

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Новицької Наталії Валеріївни «Наукові основи формування продуктивності культур та якості насіння в правобережному Лісостепу України»**, поданої на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09- рослинництво.

Актуальність теми. Продовольча та енергетична безпека обумовлює потребу у значному зростанні виробництва продукції рослинництва. Таке зростання в поєднанні з непрогнозованими змінами клімату можливе лише за впровадження інноваційних та адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Стрімкий розвиток галузі рослинництва в світі в ХХІ сторіччі зумовлений революційними технологічними змінами, інтелектуалізацією виробництва, небаченими темпами інновацій. Науковим основам технологій вирощування культур в Україні присвятили свої дослідження А. О. Бабич, В. Ф. Сайко, В. В. Кириченко, В. Ф. Петриченко, Д. Б. Рахметов, М. В. Роїк, А. О. Рожков та інші.

Нанотехнології – ключові технології у двадцять першому столітті, у витоків яких стояли такі вчені як Р. Фейман, Н. Танігучі, Е Дрекслер. Нанотехнології є не лише новим рішенням для сільського господарства, а й черговою «революцією» в рослинництві, адже здатні забезпечити стале виробництво продукції та зменшити ресурсні витрати. За останні роки в світі проведено значну кількість досліджень Yan A. & Chen Z., 2019; Kumar S. et al., 2018; Wong M. H. et al., 2017; Adams J., 2017; Wang P., 2016; Keller, A. A., & Lazareva A., 2014; Zhang X., Zhang J. & Zhu Y., 2010; Yousefzadeh S. & Sabaghnia N., 2016 з нанотехнологіями та їх прикладним значенням для рослинництва. В Україні у витоків досліджень ефективності нанопрепаратів у рослинництві стоїть авторський колектив вчених: С. Каленська, Н. Таран, Л. Бацманова, В. Каплуненко, В. Максін, Н. Новицька, О. Ситар, Л. Гончар, О. Щербакова, К. Лопатько. Ці дослідження є безумовно актуальними і потребують подальшого розвитку.

Базовою основою технологій вирощування сільськогосподарських культур є якісне насіння – носій генетичної інформації, запорука збереження біорізноманіття планети, продовольчої, енергетичної безпеки людства, господарської та економічної ефективності вирощування культур, експортно- та імпортоорієнтований товар зі значною часткою в світовому ринку. Актуальною проблемою для виробництва та науки є формування та збереження цінних властивостей насіння за використання класичних та інноваційних елементів технологій виробництва та зберігання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2004–2020 рр. і були складовою частиною державних наукових тематик, які виконувались в Національному університеті біоресурсів і природокористування України: «Наукове обґрунтування та розробка технологій виробництва високоякісного насіння зернових культур в Лісостепу України і методика діагностики посівних якостей насіннєвого матеріалу» (№ д.р. 0103U005376, 2003–2007 рр.); «Наукове обґрунтування формування та накопичення цінних промислових компонентів у рослинах сільськогосподарських

культур, придатних для різного цільового використання» (№ д.р. 0108U001976, 2008–2010 рр.); «Розробка теорії підвищення стійкості рослин в онтогенезі до біотичних та абіотичних факторів на основі застосування нанорозмірних біогенних металів» (№ д.р. 0108U001975, 2008–2012 рр.); «Удосконалення технології виробництва високоякісного насіння сільськогосподарських культур», (ініціативна тема, № д.р. 0109U008133, 2009–2013 рр.); «Розробка науково-обґрунтованих новітніх технологій виробництва, переробки та зберігання сировини і стандартизованої продукції рослинництва» (№ д.р.0112U002219, 2012–2014 рр.); «Наукове обґрунтування та практична реалізація біоресурсного потенціалу польових культур за зниження впливу стресових чинників довкілля» (№ д.р. 0115U003378, 2015–2016 рр.); «Управління формуванням продуктивності польових культур за поліфункціональної дії хелатних нанодобрих» (№ д.р. 0118U000310, 2018–2020 рр.).

Мета досліджень полягала у теоретичному обґрунтуванні та розробці технологічних рішень щодо вирішення проблеми виробництва продукції рослинництва, продуктивності польових культур, ефективності нанопрепаратів у технологіях вирощування, мінливості посівних і врожайних властивостей насіння залежно від біотичних та абіотичних чинників росту та розвитку материнських рослин, умов збирання та зберігання.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше для умов Правобережного Лісостепу України теоретично обґрунтовано та розроблено адаптивні технології вирощування сої, що сприяли формуванню стабільної врожайності і заданої якості продукції; встановлено ефективність функціонування бобово-ризобіального симбіозу, формування урожайності, якості насіння, структури та індексу врожайності; обґрунтовано фізіологічну та економічну доцільність застосування зростаючих норм азоту в комбінації з препаратами для інокуляції насіння за ефективного вирощування сої; доведено високу ефективність передпосівної підготовки насіння шляхом застосування фізичних, хімічних та біологічних стимуляторів росту; теоретично обґрунтовано та експериментально доведено, що нанопрепарати, впливаючи на складно-організовані в генетичному відношенні рослини сучасних сортів та гібридів сільськогосподарських культур через комплексні зміни протікання фізіологічних та біохімічних процесів та реалізації їх генетичного потенціалу в умовах постійно діючих абіотичних та біотичних чинників, сприяють забезпеченню рослинного організму енергетичними та адаптивними ресурсами; встановлено поліфункціональну ефективність та розроблено регламенти застосування в технологіях вирощування сільськогосподарських культур нанопрепаратів: макро- та мікроелементів, нанохелатних добрив; виявлено залежності між морфологічними особливостями та біохімічними характеристиками рослин та їх стресостійкістю за застосування нанопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур; доведено можливість регуляції якості насіння сої, вмісту фармакологічно цінних речовин через живлення рослин. Виявлено, що біофортіфікація наночастками металів сприяє підвищенню вмісту харчових та фармакологічно цінних сполук фенольної природи в насінні сої; встановлено морфологічні особливості процесу розвитку насіння та проростків буряків цукрових на 00-09 мікростадіях за шкалою

ВВСН та управління цим процесом за застосування нанопрепаратів; доведено особливості формування насіння польових культур в умовах Правобережного Лісостепу України з різними посівними, фізіологічними, біохімічними властивостями, залежно від технологій вирощування, умов збирання та в післязбиральний період; обґрунтовано чинники прояву екологічної, трофічної та матрикальної різноякісності насіння залежно від впливу довкілля; встановлено фактори, які обумовлюють довговічність насіння польових культур, а також розроблено та рекомендовано способи подовження господарської довговічності насіння.

Удосконалено методику розрахунку біоенергетичної та економічної оцінки технології вирощування сільськогосподарських культур.

Набуло подальшого розвитку – теоретичне обґрунтування передумов травмування насіння за вирощування польових культур, збирання й зберігання та розроблено технологічні заходи, що попереджають травмування або знижують негативний ефект від його виникнення; генетичної обумовленості екологічного травмування насіння; втрат насіння при зберіганні з урахуванням інтенсивності дихання насіння залежно від ступеню його травмування.

Практичне значення одержаних результатів полягало у розробці та впровадженні у виробництво адаптивних технологій вирощування сої, які забезпечують одержання врожаїв на рівні 4,0 т/га. Розроблені і впровадженні у виробництво технології використання нанопрепаратів за вирощування сільськогосподарських культур.

Удосконалені технології вирощування сої, пшениці озимої, пшениці ярої, буряків цукрових впроваджено у 2017–2020 рр. у агроформуваннях різної форми власності Київської, Вінницької та Житомирської областей на загальній площі 671 га, у т.ч. у ТОВ «Сігнет-центр» (Вінницька обл., Козятинський р-н.; Житомирська обл., Попільнянський р-н.) на площі 100 га; ФГ «Агроновація» (Вінницька обл., Бершадський р-н.) на площі 150 га; ТОВ «Андріяшівка-Агро» (Житомирська обл., Бердичівський р-н.) на площі 122 га; СТОВ «Нива» (Вінницька обл, Бершадський р-н.) на площі 84 га; ФГ «Широкоступ» та ФГ «Расавське» (Київська обл., Кагарлицький р-н.) на площі 215 га.

Наукові результати дослідження відображені в патентах, науково-виробничих рекомендаціях щодо вирощування польових культур, використання нанопрепаратів у рослинництві, оптимізації процесу виробництва високоякісного насіння, збереження його посівних властивостей впродовж зберігання та вдосконалення за передпосівної підготовки. Результати наукових досліджень відображені у підручнику «Насіннєзнавство та методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур», який широко використовується у навчальному процесі в закладах вищої освіти України.

Основні результати та положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на засіданнях кафедри рослинництва та проблемної вченої ради Науково-дослідного інституту рослинництва та ґрунтознавства Національного університету біоресурсів і природокористування України, а також на Міжнародних вітчизняних та закордонних наукових конференціях у 2005-2018 рр.

За темою дисертації опубліковано 63 наукових праці, з них: 2 монографії, 1 стаття у періодичному науковому виданні держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу; 24 статті – у наукових фахових виданнях України; 1 стаття – у наукових фахових виданнях інших держав; 3 статті – в інших наукових виданнях; 4 патенти на винахід; 4 науково-практичні рекомендації, 24 публікації в матеріалах науково-практичних конференцій.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто розроблено програму та обґрунтовано методологію постановки досліджень, виконано експериментальну частину дисертації, узагальнено одержані результати та їх інтерпретацію, проведено статистичну обробку даних, підібрано та опрацьовано наукову літературу, підготовлено друковані праці, наукові звіти і рекомендації для виробництва, а також здійснено пропаганду та науковий супровід результатів досліджень у виробництво. Публікації за темою дисертації виконано самостійно та у співавторстві. Частка творчого внеску в опублікованих у співавторстві працях складається з виконання досліджень, узагальнення результатів і підготовки матеріалів до друку.

Ступінь використання у дисертаційній роботі матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача. Дисертація Новицької Наталії Валеріївни, що подається на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук є самостійною науковою працею. Матеріали та висновки кандидатської дисертації у представленій роботі не використовувалися.

Оцінка змісту дисертації. Дисертаційна робота Новицької Н.В. виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України впродовж 2004–2020 рр., подана у вигляді кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису загальним обсягом 563 сторінки комп'ютерного тексту, який складається із анотації, вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, що включає 549 найменувань, серед них 120 латиницею та 38 додатків.

Ступінь обґрунтованості наукових досліджень. Програма і методика досліджень добре опрацьовані; варіанти, що досліджувались супроводжуються достатньою кількістю обліків і спостережень та відповідних аналізів. Наукові положення за результатами досліджень, висновки і рекомендації виробництву дисертації добре обґрунтовані, вони є логічним поглибленням фундаментальних знань з питань біології, фізіології, біохімії сільськогосподарських культур та технологій їх вирощування. Результати досліджень підтверджені біометричним аналізом, математично-статистичним аналізом, економічною та енергетичною оцінками, що дає підставу стверджувати, що викладені в дисертації матеріали є проаналізованими та обґрунтованими, виваженими, достовірними. Тому удосконалені елементи технологій вирощування сільськогосподарських культур, що запропоновані автором, цілком заслуговують на впровадження у виробництво в умовах Лісостепу правобережного.

Аналіз основного змісту дисертаційної роботи. Анотація написана українською та англійською мовами, в ній стисло наведено реферування основного змісту дисертаційної роботи із наголосом на суттєвих результатах польових і

лабораторних дослідженнях автора, які виносяться на прилюдний захист, прикінцево подаються ключові слова, які характеризують напрямок науково-дослідної діяльності дисертанта та список його публікацій за результатами досліджень.

У **вступі** визначено наукову і теоретичну проблеми, обґрунтовано актуальність обраної теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, наведенні відомості щодо зв'язку роботи з науковими програмами і тематиками, вказані методи, об'єкт та предмет досліджень, обґрунтовано наукову новизну одержаних результатів і їх практичне значення. Відмічено особистий внесок здобувача, відомості щодо проведення апробації даної роботи, наведено перелік публікацій, структуру і обсяг дисертації.

У **першому розділі** *«Стан виробництва продукції рослинництва в світі та в Україні. Виклики та шляхи вирішення (огляд літератури)»* проведений аналіз наукових джерел, пов'язаних з вирішенням проблеми зростання виробництва продукції рослинництва за непрогнозованих змін клімату через реалізацію інноваційних та адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої. Представлені дані щодо напрямів та ефективності впровадження нанотехнологій у виробництві сільськогосподарських культур. Наведено аналізування та вирішення проблем технологічного формування та збереження властивостей насіння, як складової адаптивних технологій. Наведено доцільність і науково-теоретичне обґрунтування обраного напрямку досліджень. Сформульовано робочу гіпотезу, обґрунтовано актуальні, недостатньо вивчені питання із зазначеної проблеми та вибір теми дисертації.

На завершення розділу зроблені висновки. Результати досліджень розділу 1 опубліковано у 9-ти наукових працях автора.

У **другому розділі** *«Методологія, методика та умови проведення досліджень»* автором наведений детальний аналіз місця проведення досліджень, фізико-хімічних властивостей ґрунтового покриву. Також, детально проаналізовані погодні умови в роки проведення досліджень. Відмічені кращі за гідротермічними умовами роки досліджень. Вказано, що регіон, де були проведені дослідження, за гідротермічними умовами є задовільним для формування сталої урожайності насіння та зерна зернових колосових, зернобобових, олійних культур та буряків цукрових. Особливої уваги заслуговує, що авторка для аналізу температурного режиму та опадів розраховувала коефіцієнти суттєвості відхилень цих показників від середньобагаторічних даних. Наведено схеми польових дослідів, агротехнічні умови вирощування, детально розкрито особливості закладки дослідів, перераховані методики та методи, згідно яких були проведені спостереження, обліки і аналізи у польових та лабораторних дослідженнях.

На завершення розділу зроблені висновки. Результати досліджень розділу 2 опубліковано у 2-х наукових працях автора.

У **третьому розділі** *«Адаптивні технології вирощування сої»* автор детально викладає результати досліджень щодо впливу наростаючих норм азотних добрив (від 30 до 180 кг д.р./га) на фосфорно-калійному фоні (P₆₀K₆₀) у поєднанні з біопрепаратами (ризогумін та хетомік) на тривалість міжфазних періодів сої та вегетаційного періоду в цілому; динаміку висоти рослин сої; формування та

функціонування фотосинтетичного апарату культури; формування її симбіотичного апарату, а також формування індивідуальної та насінневої продуктивності та якості насіння сої сортів Аннушка та Устя.

Крім цього, у цьому ж розділі представлені результати досліджень щодо впливу строків сівби, ширини міжрядь та норм висіву ультраранніх сортів сої Аннушка та Анастасія на формування густоти рослин як у період повних сходів так і у період повної стиглості, тривалість вегетаційного періоду, динаміку висоти рослин, формування та функціонування фотосинтетичного апарату культури, індивідуальну продуктивність, урожайність та якість насіння сої.

Визначено частку впливу організованих чинників на висоту рослин, площу листової поверхні, індивідуальну продуктивність та урожайність насіння сої.

Встановлено, що застосування мікробіологічних препаратів для інокуляції насіння сої окремо та в комплексі з основним удобренням сприяє зростанню врожайності та покращенню якості зерна. Найвища урожайність сої у сортів Аннушка (4,18 т/га) та Устя (3,80 т/га) на чорноземах типових Лісостепу України сформувалась за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння ризогуміном або композицією ризогуміну і хетоміку. За подальшого підвищення норм азоту і проведення інокуляції насіння спостерігається часткове зниження урожайності.

Застосування інокуляції насіння сої ризогуміном і хетоміком забезпечило прибавку урожайності насіння 0,12–0,25 т/га порівняно з контролем. Використання азотних добрив у нормі 30 та 180 кг д.р./га є недоцільним у технології вирощування сої. Про це свідчать адаптивні зміни у сортів сої на внесення цих доз азотних добрив, що проявляються у зростанні кількості малонового діальдегіду та паралельному зменшенні вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілу та каротиноїдів) протягом вегетаційного періоду, і внаслідок цього зменшенні врожайності насіння культури.

Виявлено, що ефективність мікробіологічних препаратів проявляється за внесення азотних добрив від N_0 до N_{90} на фосфорно-калійному фоні; за внесення азотних добрив в нормі N_{150} та N_{180} на фосфорно-калійному фоні спостерігалася відсутність бульбочок на кореневій системі сої. За високих норм внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні формування урожайності сої відбувається лише завдяки внесенню мінеральних добрив, так як рослини переходять на автотрофний тип живлення.

Крім цього авторкою відмічено, що ранні строки сівби (РТР на глибині 10 см 6-8 °С) ультраранніх сортів сої подовжують тривалість періоду сівба-повні сходи. Польова схожість насіння сої за ранніх строків сівби знижується, що обумовлено низькою температурою ґрунту та високою вологістю, яка сприяє ураженню бактеріальними (9,1 % у сорту Аннушка та 6,4 % у сорту Анастасія) та грибними (відповідно 3,5 %; 2,2) хворобами.

Пізні строки сівби сої (РТР на глибині 10 см 12-14 °С) сприяють швидкій появі сходів та високій польовій схожості насіння, проте призводять до утворення меншої кількості плодів і формування меншої маси 1000 насінин, що в цілому негативно впливає на урожайність ультраранніх сортів сої.

Сівба сої в оптимально-ранні строки за РТР на глибині 10 см 8-10 °С забезпечує дружну появу сходів та їх низьку ураженість хворобами, оптимальну густоту рослин та високу фотосинтетичну продуктивність посівів.

При зміні площі живлення спостерігається різна тенденція стосовно виживання рослин, від так найбільші втрати (11 %) рослин на період збирання спостерігалися у варіантах, де ширина міжрядь становила 45 см з нормою висіву 750 тис. схожих насінин/га. Найменші (4%) – за цієї ширини міжрядь з нормою висіву 450 тис. схожих насінин/га. За ширини міжрядь 15 см та різної норми висіву не відмічалось особливого зрідження на період дозрівання (відсоток загибелі був межах 5 %). Максимальні показники врожайності насіння сої (3,48 та 3,15 т/га) відмічені на варіантах з шириною міжрядь 15 см та густотою стояння 750 та 900 тис. схожих насінин/га. Максимальна урожайність насіння (3,12 т/га) за ширини міжрядь 45 см зафіксована з нормою висіву 750 тис. схожих насінин/га.

На завершення розділу зроблені висновки. Результати досліджень розділу 3 опубліковано у 5-ти наукових працях автора.

У **четвертому розділі** «Нанопрепарати в технологіях вирощування польових культур» проаналізовано ефективність альтернативних способів обробки насіння сої, зокрема озонування та обробка розчином Ag (10^{-9}); ефективність однокомпонентних колоїдних розчинів наночасток металів (Zn (10^{-9}); Ag (10^{-9}); Co (10^{-9}); Fe (10^{-9}); Mn (10^{-9}); Cu (10^{-9}); Mo (10^{-9})); вплив норм добрив ($N_{30-150}P_{30}K_{30}$) та колоїдного розчину комплексу наночасток металів різної концентрації на формування продуктивності сої; ефективність передпосівної обробки насіння різних сільськогосподарських культур (тритикале озиме, пшениця озима та яра, ячмінь ярий, нут, соя, квасоля, сечевиця) нанохелатними добривами та нанорозмірними монометалами, а також поліфункціональна ефективність використання нанохелатних добрив в технологіях вирощування сої та цукрових буряків. Крім цього проведені дослідження щодо активізації росту та розвитку насіння буряків цукрових на мікростадіях 00 – 09 за використання нанохелатних добрив Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus (*NCF SMP*); Nano Chelate Fertilizer Zink, 20 % (*NCF Zn*); Nano Chelate Fertilizer Phosphorus, 25 % (*NCF P*).

Відмічено позитивний вплив наночасток срібла та озонування на енергію проростання, лабораторну схожість та знезараження насіння сої. Прояву бактеріозу при цьому не виявлено. Фактично їх дію можна порівняти з дією протруйника Максим XL 035 FS, хоча посівні властивості насіння сої за протруєння були нижчі. Озонування насіння сої та інокуляція ризогуміном викликає прискорення ростових процесів, наростання вегетативної маси, збільшення площі листової поверхні й нагромадження сухої речовини, ріст індивідуальної продуктивності та врожайності культури в цілому. Вищу врожайність сорти сої (2,59–3,23 т/га) сформували за інокуляції насіння ризогуміном та озонування.

Виявлено суттєву ефективність однокомпонентних колоїдних розчинів наночасток металів на лабораторну схожість, яка достовірно підвищувалась за обробки насіння розчинами цинку, заліза та міді – до 99–100 при 93 % на контролі. Польова схожість насіння зростала на 2–17 %, порівняно з контролем, і на 76 % – за використання всіх металів, але за обробки Ag і Mn ефективність була вищою. За обробки насіння цинком також зростала сила росту. Вміст хлорофілу *a*, хлорофілу *b*, каротиноїдів, їх співвідношення в листках рослин сої у фазі цвітіння значно змінювалось при застосування розчинів металів.

Встановлено позитивний вплив однокомпонентних колоїдних розчинів наночасток металів на рівень урожайності насіння сої. Обробка сої розчином цинку обмежує ріст вегетативної маси рослин і розвиток кореневої системи, хоча продуктивність при цьому суттєво не зменшується в порівнянні з іншими варіантами досліду. Позитивно на ріст і розвиток вегетативної маси рослин сої впливає обробка насіння марганцем та сріблом. На формування генеративних органів рослин сої позитивно впливає передусім обробка насіння розчинами наночасток заліза, міді та молібдену, що в послідуєчому забезпечило і найбільшу біологічну урожайність, відповідно, 2,37, 2,47, 2,59 т/га.

Відмічений вплив неіонних колоїдних розчинів наночасток монометалів на вміст біологічно активних речовин фенольної природи у насінні сої. За використання нанопрепаратів на основі молібдену, марганцю, міді та заліза спостерігається достовірне підвищення загального вмісту поліфенолів. Через використання нанопрепаратів на основі срібла, кобальту, міді та цинку коливання знаходились в межах похибки досліду. Достовірне підвищення вмісту танінів у насінні сої встановлено за використання молібдену та цинку. Сумарний вміст лейкоантоціанів достовірно збільшувався за використання всіх нанопрепаратів, а вміст ізофлавононів за обробки нанопрепаратами на основі срібла, молібдену, марганцю та заліза достовірно збільшувався на 30 %.

Оцінено ефективність застосування колоїдного розчину комплексу (Fe, Mn, Mo, Co, Cu, Zn, Ag) наночасток металів, як для передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень сої у фазі початок цвітіння. Відмічено, що наночастки металів позитивно впливають на формування площі листової поверхні. Максимальний приріст спостерігався за передпосівної обробки насіння та посівів сої у фазі початок цвітіння розчином наночасток металів у концентрації 240 мг/л на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{30}K_{30}$. Комбіноване застосування наночасток металів сприяє синтезу фотосинтетичних пігментів у листках сої, вміст яких змінюється залежно від фону живлення. Вміст хлорофілу а достовірно зростає на 52 %, вміст суми хлорофілів а+в на 70 % по відношенню до контролю без добрив.

Урожайність насіння сої значно змінювалась залежно від застосування колоїдного розчину комплексу (Fe, Mn, Mo, Co, Cu, Zn, Ag) наночасток металів, основного удобрення та погодних умов від 1,74 до 4,30 т/га. У середньому за 2008-2012 рр. найбільш ефективною комбінацією виявилась передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення у фазу початок цвітіння колоїдним розчином комплексу наночасток металів у концентрації 240 мг/л на фоні $N_{60}P_{30}K_{30}$, де відмічено урожайність насіння сої 4,10 т/га.

За комбінованого застосування мінеральних добрив та колоїдного розчину комплексу наночасток металів значно змінювалась структура рослин: частково збільшувалася висота рослин, висота кріплення нижнього бобу, кількість бобів на рослині зростала на 24,1 %; кількість насінин в бобі на 27,9 %; маса насіння з однієї рослини на 26,29 % та на 9,71 % маса 1000 насінин. Відзначалося підвищення вмісту білка і жиру.

Виявлено суттєву ефективність нанохелатних добрив в технології вирощування сої та буряків цукрових. Найвищу урожайність насіння (1,90-3,48

т/га) впродовж років досліджень (2016-2020 рр.) соя формувала, де проводили передпосівну обробку насіння бактеріальним препаратом на основі азотфіксувальних бактерій ХайСтік та препаратом Аватар і позакореневе підживлення композицією Аватар + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus.

Позакореневе підживлення нанохелатними добривами посівів буряків цукрових сприяє активному наростанню вегетативної маси, формуванню більшої листової поверхні та подовженню функціонування фотосинтетичного апарату рослин, накопиченню більшої кількості загальних цукрів, збору цукру з площі та подовженню періоду лежкості коренеплодів. Внесення Nano Chelate Fertilizer Magnesium (NCF Mg, 25 %) найбільш суттєво вплинуло на наростання маси кореня та вміст у ньому цукрів – урожайність складала 64,6 т/га за виходу цукру 10,9 т/га.

Відмічений суттєвий вплив нанохелатних добрив на активізацію росту та розвитку насіння буряків цукрових на мікростадіях 00–09. Рівномірне забезпечення насіння цинком і, особливо, фосфором на фоні базового комплексного добрива з нанорозмірними елементами сприяло активації проростання насіння та інтенсивному формуванню синхронно розвинених проростків. За комбінації внесення Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus, Nano Chelate Fertilizer Zink та Nano Chelate Fertilizer Phosphorus у співвідношенні 7:11:13 у середньому на 4 години прискорюється відкриття кришечки плоду і поява кореня, на 6 годин раніше відбувається вихід сім'ядолей. Довжина зародкового корінця на 05 мікростадії ВВСН за схеми внесення нанохелатних добрив 7:11:13, через 40 годин після сівби, була від 0,540 мм до 2,671 мм, в усіх інших варіантах дослідження поява зародкового корінця відмічена на 4 години пізніше.

Ріст кореня та видовження гіпокотилія на перших етапах проростання насіння буряків цукрових за внесення нанохелатних добрив прискорюється вдвічі, за рахунок чого сходи буряків цукрових з'являються на 4-6 годин раніше. Нанохелатні добрива, сприяючи дружньому проростанню насіння, розвитку проростків буряків цукрових забезпечували синхронну появу сходів та формування густоти посіву без подальшої редукції рослин.

На завершення розділу зроблені висновки. Результати досліджень розділу 4 опубліковано у 22-х наукових працях автора.

У п'ятому розділі *«Властивості насіння польових культур залежно від погодних умов та технологічних особливостей вирощування материнських рослин»* автор наводить результати досліджень з матрикальної та трофічної різноякісності насіння сільськогосподарських культур, зокрема сої, пшениці ярої, ріпаку ярого. Крім цього вивчено вплив строків збирання на посівні властивості насіння ріпаку ярого. Також проведені дослідження щодо травмування насіння сої, пшениці ярої та шляхи зниження його негативного впливу на посівні якості та врожайність культур. Окремим пунктом виділені дослідження щодо довговічності насіння жита озимого, пшениці озимої, пшениці ярої, сої та нуту залежно від видових особливостей, умов вирощування, збирання та зберігання.

Авторкою встановлено, що матрикальна різноякісність насіння значно проявляється у культур з тривалим періодом цвітіння, зокрема у сої та ріпаку. Водночас вона є типовою і для зернових культур – у межах одного колосу. Матрикальна різноякісність насіння сої має суттєвий вплив на посівні властивості

та урожайність в післядії. Маса 1000 насінин у сої сорту Аннушка залежно від діаметра складала: < 4 мм – до 58,2 г (дуже дрібне); 4–5 мм – до 95,8 г (дрібне); 5–6 мм – 122,5 г (середнє); 6–7 мм – 158,7 г (крупне); > 7 мм – більше 176,7 г (дуже крупне), контроль – середня проба з середнім насінням з масою 1000 насінин 118,9 г. Вищі посівні властивості мало дрібне та середнє насіння і насіння верхнього ярусу, в нижньому ярусі формувалося крупне насіння, яке більше травмувалося і мало нижчі посівні властивості. Вищу польову схожість (84,5 %) мало насіння з діаметром 5–6 мм та сформоване в середньому ярусі рослини (88,3 %). Польова схожість насіння з нижнього ярусу рослин становила 74,4 %, з верхнього – 70,8 або на 11,2 та 14,8 % менше відносно контролю. Вищу урожайність (2,18–2,28 т/га) формували посіви сої сорту Аннушка, отримані з середньої та крупної фракції насіння та з середнього ярусу рослини.

Щодо матрикальної різноякісності насіння пшениці ярої авторкою відмічено, що насіння, сформоване з перших синхронно розвинутих квіток колосу основного стебла, мало масу 1000 насінин 49,9 і 44,5 г; з другої пари синхронно розвинутих квіток – 36,3 і 42,0 г.; з верхівкових квіток – 27,0 та 32,0 г, відповідно, у сортів Колективна 3 та Рання 93. Маса 1000 насінин, сформованих в центральній частині колосу стебла першого та другого порядку складала для першої пари синхронно розвинутих квіток: 35,4 і 32,2 г; другої пари синхронно розвинутих квіток – 27,0 та 24,4; верхівкові квітки мали показники 22,4 і 19,6 г, відповідно, у сортів Колективна 3 та Рання 93.

Виявлено, що за надмірних опадів в період воскова–повна стиглість зростає екологічне та механічне травмування насіння пшениці. Енергія проростання знижується на 36–43 %, лабораторна схожість – на 18–24 %, кількість проростків – на 34–37 %, польова схожість – на 36–40 %, урожайність – на 50–54 %. Господарська довговічність насіння більшою мірою пов'язана з типом травмування. Ціле насіння пшениці та насіння з мікротравмами ендосперму здатне впродовж року зберігати лабораторну схожість, яка відповідає ДСТУ. За рік зберігання насіння з макротравмами ендосперму, мікро– і макротравмами зародка знижувало лабораторну схожість на 8–34 %.

Встановлено, що травмоване насіння сої дихає значно інтенсивніше, ніж ціле. За травмування насінневої оболонки розвивається посилений дихальний процес, а особливо активізується дихання за доступу кисню до травмованих сім'ядолей. Ціле насіння сої поглинає 1,5–1,9; з травмами оболонок – 1,9–2,6 мл; з пошкодженими сім'ядолями – 3,4–7,9 мл кисню на 100 г сухої речовини за добу. Інтенсивність дихання насіння залежить від місця виникнення травм і ступеня пошкодження. Насіння з мікро- та макротравмами сім'ядолей інтенсивніше дихає, що обумовлює значні втрати насіння при зберіганні.

Також встановлено, що довговічність насіння значно залежить від погодних умов вирощування. За несприятливих погодних умов зростає відсоток слабкого, недорозвиненого і гіпертрофованого насіння, в 1,5–2 рази знижується господарська, проте мало змінюється біологічна довговічність, повністю не знижується період стійкого зберігання посівних якостей. Чим вища вологість насіння, тим швидше воно втрачає свою кондиційність при зберіганні в неконтрольованих умовах. Посівні якості насіння сортів нуту Розанна та Тріумф

при зберіганні в умовах «*ex-situ*» та за вологості насіння не вище 14 % не знижувалися нижче нормативних показників господарської довговічності, тоді як на 5 рік зберігання відбувалося стрімке зниження схожості насіння і втрата кондиційності.

На завершення розділу зроблені висновки. Результати досліджень розділу 5 опубліковано у 22-х наукових працях автора.

У шостому розділі «*Економічна та біоенергетична ефективність розроблених технологій вирощування сої*» автором проведено оцінку розроблених технологій вирощування сої. Розрахунки економічної та енергетичної оцінки технологій вирощування показали, що вирощування сої за зростаючих норм азоту та застосування інокулянтів є рентабельними як за внесення мінеральних добрив окремо, так і в поєднанні з інокуляцією насіння бактеріальними препаратами. Ефективність вирощування сої залежить, передусім, від норми внесення мінеральних добрив, які в структурі витрат займали від 33 до 50 %. Загальні витрати за вирощування сортів сої складали від 8,00 (контроль) до 28,0 тис. грн/га за внесення $N_{180}P_{60}K_{60}$. Рівень рентабельності вирощування сої становив за вирощування сої сорту Аннушка 124–126 %, сорту Устя – 88–89 % за внесення $N_{180}P_{60}K_{60}$. Вирощування сої за комбінації інокулянтів ризогумін+хетомік забезпечувало прибуток на рівні 27514–58547 грн/га у сорту Аннушка та 24555–51927 грн/га у сорту Устя. За внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння ризогумін+хетомік умовно чистий прибуток складав 58547 і 51927 грн/га; вихід енергії з урожаєм: 73944 та 67222 МДж/га, відповідно у сортів Аннушка та Устя, тоді як без внесення добрив – 5,02–5,10 у сорту Аннушка та 4,51–4,61 у сорту Устя залежно від інокуляції.

Економічно вигідним в технології вирощування сої на чорноземах типових малогумусних є застосування комплексного колоїдного розчину нанометалів одинарної (КНМ 1) та подвійної (КНМ 2) концентрації на фоні внесення мінеральних добрив. Рівень рентабельності вирощування сої сорту Аннушка варіював від 171 ($N_{150}P_{30}K_{30}$ без нанометалів) до 360 % (без добрив + КНМ 2 для обробки насіння та посівів). Обробка насіння та посівів у фазі бутонізації КНМ 2 забезпечує отримання умовно чистого прибутку – від 33525 (без добрив) до 61043 ($N_{60}P_{30}K_{30}$) грн/га залежно від норми мінеральних добрив. Сукупні енергетичні затрати за вирощування сої з використанням комплексного колоїдного розчину нанометалів на фоні внесення мінеральних добрив зростали від 7261 (абсолютний контроль) до 24042 МДж/га ($N_{150}P_{30}K_{30}$ + КНМ 2 для обробки насіння та посівів). Найбільший вихід енергії з урожаєм у сорту Аннушка (62976 МДж/га) відмічений за внесення $N_{150}P_{30}K_{30}$ + КНМ 2 для обробки насіння та посівів. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сої при цьому становив 2,44–5,85.

Технологічні витрати за використання нанопрепаратів варіювали від 21764 (інокуляція, без підживлення) до 24228 грн/га (інокулянт+Аватар для обробки насіння та підживлення по вегетації Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus). Рівень рентабельності технології вирощування сої за використання інокулянтів та нанопрепаратів Аватар, Йодис–концентрат та Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus для обробки насіння та підживлення посівів коливався від 72 до 123 %. За поєднання інокуляції насіння препаратом ХайСтік та нанопрепаратом

Аватар рівень рентабельності підвищувався на 81–123 %, порівняно з обробкою насіння лише ХайСтік. Високу економічну (рівень рентабельності 123 % та умовно чистий прибуток 29898 грн/га) та енергетичну (49355 МДж/га енергії зерна та коефіцієнт енергетичної ефективності 3,06) ефективність відмічено за інокуляції та обробки насіння Аватаром та сумісного підживлення Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus.

На завершення розділу зроблені висновки.

Слід відмітити, що висновки і рекомендації виробництву якими завершується дисертація мають відповідне обґрунтування і практичне значення, витікають із змісту роботи.

Поряд з позитивною характеристикою дисертаційної роботи Новицької Н. В., вона як всяка творча наукова праця не позбавлена недоліків, які можуть слугувати підґрунтям для наукової дискусії та вдосконалення:

1. Доцільно було б у «Предмет досліджень» подати всі сільськогосподарські культури з якими проводились дослідження.

2. Доцільно було б у п. 2.4 «Об'єкти, схеми та методики досліджень» описати системи захисту сої від хвороб та шкідників. Крім цього, зробити посилання на методики та методи згідно яких визначали фотосинтетичний потенціал, чисту продуктивність фотосинтезу та біохімічні показники насіння сільськогосподарських культур.

3. При розробці сучасних технологій сортові ресурси повинні включати сорти інтенсивного та високоінтенсивного типу, зокрема що стосується зернових та зернобобових культур, що дало б можливість більш ефективно оцінити їх реакцію на організовані фактори, що були поставлені на вивчення.

4. Авторці доцільно пояснити, чому висота рослин сої у фазу повної стиглості дещо зменшується у порівнянні із показниками висоти рослин у фазу повного наливу насіння (табл. 3.3-3.4, 4.13).

5. Необхідно дати пояснення, чому у фазі повного наливу насіння та повної стиглості у сої площа листової поверхні мала такі високі показники, відповідно, 37,0-49,1 та 27,3-39,6 тис.м²/га у сорту Аннушка та 36,5-47,8 та 27,9-38,6 тис.м²/га у сорту Устя (табл. 3.5-3.6). Адже відомо, що у фазу повного наливу насіння всі продукти фотосинтезу перерозподіляються на формування, власне, насіння, а не на формування вегетативної маси рослини. У фазу повної стиглості листові поверхні може бути присутня у структурі рослини у культур з індетермінантним типом росту стебла, що не є характерним для цих сортів сої. Аналогічного пояснення потребують дослідження із іншими організованими чинниками (табл. 3.18, 3.24 і т.д.).

6. На нашу думку, дисертаційна робота тільки б виграла, якби авторка більш глибоко розкрила питання симбіотичної діяльності сортів сої, тим більше, що на вивчення було поставлено питання її бактеріально-мінерального живлення. На жаль авторкою не проведені дослідження щодо визначення загальної кількості бульбочкових бактерій та їх маси, загального та активного симбіотичних потенціалів та кількості біологічно-фіксованого азоту з атмосфери повітря, тобто показників, які більш глибоко розкривають сутність цього важливого процесу.

7. У рис. 3.5 «Вміст білка та жиру насінні сої залежно від норми азотних добрив та інокуляції ризогуміном, % (у середньому за 2006–2010 рр.) доцільно було б додати варіант $N_{60}P_{60}K_{60}$ + обробка насіння Ризогумін + Хетомік, де відмічено максимальну урожайність насіння сої різних сортів.

8. Потребує пояснення зменшення польової схожості насіння сортів Аннушка та Анастасія з підвищенням РТР ґрунту: 8-10 °С на глибині 10 см (84,8-85,7 %), 10-12 °С на глибині 10 см (83,1-85,6 %), 12-14 °С на глибині 10 см (76,4-78,6 %) (табл. 3.15). Дискусійним є твердження автора, що це відбувається через швидку втрату ґрунтової вологи.

9. Потребує пояснення зменшення рівня урожайності насіння сої за РТР ґрунту 12-14 °С на глибині 10 см у сортів Аннушка та Анастасія (2,47-2,28 т/га) у порівнянні з РТР ґрунту 6-8 °С на глибині 10 см – 2,82-2,38 т/га (табл. 3.21). Ця залежність характерна лише для групи ультра- і ранньостиглих сортів сої чи і для сортів із більш тривалим вегетаційним періодом, що вирощуються в умовах Лісостепу?

10. Потребує пояснення, чому за рядкового способу сівби з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 900 тис. схожих насінин/га відмічено максимальні показники нагромадження сухої речовини 7,69 т/га і ЧПФ – 2,14 г/м² та зменшення рівня урожайності насіння сої 3,15 т/га порівняно із варіантом, де норма висіву становила 750 тис. схожих насінин/га (3,48 т/га).

11. Авторці слід пояснити чи є методично доцільними порівняння впливу способів передпосівної обробки насіння різного спектру дії (озонування, протруєння, бактеризація, обробка розчином Ag (10⁻⁹), особливо, на фітосанітарний стан посівів, формування симбіотичного апарату та продуктивність сої. Складається враження, що авторка дисертаційної роботи ототожнює поняття озонування, протруєння та обробку розчином Ag (10⁻⁹) із бактеризацією насіння сої Ризогуміном.

12. Дискусійними є результати досліджень авторки щодо біологічної урожайності насіння сої сорту Аннушка на контрольних варіантах: урожайність насіння на контролі сухому (висівалось сухе насіння) становила 1,78 т/га, тоді як при замочуванні насіння за добу перед сівбою у дистильованій воді (контроль вологий) урожайність насіння збільшилась на 0,23 т/га (табл. 4.12).

13. Потребує пояснення негативна реакція сої на передпосівну обробку насіння колоїдним розчином комплексу наночасток металів КНМ 1 та 2 (зменшення вмісту сирого протеїну на 0,41 та 0,72 % порівняно з контролем – обробка насіння водою) (табл. 4.18).

14. Не зрозуміло про що хоче сказати авторка дисертаційної роботи у загальних висновках № 1, 2 та 11. Потребує пояснення висновки № 3 щодо дії низьких, середніх, підвищених і високих доз азотних добрив на формування рівнів урожайності насіння сої.

15. Маючи такі важливі теоретичні та прикладні результати досліджень із культурою сої викликає подив щодо підходу авторки до викладу рекомендацій для товаровиробників. Зокрема, що стосується норм мінеральних добрив, як в основне удобрення так і позакореневе підживлення. Поряд з цим неконкретними є рекомендації щодо вибору строку сівби за РТР в ґрунті на глибині 10 см.

Загальна оцінка дисертаційної роботи та її відповідність вимогам щодо дисертацій в Україні. Дисертаційна робота Новицької Наталії Валеріївни «Наукові основи формування продуктивності культур та якості насіння в правобережному Лісостепу України» є самостійним і комплексним науковим дослідженням, яка розв'язує науково-практичну проблему виробництва продукції рослинництва, продуктивності польових культур, ефективності нанопрепаратів у технологіях вирощування, мінливості посівних і врожайних властивостей насіння залежно від біотичних та абіотичних чинників росту та розвитку материнських рослин, умов збирання та зберігання. Отримані здобувачем результати досліджень і висновки є обґрунтованими, мають відповідний рівень наукової новизни і практичну цінність. Достовірність отриманих результатів досліджень підтверджена даними математично-статистичного аналізу.

Робота написана літературною мовою, добре оформлена, містить достатню кількість оригінального табличного та ілюстративного матеріалу.

Автореферат дисертації написаний і оформлений відповідно з вимогами Міністерства освіти і науки України та пункту 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567. Вивчення та аналіз опублікованих робіт і автореферату показали, що вони містять відповідне викладення основних положень і результатів досліджень, що відображені в дисертаційній роботі.

Тема дисертаційної роботи і матеріали досліджень відповідають паспорту спеціальності 06.01.09 – рослинництво.

За змістом і оформленням дисертаційна робота та автореферат Новицької Н.В. відповідають вимогам до дисертацій, що подані на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук за спеціальністю 06.01.09 - рослинництво.

Проте, незважаючи на вищезгадані зауваження та недоліки, вважаю, що за актуальністю, рівнем наукової новизни і використанням загальноприйнятих у рослинництві методик, обсягами впровадження, дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567, а її авторка Новицька Наталія Валеріївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво.

Офіційний опонент,
доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН,
радник при дирекції з наукової роботи
Інституту кормів та сільського
господарства Поділля НААН

B. Fu

В. Ф. Петриченко

Підпис В.Ф. Петриченка заступника
Заступник директора з наукової роботи
Інституту кормів та сільськогосподарського
Поділля НААН, кандидат с.-г. наук



В. С. Задорожний

В.С. Задорожний