

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Грицюка Ярослава Васильовича
«ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ У
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
201 – Агрономія, галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Дисертаційна робота виконана Грицюком Я.В. у ННЦ «Інститут землеробства НААН», написана українською мовою, викладена на 264 сторінках друкованого тексту. Робота складається із анотацій, вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Результати досліджень представлені у 28 таблицях, ілюстровані у 45 рисунках.

Обґрунтування теми дослідження. Соя – цінна зернобобова культура, завдяки якій можливе вирішення на глобальному рівні питання нестачі рослинного білка за одночасного збереження родючості ґрунтів та поліпшення екологічного стану.

Для вітчизняного агробізнесу соя є економічно вигідною культурою та вагомим аргументом іншим олійним і технічним культурам. Не зважаючи на складності, пов'язані з військовою агресією РФ, посівні площі культури зберігають тенденцію до зростання.

За існуючих змін клімату, постійно поновлювального сортового ресурсу сої, розширенням ринку хімічних і біологічних препаратів для сільського господарства, необхідним є розроблення нових та удосконалення існуючих елементів технології вирощування культури. Зокрема, важливого аспекту набуває питання підвищення симбіотичного потенціалу сої шляхом застосування біологічних препаратів, у т. ч. мікоризоутворюючих, а також забезпечення рослин сої макро- і мікроелементами у критичні періоди росту завдяки проведенню позакореневого підживлення.

Виходячи з вищесказаного, актуальність теми дисертаційної роботи

Грицюка Я.В. підтверджена аналізом сучасних вітчизняних і закордонних наукових джерел і не викликає сумніву.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили впродовж 2021–2023 рр. згідно з тематичними планами науково-дослідних робіт ННЦ «Інститут землеробства НААН» у межах програми наукових досліджень 25 «Кормовиробництво» за завданням 25.02.01.10Ф «Наукове обґрунтування закономірностей формування продуктивності агроценозів зернобобових культур (соя, люпин кормовий) в умовах змін клімату» (№ державної реєстрації 0121U109061).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність. Наукові положення, висновки і рекомендації виробництву, представлені в дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані та підтверджені отриманими результатами досліджень. Достовірність отриманих результатів доведена статистичною обробкою з використанням комп'ютерних програм. Висновки, представлені у кінці кожного з розділів, є обґрунтованими та відповідають змісту.

Наукова новизна. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якому, ґрунтуючись на комплексних дослідженнях, аналізі та узагальненні отриманих результатів, оцінено вплив мінерального удобрення, передпосівного оброблення насіння мікоризоутворюючим препаратом і протруювачем та підживлення рослин органо-мінеральним добривом у критичні періоди розвитку сої на морфологічні та біометричні показники, фотосинтетичний і симбіотичний потенціал та продуктивність в умовах Правобережного Лісостепу. Вперше визначено залежність тривалості періоду вегетації та міжфазних періодів рослин сої від погодних умов та гідротермічних чинників в умовах регіону; визначено їх взаємодію з досліджуваними факторами, найефективніші елементи технології вирощування сої за показниками економічної та біоенергетичної оцінки. Удосконалено наукові положення щодо біологічних особливостей рослин сої

залежно від передпосівного оброблення насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд у поєднанні з протруювачем Вайбранс та позакореневим підживленням рослин органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя.

Практичне значення одержаних результатів. На основі встановлених закономірностей формування врожайності та якості насіння, оптимізовано технологію вирощування сої сорту Муза в умовах Правобережного Лісостепу, яка передбачає внесення мінеральних добрив $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ та передпосівне оброблення насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд у поєднанні з протруйником Вайбранс, а також проведення позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у фазі бутонізації, що забезпечує підвищення врожайності культури до 3,65 т/га з умістом у насінні сирого протеїну на рівні 35,8% та олії 21,9%.

Розроблена технологія вирощування сої впроваджена в 2022-2024 рр., в ТОВ «Агромілк» (Рокитнянський р-н, Київська обл.) на площі 50 га. у фермерському господарстві «Зернівка» (Бориспільський р-н, Київська обл.) на площі 150 га.

Основні положення дисертації впроваджено в освітній процес при підготовці магістрів спеціальності «Агрономія» Агробіологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України. Теоретичні положення дисертаційної роботи увійшли до навчальної дисципліни «Наукові основи екологічних систем землеробства», що викладалась на кафедрі землеробства та гербології впродовж 2023–2024 рр.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційне дослідження є самостійною завершеною науковою працею. Основні ідеї, постановка проблеми, теоретичні і практичні положення розроблено автором самостійно, а також здійснено аналіз та узагальнення результатів досліджень, сформульовано висновки. Друковані праці за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві. За темою дисертації опубліковано 15 наукових праць, із яких 6 – статті у наукових фахових виданнях України, 9 – матеріали

наукових конференцій.

У **вступі** дисертаційної роботи (С. 22-27) сформульовано наукову проблему, обґрунтовано актуальність теми, представлено мету і завдання досліджень, наукову новизну і практичну цінність одержаних результатів, вказано про особистий внесок здобувача. Представлено інформацію про апробацію наведених у дисертаційній роботі результатів досліджень на міжнародних і всеукраїнських конференціях, наведено перелік публікацій, структуру і обсяг роботи.

У **першому розділі дисертації «Значення культури соя та сучасний стан вивчення елементів технології її вирощування»** (С. 28-57) наведено аналіз наукових праць вітчизняних та зарубіжних науковців щодо значення культури у сучасному вітчизняному агровиробництві, динаміку виробництва та рівень врожайності в світі та Україні. Проведено скринінг посівних площ в областях за роки проведення досліджень. Детально проаналізовано вплив агрозаходів на продуктивність рослин та ефективність застосування біологічних препаратів у технології вирощування сої.

Також варто зауважити, що матеріал першого розділу повноцінно доповнила інформація про валові збори зерна сої в останні роки, прибавка врожайності від впровадження досліджуваних чинників, об'єми експорту на зовнішні ринки, складності логістики в умовах війни та частка внутрішнього споживання.

У **другому розділі «Умови та методи досліджень»** (С. 58-73) охарактеризовано ґрунтові-кліматичні умови місця проведення досліджень, проаналізовано показники погодних умов за період вегетації сої. Досліджувався вплив різних варіантів удобрення, передпосівне оброблення насіння біологічним препаратом Мікофренд та фунгіцидом Вайбранс, а також підживлення рослин органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя. Наведено характеристику сорту Муза та препаратів, що входили в програму досліджень, методи аналізу отриманих результатів.

У третьому розділі «Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від технологічних прийомів вирощування» (С. 74-105) наведено показники тривалості міжфазних періодів та вегетації сої в роки досліджень, динаміку формування висоти рослин, наростання надземної маси рослин та маси коренів, а також накопичення сухої маси. Встановлено, що гідротермічні умови мають значний вплив на проходження міжфазних періодів і тривалість вегетації сої. За використання кореляційного аналізу підтверджено залежності між гідротермічними параметрами та тривалістю міжфазних періодів сої та встановлено силу впливу факторів залежно від погодних умов. В умовах змін клімату, які відбуваються, оптимальною вважається адаптивна технологія вирощування сої, яка передбачає внесення мінеральних добрив, сівбу насінням, обробленим мікоризоутворюючим біопрепаратом і протруйником, а також позакореневі підживлення рослин органо-мінеральним добривом у критичні періоди її росту та розвитку, що стимулює ріст рослин, наростання надземної маси та накопичення сухої маси рослинами. Внесення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$, передпосівне оброблення насіння мікоризоутворюючим біопрепаратом та протруйником, позакореневим підживленням органо-мінеральним добривом (у фазі бутонізації або цвітіння) забезпечує у фазі наливу бобів збільшення висоти рослин до 104,6–111,9 см та збільшення в середньому в 1,2 рази проти абсолютного контролю формування надземної маси до рівні 113,4–115,0 г/рослину та накопичення сухої маси – до 25,9–27,4 г/рослину. За внесення $N_{45}P_{45}K_{60}$, у фазі наливу бобів відмічали збільшення висоти рослин до 108,1–112,3 см, формування надземної маси на рівні 116,4–118,0 г/рослину та накопичення сухої маси 26,8–29,2 г/рослину.

У четвертому розділі «Фотосинтетична діяльність посівів сої залежно від удобрення та передпосівного оброблення насіння» (С. 106-129) наведено показники формування рослинами сої площі листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність посівів та динаміка їх показників. Встановлено, що найвищі значення показника

індексу листової поверхні сої у фазі наливу бобів 9,76–10,02 м²/м² відмічали у варіантах, які передбачали внесення N₁₅P₄₅K₆₀+N₃₀ (у фазі бутонізації), передпосівне оброблення насіння мікоризоутворювачем та протруйником, а також позакореневе підживлення рослин. При цьому найвищий рівень врожайності насіння сої був у варіантах з індексом листової поверхні на рівні 9,81 і 9,76 м²/м² і площею листової поверхні 1662,7 і 1682,8 см²/рослину відповідно за внесення N₁₅P₄₅K₆₀+N₃₀, передпосівного оброблення насіння мікоризоутворювачем та протруйником та позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування та бутонізації. Передпосівна обробка насіння мікоризоутворювачем і протруйником та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом на фоні внесення N₄₅P₄₅K₆₀ забезпечило найвищий фотосинтетичний потенціал посівів у міжфазний період «1-ий трійчастий листок – бутонізація» і «бутонізація – цвітіння» з перевищенням абсолютного контролю в 1,7 і 2,0 рази, у міжфазний період «цвітіння – налив бобів» на фоні внесення N₁₅P₄₅K₆₀+ N₃₀ – в 1,7 рази. Найвищі показники чистої продуктивності у досліді у міжфазні періоди «1-ий трійчастий листок – бутонізація» та «бутонізація – цвітіння» формувалися за внесення N₄₅P₄₅K₆₀ - 4,52–6,21 г/м²×добу і 8,52–11,28 г/м²×добу. У варіантах, які передбачали перенесення частини норми азотних добрив у підживлення (N₁₅P₄₅K₆₀+N₃₀), найвищими показники були у міжфазний період «цвітіння – налив бобів» – 5,60–6,43 г/м²×добу, що свідчить про подовження періоду функціонування листового апарату рослин.

У п'ятому розділі «Симбіотична діяльність рослин і посівів сої за різних варіантів технології вирощування» (С. 130-153) наведені показники нодуляційної активності рослин сої в динаміці, загальний та активний симбіотичний потенціал. Показано, що процес бульбочкоутворення на кореневій системі рослин сої тривав до фази наливу бобів, досягаючи максимуму 37,4–49,1 шт./рослину. Найбільш сприятливі умови для формування симбіотичного апарату сої сорту Муза впродовж вегетації були

за передпосівного оброблення насіння у поєднанні з позакореневим підживленням рослин органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у фазі бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$, що забезпечило у фазі наливу бобів утворення на корінні бульбочок у кількості 48,6 шт./рослину масою 23,10 г/10 рослинах, серед яких кількість активних бульбочок становила 47,9 шт./рослину із масою 22,96 г/10 рослинах. Маса бульбочок у перерахунку на 1 га посівів сої була в 3,2 рази більшою, ніж в абсолютному контролі і становила 1339,8 кг і 1331,7 кг відповідно. Встановлено, що найвищі показники загального ($13592,7 \text{ кг} \times \text{діб/га}$) та активного ($13430,8 \text{ кг} \times \text{діб/га}$) симбіотичного потенціалу сої у міжфазний період «цвітіння – налив бобів» були на фоні удобрення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ та застосування позакореневого підживлення рослин органо-мінеральним добривом у фазі бутонізації із перевагою над абсолютним контролем відповідно на $9062,1$ і $8956,0 \text{ кг} \times \text{діб/га}$, або в 3 рази. Це забезпечило фіксацію біологічного азоту на рівні $81,16 \text{ кг/га}$, що було на $52,13 \text{ кг/га}$ або в 2,8 рази більше, ніж в абсолютному контролі.

У шостому розділі «Урожайність та якість насіння сої залежно від моделей технології вирощування» (С. 154-179) подано структуру продуктивності рослин сої, висоту прикріплення нижніх бобів, урожайність та показники якості насіння залежно від досліджуваних факторів. Встановлено, що досліджувані фактори сприяли зростанню кількості бобів на рослині – до 36,5–44,0 штук, кількості насінин у бобі – до 2,2 штук, насінин з однієї рослини – до 76,0–98,4 штук, маси насіння з однієї рослини – до 14,5–20,3 г, маса 1000 насінин – до 192,4 г. Внесення мінеральних добрив $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ і $N_{45}P_{45}K_{60}$ сприяло зростанню кількості бобів на рослині на 11–12% та кількості насінин у бобі до рівня 2,3–2,4 шт. та знижувало відсоток назавязаних бобів (4,7–5,1%), що дало змогу підвищити врожайність сої до 3,22–3,24 т/га (на 8,1–8,7%) та отримати приріст врожаю насіння за внесення $N_{45}P_{45}K_{60}$ – 0,24 т/га, $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ – 0,26 т/га. Передпосівне оброблення насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд, як окремо,

так і в поєднанні з протруювачем Вайбранс підвищувало врожайність сої до 3,06–3,11 т/га (на 2,7–4,4%) на фоні без добрив і до 3,26–3,47 т/га (на 9,4–16,4%) – за внесення мінеральних добрив. Найвищий приріст урожаю насіння сої від передпосівного оброблення насіння отримано на фоні удобрення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$, що становило за оброблення насіння біопрепаратом Мікофренд 0,4 т/га (або 13,4% до абсолютного контролю), за поєднання біопрепарату Мікофренд і протруювача Вайбранс – 0,49 т/га (або 16,4%). Підживлення рослин сої органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя було у фазі гілкування і бутонізації на фоні удобрення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ підвищувало врожайність до 3,67 і 3,74 т/га (на 23,2% і 25,5% відповідно), а приріст врожаю до абсолютного контролю склав 0,69 т/га і 0,76 т/га. Підживлення у фазі цвітіння забезпечило врожайність насіння сої на рівні 3,62 т/га з приростом врожаю 0,64 т/га.

Встановлено, що за сумарним показником інтенсивності накопичення протеїну і олії в насінні сої найвищі значення отримано за вирощування сої на фоні внесення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ з обробленням насіння мікоризоутворювачем і протруювачем та позакореневим підживленням рослин органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у фазі гілкування і бутонізації. Позакореневе підживлення у фазі гілкування на фоні внесення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ підвищує інтенсивність сумарного накопичення протеїну і олії в насінні на 22,0%, у фазі бутонізації – на 23,6%, що збільшує відповідно показник до рівня 19,37 і 19,63 кг/га за добу за його значення в абсолютному контролі 15,88 кг/га за добу.

У цьому розділі «Економічна та біоенергетична ефективність вирощування сої за різних моделей технології вирощування» (С. 180-197) наведені показники економічної та енергетичної оцінки досліджуваних моделей технології вирощування культури. За більшістю показників економічної ефективності перевага належить технології вирощування, яка передбачає вирощування сої сорту Муза на фоні удобрення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ із передпосівним обробленням насіння мікоризоутворюючим препаратом та

протруйником, проведенням позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом у фазі бутонізації, оскільки забезпечує зростання рівня рентабельності виробництва на 13,3%, прибутку на 19,4%, вартості вирощеного врожаю на 15,4% та зниження собівартості 1 тонни насіння на 8,8%. Найбільш ефективним за біоенергетичними показниками було вирощування сої сорту Муза із передпосівним обробленням насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд у поєднанні з протруйником Вайбранс та проведенням позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у фазі бутонізації на фоні удобрення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ та $N_{45}P_{45}K_{60}$, що за збільшення сукупних витрат на 13,0–13,5% забезпечило підвищення накопичення енергії в урожаї на 13,4–15,4% та K_{ee} 3,93.

Загальні висновки та рекомендації виробництву (С. 198-203) відповідають змісту дисертаційної роботи, містять обґрунтування автором оптимізації елементів технології вирощування сої в умовах змін клімату в Правобережному Лісостепу.

Позакореневе підживлення рослин сої органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у фазі гілкування і бутонізації на фоні удобрення $N_{15}P_{45}K_{60}+N_{30}$ та передпосівного оброблення насіння підвищувало врожайність до 3,67 і 3,74 т/га (на 23,2% і 25,5% відповідно) та дало змогу отримати приріст врожаю до абсолютного контролю 0,69 т/га і 0,76 т/га. Підживлення рослин у фазі цвітіння забезпечило врожайність насіння сої на рівні 3,62 т/га з приростом врожаю 0,64 т/га.

Список використаних джерел містить 307 наукових праць вітчизняних та зарубіжних учених (із них 151 – латиницею) щодо значення культури у сучасному вітчизняному агровиробництві та технології її вирощування. Оформлений згідно вимог ДСТУ.

Ступінь обґрунтованості наукових досліджень. Наукові положення, висновки і пропозиції виробництву обґрунтовані та достовірні. Одержані результати досліджень мають наукову новизну, висновки важливі для науки і практики, експериментально підтверджені та впроваджені у виробництво.

Елементи наукової новизни слід оцінювати як реальний внесок у поглиблення та розширення сучасних наукових знань у рослинництві в умовах зміни клімату.

Дискусійні положення дисертаційної роботи. Загалом позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Грицюка Ярослава Васильовича необхідно відмітити наступні зауваження, що потребують пояснення автора в формі дискусії та висловити побажання в подальшій науковій роботі.

1. В завданні та практичному значенні роботи автор веде мову про удосконалення технології вирощування сої, хоча в темі дисертації та експериментах проводиться оптимізація технології вирощування сої.

2. В огляді літературних джерел варто згадати про українських і зарубіжних вчених та наукові установи, які займалися та займаються живленням рослин сої, розробкою та застосуванням біопрепаратів та регуляторів стресу в умовах зміни клімату, що є актуальним сьогодні. Також актуальною була б інформація про валові збори зерна сої в останні роки, прибавка врожайності від впровадження досліджуваних чинників, об'єми експорту на зовнішні ринки та частка внутрішнього споживання.

3. У розділі 2 «Умови та методи досліджень» наведена схема польового досліду, яка потребує детальнішого обґрунтування. В описі сорту сої Муза є посилання на додаток А.1, який без назви, і незрозуміло для чого подається автором. Доречно подати інформацію з «Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні», або копію авторського свідоцтва на сорт.

4. У розділі 3 наведена інформація потребує встановлення рівня впливу і залежності від досліджуваних факторів.

5. У розділі 4 для повного аналізу фотосинтетичної діяльності посівів сої від досліджуваних факторів варто було б відобразити також показники нагромадження сухої речовини, транспіраційний коефіцієнт та коефіцієнт використання ФАР.

6. Оскільки одним з факторів було оброблення насіння біопрепаратом Мікофренд, створеного на основі мікоризоутворюючих грибів *Glomus VS* та *Trichoderma harzianum* логічним було б у розділі 5 показати активність утворення мікоризи як головного чинника, лише потім – нодуляційна здатність бульбочкових бактерій та формування симбіотичних систем. Пояснення потребують максимальні значення симбіотичного потенціалу за внесення мінеральних добрив, оскільки наявність азоту пригнічує діяльність мікроорганізмів.

7. У тексті зустрічаються невдалі вирази та неточності, такі як: «вміст олії в насінні», а не зерні; «залежно від технології», «моделі технології» а вивчали елементи технології та інші. Аргументів і пояснення потребують частки впливу досліджуваних факторів та їх взаємозв'язок.

8. При застосуванні добрив і препаратів доречно було б показати їх окупність мінеральних добрив зерном та ефективність сумісного застосування.

9. У розділі 7 незрозумілим залишається проведення автором кореляційного аналізу показників економічної ефективності технології вирощування сої. Таблиця 7.4 незрозуміла і важко сприймається.

10. В програмі досліджень вивчаються для сорту сої Муза такі фактори як: удобрення, обробка насіння біопрепаратом і протруйником та підживлення, як вони поєднуються між собою і якими аргументами керувались при виборі факторів.

Вказані зауваження не знижують наукового і практичного значення представленої дисертаційної роботи.

Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам. Виходячи з актуальності досліджень, їх новизни, обґрунтованості та достовірності, а також практичної цінності сформульованих положень і висновків, кількості опублікованих праць, вважаю, що дисертаційна робота Грицюка Ярослава Васильовича «Оптимізація процесів формування продуктивності сої у технології вирощування в правобережному Лісостепу»

повною мірою відповідає Постанові Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» щодо здобуття наукового ступеня доктора філософії та вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальності 201 – Агрономія, галузь знань 20 – Аграрні науки і продовольство.

Офіційний опонент,
Професор кафедри рослинництва
Національного університету біоресурсів
і природокористування України,
доктор с.-г. наук, доцент

Олег ОБЧАРУК