

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата сільськогосподарських наук, старшого дослідника Цимбала Ярослава Станіславовича на дисертаційну роботу **Гордієнка Миколи Віталійовича «Оптимізація процесів формування продуктивності проса у технології вирощування в Правобережному Лісостепу»** представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – «Агрономія», галузь знань 20 – «Аграрні науки і продовольство».

Просо посівне є цінною харчовою культурою, яка використовується для дієтичного харчування та відновлення у період реабілітації у військовий період. Зерно проса також є незамінною кормовою культурою, а також стратегічною в питанні продовольчої безпеки країни. Просо вважається нішевою культурою переважно внутрішнього попиту. Потенціал продуктивності сортів проса посівного в Україні складає 10–12 т/га, проте середня урожайність впродовж останніх 5 років варіює від 1,61 до 2,35 т/га. Тому, одним із найважливіших завдань аграрної науки є максимальне зменшення такого розриву, особливо зважаючи на суттєві кліматичні зміни, які відбуваються.

Нетипові гідротермічні умови, які відмічаємо, не відповідають біологічним вимогам культури, істотно змінюють порядок та інтенсивність проходження біохімічних процесів у рослині. Відхилення від середніх багаторічних показників кількості опадів і середньодобової температури повітря, варіабельність кліматичних умов у межах років, а також все частіші прояви екстремальних погодних явищ у критичні періоди онтогенезу, що викликає стресовий стан у рослин, спричиняють зміни інтенсивності та напрямку перебігу фізіологічних процесів, від яких залежить формування кінцевої продуктивності культур.

Адаптація технології вирощування проса до змін клімату шляхом використання біологічних препаратів, стимуляторів росту рослин, необхідних органо-мінеральних добрив у критичні періоди розвитку культури дозволять не лише більшою мірою забезпечити потреби рослин у життєво необхідних чинниках, але й раціонально використати ресурси, отримуючи при цьому стабільний врожай зерна та високу економічну ефективність виробництва.

Проведені дослідження у цьому напрямі сприяють поглибленню наукових основ формування продуктивності проса, мають теоретичне значення для аграрної науки. Практичну цінність мають розроблені та удосконалені елементи технології вирощування, забезпечуючи підвищення врожайності культури та валових зборів зерна.

Наукова новизна одержаних результатів. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому, ґрунтуючись на аналізі та узагальненні отриманих результатів, оцінено вплив доз мінеральних добрив, передпосівного оброблення насіння комплексним бактеріальним препаратом і підживлення рослин органо-мінеральним добривом у критичні періоди росту та розвитку рослин проса посівного на морфометричні показники, фотосинтетичний потенціал та продуктивність в умовах Правобережного Лісостепу України.

Вперше:

- встановлено залежність тривалості міжфазних періодів та періоду вегетації рослин проса посівного сорту Заповітне від погодних чинників у роки досліджень в умовах Правобережного Лісостепу;

- визначено вплив досліджуваних агрозаходів технології вирощування проса та погодних умов на особливості функціонування листкового апарату, накопичення вегетативної маси та сухої речовини упродовж періоду вегетації;

- з'ясовано особливості формування морфометричних показників рослин проса за поєднання в технології вирощування мінеральних добрив, передпосівного оброблення насіння бактеріальним препаратом та підживлення рослин у критичні періоди розвитку органо-мінеральним добривом;

- встановлено залежність рівня врожайності та якості зерна проса від поєднання в технології вирощування мінерального удобрення, передпосівного оброблення насіння бактеріальним препаратом, позакореневого підживлення рослин органо-мінеральним добривом та погодних умов років досліджень;

- завдяки функціональній діагностиці визначено реакцію хлоропластів на вміст у розчині та забезпечення рослин, залежно від варіантів удобрення, 14 макро- та мікроелементами, необхідних для росту та розвитку культури;

- за результатами економічної та біоенергетичної оцінки визначено найефективніші елементи технології вирощування проса, зроблені рекомендації виробництву.

Удосконалено технологію вирощування проса посівного в умовах Правобережного Лісостепу України, що передбачає внесення мінеральних добрив, проведення передпосівної бактеризації насіння та позакореневого підживлення рослин органо-мінеральним добривом у фазі кушіння, забезпечує її високу економічну та енергетичну ефективність.

Одержали подальший розвиток наукові положення щодо біологічних реакцій рослин проса залежно від доз мінеральних добрив, оброблення насіння комплексним біологічним препаратом та позакореневого їх підживлення органо-мінеральним добривом як окремих факторів, так і їх поєднання в єдиному

Практичне значення одержаних результатів. На основі встановлених закономірностей формування врожайності та якості зерна удосконалено технологію вирощування проса сорту Заповітне в умовах Правобережного Лісостепу, яка передбачає внесення $N_{45}P_{60}K_{60}+N_{15}$, передпосівне оброблення насіння біопрепаратом Азогран та позакореневе підживлення рослин органо-мінеральним добривом Браман мультикомплекс у фазі кушіння, що забезпечує підвищення врожайності культури до 5,08 т/га за показника на контролі 3,37 т/га.

Розроблена технологія вирощування проса впроваджена у ФГ «Зернівка» у 2024 р. на площі 4 га і у 2025 р. – на площі 8 га. За застосування рекомендованої технології отриманий економічний ефект був на рівні 26877 грн/га у 2024 р. та 27646 грн/га у 2025 р. Також рекомендована технологія вирощування була застосована у ТОВ «Обрій», на площі 6,5 га у 2024 р. та 9,2 га у 2025 р. Вдалося отримати економічний ефект на рівні 27034 грн/га у 2024 р. та 28123 грн/га у 2025 р.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаною кваліфікаційною працею здобувача. Автором узагальнено світову та вітчизняну наукову літературу, розроблено програму наукових досліджень, особисто виконано польові та лабораторні дослідження, здійснено теоретичне обґрунтування й узагальнення експериментального матеріалу, сформульовано висновки і пропозиції виробництву, проведено їх впровадження у сільськогосподарське виробництво.

Основні результати дослідження автором опубліковано у 13 наукових працях, з яких: 4 – статті у наукових фахових виданнях України, що відносяться до категорії Б, 8 – матеріали наукових конференцій, 1 – науково-методичні рекомендації.

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота у вигляді рукопису викладена на 213 сторінках комп'ютерного тексту, що включає анотацію, вступ, сім розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаних джерел літератури складається із 256 найменувань, в тому числі – 49 латиницею, містить 26 таблиць і 19 рисунків.

У першому розділі дисертації приведений аналіз літературних джерел, показано динаміку посівних площ, значення, ботаніко-морфологічна характеристика та сучасні технології вирощування проса посівного. Показано значення мінеральних добрив і біологічних препаратів у технології вирощування культури. Обґрунтовано необхідність подальшого системного вивчення даного питання, що сприятиме удосконаленню технології вирощування культури та підвищенню її продуктивності.

У другому розділі наведена характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень, даний аналіз гідротермічних показників упродовж періоду вегетації проса у роки проведення досліджень, а також вказані об'єкти, схеми та методики проведення досліджень.

У третьому розділі наведено результати досліджень стосовно визначення польової схожості насіння та збереження рослин до повної стиглості, тривалості міжфазних періодів та періоду вегетації рослин проса залежно від погодних умов, особливості формування лінійних показників та надземної маси рослин у динаміці залежно від досліджуваних факторів. Встановлено пряму залежність тривалості періоду сівба–сходи від середньодобової температури повітря ($r=0,965$) та суми активних температур понад 10°C ($r=0,974$) і обернену залежність від кількості опадів ($r=-0,803$). Тривалість періоду вегетації демонструвала сильний зв'язок із середньодобовою температурою повітря ($r=-0,991$), кількістю опадів ($r=-0,761$) та сумою активних температур понад 10°C ($r=-0,674$). Найвищі показники висоти рослин проса впродовж періоду вегетації (133,3 см) та надземної маси (36,8 г/роsl.) формувались на варіанті зі внесенням $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ +Майстер агро що свідчить про синергетичну дію макро- та мікроелементів на ростові процеси. Варіанти з оптимізованим живленням краще утримували надземну масу на завершальних етапах вегетації, що сприяло повнішому наливу зерна та створювало передумови для формування вищої врожайності культури.

У четвертому розділі наведено динаміку формування та функціонування листового апарату рослин проса, фотосинтетичного потенціалу посіву та чистої

продуктивності фотосинтезу посіву, а також накопичення сухої маси рослинами залежно від варіанту удобрення й передпосівного оброблення насіння.

На варіанті, який передбачав внесення $N_{45}P_{60}K_{60}+N_{15}$, сівбу насінням, обробленим біопрепаратом Азогран та позакореневе підживлення рослин органо-мінеральним добривом Браман мультикомплекс у фазі кушіння і сформував максимальну врожайність у середньому за роки досліджень, індекс листової поверхні становив $7,60 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Максимальні значення ФПП були у міжфазний період наливу зерна- дозрівання на варіантах із застосуванням $N_{60}P_{60}K_{60}+\text{Майстер}$ агро за передпосівного оброблення насіння Азогран та проведення позакореневого підживлення Браман мультикомплекс у фазу викидання волоті $1,59 \text{ млн м}^2/\text{га} \times \text{діб}$. Найвищий показник ЧПФ – $9,2 \text{ г}/\text{м}^2$ за добу – зафіксовано на варіанті з внесенням $N_{45}P_{60}K_{60}+N_{15}$, передпосівним обробленням насіння біопрепаратом Азогран та позакореневим підживленням Браман мультикомплекс у фазі кушіння.

У п'ятому розділі наведено показники елементів структури, врожаю та якості зерна проса залежно від досліджуваних агрозаходів. Максимальну врожайність ($5,08 \text{ т}/\text{га}$ за показника на абсолютному контролі $3,37 \text{ т}/\text{га}$) отримали на варіанті, який передбачав внесення $N_{45}P_{60}K_{60}+N_{15}$, оброблення насіння біопрепаратом Азогран та позакореневе підживлення рослин органо-мінеральним добривом Браман мультикомплекс у фазі кушіння. На вказаному варіанті сформувалась довжина волоті на рівні $29,8 \text{ см}$ масою $6,66 \text{ г}$, з кількістю гілочок першого $16,2 \text{ шт.}$ та другого порядку – $89,1 \text{ шт.}$, кількістю зерен у волоті – 624 штуки , та масою зерна у волоті $6,01 \text{ г}$. На абсолютному контролі (з урожайністю $3,37 \text{ т}/\text{га}$) рослини формували волоть з довжиною $26,0 \text{ см}$, масою $4,92 \text{ г}$, кількістю гілочок першого $13,1 \text{ шт.}$ та другого порядку $64,7 \text{ шт.}$, кількістю зерен у волоті становила 410 штук та масою зерна у волоті $3,28 \text{ г}$.

У шостому розділі наведено показники фотометричних вимірювань реакції хлоропластів проса на 14 елементів живлення у критичні фази росту та розвитку рослин. Виявлено, що для рослин проса більш визначальним є забезпечення оптимального живлення у період викидання волоті. Фаза стеблування є не настільки критичною у плані впливу живлення на кінцеву продуктивність рослин. Найкращою системою удобрення виявилось роздрібне внесення азотних добрив ($45 \text{ кг}/\text{га}$ д. р. в основне удобрення та $15 \text{ кг}/\text{га}$ д. р. у підживлення в фазі стеблування) на фоні $P_{60}K_{60}$. Позакореневе підживлення органо-мінеральним добривом Браман мультикомплекс позитивно впливало на збалансування живлення рослин макро- і мікроелементами, оскільки на всіх варіантах його використання значною мірою врівноважувало співвідношення елементів живлення у рослині, що є важливим фактором у формуванні продуктивності рослин.

У сьомому розділі наведена економічна та біоенергетична ефективність вирощування проса за різних моделей технології вирощування. Отримані результати показали, що за вирощування проса посівного економічно та енергетично вигідним є варіант технології вирощування, який передбачає внесення $N_{45}P_{60}K_{60}+N_{15}$, сівбу насінням, обробленим біопрепаратом Азогран та позакореневе підживлення рослин органо-мінеральним добривом Браман мультикомплекс у фазі кушіння, забезпечує отримання прибутку $37580 \text{ грн}/\text{га}$ за

рівня рентабельності 145 % та вихід енергії з урожаєм 83566 МД/га, витрати енергії на вирощування 1 т зерна 3870 МДж за К_е 4,26.

На основі проведеної кропіткої роботи автор сформулював аргументовані висновки, які повністю узгоджуються з його попередніми висновками. Висновки є глибокими та детальними. Це вказує на науковий професіоналізм автора.

Поряд із загальною позитивною оцінкою дисертаційної роботи Миколи Віталійовича Гордієнка вважаю за доцільне вказати на деякі зауваження та побажання:

1. У таблиці 3.1. показана польова схожість проса посівного, яка у досліді варіює у середньому за роки досліджень від 56,6 до 66,0 %. Чим ви можете пояснити відносно не високий відсоток польової схожості, адже агротехнічні заходи на дослідному полі були проведені своєчасно та на високому рівні.

2. Автор стверджує, що останніми роками відбувається настання ранньої весни, але у 2024 і 2025 рр., особливо 2025 р. (роки, коли проводилися дослідження) весна була максимально холодною. Потрібно відредагувати відповідні твердження;

3. В дисертаційній роботі автором вказується, що просо може бути як післяукісною, так і післяжнивною культурою. На думку рецензента це не зовсім вірне твердження, адже попередником проса була пшениця озима, яку як відомо збирають у липні-серпні місяці, а період його вегетації, згідно результатів дослідження дисертанта, становить 80–94 доби. Також у цей період не завжди є достатня кількість продуктивної вологи, а просо, як відомо є чутливою культурою щодо вологозапасів на перших етапах росту й розвитку.

4. У 3, 4 і 5 розділах дисертаційної роботи приведений аналіз отриманих результатів, усереднених за роки проведення досліджень, але при цьому відсутній аналіз за роками досліджень, що не дає чіткої картини впливу погодних умов на процеси росту, розвитку та формування продуктивності проса.

5. Автором встановлено, що максимальну врожайність проса (5,08 т/га) забезпечило поєднання роздрібного внесення азотних добрив, бактеризації насіння та позакореневого підживлення. Проте у роботі недостатньо проаналізовано внесок кожного окремого елемента технології вирощування у загальний приріст врожайності. Такий аналіз дозволив би визначити, який із досліджуваних факторів був визначальним, а який лише підсилював ефект інших прийомів.

6. Розділ 6 (Забезпечення рослин проса елементами живлення залежно від технології вирощування) містить результати визначених показників реакції хлоропластів на елементи живлення лише від варіантів мінерального удобрення та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом. Такий елемент технології вирощування, як передпосівне оброблення насіння біологічним препаратом не висвітлений у представлених результатах.

7. Аналіз економічної ефективності показав, що найбільш прибутковим був варіант із комплексним застосуванням добрив та біопрепарату, однак недостатньо розглянуто чутливість економічних показників до можливих змін вартості добрив, біологічних препаратів та реалізаційної ціни зерна проса.

8. У загальних висновках роботи бажано було б додати пункт про вплив

погодних умов на отриманні результати за роками досліджень.

9. Дисертаційна робота не позбавлена помилок і невдалих виразів, зокрема: с. 31... проса є наливання і дозрівання насіння; с. 70 ... польової схожості насіння – на на 10–15 %, тощо, про що відмічено на полях.

В цілому вказані зауваження не знижують високого наукового і практичного значення представленої дисертаційної роботи.

Загальний висновок. Вважаю, що дисертаційна робота Гордієнка Миколи Віталійовича «Оптимізація процесів формування продуктивності проса у технології вирощування в Правобережному Лісостепу» виконана із застосуванням сучасних методів досліджень, має сформовану наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, характеризується можливістю впровадження результатів наукового дослідження у виробництво. Зміст дисертації відповідає меті та поставленим завданням і повністю розкриває тему, за якою виконувалася робота. За змістом і оформленням дисертація відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 261 від 23 березня 2016 року (із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 283 від 03 квітня 2019 року, № 502 від 19 травня 2023 року та № 507 від 03 травня 2024 року), наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 759 від 31 травня 2019 року) і 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 № 44 від 12 січня 2022 року (із змінами, внесеними згідно з постановами Кабінету Міністрів України № 341 від 21 березня 2022 року, № 502 від 19 травня 2023 року та № 507 від 03 травня 2024 року), а її автор Микола Гордієнко заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» галузі знань 20 – «Аграрні науки і продовольство».

Завідувач відділу сівозмін і землеробства
на меліорованих землях Національного
наукового центру «Інститут землеробства
Національної академії аграрних наук України»,
кандидат сільськогосподарських наук,
старший дослідник



Ярослав ЦИМБАЛ

Підпис Ярослава ЦИМБАЛА засвідчую:
учений секретар Національного наукового
центру «Інститут землеробства Національної
академії аграрних наук України»,
кандидат сільськогосподарських наук,
старший дослідник



Ірина КОНДРАТЮК