

ВІДГУК

**офіційного опонента Рудавської Наталії Миколаївни
на дисертаційну роботу Коцюби Богдана Ігоровича
«Оптимізація системи азотного удобрення сої з використанням інгібітора
нітрифікації та інокуляції насіння в умовах Малого Полісся»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 20 «Аграрні науки
та продовольство» за спеціальністю 201 «Агрономія»**

1. Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження та її зв'язок із планами і напрямками науково-дослідних робіт наукових установ і організацій, державними і галузевими науковими програмами.

Сою, як джерело азоту, культивували в усьому світі з давніх часів через високий вміст білків та ліпідів. Це одна із найважливіших сільськогосподарських культур. Прогнозують, що у 2025 році світове виробництво зерна сої досягне пон ад 420 мільйонів тонн. Азотні добрива відіграють важливу роль у підтриманні потреби зернових бобових культур у поживних речовинах і є основним джерелом живлення для утворення білків та перетворення енергії. Проте, застосування хімічних азотних добрив під бобові зазвичай пригнічує утворення бульбочок і фіксацію азоту. Нітрат у прямому контакті з вузликовою частиною коренів спричиняє серйозне пригнічення росту бульбочок та фіксації азоту, хоча вплив застосування нітратів на віддалену частину бульбочок не має ефекту або є незначним. Водночас, на перший план сьогодні виступають проблеми збереження родючості ґрунтів України та охорони природного середовища в час, коли динамічно змінюється мезоклімат аграрних природних зон України. Добре відомо, що вирощування сої покращує родючість ґрунту. Бульбочки утворюються рослиною сої, а атмосферний азот фіксується азотфіксуючими бактеріями в коренях-бульбочках. Вирішення проблеми оптимального азотного живлення сої залежить від вибору правильної системи удобрення рослин за різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Дослідження за тематикою дисертаційної роботи проводили відповідно до планів науково-дослідної роботи факультету агротехнологій та екології Львівського національного університету природокористування за темою «Розробити екобезпечні прийоми удосконалення технологій вирощування культур, що забезпечують оптимальний врожай та відтворення родючості ґрунтів в умовах зміни мезоклімату в Західній Україні» (2021–2025 рр., № ДР 0121U001253).

2. Ступінь обґрунтованості положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і наукова новизна.

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, забезпечені:

- комплексним плануванням та аналізом наукових підходів до азотного удобрення сої в умовах Малого Полісся України;

- охопленням та узагальненням літературних джерел – 275 найменувань (із них 178 – латиницею), що стали основою обґрунтування наукових положень, висновків та рекомендацій;

- вмілим використанням сучасних методів наукових досліджень, моделювання та інтерпретації даних, зокрема для графічного моделювання точності досліджень та спостережень;

- комплексним аналізом значного масиву вихідної інформації, що створило можливість достатнього обґрунтування висновків та рекомендацій.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що:

- обґрунтовано багатоваріантну систему азотного удобрення сої, яка передбачає внесення в 1-2 прийоми різних форм мінеральних добрив, інгібітора нітрифікації N-Lock™, азотфіксувального інокулянта ХайКот Супер Соя та фосформобілізаційного інокулянта Райс Пі, які у різних комбінаціях забезпечили найвищу врожайність культури;

- доведена перевага застосування перед сівбою сої норми азоту N_{30} у формі сульфату амонію за осіннього внесення $P_{60}K_{60}$ та ефективність використання інгібітора нітрифікації (особливо у разі підживлення культури у фазі бутонізації), а в підсумку вони забезпечують врожай зерна 3,90 т/га у середньому за три роки;

- з'ясовано закономірності формування якості зерна сої за поєднання сульфатної форми азоту N_{30} на фоні $P_{60}K_{60}$ та інгібітора нітратів, що сприяють формуванню співвідношення протеїнів, жирів та клітковини 37,2 – 20,1 – 4,6%. За поєднання N_{30} на фоні $P_{60}K_{60}$ з мікробними інокулянтами ХайКот Супер Соя і Райс Пі це співвідношення поліпшувалося за рахунок зменшення часток клітковини та вологи і становило 38,6 – 20,3 – 8,1%;

- а також удосконалення та розвитком різних аспектів тематики.

3. Значущість дослідження для науки і практики та шляхи його використання.

Теоретичне значення дисертаційного дослідження І. Б. Коцюби полягає в тому, що матеріали нових дисертаційних результатів повністю влилися у програми таких дисциплін «Системи удобрення польових культур», «Рослинництво», «Аналітичний агрохімсервіс та управління якістю ґрунтів» та «Екологічні основи застосування добрив і моніторинг родючості ґрунтів» на профільних кафедрах Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Також результати дисертаційного дослідження є цінними для практики, оскільки дозволили:

- з метою збільшення врожайності сої та підвищення віддачі мінеральних добрив на дерновому глейовому легкосуглинковому ґрунті внести під оранку $P_{60}K_{60}$, перед сівбою сульфат амонію в нормі N_{30} та обробити насіння інокулянтами ХайКот Супер Соя (БАСФ) та Райс Пі (Агрітема) та отримати за цих технологічних заходів прибавку врожаю сої 0,37 т/га, максимальну білковість зерна 38,1% та умовно чистий прибуток 6100 грн/га порівняно з традиційною системою удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$. Це забезпечило сукупний прибуток на площі 48 га 292800 грн.

- за дробного внесення азотного добрива (N_{30} перед сівбою + N_{30} у фазі бутонізації) на площі 27 га та внесення перед сівбою препарату N-Lock™ (1,7 л/га) для пролонгації періоду утворення нітратів на початку вегетації сої отримати прибавку врожаю 0,31 т/га. Це забезпечило чистий прибуток 2200 грн/га, порівняно з фоном удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, та сукупний прибуток з усієї площі 59400 грн.

Практичну цінність результатів дисертаційної роботи Б. І. Коцюби підтверджують акти про впровадження результатів наукових досліджень у виробництво ПАФ ім. М. Шашкевича у Львівській області та в навчальний процес ЛНУВМіБТ імені С. З. Гжицького.

4. Оцінка змісту, стилю та мови дисертаційної роботи, її завершеності та оформлення.

Зміст роботи конструктивно досконалий і відповідає поставленим завданням. В анотації (українською та англійською мовами) подано основні положення дисертаційної роботи, які відповідають змісту виконаних досліджень.

Вступ містить всі необхідні рубрики, передбачені вимогами до дисертаційних робіт: актуальність теми; зв'язок з науковими програмами, планами, темами; мета і завдання дослідження; об'єкт і предмет дослідження; методи дослідження; наукова новизна та практичне значення отриманих результатів; особистий внесок здобувача; апробацію результатів досліджень; публікації.

Перший розділ дисертаційної роботи, має 4 підрозділи. У першому із них дисертант аналізує наукові відомості про роль азоту у живленні сої на різних ґрунтах та у різних умовах гідротермічного режиму. Азотні сполуки у ґрунтах та запаси доступних форм азоту для ґрунтового живлення рослин описані в другому підрозділі. У третьому підрозділі описаний досвід застосування сучасних синтетичних інгібіторів, а в останньому – застосування азотних і фосфорних інокулянтів для покращення мінерального живлення сої. Автор

резюмує, що немає даних про ефективність зазначених прийомів технології у Західному Поліссі Львівщини.

Другий розділ дисертаційної роботи повністю описує схему та об'єкти досліджень. Детально описано оригінальний ґрунтовий розріз дернового глейового легкосуглинкового ґрунту та конспективно подані методи визначення поживного режиму ґрунту, наводиться розрахунок інтенсивності річних потоків емісії закису азоту з ґрунту. Для оцінки достовірності результатів досліджень автором застосовано різні статистичні методи аналізу та моделювання.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи досліджено вплив системи мінерального удобрення сої на вміст рухомого фосфору та обмінного калію, вплив доз азотного мінерального удобрення та інокуляції насіння на формування ресурсу доступних форм азоту в ґрунті, зміни вмісту нітратів, зміна кислотності ґрунту під впливом систем удобрення сої, закономірності кореляцій параметрів азотного режиму ґрунту залежно від норм удобрення та застосування нітрапірину. Розділ завершується висновками. Діаграми, що відображають зміни показників у розділі 3 доцільно доповнити планками похибок, які би дозволили візуалізувати достовірність відмінностей між величинами.

У *четвертому розділі* представлено результати дослідження фенологічних особливостей формування продуктивності рослин сої під впливом удобрення, нітрапірину та інокуляції насіння. Даний розділ має 6 підрозділів. Проаналізовані температурний і вологісний режим у 2022-2024 роки росту сої, фенологічний розвиток сої, біоморфометричні показники сої залежно від удобрення, стабілізації азоту та інокуляції насіння, вегетаційна динаміка маси бульбочок сої залежно від систем удобрення та інокуляції, формування бобів та озерненість сої залежно від систем удобрення, стан асиміляційного апарату сої і дана загальна оцінка посівів. Дуже детально проаналізована ретроспектива кліматичних змін, проте автор зібрав замало даних для з'ясування мінливості фотооптичних властивостей асиміляційного апарату сої за різних гідротермічних умов вегетації. Немає відповіді на питання, чи надійність Yara N-Tester™ однакова за різних умов вегетації сої.

П'ятий розділ містить аналіз врожайності сої, що формувалася під впливом погодних умов, системи удобрення, дії нітрапірину та інокулянтів. Статистично доведена і графічно добре відображена синергія норм азотного удобрення та нагромадження ресурсів його доступних форм у впливі на врожай зерна. Показано, що збільшення норми азоту від нуля до 60 кг/га д. р. і зменшення вмісту нітратів у зоні кореневої системи до збирання зумовлюють найвищий рівень врожаю зерна. Норми азоту, дія інгібітора нітратоутворення і

концентрації нітратів у ґрунті від сходів до збирання мали позитивних вплив на врожай сої. Підвищений вміст нітратного азоту в орному шарі у фазі сходів та мінімізований в час збирання забезпечує найвищий врожай сої.

У *шостому розділі* представлено результати біохімічних показників якості зерна сої залежно від мінерального удобрення, внесення нітрапірину та використання інокулянтів. Автором показано, що за трирічного середнього врожаю зерна в діапазоні 2,81-3,95 т/га в умовах Малого Полісся можна збирати від 0,87 до 1,58 т/га сирого протеїну та від 0,52 до 0,83 т/га сирого жиру, залежно від сприятливості умов вегетації. Збір 1,58 т/га сирого протеїну забезпечила система удобрення фон $P_{60}K_{60}$ (під оранку) + N_{30} (сульфат амонію перед сівбою) + N-мобілізуючі + P-мобілізуючі інокулянти, або те саме, тільки без P-мобілізатора, у найсприятливішому 2023 році.

У *сьомому розділі* міститься 3 підрозділи. Тут наведено експериментальні дані щодо економічних чинників вирощування сої в Малому Поліссі, економічні показники ефективності добрив, нітрапірину та інокулянтів, енергетичні переваги використання добрив, інгібітора та інокулянтів у технології вирощування сої. У висновках до розділу немає позиції автора, що економічної та агрономічної доцільності застосування азотного інокулянта і кількості азотних добрив у разі вирощування сої після сої.

Висновки і рекомендації виробництву, які розроблені дисертантом, мають відповідне обґрунтування та практичне значення й витікають зі змісту роботи.

Оформлення роботи відповідає стандартам ДАК і НАЗЯВО до дисертації доктора філософії, текст у дисертації викладений науковим стилем, робота добре ілюстрована табличним і графічними матеріалами. Таблиці та діаграми складені автором кваліфіковано на основі матеріалів власних досліджень. Висновки засвідчують виконання поставлених у вступі завдань. Дисертація є завершеним науковим дослідженням.

5. Дискусійні положення, зауваження та пропозиції.

Дисертаційна робота містить певні неточності та помилки, які потребує виправлення.

1. У тексті розділів немає достатнього пояснення, чому стабілізатор азоту N- Lok Макс, по-різному діє за внесення амонійної селітри та сульфату амонію на утворення нітратів, на формування бульбочок сої та на врожайність сої.

2. У дисертації немає висновку, чи може фосформобілізаційний інокулянт Райс Пі (Агрітема) бути заміною фосфорним мінеральним добривам для сої?

3. У наведених в додатку Додаток В «Рисунки і таблиці до розділу 4» за 2022 рік (рис. В 6) є великі прогалини у подобових спостереженнях, чим це можна пояснити?

4. Крім цього, у тексті є невдалі словосполучення, помилки та стилістичні неточності. Зокрема, місцями урожай слід замінити на термін урожайність і т.д., весною – навесні і т.д.

Наведені зауваження і виявлені недоліки є несуттєвими і не применшують основного доробку автора та практичну цінність дисертаційної роботи, а є для предметом загальної дискусії.

6. Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Результати досліджень, узагальнені в дисертаційній роботі, пройшли апробацію на 4 конференціях (у т.ч. – 3 міжнародних). За темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, у тому числі - 5 статей у фахових наукових виданнях України, одна стаття у міжнародному виданні, що включене до наукометричних баз Scopus і Web of Science, чотири публікації у матеріалах наукових міжнародних і вітчизняних заходів. Кількість, обсяг та зміст друкованих праць відповідають вимогам МОН України щодо публікацій.

7. Загальний висновок.

Науковий рівень дисертаційної роботи і наукових публікацій Ігоря Богдановича Коцюби (включно із дотриманням академічної доброчесності), дозволяє встановити, що набутий здобувачем рівень теоретичних знань, умінь, навичок і компетентностей відповідають вимогам третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 201 Агрономія.

Вважаю, що дисертаційна робота є самостійною і завершеною науковою працею, яка повністю відповідає Постанові Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 щодо здобуття наукового ступеня доктора філософії і вимогам до оформлення дисертації, затвердженим наказом МОН України від 12.01.2017 № 40, а її автор – Коцюба Богдан Ігорович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія, галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство.

Офіційний опонент,
кандидат сільськогосподарських наук,
старший дослідник,
зав. відділом технологій у рослинництві
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН

Наталія РУДАВСЬКА

Підпис завідувача відділу
технологій у рослинництві,
кандидата с.-г. наук Наталії РУДАВСЬКОЇ
засвідчую: вчений секретар Інституту
доктор с.-г. наук



Галина ПАНАХИД