового – розрахунок економічної та біоенергетичної ефективності використання досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи.

В дисертації глибоко проаналізовано результати досліджень вітчизняних та

зарубіжних вчених, щодо технології вирощування кукурудзи, підвищення врожайності та якості зерна кукурудзи придатного для виробництва біоетанолу, яке полягає в оптимізації площі розміщення рослин в посіві за рахунок способу сівби та удосконалення системи удобрення за використання азотних добрив та мікроелементів у підживлення. Отримані результати та розроблені рекомендації є комплексом підходів до збільшення продуктивності гібридів кукурудзи за підвищення якості зернової продукції.

Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням дисертанта. Автором було розроблено програму досліджень, узагальнено дані літературних джерел, проведено польові та лабораторні експерименти, статистичний аналіз отриманих даних; визначено особливості росту і розвитку гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів; продуктивність та якісні показники зерна гібридів залежно від площі живлення рослин та способів сівби; розрахунковий вихід біоетанолу із зерна гібридів кукурудзи під впливом досліджуваних факторів; економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи на зерно. На основі отриманих даних розроблено математичну модель росту й розвитку кукурудзи, оптимізації живлення рослин та просторового розміщення рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

Висновки логічні і витікають із результатів, особисто проведених дисертантом досліджень, які проаналізовані та узагальнені, достовірність яких підтверджується наведеним в дисертації табличним, і графічним матеріалом та результатами статистичної обробки даних.

Розроблені елементи органічної технології вирощування сої впроваджені в 2023 р. ФГ «Пішки», ТОВ «Журавське» та СТОВ «ім. Петровського» Черкаської області, ТОВ «СП Агро» Київської області. Основні положення дисертаційної роботи використано в освітньому процесі Білоцерківського національного аграрного університету для студентів спеціальності 201 «Агрономія» у обов'язкових освітніх компонентах «Рослинництво» і «Проектування технологічних процесів в рослинництві».

Вищенаведене свідчить, що наукові положення, висновки та рекомендації дисертації в достатній мірі теоретично, методологічно та методично обґрунтовані.

Апробація результатів дослідження, повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. Основні результати дисертації висвітлено у 6 фахових публікаціях, 8 працях апробаційного характеру в збірниках матеріалів науково-практичних конференцій. У наукових працях, опублікованих у співавторстві, використано лише ті ідеї і положення, що є результатом особистих досліджень автора.

Аналіз структури та змісту дисертації. Дисертаційна робота виконана згідно чинних вимог і характеризує прагнення автора ґрунтовно дослідити предмет

наукових пошуків та вирішити досліджувану проблему. Матеріали дисертації викладено на 248 сторінках комп'ютерного набору. Дисертація складається з анотації, вступу, шести розділів, що містять 32 таблиці і 14 рисунків, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури, 56 додатків. Список використаних літературних джерел налічує 289 найменувань, з яких 63 латиницею.

У **вступі** висвітлено актуальність теми, важливість вирощування сої як культури, що має значні як світові площі посіву, так і в Україні. Відмічається динаміка поступового зростання виробництва сої вирощеної згідно органічних вимог. В зв'язку з високим попитом на сою, особливо органічну необхідна розробка технології вирощування сої відповідно до вимог органічного виробництва, що має прямий вплив на скорочення використання мінеральних добрив і пестицидів. Відображено зв'язок роботи з відповідними тематичними програмами, планами, завданнями Білоцерківського національного аграрного університету МОН України. Сформовано мету досліджень, основні завдання, методи їх реалізації та відображено наукову новизну одержаних результатів. Визначено особистий внесок здобувача, наведено публікації та апробацію за темою дисертаційної роботи.

У розділі 1 *«Формування продуктивності кукурудзи придатної для переробки на біоетанол»* автором узагальнено літературні наукові дані з дослідження поставленої проблеми у 3 підрозділах: «Аграрний потенціал України для виробництва біопалив», «Вирощування кукурудзи на зерно для біоенергетичних та кормових цілей» і «Особливості використання кукурудзи та інших біоенергетичних культур для виробництва біоетанолу». Обґрунтовано необхідність встановлення закономірностей росту, розвитку і формування продуктивності рослин кукурудзи в зв'язку зі способами розміщення їх на площі за оптимізації живлення, що представляє теоретичний і практичний інтерес.

У розділі 2 *«Умови, матеріали та методи дослідження»* охарактеризовано ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень, наведено детальний аналіз метеорологічних умов років досліджень і вплив гідротермічних умов на ріст і розвиток рослин досліджуваних гібридів кукурудзи. Наведено схеми дослідів і методику проведення досліджень, характеристику досліджуваних гібридів кукурудзи та мікродобрив, які використовувалися в дослідженнях.

Розділі 3 *«Формування продуктивності кукурудзи залежно від способу сівби»* містить 5 підрозділів: «Зміна тривалості міжфазних періодів рослин кукурудзи під впливом способу сівби»; «Біометричні показники рослин кукурудзи»; «Динаміка наростання площі листової поверхні кукурудзи»; «Елементи структури врожаю гібридів кукурудзи»; «Урожайність зерна гібридів кукурудзи» в яких представлено дані щодо росту, розвитку та формування продуктивності гібридами кукурудзи

залежно від способу сівби. Автором виявлено, що тривалість періодів «сівба–сходи», «сходи–8 листків», «цвітіння волотей–повна стиглість» та «сходи–повна стиглість зерна» не залежала від способів сівби гібридів кукурудзи, а в більшій мірі визначалася біологічними особливостями, групою стиглості конкретного гібриду та умовами року вегетації.

Формування висоти рослин у гібридів кукурудзи в фазу 7–8 листків дещо відрізнялося від закономірностей встановлених у більш пізній період росту і розвитку. Зокрема, найбільше значення висоти рослин досліджуваних гібридів кукурудзи у цій фазі відмічено на контрольному варіанті за ширини міжрядь 70 см, СИ Талісман (ФАО 200) – 41,0 см, СИ Фотон (ФАО 260) – 44,4 см, НК Термо (ФАО 330) – 48,2 см та СИ Зефір (ФАО 430) – 53,9 см, а найменше за схеми сівби 20,3×96,5 см – 38,6 см, 41,9 см, 45,7 та 50,9 см, відповідно. Спосіб сівби також впливав на висоту закладання качанів, найбільше значення кріплення качанів, в середньому за роки досліджень, відмічено за схеми сівби 20,3×91,4 см – 67,1 см, 74,1 см, 97,5 та 122,8 см.

Максимальні значення площі листової поверхні у рослин досліджуваних гібридів кукурудзи встановлено у фазі цвітіння волотей, а саме 33,53–42,50 тис. м²/га. В подальшому починаючи з фази молочної стиглості, показники площі листової поверхні мали тенденцію до зменшення, внаслідок часткового відмирання листя у нижньому ярусі.

Встановлено зростання фотосинтетичного потенціалу досліджуваних гібридів кукурудзи за застосування схеми сівби 20,3×96,5 см на 0,95–6,39 % порівняно із іншими способами сівби. В порівнянні із контрольним варіантом збільшення фотосинтетичного потенціалу за застосування схеми сівби 20,3×96,5 см становило 4,97–6,39 %.

Використання різних способів сівби забезпечує зміну у формуванні структури врожаю досліджуваних гібридів кукурудзи. Найкращі умови для формування довжини (17,65 см) та діаметру качана (4,60 см), маси зерна з качана (150,98 г) та маси 1000 зерен (229,95 г) склалися на варіанті із застосуванням схеми сівби 20,3×91,4 см, подальша зміна розміщення рослин мала істотно менші показники структури врожаю.

Розділ 4 «Вплив застосування аміачної селітри і мікродобрив на продуктивність кукурудзи» складається з 4 підрозділів: «Тривалість вегетаційного періоду та окремих його частин залежно від системи удобрення кукурудзи»; «Формування фотосинтетичних показників посівів кукурудзи та висоти рослин залежно від застосування аміачної селітри і мікродобрив»; «Вплив рівня мінерального живлення на елементи структури врожаю кукурудзи»; «Урожайність зерна кукурудзи залежно від використання аміачної селітри і мікродобрив». Доведено, що внесення азотних добрив у поєднанні із мікродобривами (N₄₀ перед

сівбою + Нутривант Плюс Кукурудза; N₄₀ перед сівбою + Вуксал Р Мах; N₄₀ перед сівбою + Розалік Zn, P, N, S), забезпечує у гібриду кукурудзи СИ Зефір зростання тривалості періоду «сходи–8 листків» та «8 листків–цвітіння волотей» на 1 добу, а тривалості періоду вегетації на 2 доби відносно контрольного варіанту (без внесення добрив) та варіанту де вносилося лише азотне добриво (N₄₀ перед сівбою).

Система удобрення також впливала на значення фотосинтетичного потенціалу у гібриду кукурудзи СИ Зефір. Так, зокрема найвище значення фотосинтетичного потенціалу гібриду СИ Зефір у всі періоди вегетації отримано на варіанті із внесенням азотних добрив (N₄₀ перед сівбою) у поєднанні із мікродобривом Вуксал Р Мах – 0,695 млн м² діб/га, 1,277 та 2,121 млн м² діб/га, відповідно.

Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення азотних добрив та мікроелементів сприяє зростанню рівня урожайності на 0,68–2,21 т/га в порівнянні із контрольним варіантом (без добрив).

Розділ 5 «Якісні показники зерна кукурудзи та розрахунковий вихід біоетанолу» містить 3 підрозділи: «Формування показників якості зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів»; «Розрахунковий вихід біоетанолу з зерна гібридів кукурудзи під впливом досліджуваних факторів»; «Взаємозв'язок виходу біоетанолу з комплексом господарсько-цінних ознак кукурудзи». Встановлено, що інтенсивність накопичення крохмалю у зерні кукурудзи та його кількість істотно залежить від кліматичних умов року. Найвищий вміст сирого протеїну відмічено в 2022 році – 10,15 %, тоді як в 2021 році він становив 9,67 % а в 2023 році – 9,69 %.

Спосіб сівби також здійснював вплив на накопичення крохмалю в зерні кукурудзи досліджуваних гібридів. Найкращою для накопичення крохмалю у зерні була схема сівби 20,3×96,5 см, зростання вмісту крохмалю на даному варіанті становило 0,08–0,50% в порівнянні із іншими варіантами досліджу.

Вміст жиру у зерні також змінювався залежно від біологічних особливостей гібриду, і в середньому за три роки він становив у СИ Талісман (ФАО 200) – 4,01 %, СИ Фотон (ФАО 260) – 4,22 %, НК Термо (ФАО 330) – 4,38 % та СИ Зефір (ФАО 430) – 4,39 %.

Застосування азотних добрив та мікроелементів істотно впливає на хімічний склад зерна, за якого вміст крохмалю та жиру знижується на 0,20–0,85 % та 0,25–0,41 %, а вміст білку зростає на 0,33–0,71% в порівнянні із контрольним варіантом (без добрив).

Способи сівби впливали на вихід крохмалю із одиниці площі. Найвищий вихід крохмалю 5,813–7,657 т/га отримано на варіанті із схемою сівби 20,3×91,4 см для усіх досліджуваних гібридів. При цьому зростання вмісту крохмалю на даному

варіанті в порівнянні із іншими способами сівби становило для гібриду СИ Талісман (ФАО 200) – 0,063–1,199 т/га, СИ Фотон (ФАО 260) – 0,058–1,001 т/га, НК Термо (ФАО 330) – 0,065–1,152 т/га та СИ Зефір (ФАО 430) – 0,002–0,838 т/га.

Найвищий вихід біоетанолу відмічений у 2021 році – 4,491 тис. л/га, тоді як в 2022 році він становив 3,895 тис. л/га, а в 2023 році – 4,287 тис. л/га. Зростання виходу біоетанолу в гібридів із тривалим вегетаційним періодом в порівнянні із скоростиглими формами становило 0,485–1,314 тис. л/га.

Оптимізація живлення рослин за рахунок застосування азотних добрив та мікроелементів не лише сприяла підвищенню урожайності та виходу крохмалю із одиниці площі, а й забезпечила збільшення виходу біоетанолу із гектара. Найвищий вихід біоетанолу, в середньому за три роки досліджень, отримано на варіанті із застосування азотних добрив (N_{40} перед сівбою) у поєднанні із мікродобривом Вуксал Р Мах – 5,134 тис. л/га, що на 0,840 тис. л/га більше в порівнянні із контрольним варіантом (без застосування добрив).

Розділ 6 «Економічна та енергетична ефективність технології вирощування кукурудзи» включає 2 підрозділи: «Економічна ефективність вирощування кукурудзи»; «Енергетична ефективність вирощування кукурудзи» в яких наведено розрахунки економічної та енергетичної ефективності способів сівби та системи удобрення гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу. Рівень рентабельності за вирощування досліджуваних гібридів за широкорядного способу сівби із шириною міжрядь 70 см (контроль) склав, в середньому для досліджуваних гібридів 91,3 %, за схеми сівби 20,3×76,2 см – 97,6 %, 20,3×91,4 см – 106,3 % і 20,3×96,5 см – 103,8 %. Найбільш сприятливим із економічної сторони виявився спосіб сівби із схемою 20,3×91,4 см який забезпечив зростання рівня рентабельності на 2,5–15 % в порівнянні із застосуванням інших способів сівби.

Використання гібридів із більш тривалим вегетаційним періодом НК Термо (ФАО 330) та СИ Зефір (ФАО 430) для переробки на біоетанол найбільш вигідне оскільки забезпечує найвищий вихід біоетанолу 4,565–4,782 тис. л/га, умовно чистий прибуток 71,020–76,080 тис. грн/га, 170,0–180,8 % рівень рентабельності та найменшу собівартість продукції 8,87–9,161 тис. грн/т.

Максимальне значення виходу біоетанолу (5,134 тис. л/га) отримано на варіанті із внесенням азотних добрив (N_{40} перед сівбою) у поєднанні із мікродобривом Вуксал Р Мах, умовно чистий прибуток склав 84,424 тис. грн./га, а рівень рентабельності 199,1%.

Найкращим варіантом за значенням енергетичного коефіцієнту був варіант удобрення, що передбачав внесення азотних добрив (N_{40} перед сівбою) у поєднанні із мікродобривом Вуксал Р Мах – 2,95. На даному варіанті відмічений також максимальний показник накопичення енергії врожаєм – 191,57 ГДж/га.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Під час рецензування дисертаційної роботи не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації, текстових запозичень чи інших порушень доброчесності дисертантом. Усі ідеї та положення викладені в роботі, належать автору.

Дискусійні положення і зауваження до змісту та оформлення дисертації. У цілому, позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Степаненка Миколи Володимировича, повноту методичної основи досліджень, високий рівень актуальності і практичної значимості, вважаю за доцільне вказати на окремі недоліки та висловити побажання:

1. У висновках до розділу 1 в неповній мірі відображено питання оптимізації мінерального живлення кукурудзи, зокрема, як біоенергетичної культури для виробництва біоетанолу. Також варто було б відмітити які саме аспекти мінерального живлення потребують подальших досліджень.

2. У підрозділі 2.2. варто було б навести коефіцієнт суттєвості відхилень погодних умов у роки досліджень і більше поєднувати кліматичні дані з фенологічними особливостями кукурудзи.

3. В підрозділі 2.1 «Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень» наведено агрохімічний аналіз ґрунту з вказанням наявності основних макроелементів (азот, фосфор і калій) та деяких мікроелементів (кальцій і магній). Тому потребує пояснення необхідності використання тих чи інших мікродобрив в досліді.

4. Автор недостатньо уваги приділяє показнику найменшої істотної різниці (HR_{05}) між досліджуваними показниками та достовірності встановлених залежностей, роблячи акцент в основному на абсолютних значеннях показників.

5. До складу досліджуваних мікродобрив входить широкий спектр мікроелементів. На жаль з результатів досліджень не зрозуміло як той чи інший мікроелемент впливає на формування певних ознак та показників у рослин кукурудзи.

6. Автор при описі урожайності зерна кукурудзи наводить зміну цього показника, залежно від досліджуваних факторів у «т/га», однак доцільніше було б показати дану різницю у відсотках.

7. Логічним доповненням до рисунків 3.1–3.3, 4.1–4.3 були б рівняння множинної регресії досліджуваних показників.

8. У розділі 6 показники економічної та енергетичної оцінки елементів технології вирощування кукурудзи аналізуються в дуже стислому форматі без використання графічного матеріалу та потребують розрахунково-математичного уточнення.

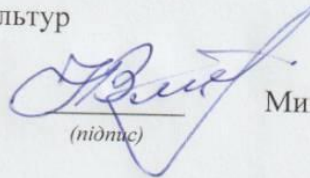
9. Загальні висновки у дисертаційній роботі досить об'ємні, їх слід відкоригувати і скоротити, зупинившись на аналізі основних показників.

Однак, наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Степаненка Миколи Володимировича.

Загальний висновок. З огляду на актуальність, новизну, важливість отриманих автором наукових результатів, їх обґрунтованість і достовірність, а також практичну цінність сформульованих положень і висновків, вважаю, що дисертаційна робота Степаненка Миколи Володимировича на тему: «Оптимізація технології вирощування кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Правобережного Лісостепу України» відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261 «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 19 травня 2023 року № 502 «Про внесення змін до деяких постанов КМУ з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів»), а її автор Степаненко Микола Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» зі спеціальності 201 «Агрономія».

Рецензент,

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент, завідувач кафедри генетики, селекції і
насінництва сільськогосподарських культур
Білоцерківського національного
аграрного університету



Микола ЛОЗІНСЬКИЙ

(підпис)

«13» травня 2024 р.

Підпис Миколи ЛОЗІНСЬКОГО засвідчую:
начальник відділу документообігу і
кадрового забезпечення Білоцерківського
національного аграрного університету



Олена ЮРЧЕНКО

(підпис)