РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію Павліченка Костянтина Васильовича

на тему: «Обґрунтування елементів технології вирощування кукурудзи на силос для виробництва біогазу 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. На сьогоднішній день питання енергонезалежності України стоїть на першому місці тому біогазові заводи виходять на новий етап свого функціонування. Із біогазу можна отримати біометан, який є практично аналогом природного газу. В якості сировини стало вигідно використовувати не тільки відходи виробництва, а й спеціально для цього вирощену рослинну продукцію, зокрема, зелену масу кукурудзи. Кукурудза на силос є найкращою культурою для використання на біогазових заводах. По-перше, її легко вирощувати і вона здатна забезпечити найвищий вихід сировини з гектара. По-друге, вона легко силосується і зберігається тривалий період. І по-третє, із силосу кукурудзи найвищий вихід біогазу – до 200 м3 із однієї тони, тоді як, наприклад, у сорго цей показник на рівні 110 м3. Це забезпечує стабільність сировини та прогнозування її наявності на тривалий період для біогазових заводів. Вирощування кукурудзи на силос для виробництва біогазу стало вигіднішим, ніж її вирощування на зерно. Адже ця культура може формувати 40-50 і більше т/га зеленої маси та з 500 гектарів може забезпечити безперервну роботу біогазового заводу потужністю 1 МВт протягом року.

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу кукурудзи, як біоенергетичної культури для виробництва біогазу, має важливе значення впровадження у виробництво сучасних ефективних елементів технологій її вирощування, які включають застосування нових енергетиних гібридів та оптимальних доз добрив. Удосконалення елементів технології вирощування

енергетичних гібридів цієї культури сприятиме підвищенню збільшенню урожайності зеленої маси та виходу біогазу. У сукупності це зумовило вибір теми, визначення мети, завдань і структури дисертаційної роботи.

Отже, вивчення особливостей впливу макро- та мікродобрив на формування продуктивності гібридів кукурудзи та вихід біогазу має надзвичайно важливе прикладне значення для застосування у аграрному виробництві.

Зв'язок роботи з державними науковими (галузевими) програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у межах програми з підготовки доктора філософії (2018–2022 рр.) та є складовою науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування адаптивних і ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських та біоенергетичних культур в умовах Центрального Лісостепу України» № 0118 U004125.

Наукова новизна досліджень і отриманих результатів дисертаційної роботи. У дисертаційній роботі Павліченка К. В. сформульовано ряд нових наукових положень на основі теоретичного узагальнення та експериментального вивчення особливостей формування врожайності й якості зеленої маси кукурудзи, *уперше в* умовах Правобережного Лісостепу України виявлено залежності впливу макро- та мікродобрив на проходження процесів росту, розвитку та фотосинтетичну активність рослин гібридів кукурудзи, як біоенергетичної культури. Встановлено високу ефективність макро- та мікродобрив у формуванні продуктивності та якості зеленої маси гібридів кукурудзи. Доведено залежність між виходом біогазу та метану з зеленої маси кукурудзи та використанням макро- та мікродобрив. Проведено економічну й біоенергетичну оцінку запропонованої технології вирощування кукурудзи.

Удосконалено систему застосування макро- та мікродобрив в технології вирощування кукурудзи на силос, як біоенергетичної культури для виробництва біогазу.

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо вивчення формування врожайності та якості зеленої маси кукурудзи залежно від застосування макро- та мікродобрив.

Ступінь обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій. Достовірність результатів дисертації підтверджується використанням загальнонаукових та спеціальних методів: польовий – для вивчення взаємодії предмета досліджень з погодними умовами Правобережного Лісостепу України; візуальний – для визначення фенологічних змін в онтогенезі рослин кукурудзи; вимірювальний та ваговий – для встановлення біометричних показників росту й розвитку рослин, площі листкової поверхні, сухої речовини і формування врожаю зеленої маси кукурудзи; фізіологічний – визначення фотосинтетичної продуктивності рослин; лабораторний – для встановлення якісних показників зеленої маси кукурудзи; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної та енергетичної ефективності та виходу біогазу і біометану; дисперсійний, кореляційний і регресійний – для визначення вірогідності різниць між факторами та парних і множинних залежностей.

В дисертації було проаналізовано результати досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених, що вивчали питання вирощування біоенергетичних культур, в тому числі кукурудзи на силос, для отримання біогазу та біометану.

Дисертаційна робота є самостійним дослідженням дисертанта. Автором було розроблено програму досліджень, узагальнено дані літературних джерел, проведено польові та лабораторні експерименти, статистичний аналіз отриманих даних, розраховано вихід біогазу та біометану та економічну і енергетичну ефективність вирощування кукурудзи на силос. Доведено практичну доцільність використання макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи на силос як біоенергетичної культури, розроблено науково-практичні рекомендації виробництву, підготовлено та опубліковано наукові статті та матеріали конференцій.

Доказом обґрунтованості розроблених в дисертації рекомендацій є їх

впровадження у виробництво.

Апробація результатів дослідження, повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, зокрема 1 у виданні, включеному в міжнародну наукометричну базу даних Scopus, та 4 – у виданнях, що належать до переліку наукових видань України: Таврійському науковому віснику (1) міжвідомчому тематичному науковому збірнику «Зрошуване землеробство» (1), Аграрні інновації (1), Зернові культури (1), матеріалах і тезах конференції – 7.

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. На початку наведені анотації (українською та англійською мовами) та список публікацій здобувача (с. 2-12). Далі наведений зміст роботи (с. 13-14). Для зручності сприйняття термінології автором складений Перелік умовних позначень та скорочень (с. 15).

В розділі «Вступ» (с. 16-21) дисертантом наведено обґрунтування вибору теми дослідження, зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мета дослідження та поставленні завдання для її досягнення, об’єкт і предмет дослідження, використані методи досліджень, описано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, задекларовано особистий авторський внесок, апробацію матеріалів дисертації на міжнародних і всеукраїнських наукових і науково-практичних конференціях, наведено кількість наукових публікацій, структуру та обсяг дисертації.

У розділі 1 «Агротехнічні особливості вирощування кукурудзи як біоенергетичної культури» (с. 22-45) автором узагальнено літературні наукові дані з дослідження поставленої проблеми у 3 підрозділах: 1.1. «Біоенергетичні культури для виробництва біогазу»; 1.2. «Використання кукурудзи як біоенергетичної культури»; 1.3. «Застосування макро- та мікродобрив при вирощуванні кукурудзи». Завершено розділ 1 висновком про перспективність

використання кукурудзи для виробництва біогазу та біометану в Україні.

У розділі 2 «Умови та методика проведення досліджень» (с. 46-57) наведено 5 підрозділів: 2.1. «Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень»; 2.2. «Погодні умови в роки досліджень»; 2.3. «Схема та методика проведення досліджень»; 2.4. «Характеристика гібридів кукурудзи та мікродобрив»; 2.5. «Технологія вирощування кукурудзи на дослідних ділянках», у яких подано інформацію щодо місця проведення досліджень, технології вирощування кукурудзи на дослідних ділянках, погодних умовах у роки досліджень та програми, схеми і методики досліджень.

Розділ 3 «Особливості росту і розвитку гібридів кукурудзи під впливом досліджуваних факторів» (58-78) містить 3 підрозділи: 3.1 «Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів гібридів кукурудзи»; 3.2 «Висота рослин кукурудзи»; 3.3 «Фотосинтетична діяльність посівів кукурудзи» в яких представлено дані щодо росту, розвитку та формування вегетативної маси гібридами кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрив. Автором виявлено, що застосування макродобрив подовжує період вегетації кукурудзи на 1–2 доби а мікродобрив навпаки скорочує його на одну добу. В середньому за три роки, тривалість періоду вегетації становила у гібрида Амарос 98 діб, Богатир – 101 добу, КВС 381 – 106 діб і Каріфолс – 109 діб. Доведено, що на варіантах без застосування макро- і мікродобрив показники чистої продуктивності фотосинтезу були меншими порівняно з ділянками де їх використовували. У фазу цвітіння качанів при застосуванні $N_{90}P_{60}K_{60}$ збільшення чистої продуктивності фотосинтезу становило 6,5% а при $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 9,6%, порівняно з контролем.

Розділ 4 «Зміна продуктивності гібридів кукурудзи під впливом досліджуваних факторів» (с. 79-108) складається з 3 підрозділів: 4.1 «Структура врожаю гібридів кукурудзи»; 4.2 «Динаміка накопичення сухої речовини кукурудзи»; 4.3 «Урожайність зеленої маси кукурудзи» в яких містяться власні експериментальні дослідження щодо формування

продуктивності гібридів кукурудзи залежно від застосування макро- і мікродобрив. Виявлено, що застосування макродобрив ($N_{90}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{90}K_{90}$) призводить до збільшення маси всієї рослини кукурудзи на 12,7–30,8% а мікродобрив Yara на 0,7–2,8%, порівняно з варіантами без їх використання. Під впливом макродобрив частка листя і стебел у загальній масі рослини зменшується на 0,3–0,8% а мікродобрив на 0,1–0,3%. Відмічено зростання на 0,3–1,2% і 0,1–0,3% частки зерна в загальній структурі рослин кукурудзи при застосуванні макро- і мікродобрив. Доведено, що при внесенні $N_{90}P_{60}K_{60}$ урожайність сухої маси зростала на 1,3–2,0 т/га або на 11.4–15,5 %, а при $N_{120}P_{90}K_{90}$ на 1,7–2,9 т/га або 12,8–17,0 %, порівняно з варіантами без їх застосування. При використані мікродобрив урожайність сухої речовини була вищою на 1,2–3,9% за контрольні варіанти. При цьому достовірної різниці між 2 і 3 варіантами з мікродобривами не виявлено. Внесення макродобрив забезпечує збільшення урожайності зеленої маси на 11,4–21,0% а мікродобрив Yara на 1,2–3,7%, порівняно з контрольними варіантами. Як і по урожайності сухої маси була відсутня достовірна різниця між 2 і 3 варіантами з мікродобривами. Встановлено високий рівень зв'язку між урожайністю зеленої маси гібридів кукурудзи і сумою температур (r=0,85–0,90) та кількістю опадів (r=0,91–0,91).

Розділ 5 (с. 109-122) «Якісні показники зеленої маси кукурудзи та вихід біогазу і метану» містить 2 підрозділи: 5.1 «Вплив досліджуваних факторів на зміну якісних показників зеленої маси кукурудзи»; 5.2 «Розрахунковий вихід біогазу та метану з зеленої маси гібридів кукурудзи». В ньому проведено розрахунок виходу біогазу та біометану на досліджуваних варіантах та наведено якісні показники зеленої маси кукурудзи. Доведено, що внесення макро- і мікродобрив призводить до зростання вмісту крохмалю, сирого протеїну та целюлози в рослинних зразках кукурудзи по відношенню до варіантів без їх використання. Одночасно із збільшенням вмісту цих показників спостерігається зниження вмісту клітковини під впливом добрив. В

середньостиглих гібридів кукурудзи КВС 381 та Каріфолс був вищим вміст крохмалю, сирого протеїну та жиру, порівняно з середньоранніми Амарос і Богатир. Розрахунковий вихід біогазу у середньоранніх гібридів кукурудзи був в межах 9062,0–13716,3 $м^3$/га та у середньостиглих – 11635,3–15589,5 $м^3$/га. Серед гібридів вищими значеннями даного показника відзначалися КВС 381 (13334,6 $м^3$/га) і Каріфолс (14134,5 тис. $м^3$/га). Застосування $N_{90}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{90}K_{90}$ підвищувало вихід біогазу на 15,2–22,4% і 21,7–30,9% а мікродобрив на 1,8–3,6%, порівняно з варіантами без їх використання. Не відмічено суттєвої різниці між другим і третім варіантом з мікродобривами. Виявлено, що макродобрива більше впливають на потенціал виходу біогазу та метану з зеленої маси кукурудзи ніж мікродобрива. Так, застосування макродобрив дозволяє підвищити цей показник на 11,2–28,4% а мікродобрив лише на 1,6–3,3%, у порівнянні з варіантами без їх внесення.

Розділ 6 «Економічна та енергетична ефективність технології вирощування кукурудзи як біоенергетичної культури» (с. 123-130) включає 2 підрозділи: 6.1 «Економічна ефективність»; 6.2 «Енергетична ефективність» в яких наведено розрахунки економічної та біоенергетичної ефективності використання макро- і мікродобрив при вирощуванні гібридів кукурузи для виробництва біогазу. Відмічено зростання виробничих витрат при застосуванні макродобрив на 25,2–44,0% а мікродобрив на 2,0–4,1%, порівняно з варіантами без їх використання. Але за рахунок збільшення виходу метану, прибутковість вирощування кукурудзи при внесенні макродобрив зростала на 8,2–22,4%, а мікродобрив на 2,8–5,3%. Внесення макро- і мікродобрив дає можливість отримати від 0,4 до 16,4% додаткової енергії в метані, порівняно з варіантами без їх застосування. При використанні макродобрив спостерігається зменшення коефіцієнту енергетичної ефективності (Ке) до 2,9-4,2.

За результатами роботи зроблено 13 висновків (с. 131-133) та рекомендації виробництву (с. 134). У висновках наведено найбільш важливі наукові та практичні результати дослідження, що базуються на теоретичному

узагальненні та практичному вирішенні поставлених завдань. Отримані результати та розроблені рекомендації є комплексом підходів до формування урожайності та якості зеленої маси кукурудзи на силос, як біоенергетичної культури для виробництва біогазу, залежно від застосування макро- і мікродобрив.

Список використаних джерел (с. 135-162) складено згідно існуючих вимог щодо бібліографічних посилань та містить 252 джерел, у тому числі 103 латиницею. Додатки (с. 163-192) містять допоміжну інформацію по рокам досліджень та акти про впровадження матеріалів дисертаційної роботи у виробництво.

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 Павліченка Костянтина Васильовича, повноту методичної основи досліджень, високий рівень актуальності і практичної значимості, вважаю за доцільне вказати на окремі недоліки та висловити побажання:

1. В роботі всі обліки проводяться із зеленою масою кукурудзи в той же час в назві дисертації вказано кукурудза на силос. Автору варто пояснити це протиріччя в методичному розділі дисертації.

2. Необхідне обґрунтування доз макродобрив (азотних, фосфорних, калійних) та мікродобрив, що вивчалися в досліді. Пояснити чому для дослідження взято саме ці варіанти.

3. Автор робить акцент в дослідженнях на основних етапах формування зерна кукурудзи: молочній, молочно-восковій та восковій стиглості. В той же час недостатньо приділено уваги попереднім фазам та періодам органогенезу цієї культури.

4. В дослідженнях бажано було дослідити вплив досліджуваних факторів не лише на висоту рослин кукурудзи, але й на зміну довжини міжвузль та середньодобові прирости. Це забезпечило більш повний аналіз ростових процесів рослин кукурудзи.

5. В підрозділі 5.1. «Вплив досліджуваних факторів на зміну якісних показників зеленої маси кукурудзи» автору варто краще обґрунтувати вплив досліджуваних факторів на зміну якісних показників зеленої маси кукурудзи.

6. В підрозділі 6.2. «Енергетична ефективність» варто було б розрахувати не лише ефективність технології вирощування кукурудзи на силос, але і її складової – системи удобрення, встановивши при цьому частку добрив у загальних енерговитратах та енергоефективності застосування макро- і мікродобрив.

Однак, наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Павліченка К.В. не зменшують її наукової цінності та практичного значення результатів.

Представлена робота виконана на високому методологічному рівні, написана науковим стилем мовлення, грамотно, чітко та акуратно. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, містить нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачкою досліджень, які виконують конкретне наукове завдання – вивчення особливостей впливу макро- та мікродобрив на формування продуктивності гібридів кукурудзи та вихід біогазу, що має істотне значення для галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

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 Павліченка Костянтина Васильовича «Обґрунтування елементів технології вирощування кукурудзи на силос для виробництва біогазу в умовах Правобережного Лісостепу України», відповідає вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 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 ступеню доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор Павліченко Костянтин Васильович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Рецензент,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри технологій у рослинництві
та захисту рослин
Білоцерківського національного
аграрного університету _____ Юрій ФЕДОРУК
(підпис)

«09» серпня 2023 р.

Підпис Юрія ФЕДОРУКА засвідчую.
Начальник відділу документообігу і
кадрового забезпечення Білоцерківського
національного аграрного університету _____ Олена ЮРЧЕНКО
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ * БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ * 00493712