

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Засухи Андрія Анатолійовича

на тему: **«Обґрунтування елементів технології вирощування кукурудзи на зерно та виробництва паливних пелет»** представлену для присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Актуальність теми дисертації. Аграрний сектор світової економіки в останні роки все більше уваги приділяє вирощуванню кукурудзи, площі якої становлять 20% у структурі посівних площ та забезпечує понад 30% валових зборів зернової маси. Кукурудза є однією із основних зернових культур у вирішенні продовольчої проблеми. Середня врожайність в Україні все ще недостатня для максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних гібридів. Рекомендації щодо окремих елементів технології вирощування не враховують сучасні реалії, а саме зміни клімату та великі площі вирощування культури в кожному регіоні. Існуюча нерівність цін на насіння, добрива, енергоносії та зерно стимулює до пошуку шляхів зменшення виробничих витрат, зокрема в системі живлення та оптимізації гібридного складу кукурудзи.

Для досягнення високих врожаїв зерна кукурудзи важливе значення має пошук та впровадження сучасних ефективних елементів технології вирощування. Подальше підвищення продуктивності можливе за рахунок комплексу умов, до яких належить використання гібридів кукурудзи, застосування макро- та мікродобрив та десикація посівів. Тому дослідження елементів технології вирощування кукурудзи, які включають оптимізацію живлення рослин та застосування десикантів у різні строки і їх вплив на продуктивність основної і побічної продукції кукурудзи та можливість виробництва паливних пелет є актуальними.

Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2022–2024 рр. і є складовою частиною наукових досліджень ініціативних наукових тематик Білоцерківського національного аграрного університету «Агробіологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських та біоенергетичних культур в умовах змін клімату» (номер державної реєстрації 0121U113588) та «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 макро- і мікродобрив та десикантів на процеси росту,

розвитку рослин та формування урожайності і якості основної і побічної продукції кукурудзи та розрахунковий вихід паливних пелет з побічної продукції в умовах Правобережного Лісостепу України. Вперше в умовах Правобережного Лісостепу України науково обґрунтовано можливість отримання паливних пелет із побічної продукції кукурудзи. Визначено можливість отримувати високу продуктивність основної і побічної продукції кукурудзи з високими показниками якості у різні за погодними умовами роки залежно від використання макро- і мікродобрив. Доведено суттєве зменшення вологості зерна і рослин кукурудзи під впливом десикантів. Розраховано кореляційно-регресійні залежності продуктивності основної і побічної продукції кукурудзи з біометричними, фотосинтетичними та енергетичними показниками. Обґрунтовано економічну і енергетичну ефективність вирощування кукурудзи для отримання зерна та виробництва паливних пелет. Удосконалено елементи технології вирощування кукурудзи як зернової і енергетичної культури за рахунок застосування макро- і мікродобрив та десикантів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Дисертантом чітко сформульовано мету і задачі досліджень, що стало основою для обґрунтування напрямку проведення польових і лабораторних дослідів. Вивчено і проаналізовано досягнення та теоретичні положення інших вчених за обраною темою досліджень, проведено аналіз використання кукурудзи як продовольчої культури та перспективи застосування побічної продукції в біоенергетиці, а також значення макро і мікроелементів у системі удобрення цієї культури. Для цього дисертантом було опрацьовано 295 вітчизняних та іноземних джерел, значна частина яких опубліковані впродовж останніх років.

Наукові положення, висновки, рекомендації для виробництва, сформульовані в дисертаційній роботі, базуються на узагальнених результатах власних експериментальних досліджень автора. Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується використанням загальнонаукових та спеціальних методів досліджень: гіпотеза для вибору напрямку досліджень; експеримент – дослідження об'єкту та процесів; аналогії – при проведенні порівняння між варіантами; польовий – вивчення впливу погодних умов та елементів технології на об'єкт досліджень; вимірювальний – для визначення біометричних показників рослин та вологості зерна; лабораторний – здійснення біохімічних аналізів якості зерна та рослин; розрахунковий – для визначення площі асиміляційної поверхні, фотосинтетичних показників, виходу паливних пелет; порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та енергетичної ефективності елементів технології; методи математичної статистики – дисперсійний, регресійний та кореляційний – для визначення вірогідності різниць між досліджуваними факторами.

Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням дисертанта. Автором було розроблено програму і визначено мету, завдання досліджень відповідно до існуючих методик. Проведено аналіз і узагальнення вітчизняної та зарубіжної наукової літератури за темою дисертаційної роботи. Проведено польові та лабораторні експерименти, проаналізовано і узагальнено отримані дані, здійснено статистичну їх обробку, підготовлено та опубліковано матеріали конференцій та статті у фахових виданнях України. Обґрунтовано висновки й рекомендації виробництву та розроблено науково-практичні пропозиції.

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

Удосконалені елементи технології вирощування кукурудзи було впроваджено у виробництво в аграрних господарствах Київської області: ТОВ «ФК-ЛТД», ТОВ «Мрія», ПОП «Агрофірма Узинська» на загальній площі 330 га. Основні положення дисертаційної роботи використано в освітньому процесі Білоцерківського національного аграрного університету для студентів спеціальності 201 «Агрономія» у навчальних дисциплінах «Інноваційні технології в рослинництві» та «Біоенергетичні культури».

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 4 фахових публікаціях, 9 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 Засухи Андрія Анатолійовича виконана згідно чинних вимог викладена на 214 сторінках комп'ютерного набору і включає анотацію, вступ, шість розділів, що містять 32 таблиці та 29 рисунків, висновки, рекомендації виробництву, список використаних літературних джерел, що налічує 295 найменувань та 24 додатків.

У **вступі** висвітлено актуальність теми, важливість вирощування кукурудзи для отримання зерна та біоенергетичні цілі. Відмічається динаміка поступового збільшення виробництва зерна кукурудзи. Також відмічено, що кукурудза все більше використовується в якості відновлюваної сировини для виробництва різних видів біопалив і є досить важливою енергетичною культурою. Побічна продукція кукурудзи може бути використана, як сировина для виробництва

твердого біопалива, біоетанолу другого покоління та біогазу. Відображено зв'язок роботи з відповідними тематичними програмами, планами, завданнями Білоцерківського національного аграрного університету. 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 *«Вплив технологічних факторів на продуктивність кукурудзи»* автором узагальнено літературні наукові дані з дослідження поставленої проблеми у 3 підрозділах: «Значення кукурудзи як продовольчої культури та перспективи використання побічної продукції в біоенергетиці», «Використання макро і мікроелементів у системі удобрення кукурудзи» і «Значення десикації у технології вирощування сільськогосподарських культур». Обґрунтовано необхідність встановлення закономірностей росту, розвитку і формування продуктивності кукурудзи в зв'язку із застосуванням макро- та мікродобрив і проведенням десикації посівів.

У розділі 2 *«Умови та методика проведення 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 гібриду кукурудзи, мікродобрив та десикантів, які використовувалися в дослідженнях.

Розділі 3 *«Ріст, розвиток та продуктивність кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрив»* містить 5 підрозділів: «Морфобіологічні особливості рослин кукурудзи залежно від досліджуваних факторів»; «Фотосинтетичні показники посівів кукурудзи»; «Динаміка накопичення сухої речовини рослинами кукурудзи»; «Елементи структури врожаю кукурудзи»; «Урожайність основної та побічної продукції» в яких представлено дані щодо росту, розвитку та формування продуктивності гібридами кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрив. Автором виявлено, що на висоту рослин кукурудзи значний вплив мали погодні умови років досліджень. Так, найвищі значення цього показника отримано у 2023 р., а мінімальні у 2024 р. Лінійне збільшення висоти рослин кукурудзи відбувалося до фази ВВСН 85 (воскова стиглість зерна), при цьому максимальні значення спостерігалися на варіанті із застосуванням мінеральних добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$ та мікродобрив Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 225,9 см. Висота прикріплення качана становила при цьому 91,3 см.

Дисперсійним аналізом доведено, що найбільший вплив на площу листової поверхні посівів кукурудзи мають мінеральні добрива – 74,2 %, мікродобрива впливають на 7,4 %, а взаємодія цих факторів становить 9,8 %.

Залежно від періодів обліків застосування мінеральних добрив (макродобрив) забезпечувало збільшення площі листкової поверхні посівів кукурудзи на 4,3–15,8 %, фотосинтетичного потенціалу посівів на 4,2–12,6 %, чистої продуктивності фотосинтезу на 3,0–14,3 %, порівняно з контролем, а мікродобрив на 1,3–4,3 %; 1,1–3,8 %; 1,1–6,9 %, відповідно.

При застосуванні мінеральних добрив відмічено зменшення вмісту сухої речовини, як в окремих органах так і в рослинах кукурудзи загалом. Не відмічено впливу мікродобрив на вміст сухої речовини у рослинах кукурудзи та її структурних елементах (стеблах, листках, обгортках і стрижнях качана та зерні). Вміст сухої речовини становив: у зерні 62,0–64,0 %, листках – 35,9–38,0 %, обгортках і стрижнях качана – 32,1–35,4 %, стеблі – 25,0–28,0 %. Максимальна урожайність сухої маси побічної продукції кукурудзи отримана на варіанті із внесенням $N_{90}P_{70}K_{70}$ і позакореновому підживленню мікродобривами Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 4,26 т/га.

Урожайність основної і побічної продукції кукурудзи залежала від погодних умов та забезпечення елементами живлення. В 2023 р. урожайність зерна була в межах 8,95–11,25 т/га, а побічної продукції – 12,17–16,35 т/га. В 2022 р. продуктивність кукурудзи становила 7,52–9,46 т/га і 10,11–14,56 т/га, відповідно. У несприятливому за погодними умовами 2024 р. урожайність зерна кукурудзи була меншою на 24,7–56,7 %, а побічної продукції на 14,9–59,4 %, порівняно з попередніми роками. Доведено, що на урожайність зерна і побічної продукції кукурудзи найбільший вплив мало застосування мінеральних добрив – 66,5 і 69,8 %. Вплив мікродобрив та їх взаємодія з макродобривами були на рівні 12,3 і 7,6 % та 12,7 і 11,8 %.

Розділ 4 *«Ефективність проведення десикації при вирощуванні кукурудзи»* складається з 2 підрозділів: *«Вологість зерна і побічної продукції кукурудзи»*; *«Урожайність основної та побічної продукції кукурудзи»*. Виявлено, що залежно від погодних умов змінювалася вологість побічної продукції кукурудзи. Так, у 2022 р. її значення були в межах 19,6–63,7 %, 2023 р. – 17,5–60,9 %, а у 2024 р. – 17,0–58,9 %. За першого строку внесення десикантів, цей показник зменшувався на 12,1–12,3 %, другого – 5,7–5,9 %, третього – 1,7–1,9 %, порівняно із контролем. Найбільше зменшення вологості листків та обгортки і стрижня качана рослин кукурудзи зафіксовано у перший строк внесення десикантів – 19,2–19,7 % і 7,8–8,4 %. А вологість стебла найбільше зменшувалася за другого строку на 14,4–15,2 %.

Виявлено, що найвища урожайність зерна кукурудзи відмічена у 2023 р. – 9,01–10,46 т/га, у 2022 р. вона була в межах 7,40–8,55 т/га, а мінімальні значення отримано у 2024 р. – 5,82–7,38 т/га. За першого строку використання десикантів відмічено зменшення урожайності зерна на 0,10–0,12 т/га, порівняно із

контролем. Більш суттєвим зменшення зернової продуктивності було в 2023 р. – 0,12–0,21 т/га, а у 2022 і 2024 р. воно становило 0,03–0,12 т/га. За другого і третього строків застосування десикантів спостерігалось незначне зростання зернової продуктивності на 0,05–0,10 т/га. Як і по вологості зерна достовірної статистичної різниці між досліджуваними препаратами по урожайності не виявлено.

На урожайність зерна кукурудзи в більшій мірі впливали строки проведення десикації посівів (60,5 %) та десиканти (22,4 %), а урожайність побічної продукції на 62,3 % залежала від строків застосування десикантів і на 20,3 % від самих препаратів. На урожайність зерна та побічної продукції суттєвий вплив мали також погодні умови років досліджень – 11,9 і 12,8 %.

Розділ 5 *«Якісні показники зерна та побічної продукції кукурудзи та розрахунковий вихід паливних пелет»* містить 3 підрозділи: «Вміст протеїну, жиру та крохмалю в зерні кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрів»; «Якісні показники побічної продукції кукурудзи»; «Розрахунковий вихід паливних пелет із побічної продукції кукурудзи». Встановлено, що застосування мінеральних добрив та позакореневе підживлення мікродобривами впливають на хімічний склад зерна, при цьому вміст крохмалю та жиру знижується на 0,19–1,28 % та 0,08–0,46 %, а вміст білку зростає на 0,19–0,59 %, порівняно з контрольним варіантом. Відмічена середня обернено пропорційна залежність між вмістом крохмалю і сирого протеїну в зерні ($r = -0,68$), висока обернена залежність між вмістом сирого протеїну і жиру ($r = -0,73$) та висока позитивна між вмістом крохмалю і сирого протеїну ($r = 0,78$).

Застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню зольності побічної продукції кукурудзи (всієї рослини без зерна) на 0,22–0,32 %, вмісту водню – 0,12–0,27 %, азоту – 0,09–0,16 %, сірки – 0,01 %. При цьому вміст вуглецю зменшувався на 0,19–0,46 %, а кисню – 0,04–0,06 %. Не відмічено різниці за вмістом певних хімічних елементів залежно від дози мінеральних добрив.

Відмічено суттєві коливання урожайності побічної продукції кукурудзи та виходу паливних пелет залежно від строку проведення десикації посівів. В той же час достовірної різниці між досліджуваними препаратами не відмічено. Максимальна урожайність побічної продукції кукурудзи (з перерахунком на 14 % вологість), вихід побічної продукції та паливних пелет отримано за третього строку застосування десикантів (за вологості зерна 20 %) – 8,92–9,70, 8,03–8,73, 4,73–5,15 т/га.

За даними лабораторних аналізів експериментальних зразків, проведених в центрі незалежної сертифікації «Євросепт» (м. Київ) виявлено, що паливні характеристики паливних пелет з кукурудзи відповідають нормативним значенням і допускаються до використання як твердого палива. Дещо кращі

фізико-механічні і енергетичні показники мають стрижні качана, порівняно з рослиною кукурудзи.

Розділ 6 *«Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи як зернової і енергетичної культури»* включає 2 підрозділи: «Економічна ефективність»; «Енергетична ефективність» в яких наведено розрахунки економічної та енергетичної ефективності застосування макро- і мікродобрих та десикантів при вирощуванні кукурудзи. Встановлено, що у структурі економічних витрат при вирощуванні кукурудзи на зерно найбільшу частку складають мінеральні добрива (35,3 %) та практично однаковою були частки оплата праці (16,1 %), пального (15,4 %) і засобів захисту рослин (14,3 %). В структурі витрат для виробництва паливних пелет з побічної продукції кукурудзи найбільшу частку займає електрична енергія – 42,6 %, пальне – 20,1 % і амортизація техніки – 21,3%.

Використання десикантів у технології вирощування кукурудзи на зерно впливає на зменшення умовно чистого прибутку і рентабельності на 403,4–2661,9 грн/га і 2,8–9,9 %, порівняно з контролем. Але за рахунок зменшення вологості побічної продукції, при виготовленні паливних пелет, на варіантах з їх застосуванням відмічено збільшення цих показників на 1730,9–2829,3 грн/га і 15,0–28,5 %.

В структурі енергетичних витрат при вирощуванні кукурудзи на зерно найбільшу частку займають мінеральні добрива (48,2 %), пальне (18,3 %) та технічні засоби (17,0 %), а в структурі витрат для виробництва паливних пелет з побічної продукції кукурудзи – електрична енергія – 46,4 % та витрати на переробку сировини – 31,4 %.

Застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи на зерно на першому строкові їх внесення (за вологості зерна 40 %) сприяло зменшенню виходу загальної енергії з урожаєм та коефіцієнту енергетичної ефективності на 1,69–1,97 ГДж/га та 0,06–0,07, на другому (за вологості зерна 30 %) і третьому (за вологості зерна 20 %) навпаки, відмічено зростання на 0,9–1,03 і 0,77–1,71 ГДж/га та 0,01–0,02, порівняно з контролем. При виробництві паливних пелет з побічної продукції кукурудзи проведення десикації посівів забезпечує збільшення виходу загальної енергії та коефіцієнта енергетичної ефективності на 820–13,86 ГДж/га і 0,44–0,65 за всіх строків їх застосування.

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 Засухи Андрія Анатолійовича, повноту методичної основи досліджень, високий рівень актуальності і практичної значимості, вважаю за доцільне вказати на окремі недоліки та висловити побажання:

1. При висвітлюванні результатів впровадження у «Практичному значенні отриманих результатів» доцільно вказати господарства де проводилося впровадження, отриманий економічний ефект та навести посилання на додатки 31–33.

2. Автор відмічає, що якісні показники побічної продукції кукурудзи та фізико-механічні характеристики отриманих паливних пелет визначали в центрі незалежної сертифікації «Євросепт», але не вказано згідно яких методик.

3. У плануванні дослідів не зовсім зрозумілим є підхід автора щодо вибору доз мінеральних добрив та їх крок збільшення градацій факторів у межах варіантів. У практичному аспекті отримання математичних моделей та виведення закономірностей більш доцільним було б дотримання одного «кроку» факторів.

4. Представлений в роботі табличний матеріал математично і статистично оброблений, проте, у тексті не достатньо використано опис найменшої істотної різниці (HP_{05}) між досліджуваними факторами.

5. У дисертаційній роботі крім показників кореляції, доцільно було б використовувати та описувати коефіцієнти детермінації.

6. У таблицях (3,3–3.4, 5,1–5,2) в яких представлено середні дані за роки досліджень, варто було б показати стандартне відхилення отриманих величин.

7. У досліді 1 при проведенні досліджень з добривами бажано було б визначити їх окупність додатковими приростами врожайності зерна і побічної продукції.

8. При оцінці економічної ефективності технології вирощування кукурудзи варто було б представити показники собівартості зерна та побічної продукції.

Вказані зауваження та дискусійні питання не впливають на зміст положень та обґрунтованість, висновки та рекомендації виробництву, що представлені в дисертаційній роботі Засухи Андрія Анатолійовича.

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 Засухи Андрія Анатолійовича на тему: «Обґрунтування елементів технології вирощування кукурудзи на зерно та виробництва паливних пелет» 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 Засуха Андрій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» зі спеціальності 201 «Агрономія».

Рецензент,

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


(підпис)

Микола ЛОЗІНСЬКИЙ

«15» квітня 2025 р.

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


(підпис)

Олена ЮРЧЕНКО