

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора сільськогосподарських наук, професора, професора кафедри селекції,
насінництва і генетики **Кулика Максима Івановича**

на дисертаційну роботу **Злиденного Іллі Ігоровича**

на тему: «Удосконалення елементів технології вирощування сорго
звичайного (*Sorghum Bicolor L.*) для виробництва біопалива у правобережному
Лісостепу України» представлену на здобуття наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія,
галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Актуальність теми. Збільшення виробництва енергоресурсів, зокрема з рослинної біомаси енергетичних рослин є важливим завданням, вирішення якого сприятиме зменшенню енергозалежності нашої країни, що особливо нагальним є в реаліях сьогодення. Однією з таких біоенергетичних культур є сорго звичайне (двокольорове) – лат. *Sorghum bicolor*, унікальна злакова рослина як за біологічними, так і господарсько-цінними ознаками, яка здатна накопичувати значний обсяг біомаси, що є відмінною сировиною для виробництва біопалив.

Зміни кліматичних умов, що спостерігаються протягом останніх років мають як загальний вплив на агрофітоценози, так і на формування індивідуальних показників продуктивності соргових рослин. Водночас, найбільш важливою складовою в агротехнології вирощування цієї культури є підготовка насіння до сівби, що обумовлює початкові етапи органогенезу, подальший ріст й рослин та формування врожайності. Саме тому, пошук способів удосконалення технології вирощування сорго звичайного (двокольорового) задля отримання біомаси, як сировини для виробництва біопалив в умовах Правобережного Лісостепу України є актуальним питанням сьогодення, що і лягло в основу дослідження автора роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалася впродовж 2023-2025 років відповідно до завдання 26.00.02.03.Ф. «Розроблення екологічних та біологічних основ високопродуктивного вирощування сорго зернового у різних ґрунтово-кліматичних зонах України» (РК 0121U100401) за програмою наукових досліджень НААН на 2021-2025 роки: 26 «Біоенергетичні ресурси» та у відповідності до індивідуального плану робіт узгоджених з науковим керівником.

Мета досліджень полягала у встановленні способів підвищення продуктивності рослин сорго звичайного (двокольорового) на енергетичні цілі залежно від ґрунтово-кліматичних умов та удосконалення елементів технології його вирощування в Правобережному Лісостепу України.

Завдання досліджень:

встановити вплив обробки насіння сорго звичайного (двокольорового) мікоризовмісним препаратом і природнім адсорбентом на його посівні якості;

визначити залежність біометричних показників та показників продуктивності рослин сорго звичайного (двокольорового) від норм застосування мікоризовмісного препарату і природнього абсорбенту;

виявити вплив елементів технології вирощування сорго звичайного (двокольорового) на показники якості зерна та листково-стебельної біомаси, а також на вихід біопалива і енергії;

здійснити енергетичну та економічну оцінки ефективності використання мікоризовмісного препарату Мікофренд та природнього адсорбента БМ-нанобіочар за вирощування сорго звичайного (двокольорового) на енергетичні цілі.

Об'єкт досліджень: рослини сорго звичайного (двокольорового), елементи технології його вирощування як сировини для виробництва різних видів біопалива, мікоризовмісний препарат Мікофренд та адсорбент БМ-нанобіочар.

Предмет дослідження: біометричні показники росту та розвитку рослин сорго звичайного (двокольорового), показники продуктивності рослин та виходу біопалива, показники економічної та енергетичної ефективності.

Наукова новизна. Вперше в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено залежність продуктивності рослин сорго звичайного (двокольорового) від обробки насіння мікоризовмісним препаратом Мікофренд та адсорбентом БМ-нанобіочар. Удосконалено технологію вирощування сорго звичайного (двокольорового) як сировини для виробництва біоетанолу та твердого біопалива. Набули подальшого розвитку питання ефективності сумісного застосування мікоризовмісних препаратів та природних адсорбентів під час вирощування сорго звичайного (двокольорового).

Практичне значення одержаних результатів. За результатами експериментальних досліджень рекомендовано спосіб вирощування сорго звичайного (двокольорового) як сировини для виробництва біопалива в умовах Правобережного Лісостепу України. Удосконалені елементи технології вирощування сорго звичайного (двокольорового) впроваджені у 2025 році у виробництво в умовах навчального полігону ГО «Науково-технічний центр «Біоенергія». Наукові результати досліджень застосовуються в освітньому процесі для підготовки здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 201 «Агрономія» в ІБКіЦБ НААН під час викладання навчальної дисципліни «Наукові основи вирощування рослин для переробляння на біоенергетичні цілі».

Особистий внесок здобувача. Дисертант брав участь у розробці програми досліджень, особисто проводив теоретичні експериментальні дослідження, здійснив опис та статистичне опрацювання результатів досліджень, сформував загальні висновки та висновки до розділів, підготував рекомендації виробництву.

За результатами проведених досліджень автором опубліковані наукові статті у фахових виданнях України, здійснено апробацію й виступи на наукових конференціях, забезпечено впровадження і науковий супровід результатів досліджень у виробництво та освітній процес. Частка авторства у спільних наукових публікаціях становить 55,0-70,0 %.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Дисертаційна робота стосується розв'язання актуального науково-практичного завдання щодо підвищення ефективності виробництва сорго звичайного (двокольорового) проводились впродовж 2023 – 2025 рр. в

лабораторних та польових умовах на Ялтушківській (західна частина Лісостепу України) та Білоцерківській (центральна частина Лісостепу України) дослідно-селекційних станціях ІБКіЦБ НААН.

Під час вивчення матеріалів дисертації, аналізу наукових публікацій автора, не було виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації таким чином дисертаційна робота визначається самостійною, оригінальною працею та не містить порушення академічної доброчесності.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові положення дисертаційної роботи та практичні результати дослідження заслухано та обговорено на засіданнях відділу селекції і сталих технологій вирощування та переробляння біоенергетичних культур Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Київ, 2023–2026 рр.), та наукових конференціях: IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра» , (м. Київ 28-29 вересня 2023 р.); XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: стратегії стійкості сільськогосподарського сектору під час війни та у післявоєнний період» (с. Оброшине, 19 листопада 2024 р.); Всеукраїнської науково-практичної конференції «Біоенергетичні культури та цукрові буряки в умовах кліматичних змін: виклики, рішення, перспективи» (м. Київ, 29 жовтня 2025 р.); Всеукраїнській науково-практична конференція «Агроекологічна безпека та ефективне використання аграрного потенціалу зони полісся» (м. Житомир, 22 квітня 2026 р.)

Публікації результатів досліджень. За результатами проведених досліджень опубліковано п'ять статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» та чотири тези доповідей в матеріалах наукових конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертація викладена на 189 сторінках машинописного тексту, містить 29 таблиць, 54 рисунків. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву. Список використаних джерел налічує 150 найменувань, з яких 53 латиницею

Ступінь обґрунтованості наукових досліджень. Зміст дисертаційної роботи вказує на те, що програма й методика дослідження здобувача належним чином опрацьовані, отримані оригінальні дані підтверджуються математичними обрахунками. Наукові положення за результатами досліджень, висновки і пропозиції для виробництва добре обґрунтовані, що дають підставу стверджувати, що викладені в дисертації матеріали є проаналізованими й обґрунтованими, виваженими, достовірними і не підлягають сумніву.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи. Дисертаційна робота здобувача Злиденного І.І. відповідає вимогам, що наводяться для такого виду робіт. Анотація написана українською та англійською мовами, де викладено короткий зміст дисертації.

У *вступі* відображено актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, мету та завдання, об'єкт, предмет та методи досліджень. На їх основі сформовано робочу гіпотезу і висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У *першому розділі* проаналізовано праці українських та зарубіжних вчених

щодо біологічної та морфологічної характеристики та агроекологічних особливостей сорго звичайного (двокольорового). Наведено особливості використання сорго звичайного (двокольорового) на енергетичні цілі. Представлено особливості використання Біочару під час вирощування сільськогосподарських культур. Розкрито питання вплив мікоризоутворюючих біопрепаратів на продуктивність рослин.

У *другому розділі* здобувачем проаналізовано ґрунтово-кліматичні умови двох місць проведення досліджень, в межах яких здійснювались експеримент, а також детально розкриті програма й методика проведення лабораторних та польових досліджень. Необхідно відмітити, що передбачені варіанти дослідів відповідають меті та виокремленим завданням, а дослідження проведені згідно методики дослідної справи в агрономії та спеціальних затверджених методик.

У *третьому розділі* подано та проаналізовано експериментальні дані щодо впливу обробки насіння сорго звичайного досліджуваними препаратами на його посівні якості. Автором визначено, що максимальний синергічний ефект зафіксовано за сумісного застосування досліджуваних препаратів для передпосівної обробки насіння сорго звичайного. Найвищі за три роки досліджень показники енергії проростання (92,42%) та лабораторної схожості (94,08%) отримано у варіанті обробки насіння Мікофрендом у нормі 6 г/кг та БМ-нанобіочаром у нормі 3 г/кг. Це перевищує показники контролю без обробки (82,58% та 88,10% відповідно) на 9,84 та 5,98 відсоткових пунктів. Математичне моделювання у вигляді поверхонь відгуку підтвердило оптимальну норму застосування препаратів для передпосівної обробки насіння сорго звичайного, а саме при поєднанні 4–5 г/кг БМ-нанобіочару та 3–4 г/кг Мікофренду. За таких умов лабораторна схожість стабільно перевищувала 93%. Вихід за межі цих норм у бік збільшення спричиняє регресію показників, імовірно, через виникнення осмотичного стресу та пригнічення ферментних систем зародка.

У *четвертому розділі* представлено залежність біометричних показників сорго звичайного (двокольорового) від обробки насіння біопрепаратами. На основі аналізу всієї сукупності біометричних даних найбільш раціональною та біологічно доцільною схемою є сумісна обробка насіння сорго Мікофрендом у нормі 4 г/кг та БМ-нанобіочаром у нормі 4 г/кг. Подальше збільшення норм до 8 г/кг не забезпечує достовірного приросту біометричних показників рослин.

У *п'ятому розділі* наведено особливості формування зернової продуктивності, урожайності та якості біомаси сорго звичайного (двокольорового) під впливом обробки насіння біопрепаратами. Зроблено висновок про те, що використання біопрепаратів дозволяє не лише підвищити кількісні показники врожайності біомаси сорго звичайного (двокольорового) на 10–13 %, а й покращити показники якості біомаси та насіння.

У *шостому розділі* розраховано енергетична та економічна ефективність застосування біопрепаратів для обробки насіння сорго звичайного (двокольорового). Підтверджено, що зростання та загальний вихід енергії з 160,0 ГДж/га на контролі до 202,8 ГДж/га за коефіцієнта енергетичної ефективності (ККЕ) за таких умов підвищується з базових 7,44 до 9,43, що підтверджує доцільність внесення біопрепаратів з метою удосконалення елементів агротехнології. Водночас, автором визначено, що найвищий фінансовий

результат отримано при поєднанні Мікофренду та БМ-нанобіочару в нормі 4 г/кг в якому чистий прибуток зростає до 36,46 тис. грн/га, а рентабельність сягає 107,77 %. Збільшення норм до 8 г/кг є менш вигідним, оскільки прибуток знижується до 29,69 тис. грн/га, а переробка фітомаси на пелети та біоетанол підвищує прибутковість сорго звичайного (двокольорового).

У висновках і пропозиціях для виробництва узагальнено напрацювання з поставленого для вивчення завдання та запропоновано науково-обґрунтовані рекомендації для нівелювання дефіциту елементів живлення, підвищення адаптивності рослин сорго звичайного (двокольорового) і максимальної реалізації репродуктивного потенціалу рослин

За темою дисертаційного дослідження автором опубліковано достатню кількість наукових праць. Аналіз опублікованого матеріалу засвідчив достатній рівень висвітлення основних положень і результатів досліджень, що відображені в дисертаційній роботі.

Дискусійні положення і зауваження до змісту та оформлення дисертації. В цілому оцінюючи позитивно дисертаційну роботу І. І. Злиденного, повноту викладення методичної, теоретичної та прикладної основи досліджень, враховуючи рівень актуальності і практичної цінності отриманих результатів, вважаю доцільним вказати на певні недоліки та побажання, які потребують пояснення здобувача та можуть бути винесені для обговорення членами ради в порядку наукової дискусії.

1. Доречним було б об'єднати розділ 3 і 4, або ж додати підпункти до розділу 3 «Вплив обробки насіння сорго звичайного (двокольорового) біологічними препаратами на його посівні якості».

2. Потребує пояснення назва до рис. 3.1: «Вплив партії насіння сорго звичайного (двокольорового) на його посівні якості», які саме партії насіння сорго звичайного автор мав на увазі?

3. Було б цікава думка автора, щодо відсоткового зниження польової схожості насіння сорго звичайного (двокольорового) залежно від норм застосування Мікофренду і БМ-нанобіочару (табл. 4.1) порівняно до лабораторної його схожості (табл. 3.2) та чинники, що обумовлюють дану закономірність?

4. Для більш об'єктивного розуміння мінливості посівних якостей насіння та біометричних показників рослин сорго звичайного (двокольорового) бажано було б подати значення $НІР_{05}$ до кожного року дослідження в табл. 4.1-4.12.

5. Висновок 6 до розділу 4 потребує пояснення: «Який саме фізіолого-біологічний механізм впливу на схожість насіння та формування біометричних показників рослин сорго звичайного (двокольорового) за використання природнього адсорбенту при поєднанні з біопрепаратом вбачає автор?».

6. Для більш об'єктивного розуміння особливостей формування врожайності та виходу сухої речовини з біомаси сорго звичайного (двокольорового) бажано було б подати значення $НІР_{05}$ до кожного року дослідження в табл. 5.1-5.3.

7. У п.5.1 автор стверджує: «... найбільш раціональною для покращення показників якості зерна і біомаси сорго звичайного (двокольорового) виявилася комбінація Мікофренду та БМ-нанобіочару в нормі 4 г/кг». Виникає запитання:

«Який саме фізіологічний механізм впливу цих препаратів на показники якості зерна й біомаси сорго звичайного?».

8. Що саме найбільш суттєво впливало на зменшення вмісту золи у біомасі при зростанні доз за варіантами обробки насіння сорго звичайного (двокольорового) досліджуваними препаратами (табл. 5.10)?

9. До розділу 6 виникає запитання: в більшій мірі на зміну енергоємності біомаси сорго звичайного (двокольорового) впливало застосування препаратів у допосівну обробку насіння, чи ґрунтово-кліматичні умови вирощування рослин?

10. На думку автора, з чим пов'язано високі коефіцієнти енергетичної ефективності виробництва біомаси сорго звичайного (двокольорового) за усіма варіантами досліду (табл. 6.1)?

Поряд з вищевикладеними зауваженнями, запитаннями та уточненнями, відмічені недоліки не знижують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи та її актуальність.

Вище зазначені недоліки та зауваження суттєво не впливають на практичну значимість представленої роботи, а окремі з них можуть бути предметом конструктивної наукової дискусії під час захисту роботи.

Загальний аналіз дисертаційної роботи та її відповідність основним вимогам. Дисертаційна робота Злиденного І.І. на тему: «Удосконалення елементів технології вирощування сорго звичайного (*Sorghum Bicolor L.*) для виробництва біопалива у правобережному Лісостепу України» є комплексним науковим і самостійним дослідженням, що відповідно мети та виокремлених завдань є завершеною працею.

Актуальність роботи, її новизна, та обґрунтованість й достовірність отриманих наукових результатів, а також практична цінність сформульованих положень і висновків, відповідає вимогам п. 5, 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 (зі змінами), наказу Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», п. 26 «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 (зі змінами) і може бути представлена для офіційного захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор – Злиденний Ілля Ігорович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 201 Агрономія.

Офіційний опонент:

доктор сільськогосподарських наук,
професор, професор кафедри селекції,
насінництва і генетики навчально-наукового
інституту агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету

Максим КУЛИК

