

**Національний ботанічний сад імені М.М.Гришка
Національної академії наук України**

Київ, 10 грудня 2021 р.

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертацію **ГАНЖЕНКО Олександра
Миколайовича «ТЕОРЕТИЧНІ ТА АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЦУКРОНОСНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**, подану на
здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук
06.01.09 – рослинництво

Актуальність обраної теми. Серед актуальних проблем сучасності однією з найважливіших є забезпечення людства альтернативними джерелами енергії. Поряд з іншими способами енергозабезпечення, актуальнішою стає проблема пошуку ефективних альтернативних джерел отримання відновлюваної енергії. Серед інших, варто відзначити енергетичну сировину для виробництва різних видів біопалива (біоетанол, біодизель, біогаз, твердий біопалив). На сьогодні у структурі альтернативної енергетики світу енергія біомаси становить близько 13%. За прогнозами вчених, до 2040 року частка відновлюваних джерел енергії досягне 47,7%, а внесок біомаси збільшиться до 23,8%.

Економічно доцільний потенціал біомаси в Україні оцінюється у 27-30 млн т у.п./рік. Основними складовими потенціалу є відходи сільськогосподарського виробництва та енергетичні культури. Шляхом залучення цього потенціалу до виробництва енергії можна задовольнити близько 15% потреб України в первинній енергії.

Серед перспективних енергетичних культур варто відзначити сорго цукрове та буряки цукрові. На жаль відсутність адаптивних технологій та комплексно оцінених високоурожайних сортів не дозволяють створити сировинну базу високопродуктивних цукроносних культур для зони Лісостепу України – сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench) та буряка цукрового (*Beta vulgaris* L.). У зв'язку з цим важливим є питання щодо оцінки енергетичного потенціалу сучасних сортів і гібридів зазначених цукроносних культур та розроблення високоефективної технології їх сталого вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. З огляду на це, тема дисертаційної роботи О.М.Ганженко є актуальною і необхідною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційну роботу виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України впродовж 2011-2020 рр. згідно з ПНД НААН 22 «Біоенергетичні ресурси» (2011-2015

рр.) та ПНД НААН 16 «Біоенергетичні ресурси» (2016-2020 рр.) за завданнями: «Розробити теоретичні основи екологозберігаючого високопродуктивного вирощування сорго цукрового як сировини для виробництва біопалива» (РК 0111U003122, 2011-2015 рр.); «Розробити теоретичні основи високопродуктивного вирощування цукрових буряків для виробництва біоетанолу» (РК 0111U003123, 2011-2013 рр.); «Удосконалити елементи технології вирощування цукрових буряків як сировини для виробництва біопалива» (РК 0113U005995, 2014-2015 рр.); «Розробити методичні основи та здійснити порівняльну оцінку енергетичного потенціалу різних генотипів сорго цукрового та елементів технології їх вирощування як сировини для виробництва біопалива в різних ґрунтово-кліматичних зонах України» (РК 0116U002197, 2016-2020 рр.); «Здійснити порівняльну оцінку енергетичного потенціалу сучасних гібридів буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива в зоні Лісостепу України» (РК 0116U002201, 2016-2018 рр.).

Ступінь обґрунтованості наукових положень. Аналіз роботи дозволяє відзначити, що методики проведення досліджень добре опрацьовані, досліджувані варіанти супроводжуються достатньою кількістю обліків і спостережень. Автором проаналізовано значну кількість вітчизняної і зарубіжної наукової літератури за темою дослідження. Розроблено програму досліджень. Виконано експериментальну роботу з використанням сучасних методик, у тому числі оригінальних. Узагальнено та опрацьовано одержані дані, сформульовано висновки і запропоновано пропозиції виробництву.

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

Наукова новизна одержаних результатів полягає у підвищенні продуктивності цукроносних культур як сировини для виробництва різних видів біопалива залежно від сортового потенціалу, тривалості періоду вегетації, норми мінеральних добрив, густоти стояння рослин, використання сталих технологій вирощування та збирання цукромісткої зеленої маси для різних підзон Лісостепу України.

Вперше:

– розроблено методику розрахунку виходу біопалива (біоетанолу, біогазу та твердого біопалива) з одиниці площі, яка дозволяє проводити енергетичну оцінку ефективності вирощування цукроносних культур;

– розроблено методику визначення площі листової поверхні сорго цукрового методом сканування;

– побудовано стохастичну модель для прогнозування фракційного складу коренеплодів буряків цукрових;

– встановлено закономірності росту і розвитку цукроносних культур сорго цукрового та буряків цукрових залежно від ґрунтово-кліматичних та агробіологічних чинників, що дало можливість оптимізувати елементи технології виробництва цукромісткої зеленої маси;

– здійснено порівняльну оцінку енергетичного потенціалу окремих генотипів сорго цукрового і буряків цукрових та елементів технології їх вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України;

– обґрунтовано оптимальні строки збирання надземної маси сорго цукрового і буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива з урахуванням агробіологічних чинників та умов вирощування.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи. На основі багаторічних досліджень розроблено науково обґрунтовані елементи технології вирощування цукроносних культур, які висвітлені у розділі колективної монографії та у дев'яти науково-практичних рекомендаціях.

У науково-дослідних і навчальних установах та на виробництві було впроваджено 9 різнопланових Методичних рекомендацій з вирощування та використання фітосировини сорго цукрового та буряків цукрових.

Результати досліджень пройшли апробацію і впроваджені у навчальний процес та виробництво у дослідно-селекційних станціях мережі ІБКіЦБ НААН і господарствах Полтавської, Харківської, Хмельницької, Тернопільської та Київської областей.

Повнота викладення у відкритому друку наукових положень дисертації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 70 наукових праць: 1 колективна монографія; 23 статті у фахових виданнях України, 1 – у виданнях, що входять до наукометричних баз Scopus /Web of Science, 5 – у виданнях інших держав; 11 – в інших наукових виданнях України; 9 – у періодичних науково-виробничих виданнях України; 7 – у тезах доповідей і матеріалів наукових конференцій; 9 – у науково-практичних рекомендаціях виробництву; 4 патенти на корисні моделі.

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 та список опублікованих праць. В авторефераті (41 с.) розміщено 10 таблиці і 29 рисунки.

Оцінка змісту дисертації.

Дисертаційна робота Ганженко О.М. викладена на 409 сторінках основного тексту і складається зі вступу, десяти розділів, висновків, пропозиції виробництву та списку використаних джерел, що налічує 466 найменувань, з яких 221 – латиницею. Робота містить 34 таблиць, 186 рисунків. У 6 додатках, які розміщено на 41 сторінках наведено допоміжні дані, які не увійшли в основний текст дисертації, та матеріали, що підтверджують впровадження результатів наукових досліджень у навчальний процес та виробництво.

Структура дисертації, рівень і стиль поданого матеріалу відповідають вимогам до дисертаційних робіт.

У **Вступі** (с.11-15) дисертації автором обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну, практичне

значення одержаних результатів, показано об'єкт та предмет досліджень, задекларовано свій особистий внесок.

У розділі 1 (с.53-90) «**Стан і перспективи розвитку галузі біоенергетики та місце цукроносних культур у формуванні сталої сировинної бази (Огляд літературних джерел)**» здобувачем зроблено аналіз літератури, де висвітлено передумови розвитку відновлювальних джерел енергії та особливості використання цукроносних культур для виробництва біопалива. Охарактеризовано біологічні особливості сорго цукрового як біоенергетичної культури. Показано перспективи використання сорго цукрового для біоенергетики. Надана продуктивність сорго цукрового залежно від сортових особливостей, тривалості вегетації рослин та від рівня мінерального живлення. Проведено аналіз можливостей використання буряків цукрових для виробництва біопалива. Наведено сучасні тенденції щодо застосування добрив під час вирощування буряків цукрових на енергетичні цілі. Показано вплив строків збирання біомаси буряків цукрових на вихід біопалива. Наведено особливості виробництва біогазу та біоетанолу з біомаси буряків цукрових в Україні.

У розділі 2 (с.91-130) «**Програма, методика та умови проведення досліджень**» надана характеристика ґрунтово-кліматичним та агрометеорологічним умовам проведення досліджень впродовж 2011-2020 рр. на експериментальних ділянках Білоцерківської, Веселоподільської, Іванівської та Ялтушківської дослідно-селекційних станцій Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, розташованих у зоні нестійкого і недостатнього зволоження західної, центральної та східної частини Лісостепу України. Дослідження були проведені за загальноприйнятими науковими та спеціальними агрономічними методами, з широким використанням електронної обчислювальної техніки і сучасних статистичних методів для опрацювання та аналізування одержаних результатів.

Дисертаційна робота була проведена за загальноприйнятою методикою польового дослідження. Подано характеристики сортів і гібридів сорго цукрового та буряків цукрових.

У розділі 3 (с. 131-144) «**Методичні основи оцінки енергетичного потенціалу цукроносних культур**» автором подано розроблені методичні основи визначення енергетичного потенціалу цукроносних культур, що дозволяє проводити оцінку енергетичної ефективності різних генотипів сорго цукрового і буряків цукрових та елементів технології їх вирощування як сировини для виробництва біопалива. Запропонована методика ґрунтується на визначенні виходу енергії з біопалива, яке може бути виготовлене з біомаси цукроносних культур, зібраної з одиниці площі. Автором показано, що порівняння загального виходу енергії різних сортів і гібридів буряків цукрових та сорго цукрового, а також технологій їх вирощування дозволяє проводити оцінку енергетичного потенціалу культури для різних ґрунтово-кліматичних умов.

У розділі 4 (с. 145-166) «**Агробіологічні основи визначання біометричних показників цукроносних культур**» автором розроблено

методику визначання площі листкової поверхні, яка полягає у скануванні листкової пластини рослин на планшетному сканері та опрацюванні отриманих графічних файлів за допомогою спеціального програмного забезпечення. Підбрано режим сканування, що дозволяє отримати чітке контрастне зображення поверхні листка.

Дисертантом встановлено тісний кореляційний зв'язок між площею листкової поверхні та розмірами листка рослин сорго цукрового. Найтісніший кореляційний зв'язок ($r=0,976-0,995$) встановлено між площею листкової поверхні та добутком довжини листка на його ширину. Розраховано перевідні коефіцієнти для визначання площі листкової поверхні різних сортів та гібридів сорго цукрового розрахунковим методом.

Автором розроблено стохастичну модель для розрахунку середнього діаметра коренеплодів буряків цукрових та прогнозування їх фракційного складу на основі біологічної врожайності та густоти стояння рослин на час збирання, що дозволяє керувати процесом формування енергетичної продуктивності.

У розділі 5 (с. 167-207) «**Формування енергетичної продуктивності рослин сорго цукрового залежно від особливостей сорту, строків сівби насіння та доз добрив**» автором встановлено, що вихід біоетанолу з сорго цукрового у центральній частині Лісостепу України найбільше залежить від погодних умов (39,0 %) та мінеральних добрив (28,5 %). Ступінь впливу сортових особливостей і строків сівби насіння був значно меншим і становив відповідно 5,2 та 2,7 %. Дисертантом з'ясовано, що внесення мінеральних добрив в дозі $N_{80}P_{80}K_{80}$ дозволило збільшити врожайність зеленої маси сорго цукрового на 24,9 т/га, цукристість соку на 1,5 % та вихід біоетанолу на 1,13 т/га. Збільшення дози добрив до $N_{160}P_{160}K_{160}$ сприяло незначному підвищенню показників продуктивності та виходу біоетанолу.

Автором встановлено, що врожайність зеленої маси сорго цукрового у зоні недостатнього зволоження Лісостепу України залежить від сортових особливостей (36,5 %), строків сівби насіння (12,1 %) та строків збирання врожаю (12,2 %). Показано, що найбільший вплив на варіювання цукристості соку чинили строки збирання маси (68,1 %).

Дисертантом доведено, що збирання сорго цукрового у фазі воскової стиглості забезпечило в 1,8 рази вищу цукристість соку порівняно із фазою викидання волоті. Визначено, що сорго цукрове гібриду 'Мамонт' за показниками врожайності зеленої маси (91,5 т/га), цукристості соку (12,7 %) та вмісту сухої речовини (24,6 %) перевищувало сорт 'Силосне 42'.

Встановлено, що у зоні нестійкого зволоження східної частини Лісостепу України, залежно від строків сівби насіння, вихід біоетанолу з сорту 'Фаворит' коливався в межах 2,12 - 2,22 т/га, біогазу – 11,1 - 11,9 тис. м³/га, твердого біопалива – 17,5-18,6 т/га та енергії – 335 - 351 ГДж/га. Визначено, що найбільший вплив на вихід енергії мали погодні умови (49,6%), дози добрив (16,1%) та сортові особливості (15,4%).

Автором визначено, що найбільший вихід біоетанолу (1,75 т/га), біогазу (8,6 тис. м³/га) та твердого біопалива (18,5 т/га) на малопродуктивних ґрунтах у

зоні нестійкого зволоження досягається за сівби у II декаді травня гібриду 'Медовий F1. За внесення дози добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ вихід біоетанолу з 1 га посівів зростав на 0,5 та 0,6 т/га, біогазу на 2,7 та 3,1 тис. м³/га, твердого біопалива на 4,2 та 4,8 т/га для сорту 'Силосне 42' та гібрида 'Медовий F1' відповідно.

За результатами порівняльної енергетичної оцінки гібридів сорго цукрового дисертантом встановлено, що найбільший вихід біоетанолу забезпечують гібриди 'Мохавк' (2,6 т/га), 'Приазовське' (2,4 т/га) та 'Мамонт' (2,2 т/га); твердого біопалива та біогазу – сорт 'Силосне 42' та 'Сивашський 85'. За рахунок високого вмісту сухої речовини сорти 'Силосне 42' та 'Сивашський 85' забезпечили найвищий вихід енергії – 146,4 та 131,4 Гкалл/га відповідно.

У розділі 6 (с. 208-247) «Оцінка енергетичного потенціалу буряків цукрових залежно від елементів технології їх вирощування» автором визначено, що найбільша врожайність коренеплодів сорту 'Білоцерківський однонасінний 45' (49,0 т/га) та гібрида 'Олександрія' (53,1 т/га) досягалася за густоти стояння рослин 110 тис. шт./га. Доведено, що максимальний розрахунковий вихід біогазу з гички на час збирання буряків цукрових можна отримати за густоти стояння рослин 150 тис. шт./га. Максимальний вихід біоетанолу з коренеплодів буряків цукрових сорту 'Білоцерківський однонасінний 45' (5,79 т/га) та гібрида 'Олександрія' (6,47 т/га) було досягнуто за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{150}K_{150}$.

Дисертантом показано, що для виробництва твердого і рідкого біопалива у зоні недостатнього зволоження Лісостепу України на як сировину доцільно вирощувати буряки цукрові гібриду 'Булава' з густотою стояння рослин 100-130 тис. шт./га на фоні внесення добрив у нормі $N_{75}P_{50}K_{50}$.

Автором встановлено, що найбільша врожайність коренеплодів буряків цукрових була у гібридів 'ЩБ 0801' (59,3 т/га) та 'Булава' (56,3 т/га) у зоні нестійкого зволоження східної частини Лісостепу України за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та норми добрив $N_{150}P_{100}K_{100}$.

За результатами досліджень дисертантом показано, що продуктивність буряків цукрових зростає пропорційно до збільшення норми мінеральних добрив на малопродуктивних ґрунтах західної частини Лісостепу України. Максимальну врожайність коренеплодів та гички гібридів 'Шевченківський' (відповідно 61,8 та 47,4 т/га) і 'Булава' (відповідно 62,1 та 47,5 т/га) було отримано за дози добрив $N_{150}P_{100}K_{100}$ та густоти стояння рослин 130 тис. шт./га.

У розділі 7 (с. 248-267) «Агробіологічні основи формування продуктивності рослин буряків цукрових залежно від строків збирання врожаю» автором визначено, що на процеси розвитку буряків цукрових та їх продуктивність впливають сортові особливості рослин, строки їх збирання та погодно-кліматичні умови в період вегетації.

Дисертант для зони нестійкого зволоження Західного Лісостепу України Ялтушківської ДСС рекомендує для вирощування гібрид 'Булава', який виявився дещо кращим за врожайністю, збором цукру та виходом енергії. Для максимального виходу біоетанолу та енергії необхідно збирати коренеплоди

починаючи з першої декади жовтня.

Автором визначено, що гібрид 'Константа' в умовах нестійкого зволоження центральної частини Лісостепу України вирізняється більшими кількісними характеристиками коренеплодів, вищим вмістом сухої речовини, цукристості, виходом біоетанолу (4,2 т/га за збирання в першій декаді жовтня) та загальним виходом енергії з біопалива (103,8 ГДж/га).

Дисертантом встановлено, що збирання біомаси для виробництва біопалива доцільно розпочинати на початку вересня, коли у коренеплодах і гичці буряків цукрових накопичується найбільше енергії.

У розділі 8 (с.268-325) «**Енергетичний потенціал сорго цукрового залежно від сортових особливостей та строків збирання біомаси**» автором встановлено, що найбільшим енергетичним потенціалом у зоні недостатнього зволоження вирізнялися рослини сорго цукрового сорту 'Довіста' (до 815,8 ГДж/га) та гібриду 'Медовий F1' (до 792,0 ГДж/га).

Дисертантом показано, що як у зоні нестійкого зволоження східного Лісостепу України так і у зоні нестійкого зволоження центральної частини найбільший вихід біопалива та енергії (до 646 ГДж/га та до 791,8 ГДж/га відповідно) отримано з зеленої маси сорго цукрового сорту 'Довіста', у якого крім того встановлено найвищий рівень екологічної пластичності ($b=1,6$).

На малопродуктивних ґрунтах найбільший вихід біопалива та енергії (до 441,5 ГДж/га) отримано з надземної маси сорго цукрового сорту 'Довіста' за збирання його з кінця серпня до середини вересня.

Автором, проаналізувавши узагальнені дані з чотирьох дослідно-селекційних станцій, що різнились як за погодними, так і за ґрунтово-кліматичними умовами, зроблено висновок, що ранні строки збирання не забезпечують повноцінну реалізацію енергетичного потенціалу жодного з досліджуваних сортів і гібридів сорго цукрового.

У розділі 9 (с. 326-331) «**Обґрунтування технологічних та агробіологічних аспектів використання біомаси сорго цукрового**» автором встановлено, що вихід і якість соку з рослин сорго цукрового залежав від сортових особливостей, фаз розвитку і способів обробки його стебел. Застосування інтенсивного подрібнення стебел сорго цукрового (до часток розміром менше 0,1 мм) сприяло збільшенню виходу соку в 1,4-1,9 рази залежно від сортових особливостей.

Дисертантом виявлено, що цукристість соку залежала від фаз розвитку рослин і сортових особливостей і коливалася в межах 7,5-16% (фаза квітання) і 13,1-19,0% (фаза повної стиглості зерна). Встановлено, що збір стебел сорго цукрового у фазі повної стиглості зерен дозволяє в середньому на 3,2% підвищити загальний вміст цукрів в соку (з 13,3 до 16,5%). Застосування інтенсивного подрібнення стебел незначно впливає на цукристість отриманого соку.

У розділі 10 (с. 332-348) «**Економічна та енергетична ефективність вирощування цукроносних культур для біопалива**» автором встановлено, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{80}P_{80}K_{80}$ під час вирощування сорго

цукрового для біопалива у різних ґрунтово-кліматичних умовах зони Лісостепу України сприяло позитивному енергетичному балансу.

Автором доведено, що додаткові енерговитрати, які мали місце за внесення подвійної норми мінеральних добрив ($N_{160}P_{160}K_{160}$) на БЦ ДСС, ВП ДСС та І ДСС не покривались додатковим виходом енергії, отриманої від зростання продуктивності сорго цукрового. Лише за вирощування сорго цукрового на малопродуктивних ґрунтах (Я ДСС) подвійна доза добрив давала позитивний енергетичний ефект.

Дисертантом встановлено, що у зоні нестійкого зволоження східного Лісостепу України найбільший умовно чистий прибуток від реалізації зеленої маси сорго цукрового (24 тис. грн/га) можна отримати за вирощування сорту 'Довіста' і збирання його в середині вересня.

Визначено, що для зони недостатнього зволоження вирощування сорт 'Довіста' (39,3 тис. грн/га) та гібрид 'Медовий F1' (34,5 тис. грн/га) забезпечували максимальні показники економічної ефективності.

Автором встановлено, що для зони нестійкого зволоження центральної частини Лісостепу України найбільший умовно чистий прибуток (37,4 тис. грн/га) від реалізації зеленої маси сорго цукрового можна отримати за вирощування гібрида 'Медовий F1' і збирання його надземної маси у два укоси: перший на початку серпня, другий на початку жовтня.

Дисертантом доведено, що максимальний умовно чистий прибуток (18,3 тис. грн/га), який можна отримати від реалізації зеленої маси сорго цукрового, вирощеного на малопродуктивних ґрунтах досягається за вирощування сорту 'Довіста' та збирання його в кінці серпня.

Визначено, що у разі перероблення зеленої маси на біогаз та реалізації біогазу за ціною природного газу (з врахуванням частки біометану), умовно чистий прибуток зростає у 3,9-6,5 рази.

Доведено, що застосування мінеральних добрив під час вирощування буряків цукрових як сировини для виробництва біопалива веде до зменшення показників економічної та енергетичної ефективності для більшості місць, де виконувались дослідження. Лише за вирощування буряків цукрових на малопродуктивних (маргінальних) землях внесення добрив позитивно впливало на рівень рентабельності та коефіцієнт енергетичної ефективності.

Дискусійні положення дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота містить деякі неточності. До роботи є окремі зауваження та побажання.

Висновки у розділі 1 (підрозділ 1.6, і далі по розділах) чомусь нумеруються як підрозділи (с. 90). Окремі висновки не конкретні, декларативні. На с. 79, 82-85 і далі по тексту посилання на авторів наводиться не по мірі зростання номерів.

У розділі 2 (с. 91) і далі по тексту наведена інформація про місце проведення досліджень. Але у роботі це подається по-різному «зона», «частина», «точка», «підзона» Лісостепу України. Автор обрав достатньо складну схему планування та проведення дослідів (с.92-95). У різних частинах Лісостепу України проведення досліджень з елементами технології з різними

сортами сорго цукрового та буряку цукрового. Це значно ускладнило узагальнення експериментальних даних.

На нашу думку, окремі досліді можна було об'єднати, наприклад, дослід 1 (с. 91) та дослід 2 (с. 94). Чому не можна вивчати продуктивність рослин залежно від строків і способів збирання надземної маси у досліді 1? Чому у досліді 1 густина стояння 222 тис.шт/га, а у досліді 4 – 200 тис.шт/га.

Які попередники були використані у досліді у різних підзонах?

Невдала назва підрозділу 2.1.2. «Обліки і спостереження за рослинами та ґрунтом» (с.95).

На с. 96 автор до біометричних показників відносить масу.

Дисертант дуже детально охарактеризував ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень на 25 сторінках (с.98-123). У той же час мабуть було складно узагальнювати вплив окремих погодних умов на досліджувані показники рослин (ріст, розвиток та продуктивність).

Цікавим було би з'ясувати вміст поживних речовин у ґрунті дослідного поля до та після проведення досліджень, особливо у досліді з добривами.

Енергетичну оцінку було здійснено, як стверджує автор, на основі технологічних карт за вирощування сорго цукрового та буряків цукрових за методикою О.К. Медведовського. На нашу думку, оцінку енергетичних рослин необхідно проводити за іншим принципом. Власно у роботі автор наблизився до цього та у 10 розділі якраз це і показано.

У роботі наведено характеристику лише деяких сортів сорго цукрового (с. 124-126). За яким принципом охарактеризовані окремі сорти? На нашу думку з метою зменшення об'єму роботи можна було б не наводити детальну характеристику сортів, які є загальнодоступною інформацією. Достатньо лише посилання на джерело.

У розділі 3, підрозділ 3.1.1 чомусь має назву «*Методологія* розрахунку виходу біоетанолу з біомаси сорго цукрового», а не «*Методи...*». Власне методика базується на відносних показниках вихідної базової інформації для розрахунків. Це залежить від дуже багатьох факторів.

На с.133 автор веде мову про врожайність стебел. Чи листки відокремлювались від стебел? Чи визначалася структура рослин?

Дискусійним є питання щодо рис. 3.2 (с.134) «Вихід енергії залежно від маси виготовленого біоетанолу»? Те ж стосується і «Виходу твердого біопалива залежно від урожайності стебел сорго цукрового та сухої речовини».

У підрозділі 3.1.2 (с.135) «Теоретичні основи розрахунку виходу твердого біопалива» у формулі передбачено урожайність зеленої та сухої біомаси стебел (абсолютної чи повітряно сухої).

У Висновках до розділу 3 автор твердить, що «Розроблені методичні основи визначення енергетичного потенціалу цукроносних культур, що дозволяє проводити оцінку енергетичної ефективності різних генотипів сорго цукрового і буряків цукрових та елементів технології їх вирощування як сировини для виробництва біопалива». Чому тоді за власними методиками не

оцінювали енергоефективність технології, а посилалися на методичку О. К. Медведовського?

Висновки до розділу 3 (с. 144) дуже узагальнені та не відображають важливе значення опрацьованих та розроблених методик.

На рис. 5.2 (с.168) «Вплив погодних умов (А) та сортових особливостей (Б) на урожайність зеленої біомаси сорго цукрового (БЦ ДСС, 2013-2015 рр.)» не наведено погодні умови, а є лише роки дослідження.

Назви окремих рисунків (рис. 5.17, с. 183 і далі по тексту) починаються не з показника, а зі залежності (наприклад, «Залежність вмісту сирової золи від сортових особливостей, строків сівби насіння та строків збирання зеленої біомаси сорго цукрового»).

У роботі встановлено тісну кореляційну залежність між діаметром стебла та висотою рослин сорго цукрового (рис. 5.18 – с.185) та між іншими показниками, але ці біометричні показники не наведені у тексті та у додатках.

У розділі 5 наводиться показник «урожайність стебел» різних сортів та гібридів сорго цукрового (рис. 5.33, с. 200 і далі по тексту), але на рисунку показано схематично вся надземна частина рослин. Чи враховували листки та суцвіття у загальній урожайності?

Висновки за розділом 5 (с.205-207) зроблено за кожною підзоною окремо. Було би цікавим провести порівняльний аналіз основних продуктивних показників сорго цукрового у всіх підзонах, що дозволило би зробити узагальнюючі висновки. Ці ж зауваження характерні і для інших експериментальних розділів.

У таблиці 6.6 (с. 231) «Показники виходу енергії з біопалива (ВП ДСС, 2013-2015 рр.)» у шапці наводиться *Вихід енергії, ГДж/га з біоетанолу і з біогазу*. Чи визначалася теплоємність біогазу чи біоетанолу? Якщо ні, то тоді мабуть йдеться про розрахунковий вихід енергії.

Не вдала назва рис. 7.1 (с. 251) «Динаміка формування продуктивності буряків цукрових *під впливом особливостей гібридів* та строків збирання біомаси».

У таблицях 10.1 (с. 334), 10.2 (с. 336), 10.3 (с. 338), 10.4 (с. 340) наведено вихід біогазу, але вказано «*Собівартість біометану (грн/1000 м³)*».

У цілому хочу відзначити, що обрані дуже цікаві об'єкти для дослідження. Виконано великий обсяг роботи. Отримано вагомі наукові результати. Але робота значно виграла би, якщо ці дві культури порівнювалися між собою за основними показниками продуктивності. Це дозволило би зробити узагальнюючі порівняльні висновки про ці культури. Отже, із 22 висновків, 13 стосуються сорго цукрового, 6 – буряку цукрового.

У роботі зустрічаються невдалі вирази: «днів», «цвітіння», «зелена біомаса», «отрууюють», «енергетично корисних речовин», «пластина листка» та технічні помилки (на с.97, абз. 1, с. 124, абз.1, рис. 6.15, 6.16, 6.30, тире часто переплутано із дефісом),

У Списку використаних джерел зустрічаються окремі технічні помилки.

Варто зазначити, що наведені зауваження та побажання не знижують високу наукову значущість концептуальних положень та практичну цінність оригінальної дисертаційної роботи.

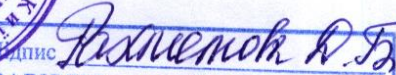
Загальний висновок.

Дисертаційна робота О.М. Ганженко є завершеною науковою працею. Результати репрезентовані у достатній кількості наукових працях. Вважаючи на дисертацію, дослідження проводилися на високому науково-методичному рівні. Висновки випливають з результатів досліджень автора. Дотримані вимоги ДАК України по оформленню дисертації. За актуальністю теми, методичними підходами, зробленими висновками, практичною цінністю та науковою новизною отриманих результатів робота відповідає вимогам МОН України, що пред'являються до докторських дисертацій, а її автор Олександр Миколайович Ганженко заслуговує на присудження наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво.

Офіційний опонент,
заступник директора з наукової
роботи (іннов. розвиток),
зав. відділу культурної флори,
д.с.-г.н., професор


Д.Б.Рахметов



Підпис 
ЗАВІРЯЮ: вчений секретар НБС
ім. М.М. Гришка НАН України
"10" 12 2023р.