

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. В умовах сучасних викликів, пов'язаних із війною в Україні, зростаючими потребами в енергетичній безпеці та продовольчій стабільності, особливої ваги набуває підвищення ефективності агровиробництва шляхом раціонального використання сільськогосподарських ресурсів, зокрема побічної продукції стратегічно важливих культур, таких як кукурудза. Для України як традиційного експортера зерна особливої актуальності набувають питання зміцнення потенціалу та збільшення обсягів його виробництва. У зв'язку з необхідністю подальшого нарощування експорту українського зерна та зміцнення позицій на світових ринках постає проблема посилення конкурентних переваг, підвищення потенціалу та ефективності вирощування стратегічно важливих зернових культур – пшениці, кукурудзи та ячменю.

Кукурудза є однією з найпоширеніших культур у структурі світового агровиробництва. Зазвичай її використовують для задоволення продовольчих потреб людства (круп, борошно, крохмаль, олія), технічних (декстрин, етиловий спирт) та біоенергетичних цілей (біоетанол, біогаз). Потенціал побічної продукції кукурудзи на зерно в Україні становить близько 4,18 млн т на рік, або 40 % від теоретичного потенціалу виробництва. Це свідчить про значне значення відходів і залишків цієї культури для виробництва твердого палива (пелет та брикетів).

Добрива – один із найвагоміших чинників, що впливають на отримання високих урожаїв зерна кукурудзи належної якості. Застосування макро- і мікродобрив є запорукою повноцінного росту, розвитку та формування продуктивності зерна. Вміст вологи в зерні та побічній продукції кукурудзи впливає на організаційні рішення та економічну ефективність. Тому зниження передзбиральної вологості кукурудзи має важливе значення для аграрного виробництва.

Вивчення ефективності застосування елементів технології вирощування кукурудзи, зокрема використання макро- і мікродобрив та десикантів, з метою підвищення продуктивності основної й побічної продукції та виробництва

паливних пелет є актуальним завданням, що має як наукове, так і практичне значення.

Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у межах програми з підготовки доктора філософії та є складовою частиною ініціативної науково-дослідної роботи Білоцерківського національного аграрного університету за завданнями «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 полягає у встановленні 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.

Набули подальшого розвитку питання щодо особливостей росту і розвитку рослин кукурудзи, формування врожайності та якості основної і побічної продукції кукурудзи залежно від макро- і мікродобрив та десикантів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Метою дисертаційної роботи було встановлення особливостей формування продуктивності кукурудзи та розрахункового виходу паливних пелет з побічної продукції залежно від застосування макро- і мікродобрив та десикантів в умовах Правобережного Лісостепу України. Досягнення цієї мети стало можливим завдяки детальному аналізу сучасного стану завдань в технології вирощуванні кукурудзи, як зернової і біоенергетичної культури.

У дослідженні проблематики, що витікає з поставленої мети та завдань дисертації автор у кожному розділі критично осмислює виклад наукових

досліджень інших вчених, що досліджували це питання, при цьому викладаючи свою думку, що свідчить про високий науковий рівень дисертанта.

Достовірність, викладених у роботі матеріалів не підлягає сумніву, адже вони сформовані на підставі аналізу результатів трирічних польових дослідів. Під час їх виконання використано сучасні методи досліджень, які є загальноприйнятими в агрономії: експеримент, польовий, вимірjuвальний, лабораторний, порівняльно-розрахунковий та методи математичної статистики (дисперсійний, регресійний та кореляційний). Результати досліджень систематизовано, проаналізовано, статистично опрацьовано, що дозволило сформулювати науково обґрунтовані висновки та рекомендації виробництву. Тому ступінь обґрунтованості отриманих результатів досліджень здобувача є високим і не викликає сумнівів. За результатами проведених досліджень підготовлено наукові публікації та практичні рекомендації для впровадження у виробничих умовах.

Дисертаційна робота є оригінальною науковою працею, яку виконано на належному теоретичному та прикладному рівні. Сформульовані автором висновки є достатньо обґрунтованими, впливають з одержаних результатів дослідження та відповідають поставленим завданням і меті наукового дослідження. Їх достовірність, проаналізована й узагальнена, підтверджується поданим у дисертації табличним і графічним матеріалом. Доказом обґрунтованості розроблених в дисертації рекомендацій є їх впровадження у виробництво в аграрних господарствах Київської області на площі 330 га.

Апробація результатів дослідження, повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. Матеріали дисертації висвітлено в повній мірі. Результати досліджень дисертаційної роботи опубліковано в 13 наукових працях, з яких 4 статті у фахових виданнях України і 9 праць у матеріалах науково-практичних конференцій. Матеріали статей і тез відображають основні питання, положення та висновки дисертації. У наукових статтях, опублікованих у співавторстві, використано тільки ті ідеї та положення, які є результатами власних досліджень автора і становлять його індивідуальний внесок у вирішенні наукового завдання.

Аналіз структури та змісту дисертації. Дисертація включає вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, додатки. Матеріали дисертаційної роботи викладені на 214 сторінках друкованого тексту, з них 154 сторінок – основний текст. Робота містить 32 таблиці, 29 рисунків та 24 додатки. Список використаної літератури налічує 295 джерела, з яких 120 латиницею. Назва дисертаційної роботи відповідає її змісту, робота в достатній мірі ілюстрована таблицями та рисунками. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 201 – Агрономія. Дисертація викладена державною мовою, аргументовано, логічно, легко сприймається.

У вступі висвітлено актуальність теми і 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»** проведено аналіз наукових джерел вітчизняних та зарубіжних дослідників, пов'язаних з проблемою досліджень. Доведено необхідність наукового обґрунтування впливу елементів технології вирощування кукурудзи (макро- і мікродобрих та десикантів) на урожайність і якість основної та побічної продукції цієї культури, а також теоретичного і практичного обґрунтування можливості використання побічної продукції кукурудзи для виробництва паливних пелет.

У розділі 2 **«Умови та методика проведення дослідження»** охарактеризовано ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень, наведено детальний аналіз метеорологічних умов років проведення досліджень і вплив гідротермічних умов на формування продуктивності кукурудзи. Схема дослідів і методика проведення досліджень побудовані за принципами науковості, практичності, цілісності, об'єктивності та відповідності меті і поставленим завданням. Детально наведено методику проведення досліджень, характеристику гібриду кукурудзи, мікродобрих та десикантів і технологію вирощування культури в дослідках.

У розділі 3 **«Ріст, розвиток та продуктивність кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрих»** встановлено, що найбільший вплив на висоту рослин мають мінеральні добрива – 75,6 %, мікродобрива – 8,4 %, а їх взаємодія становить 5,8 %. Інші фактори (погодні умови) впливають на рівні 10,2 %. Висота рослин має середньої сили кореляційні зв'язки з урожайністю зерна ($r=0,65$), та високий рівень зв'язку з урожайністю побічної продукції ($r=0,90$) і виходом паливних пелет ($r=0,92$).

Найбільші показники площі листової поверхні посівів кукурудзи були отримані у фазу ВВСН 65 (цвітіння волотей) на варіанті, де застосовували мінеральні добрива $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневе підживлення рослину фазі 3-4 листків кукурудзи Ікар Біго Рутс (0,5 л/га), повторно у фазі 4-5 листків кукурудзи Ікар Фосто (0,5 л/га) і у фазі 7-8 листків кукурудзи Ікар Зінто (0,5 л/га) – 50,3 тис. $m^2/га$. Фотосинтетичний потенціал посівів становив при цьому за період «12 листків-молочна стиглість зерна» 2,265 млн. $m^2 \cdot діб/га$, а чиста продуктивність фотосинтезу у фазу ВВСН 76 (молочна стиглість зерна) – 6,109 $г/м^2$ за добу.

Найкращі умови для рослин кукурудзи були на варіанті із внесенням $N_{90}P_{70}K_{70}$ та позакореневим підживленням Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га), які забезпечують найвищі параметри довжини качана – 17,7 см, діаметру качана – 4,6 см, кількості зерен з качана – 489,3 шт., маси зерна з качана – 141,2 г та маси 1000 зерен – 287,2 г, маси рослини кукурудзи (512,2 г), маси качана з зерном (169,1 г), маси стебла (231,5 г), маси листків (89,5 г) та волоті (22,1 г). В загальній структурі рослини на стебло

припадає 40,4 %, зерно – 36,5 %, листки – 14,6 %, обгортки і стрижень качана – 4,8 % та волоть – 3,7 %.

Максимальна урожайність зерна та побічної продукції кукурудзи отримана на варіанті із використанням $N_{90}P_{70}K_{70}$ у поєднанні із позакореневим підживленням Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) у фазі 3-4 листків кукурудзи (ВВСН 13–14) + Ікар Фосто (0,5 л/га) у фазі 4-5 листків кукурудзи (ВВСН 15–16) + Ікар Зінто (0,5 л/га) у фазі 7-8 листків кукурудзи (ВВСН 17–18) – 9,41 і 13,72 т/га, що на 2,02 і 3,57 т/га більше, порівняно із варіантом без їх внесення. На аналогічних варіантах із $N_{50}P_{30}K_{30}$ і $N_{70}P_{50}K_{50}$ урожайність основної і побічної продукції кукурудзи складала 8,80 і 12,81 т/га і 9,08 і 13,20 т/га. Застосування мінеральних добрив дозволяє підвищити урожайність зерна на 11,3–18,8 %, а побічної продукції кукурудзи на 15,2–22,1 %, мікродобрив на 3,5–6,5 % і 5,8–9,8 %, відповідно.

Розрахунками доведено, що в 2023 р. отримано найвищу урожайність зерна і побічної продукції і індекс урожайності мав максимальні значення – 0,42–0,47. А у 2024 р., під впливом високих температур повітря та дефіциту вологи спостерігалось зменшення врожайності зерна і побічної продукції та індекс урожайності культури становив 0,32–0,40.

У розділі 4 *«Ефективність проведення десикації при вирощуванні кукурудзи»* досліджено, що максимальні значення вологості зерна отримано у 2023 р. – 18,5–40,5 %, а мінімальні у 2024 р. – 13,5–38,4 %. За першого строку застосування десикантів відмічено зменшення вологості зерна на 8,9–9,0 %, другого на 6,9 %, а третього на 3,1–3,3 %, порівняно із контрольними варіантами. Не виявлено різниці між різними десикантами за вологістю зерна і побічної продукції кукурудзи, а більш суттєвим був вплив строків проведення десикації посівів. Доведено, що на вологість зерна кукурудзи в більшій мірі впливають десиканти (46,8 %) і строк їх застосування (36,0 %). В той час, як на вологість побічної продукції вплив самих десикантів був більшим (53,1 %), ніж строки їх використання (31,2 %).

Максимальна урожайність побічної продукції кукурудзи отримана у сприятливому 2023 р. – 14,59–20,94 т/га, у 2022 р. вона становила 12,63–18,28 т/га і мінімальною була у 2024 р. – 9,81–16,18 т/га. При цьому найвищі значення отримано за першого строку застосування десикантів – 17,37–17,43 т/га, за другого вони були в межах 14,31–14,38 т/га, а мінімальними за третього – 12,34–12,52 т/га.

Найвища урожайність зерна кукурудзи отримана за третього строку використання десикантів – 8,74–8,80 т/га, а побічної продукції за першого – 17,37–17,43 т/га.

У розділі 5 *«Якісні показники зерна та побічної продукції кукурудзи та розрахунковий вихід паливних пелет»* з'ясовано, що якісні показники зерна кукурудзи залежали від погодних умов року. Так, у 2024 р. відмічено зменшення вмісту крохмалю, при цьому спостерігалось збільшення вмісту сирого протеїну та жиру, порівняно з попередніми 2022–2023 роками досліджень. На відміну від

хімічного складу зерна, якісні показники побічної продукції рослин кукурудзи не залежали від кліматичних умов року.

Рослини кукурудзи (без зерна) мають високий вміст вуглецю – 45,55 % і кисню – 42,22 % та незначний відсоток сірки (0,07 %) і азоту (0,49 %). В обгортках і стрижнях качана кукурудзи вищим є вміст вуглецю (45,90–46,34 %), водню (6,35–6,62 %), азоту (0,55–0,72 %), сірки (0,08–0,10 %), кисню (43,24–43,36 %), порівняно із стеблом і листками (44,75–45,23; 5,70–5,96; 0,25–0,39; 0,05–0,06; 41,12–41,20 %), відповідно. У листостебловій масі кукурудзи високі значення вмісту золи 6,43–6,67 %.

Розрахунками встановлено, що застосування мінеральних добрив дозволяє збільшити вихід паливних пелет на 13,9–23,3 %, а мікродобрив на 3,6–11,2 %, порівняно з варіантами без їх використання. Найвищі значення урожайності побічної продукції кукурудзи з перерахунком на 14 % вологості та розрахунковий вихід паливних пелет в досліді 1 отримано при використанні мінеральних добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$ у поєднанні із позакореневим підживленням Ікар Біго Рутс (0,5 л/га) + Ікар Фосто (0,5 л/га) + Ікар Зінто (0,5 л/га) – 12,90 і 6,66 т/га.

На вихід паливних пелет з побічної продукції кукурудзи найбільший вплив мають макродобрива (мінеральні добрива) – 83,1 %, а мікродобрива впливають на 7,2 %. В досліді 2 на вихід паливних пелет найвищий вплив мали строки проведення десикації (90,6 %), вплив десикантів становив 5,3 %, а взаємодія факторів (1,8 %) були незначними.

У розділі 6 *«Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи як зернової і енергетичної культури»* визначено, що максимальні показники умовно чистого прибутку і рівня рентабельності вирощування кукурудзи на зерно та при виробництві паливних пелет з побічної продукції кукурудзи в досліді 1 отримано на варіанті з внесенням мінеральних добрив $N_{90}P_{70}K_{70}$ і наступному використанні для позакореневого підживлення мікродобрив Ікар Біго Рутс + Ікар Фосто + Ікар Зінто – 43592,7 і 30647,4 грн/га та 106,1 і 328,9 %.

Мінімальні показники рівня рентабельності вирощування кукурудзи на зерно так і при виробництві паливних пелет з побічної продукції кукурудзи в досліді 2 були отримані за першого строку проведення десикації посівів (при вологості зерна 40 %) – 67,4–77,4 і 141,5–165,8 %. Найвищими ці значення були за третього строку (при вологості зерна 20 %) – 99,5–105,0 і 325,6–341,7 %.

Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування кукурудзи на зерно та при виробництві паливних пелет з побічної продукції кукурудзи в досліді 1 отримано на варіанті із внесенням 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) – 3,32 і 6,62. Використання макродобрив у технології вирощування кукурудзи на зерно дозволяє підвищити коефіцієнт енергетичної ефективності на 0,23–0,29, при виробництві паливних пелет на 0,62–0,86, а мікродобрив на 0,07–0,15 і 0,22–0,61, відповідно.

Дотримання принципів академічної доброчесності. У дисертаційному дослідженні не зафіксовано жодних ознак плагіату, фальсифікації даних, фабрикації результатів, запозичення текстових фрагментів чи інших форм порушення академічної доброчесності з боку автора. Всі концепції та твердження, які містяться в даній дисертації, є виключною інтелектуальною власністю дисертанта.

Дискусійні положення і зауваження до змісту та оформлення дисертації. Загалом позитивно оцінюючи дисертацію Засухи Андрія Анатолійовича, її актуальність і практичну значущість, вважаю за доцільне вказати на деякі зауваження та висловити побажання:

1. При обґрунтуванні актуальності варто було б вказати не лише вітчизняних, але і закордонних вчених, які працювали за напрямом дисертаційного дослідження.

2. У розділі 1 бажано було б охарактеризувати сортову (гібридну) агротехніку вирощування кукурудзи, в тому числі для енергетичного використання, а також більш детально обґрунтувати системи удобрення.

3. У дисертаційній роботі варто було б подати результати досліджень щодо формування площі листя на одній рослині кукурудзи, а не лише на одиниці посіву (1 га).

4. У роботі бажано було б навести розрахунки виносу елементів живлення з урожаєм основної і побічної продукції кукурудзи та коефіцієнтів їх засвоєння з ґрунту і мінеральних добрив.

5. В розділі 5 «Якісні показники зерна та побічної продукції кукурудзи та розрахунковий вихід паливних пелет» використовуються два терміни «протеїн» («сирий протеїн») та білок. Правильним є застосування першої назви.

6. Представлення у дисертаційній роботі результатів кластерного аналізу з ефективності макро- і мікродобрив у формуванні урожайності основної і побічної продукції кукурудзи додало б науковій роботі більше інформативності і статистичної обґрунтованості.

7. Використання даних продуктивності культури по зоні Правобережного Лісостепу та України загалом, у порівнянні з отриманими результатами досліджень, лише б допомогло збагатити наукові висновки дисертаційного дослідження.

Вказані зауваження та дискусійні питання не впливають на зміст положень та обґрунтованість, висновки та рекомендації виробництву, які здобувач виносить на захист. Дослідження Засухи Андрія Анатолійовича є актуальними, їх результати мають практичне впровадження у науково-дослідну роботу та освітній процес і свідчать про комплексність та багатогранність досліджуваних автором проблем. В цілому науковий рівень дисертації високий, новизна та практичне значення не викликають сумнівів.

Загальний висновок. Оцінюючи в цілому дисертаційну роботу Засухи Андрія Анатолійовича, можна стверджувати, що за актуальністю, науково-теоретичним рівнем, основними результатами обґрунтованості, основними

положеннями і результатами опублікованими у фахових виданнях України є завершеною кваліфікаційною науковою працею в якій висвітлено питання особливостей формування продуктивності кукурудзи та розрахункового виходу паливних пелет з побічної продукції залежно від застосування макро- і мікродобрив та десикантів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Науковий рівень дисертаційної роботи та публікацій по тематиці, дозволяє встановити, що набутий здобувачем рівень теоретичних знань, умінь, навичок і компетентностей відповідають вимогам третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 201 «Агрономія». Вважаю, що дисертація є самостійною і завершеною науковою працею, яка повністю 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)» (зі змінами), наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами), постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеню доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (зі змінами), а її автор Засуха Андрій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Рецензент,

доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри землеробства, агрохімії та
грунтознавства Білоцерківського
національного аграрного університету

(підпис)

Леся КАРПУК

«17» квітня 2025 р.

Підпис Лесі КАРПУК засвідчую:
начальник відділу документообігу і
кадрового забезпечення Білоцерківського
національного аграрного університету



(підпис)

Олена ЮРЧЕНКО