

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Національний ботанічний сад ім.М.М.Гришка

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертацію **МАРЧУК Олександр Олександрович**

«Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування», подану на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.09 – рослинництво

Актуальність теми. Актуальною проблемою сьогодення є забезпечення людства альтернативними енергетичними ресурсами. Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства очікуваний обсяг виробництва біоетанолу в світі у 2020 р. за оптимістичним прогнозом буде складати 281,5 млрд л. Обсяг світової торгівлі становитиме близько 10% від загального світового обсягу виробництва. Лідерами виробництва є США та Бразилія. У теперішній час, у структурі енергетичного балансу України, переважають традиційні види палива, зокрема імпортовані нафтопродукти, що негативно впливає на рівень енергетичної безпеки держави, конкурентоспроможність вітчизняної продукції та стан навколишнього природного середовища.

До перспективних джерел енергії належить енергія фотосинтезу, яка за рахунок зелених рослин накопичується в біомасі. Людство протягом багатьох тисячоліть використовує цю відновлювальну енергію, спочатку як основну, а в теперішній час, як одне із значних джерел енергії. Але актуальним є підбір високопродуктивних продуцентів із максимально ефективною системою фотосинтезу для отримання сировини з метою виробництва різних видів біопалива. Важливим є також удосконалення способів та технічних засобів перетворення енергії біомаси в необхідні людству види енергії (твердий, рідкий, газоподібний тощо) та при цьому забезпечити високий коефіцієнт ефективності перетворення біомаси у потрібну енергію.

Серед різних груп біопалива одним з найперспективніших лишається рідке паливо (біоетанол та біодизель). Особливу увагу заслуговує біоетанол, враховуючи широкі можливості його застосування. Тому важливішою задачею у світі є визначення високоефективних рослинних джерел для отримання біоетанолу. В різних регіонах світу визначені продуценти вуглеводовмісної сировини для виробництва біоетанолу. Для України, враховуючи обмежені можливості щодо ресурсів традиційної енергетичної сировини – є велика необхідність у альтернативних джерелах енергії. Тому визначення найперспективніших рослинних джерел для продукування великої кількості цукровмісної сировини з одиниці площі для виробництва біоетанолу є актуальною задачею. Залежно від агрокліматичної зони такими культурами можуть бути різні цукроносні рослини.

Як свідчать результати аналізу літератури та багаторічних досліджень, за останні десятиліття однією з найпродуктивніших цукроносних рослин є сорго цукрове. Сировину його у світі використовують для виробництва різних видів біопалива – біоетанолу, біогазу, для піролізу з метою отримання синтез-газу,

біонафти і вугілля. При середній врожайності надземної маси можна одержати 6-12 т спирту з 1 га і 12-15 т побічної продукції, які можуть бути використані в кормовиробництві або як тверде паливо. Сорго цукрове невибагливе, його можна вирощувати на неродючих і солончакових ґрунтах, не займаючи ріллі.

Протягом багатьох десятиліть в Україні саме в південному регіоні цю рослину, в окремих випадках, визнавали лише як кормову, силосну культуру. На сьогодні завдяки інтенсивної інтродукційної та селекційної роботи, створення високопродуктивних сортів, сорго цукрове стало однією з найцінніших цукроносних рослин та має перспективу для промислового виробництва біоетанолу в центральних та північних регіонах України.

Отже, розробка ефективної зональної технології вирощування та виробництва біопаливної сировини сорго цукрового на основі рекомендованих високопродуктивних сортів з великим виходом біопалива з одиниці площі є актуальною задачею. Тому робота О.О.Марчук, яка спрямована на підвищення врожайності та поліпшення показників технологічної якості сорго цукрового шляхом удосконалення технології вирощування для виробництва біопалива є дуже актуальною і необхідною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою ПНД «Біоенергетичні ресурси» наукового завдання 22.02.03.01 Ф «Розробити методики визначення індексів структурних і функціональних ознак та метаболічних процесів, що забезпечують кінцеву продуктивність сорго цукрового як сировини в харчовій промисловості і виробництві біопалива» (номер державної реєстрації 0111U002184) на 2011 – 2015 роки.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій та їх достовірність. Методики проведення досліджень опрацьовані, варіанти супроводжуються достатньою кількістю обліків і спостережень. Автором проаналізовано вітчизняну і зарубіжну наукову літературу за представленою темою. Розроблено програму досліджень. Виконано експериментальну роботу з використанням сучасних методик. Узагальнено та опрацьовано одержані дані, сформульовано висновки і запропоновано рекомендації виробництву.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить нові науково обґрунтовані результати досліджень автора.

Наукова новизна роботи. Вперше визначено вплив елементів технології вирощування сорго цукрового на вуглеводневий склад сировини та його продуктивність для отримання біопалива. Встановлено сорти сорго цукрового, найбільш придатні для виробництва біопалива. Оптимізовано дозу внесення добрив. Обґрунтовано заходи контролювання чисельності бур'янів у посівах сорго цукрового. Удосконалено елементи технології вирощування сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України. Набуло подальшого розвитку питання управління процесами формування високої врожайності і технологічних якостей сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування.

Одержані результати мають практичне значення. На основі результатів дослідження виробництву рекомендовано сорти сорго цукрового,

найбільш придатні для отримання біопалива, оптимізовано дози внесення добрив, обґрунтовано методи контролювання чисельності бур'янів, що дає можливість вирощувати цю культуру для виробництва біопалива за раціональних витрат коштів та енергії.

Виробнича перевірка результатів досліджень була проведена у 2014 році на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції на площі 2 га.

За результатами досліджень опубліковано 3 патенти на корисну модель.

Аналіз основних положень дисертації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота О.О.Марчук викладена українською мовою на 219 сторінках комп'ютерного друкованого тексту і складається з вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву та списку використаної літератури, що нараховує 290 найменувань, з них 22 латиницею. Робота містить 24 таблиці, 41 рисунок та 11 додатків.

У **Вступі** (5 с.) викладено актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, мету і завдання (об'єкт, предмет та методи) дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та публікації.

РОЗДІЛ I (23 с.) «ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО НА ЙОГО ПРОДУКТИВНІСТЬ» (огляд літератури) складається з чотирьох підрозділів. Висвітлено морфолого-біологічні особливості рослин сорго цукрового. Обґрунтовано актуальність використання сорго цукрового як сировини для виробництва біопалива. Наведено огляд літератури з питань впливу мінеральних добрив на продуктивність сорго і ефективності способів обробітку ґрунту та методів контролювання чисельності бур'янів у посівах сорго цукрового, де висвітлено досягнення та перспективи вирощування буряків цукрових у світі та в Україні.

РОЗДІЛ 2 (14 с.) «УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ» складається з чотирьох підрозділів, де розміщені 1 таблиця та 2 рисунки. Польові дослідження за темою дисертаційної роботи проводилися на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (Калинівський район Вінницької області) та у спеціалізованій контрольно-насіннєвій аналітико-технологічній лабораторії Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2011–2014 рр.

Аналізовано ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень. Наведена схема та методика проведення досліджень. Показано особливості технології вирощування сорго цукрового на дослідних ділянках та характеристики досліджуваних сортів та гібрида.

РОЗДІЛ 3 (64 с.) «ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ» складається з семи підрозділів, де наведено 16 таблиць і 19 рисунків. Автором висвітлено результати, щодо ефективності використання рослинами сорго цукрового запасів продуктивної вологи. Встановлено, що за умов застосування добрив сумарні витрати вологи посівами усіх сортів та гібрида сорго цукрового зростали в середньому на 3,6%, а коефіцієнт

водоспоживання знижувався на 20,2%. Показано особливості росту та розвитку рослин сортів та гібрида. Найвищу польову схожість насіння відмічено у сорту Силосне 42 (забур'янений контроль – 70,2%; досходове боронування – 76,9%) та сорту Фаворит (забур'янений контроль – 69,7%; досходове боронування – 75,8%). Найкращим виживанням характеризувалися рослини сорту Фаворит (59,7–84,3%), гібрида Медовий (58,2–81,2) та сорту Нектарний (58,3–82,3). Внесення середньої дози добрив підвищувало цей показник на 6,9%, а використання гербіцидів забезпечувало ступінь виживання рослин у межах 67,4–82,4%.

Автором встановлено, що біометричні показники всіх досліджуваних сортів та гібрида сорго цукрового залежали від агротехніки вирощування. Максимальну висоту (256,6–298,6 см) та діаметр стебла (18,9–22,5 мм) формували рослини сорту Фаворит у варіанті з ручними прополюваннями. У варіантах із застосуванням гербіцидів висота рослин була в межах 230,2–291,6 см, діаметр – 16,2–21,8 мм. Внесення дози добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ підвищувало дані показники на 8,4 і 6,3%.

О.О.Марчук визначила, що збільшення вмісту хлорофілу в листках усіх досліджуваних сортів та гібрида сорго цукрового спостерігалось під впливом мінеральних добрив на варіантах з хімічними обробками у фазі викидання волоті: з найвищими значеннями за внесення $N_{160}P_{160}K_{160}$ та мінімальними – на неудобреному фоні. Найвищий вміст суми хлорофілів за весь період вегетації показали гібрид Медовий (4,59 мг/г сухої речовини) та сорт Фаворит (4,52 мг/г).

Автором встановлено, що найбільшу площу листової поверхні формували рослини сорту Нектарний (63,6 тис.м²/га) та гібрида Медовий (60,5 тис.м²/га) на фоні внесення повної дози мінеральних добрив на контролі 2 (ручні прополювання). Порівняно з необробленими варіантами площа листової поверхні збільшувалася за механічних заходів контролювання бур'янів на 32,8%, хімічних – на 41,3% відповідно в середньому на всіх фонах удобрення. Найкращі показники у всіх сортів та гібрида отримано на ділянках зі внесенням мінеральних добрив ($N_{80}P_{80}K_{80}$ – 30,0–49,3, $N_{160}P_{160}K_{160}$ – 32,7–63,6 тис.м²/га). Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу показали сорти Фаворит та Нектарний – відповідно 4,59–7,86 і 3,74–6,19 г/м² поверхні листків × добу.

Дисертанткою визначено, що рослини сорго цукрового використовували азоту 42–80%, фосфору 18–33%, калію – 48–86%. Із застосуванням підвищених доз мінеральних добрив ($N_{160}P_{160}K_{160}$) коефіцієнти використання макроелементів з добрив знижувались порівняно з дозою добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ у середньому на 5,8 %. Внесення мінеральних добрив сприяло посиленому накопиченню сухої речовини рослинами сорго цукрового. У фазі повної стиглості найвищі показники накопичення сухої речовини показали сорт Фаворит та гібрид Медовий.

Використання мінеральних добрив дало змогу значно підвищити масу рослин сорго цукрового: за використання середньої дози добрив – на 22,7 %, повної – на 34,2 %. Найкращі показники з накопичення маси рослин показали сорт Фаворит та гібрид Медовий на варіанті з ручними прополюваннями.

РОЗДІЛ 4 (40 с.) «ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ДОЗ ДОБРИВ ТА СИСТЕМ ЗАХИСТУ» складається з шести підрозділів і 20 рисунків. Автором висвітлено результати досліджень, щодо вивчення особливостей накопичення зеленої та сухої маси рослинами сорго цукрового залежно від доз внесених добрив та методів захисту посівів.

Найвищу врожайність сухої маси показали сорти Фаворит та Нектарний на варіантах з ручними прополюваннями (контроль 2). Дані показники знаходились у межах 22,3–33,5 т/га та 16,8–29,3 т/га відповідно

Максимальний вміст загальних цукрів у стеблах усіх досліджуваних сортів та гібрида спостерігається у фазу, коли зерно досягає стадії молочної стиглості, однак перегруповання цукрів продовжується до фази повної стиглості (8,54–13,30%). Саме у фазу повної стиглості вміст цукрози в соку стебел був найвищим і знаходився в межах 76,34–88,80% від загальної кількості цукрів.

Аналіз паливних характеристик сировини сорго цукрового за хімічних заходів захисту посівів від бур'янів показав, що на неудобреному фоні вміст золи знаходиться в межах 2,36–2,43%, сірки 0,040–0,046%, хлору 0,037–0,038%. За умови внесення середньої дози добрив вміст сірки підвищується на 7,1% у середньому за сортами та гібридом, за внесення $N_{160}P_{160}K_{160}$ – на 13,5%. Вміст хлору на фоні $N_{80}P_{80}K_{80}$ зростає на 6,0%, за внесення повної дози добрив – на 12,1%. Вміст золи на – 18,6 та 48,9% відповідно.

Використання гербіцидів (Діален Супер) для контролювання забур'яненості посівів сприяє збільшенню врожайності сорго цукрового на фоні $N_{80}P_{80}K_{80}$ на 43%, на фоні $N_{160}P_{160}K_{160}$ на 57%. Кращі показники врожайності надземної біомаси були у сортів Фаворит, Нектарний та гібрида Медовий. Механічний захист посівів від забур'янення дає змогу зібрати загальних цукрів 4,91–8,75 т/га, у варіантах із застосуванням гербіцидів – 5,36–10,37 т/га.

Найвищий розрахунковий вихід біоетанолу і твердого палива був у варіантах за умов максимального удобрення та проведення захисту посівів. Найвищий вихід біоетанолу показали сорт Фаворит (1,89–5,38 т/га) та гібрид Медовий (1,53–4,83), твердого палива – сорт Нектарний (9,8–32,2) і сорт Фаворит (11,9–36,9 т/га). Використання середньої дози добрив сприяло підвищенню виходу твердого палива на 34,4% порівняно з варіантами без добрив. Повна доза мінеральних добрив підвищувала цей показник на 64,9% порівняно з варіантами без добрив.

РОЗДІЛ 5 (14 с.) «ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО» складається з трьох підрозділів, в яких наведено 3 таблиці.

Автором виявлено, що з економічної точки максимальний прибуток – 15710,99 грн/га, за рівня рентабельності – 429,4 % отримано за умови вирощування сорту Фаворит із застосуванням хімічного захисту та удобрення $N_{80}P_{80}K_{80}$.

Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності був у контрольних варіантах з ручними прополюваннями. Найбільш наближеними за показниками

коефіцієнта енергетичної ефективності до контролю з ручним прополюванням були варіанти із застосуванням хімічних методів контролювання чисельності бур'янів – у сорту Фаворит. За хімічного методу контролювання чисельності бур'янів та дози $N_{80}P_{80}K_{80}$ було отримано КЕЕ 14,4, а за $N_{160}P_{160}K_{160}$ – 14,6.

Висновки і рекомендації виробництву, що сформульовані в дисертації, витікають з результатів досліджень. Їх достовірність ґрунтується на обраних методиках проведення лабораторних і польових дослідів, підтверджена відповідними показниками статистичного аналізу. Дисертаційна робота написана з дотриманням стилю, що свідчить про вміння автора аналізувати першоджерела, проводити та оформляти науково-дослідну роботу. Дослідження виконані на високому методичному рівні в польових та лабораторних дослідах. Отримані результати досліджень добре систематизовані, проаналізовані, статистично на високому рівні обґрунтовані, надані у вигляді таблиць, рисунків і діаграм.

Поряд з цим є ряд зауважень та побажань.

У Вступі дисертаційної роботи варто було б підкреслити значний внесок закордонних та вітчизняних вчених з дослідження сорго цукрового як перспективної енергетичної культури.

На с.10, абз.3 за твердженням автора «В Україні поширені два види культурного сорго: сорго звичайне і сорго трав'янисте або суданська трава» Це посилання на джерело за 1961 р. З того часу в Україні інтродуковано сорго багаторічне (Колумбова трава) та інші види.

Нажаль, в літературному огляді немає посилання на наукові роботи з сорго цукрового, які виконані в центральній та північній частині України науковцями НБС ім.М.М.Гришка, де одними з перших було проведено всебічні дослідження з оцінки енергетичної цінності великого різноманіття форм, сортів та гібридів сорго цукрового.

У розділі 2 на с.38, фактор А. Серед сортів сорго цукрового с.Медовий був включений Державний реєстр з 1998 р., с. Фаворит і Силосний 42 з 2003 р. Сорту Нектарного взагалі не має в Реєстрі. Далі на с.42-45, де мова йде про характеристику сортів сорго цукрового наведено, що с. Силосне 42, який створено в степовій зоні рекомендовано на кормові цілі силос та сироп. Медовий та Нектарний, які створені на Одещині, рекомендуються також як кормові і для одержання сиропу, спирту. Сорт Нектарний (одеський сорт) не відомо який напрям використання. Бажано було б звернути увагу на сорти енергетичного напрямку використання і для порівняння обрати сучасні сорти як вітчизняної так і іноземної селекції. Це дозволило б показати енергопродуктивність сучасних сортів у порівнянні з дослідженими сортами та гібридами, а також адаптаційну можливість нових сортів сорго цукрового. Також важливе значення при виборі певних сортів має їх походження.

На с.41, абз. 5 «Біоенергетична оцінка прийомів визначалася за методикою О.К.Медведовського та П.І.Іваненка». Але відсутні методики безпосереднього визначення енергетичної цінності сировини та енергопродуктивності рослин.

На с.42, абз. 1 відзначено, що фоном була нітроамофоска, але в якій кількості не вказано. Отже, щодо нульового варіанту ($N_0P_0K_0$) – то це є важливо.

Розділ 3 має назву вужчу ніж представлений матеріал. У тексті ширше відображено біолого-екологічні особливості, фотосинтетична продуктивність рослин тощо залежно від елементів технології вирощування.

На с.60, у назві рис.3.4 мова йде про «Висоту рослин сорго цукрового залежно від фону добрив...» (і далі по тексту). Наскільки це є фоном добрив чи все ж мова йде про дозу (норму) внесення мінеральних добрив.

У назві табл.3.5 (с.64) мова йде про фази росту та розвитку, а в змісті таблиці – лише про фази розвитку. Що автор вважає правильнішим? Фенологічним шляхом можна лише спостерігати за якісними змінами тобто за розвитком. Кількісні зміни тобто ріст рослин визначається біометричними методами.

На скільки вдало сформульована назва рисунку рис. 3.11 (с.75) «Площа листової поверхні рослин сорго цукрового на неудобреному фоні...». У попередньому розділі було відзначено, що як фон вносилися нітроамафоска.

У табл. 3.8 (с.86) зазначається, що «Забур'яненість посівів сорго цукрового залежить від сортових особливостей та технології вирощування». В даному разі автором відокремлено сорт від елементів технології, хоча в попередніх підрозділах сорти були в числі факторів агротехнічних. Все ж хотілося б уточнити думку автора з цього приводу.

У табл.3.12 (с. 96) представлені цікаві дані, які отримані автором. Чи можна пояснити велику різницю між даними залежно від методів боротьби з бур'янами при однакових дозах добрив. Наприклад, азот у варіанті $N_{80}P_{80}K_{80}$ в контролі 1 (без догляду) використовується рослинами на 52%, а у контролі 2 – на 71% і т.д.

Тонконогові також, як і представники більшості родин, реагують на наявність поживних речовин у ґрунті, особливо за внесення великих доз мінеральних добрив. Незрозуміло, чому у більшості досліджених фазах, особливо у фазі повної стиглості, вміст сухих речовин у сорго цукрового значно вищий як у листках, так і в стеблах у варіанті $N_{160}P_{160}K_{160}$, ніж без добрив.

У висновках до розділу 3 (с.109) бажано було зробити узагальнення про вміст сухої речовини у рослинах сорго цукрового.

У підрозділі 4.1. (с.110-116) наведено «урожайність сорго цукрового залежно від доз внесених добрив та методів захисту посівів» - зеленої маси та сухої маси у фазу повної стиглості зерна. Яка задача при цьому поставлена – використання маси на біопаливо чи на інші цілі.

На рис. 4.2 (с.114) йдеться про «Урожайність сухої маси рослин...» - що мається на увазі - повітряно-суха чи абсолютно суха маса?

В назвах рис.4.1 і 4.2. не вказано фаза розвитку рослин.

Рис.4.9 (с.127), чому вихід загальних цукрів з 1 га посівів сорго цукрового визначено саме у фазі повної стиглості зерна. Невже це найкращий період для використання на біопаливо. Також хотілося б дізнатися, як розрахунковий вихід цукру з 1 га врахований – вміст цукрів в надземній масі

чи соку? Якщо в соку, то рис. 4.10 щодо виходу соку повинен розміщуватися в роботі раніше ніж вихід цукру (рис. 4.9).

Цікаві результати отримано по виходу біоетанолу (рис. 4.11, с.130-131) але в роботі відсутня методика розрахунку. Щодо твердого палива - це умовне паливо чи суха речовина?

Теплотворна здатність біопалива з сорго цукрового залежить від дуже багатьох факторів і в тому числі від досліджуваних автором... В роботі наведено розрахунковий метод визначення загального виходу енергії з біоетанолу та твердого біопалива (с.132-135). Робота значно виграла би, якби енергетичну цінність рослинних зразків оцінювали б методом безпосереднього калориметрування.

В табл. 4.3 (с.137) представлені дані щодо вмісту сирової золи, сірки та хлору в сировині сорго цукрового. У якій фазі виконані дослідження та що є сировиною, листки та суцвіття враховані чи ні?

У табл.5.1 (с.152) показник в шапці таблиці «Урожай зеленої маси» - необхідно «урожайність...».

Бажано було б у кінці кожного розділу навести відповідні опубліковані праці.

В дисертації трапляються невдалі вирази: «днів», «ц/га» та технічні помилки: табл.3.14 (с. 100) і табл.3.15 (с. 102).

Відповідність змісту автореферату положенням дисертації. Автореферат виданий українською мовою, відповідає основним положенням дисертації, розкриває зміст і суть роботи. Він відображає загальну характеристику дисертації, зміст роботи, висновки, рекомендації виробництву та список опублікованих праць. В авторефераті (20 с.) розміщено 6 таблиць, 2 рисунки.

Загальний висновок. Вважаючи на дисертацію, дослідження проводилися на високому методичному рівні. Висновки впливають з результатів досліджень автора. Враховуючи актуальність теми, новизну, отриманих даних, високий науковий рівень результатів і практичну цінність досліджень, вважаю, що дисертація О.О.Марчук відповідає вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій та спеціальності 06.01.09 – рослинництво, а її автор заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.09 – рослинництво.

Офіційний опонент,

д. с.-г.н., професор

зав. відділу нових культур

Д.Б.Рахметов

