

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ТА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

НОВИЦЬКА НАТАЛІЯ ВАЛЕРІЇВНА

УДК 001:006.015.5:631.576.3:633(477.4)

**НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР
ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ
В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України в 2004–2020 рр.

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік НААН України
Каленська Світлана Михайлівна,
Національний університет біоресурсів і
природокористування МОН України,
завідувач кафедри рослинництва

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
академік НААН України
Петриченко Василь Флорович,
Інститут кормів та сільського господарства
Поділля НААН України,
радник дирекції інституту з наукової роботи

доктор сільськогосподарських наук,
член-кореспондент НААН України,
Сінченко Віктор Миколайович,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових
буряків НААН України,
заступник директора з наукової роботи

доктор сільськогосподарських наук, професор
Рожков Артур Олександрович,
Харківський національний аграрний
університет ім. В. В. Докучаєва МОН України,
завідувач кафедри рослинництва

Захист відбудеться « 12 » травня 2021 р. об 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.360.01 при Інституті біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН за адресою: 03110, м. Київ, вул. Клінічна, 25; тел. (044) 275-50-00

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН за адресою: 03110, м. Київ, вул. Клінічна, 25

Автореферат розісланий « 12 » квітня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор сільськогосподарських наук

Л. І. Сторожик

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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, В. М. Сінченко, 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, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2004–2020 рр. і були складовою частиною державних наукових тем, 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», (номер державної реєстрації 0103U005376, 2003–2007 рр.); «Наукове обґрунтування формування та накопичення цінних промислових компонентів у рослинах сільськогосподарських культур, придатних для різного цільового використання», (номер державної реєстрації 0108U001976, 2008–2010 рр.); «Розробка теорії підвищення стійкості рослин в

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

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є теоретично обґрунтувати та розробити технологічні рішення 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. Для вирішення встановленої мети було поставлено такі завдання:

- дослідити фізіолого-біохімічні особливості й залежності формування урожайності та якості сої, зважаючи на вплив чинників довкілля;
- встановити ефективність функціонування азотофіксуючого симбіозу, формування урожайності, якості насіння, структури та індексу врожайності; обґрунтувати фізіологічну та економічну доцільність застосування зростаючих норм азоту в комбінації з препаратами для інокуляції насіння за результативного вирощування сої;
- з’ясувати оптимальні строки сівби сої, норми висіву, ширину міжряддя за вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України, що забезпечують формування стабільно високої урожайності;
- теоретично обґрунтувати функціональну спрямованість дії нанопрепаратів у фізіологічних, продукційних процесах росту та розвитку сільськогосподарських культур;
- розробити елементи технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням нанопрепаратів;
- виявити ефективність застосування макро-, мікро- та нанохелатних добрив, фізичних, хімічних та біологічних стимуляторів росту і наночасток металів при вирощуванні насіння польових культур (тритикале, ячмінь, пшениця, соя);
- теоретично обґрунтувати потенційний рівень урожайності та якості насіння польових культур в Правобережному Лісостепу України залежно від технології вирощування, умов збирання та зберігання;
- обґрунтувати передумови формування фізіологічних властивостей насіння залежно від технологічних прийомів вирощування;

- встановити закономірності формування екологічної, трофічної та матрикальної різноякісності насіння залежно від умов вирощування;
- дослідити фактори, які обумовлюють довговічність насіння видів польових культур та шляхи подовження господарської довговічності насіння;
- визначити оптимальні параметри технологічних прийомів, що дозволяють отримувати стабільну врожайність і насіннєву продуктивність;
- розробити, випробувати та впровадити прийоми підвищення якості та зберігання насіння, попередження та усунення втрат якості насіння;
- розрахувати біоенергетичну та економічну оцінку технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Об'єкт дослідження: процеси формування стабільної урожайності, товарної та насіннєвої якості насіння за впровадження адаптивних та інноваційних технологій вирощування сільськогосподарських культур; вплив нанопрепаратів на ріст та розвиток культур; формування та збереження властивостей насіння сільськогосподарських культур.

Предмет дослідження: соя, нанопрепарати, буряки цукрові, пшениця тверда, урожайність, стресостійкість, властивості насіння: схожість, енергія проростання, довговічність, різноякісність, травмування.

Методи дослідження. При виконанні роботи, окрім загальнонаукових методів (аналіз, гіпотеза, експеримент, спостереження, синтез, індукція, дедукція, абстрагування), використовували спеціальні методи дослідження: *польовий* – для встановлення обумовленості формування урожайності, технологічних та погодних чинників; в умовах проведення досліджень; *лабораторні*: хімічний – для визначення хімічного складу зерна; фізичний – для визначення показників фізичної якості насіння; математичні й статистичні, порівняльно-розрахунковий – для визначення економічної та енергетичної ефективності технології вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів. Результатом досліджень є теоретичне обґрунтування та прикладне вирішення проблеми стабільного виробництва продукції рослинництва, формування урожайності та якості 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, зберігання і проростання, а також розробка заходів по поліпшенню посівних та врожайних властивостей насіння за його формування та зберігання.

Вперше для умов Правобережного Лісостепу України:

- теоретично обґрунтовано та розроблено адаптивні технології вирощування сої, що сприяє формуванню стабільної врожайності і заданої якості продукції;
- встановлено ефективність функціонування азотофіксуючого 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 біофортифікація 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 BVCH 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.

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.

Удосконалено:

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

Практичне значення одержаних результатів полягає в 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 сільськогосподарських підприємствах 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.

Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні методології дослідження, аналізуванні вітчизняної та зарубіжної літератури відповідно теми дослідження, розробці програми дослідження, формулюванні мети та задач, експериментальній постановці дослідів, узагальненні одержаних результатів та їх науковому трактуванні, підготовці друкованих праць, наукових звітів й рекомендацій, апробації та науковому супроводі за впровадження результатів у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень дисертації оприлюднено та обговорено на: Науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Новітні технології виробництва конкурентоспроможної продукції рослинництва» (сmt. Чабани, Київська обл., 2005); Міжнародному науково-виробничому семінарі «Фітоенергетика: сьогодення та майбутнє» (Київ, 2007); Міжнародній конференції «Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі змінами клімату» (Біла Церква, 2008); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління» (Мелітополь, 2009); V Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку» (Кіровоград, 2009); Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і докторантів «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті» (Біла Церква, 2010); Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми енергозбереження в агропромисловій та природоохоронній сферах» (Київ, 2010); Міжнародній конференції «Актуальні проблеми наук про життя та природокористування» (Київ, 2011); Internationale wissenschaftliche Konferenz «Nährstoff und Wasserversorgung der Pflanzbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung» (Bernburg-Strenzfeld, Germany, 2012); Міжнародній науково-

практичній конференції вчених, аспірантів та докторантів «Новітні технології в рослинництві» (Біла Церква, 2013); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Роль науки у підвищення технологічного рівня і ефективності АПК України» (Тернопіль, 2014); IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Перспективи і напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва» (Тернопіль, 2014); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (Тернопіль, 2014); Третій Міжнародній науково-практичній конференції «Нанотехнології та наноматеріали» (Львів, 2015); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації» (Вінниця, 2015); IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне, Київська обл., 2016); Міжнародній науковій конференції «Зернобобові культури та квасоля для сталого розвитку аграрного виробництва України» (Вінниця, 2016); 9th International Triticale Symposium (Szeged, Hungary, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Ресурсозберігаючі технології та їх правова і економічна оцінка в сільськогосподарському виробництві» (Київ, 2016); Всеукраїнській науково-практичній відео-онлайн конференції «Біорізноманіття України в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки» (Мукачеве, 2016); International Wissenschaftliche konferenc (Anhalt–Bernburg–Strenzfeld, Germany, 2016); Міжнародній науково-практичній конференції «Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво)», присвяченій 105-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, Заслуженого працівника вищої школи, доктора сільськогосподарських наук, професора Зеленського Михайла Олексійовича (Київ, 2017); III Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (Київ, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика», присвяченій 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Київ, 2017); V Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, Київська обл., 2017); I Міжнародній науково-практичній відео-онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (Мукачеве, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (Київ, 2018); Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації у виробництві, зберіганні та переробці рослинницької сировини», присвяченій 50-річчю створення кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б. В. Лесика та 120-річчю НУБіП України (Київ, 2018); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (Київ, 2018); II Міжнародній науково-практичній відео-онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (Київ, 2018); International Workshop Crop Production, Anhalt University of Applied Sciences (Bernburg (Saale) Germany, 2018); Міжнародній

науково-практичній конференції «Вплив змін клімату на онтогенез рослин» (Миколаїв, 2018); засіданнях кафедри рослинництва та проблемної вченої ради Науково-дослідного інституту рослинництва та ґрунтознавства Національного університету біоресурсів і природокористування України (Київ, 2004–2020 рр.).

Публікації. 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.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, який налічує 549 найменувань, з них 120 латиницею. Робота викладена на 563 сторінках, містить 38 додатків, 453 сторінки основного тексту, 110 таблиць та 47 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

СТАН ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ. ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ (огляд літератури)

У розділі наведено аналізування наукових джерел, пов'язаних з вирішенням проблеми зростання виробництва продукції рослинництва за непередбачуваних змін клімату через реалізацію інноваційних та адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої. Представлені дані щодо напрямів та ефективності впровадження нанотехнологій в технології виробництва сільськогосподарських культур. Наведено аналізування та вирішення проблем технологічного формування та збереження властивостей насіння, як складової адаптивних технологій.

МЕТОДОЛОГІЯ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проведені упродовж 2004–2020 рр. в стаціонарному та тимчасових дослідках кафедри рослинництва у ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Васильківського району Київської області) в Правобережному Лісостепу України. Лабораторні дослідження виконані в навчально-наукових лабораторіях кафедри рослинництва «Аналітичні дослідження в рослинництві», «Якості насіння та садивного матеріалу» Національного університету біоресурсів і природокористування України та в аналітичній біохімічній науково-дослідній лабораторії «Фізіологічних основ продуктивності рослин» ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Випробування нанохелатних добрив в технології вирощування буряків цукрових проведені в умовах ФГ «Расавське» (с. Ліщинка, Кагарлицького району Київської області).

Переважаючий ґрунт стаціонарного дослідження кафедри рослинництва – чорнозем типовий малогумусний, крупнопилувато-середньосуглинковий за гранулометричним складом. Орний шар ущільнений, а нижче – розпушений, перехід ґрунтових горизонтів поступовий. Вміст гумусу в орному шарі (за Тюрінім) – 4,39–4,53 %; рН сольової витяжки – 6,9–7,3; ємність поглинання – 30,7–32,0 мг-екв. на 100 г ґрунту. Вміст загального азоту (за Кельдалем) – 0,27–0,31 %, фосфору – 0,15–0,25 %, калію – 2,3–2,5 %. Вміст рухомого фосфору (за Мачигінім) складає 4,5–5,5 мг, рухомого калію – 9,8–10,3 на 100 г ґрунту. Рівень залягання ґрунтових вод на глибині 2–4 м. Материнська порода знаходиться на глибині 180–210 см і містить 9–11 % карбонатів кальцію. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37 % фізичної глини; 63 % піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,16–1,25 г/см³, вологість стійкого в'янення – 9,6–10,8 %, загальна пористість – 52–56 %, повна вологоємність 14,6–28,2 % та польова 41,0–48,3 %.

Клімат району помірно теплий та вологий. Згідно з багаторічними даними, середньорічна температура повітря становить 7,5 °С. Коливання температури по місяцях від –6,9 °С у січні до +19,6 °С у липні. Температурний режим вегетації ярих культур істотно змінювався упродовж років проведення досліджень (рис. 1).

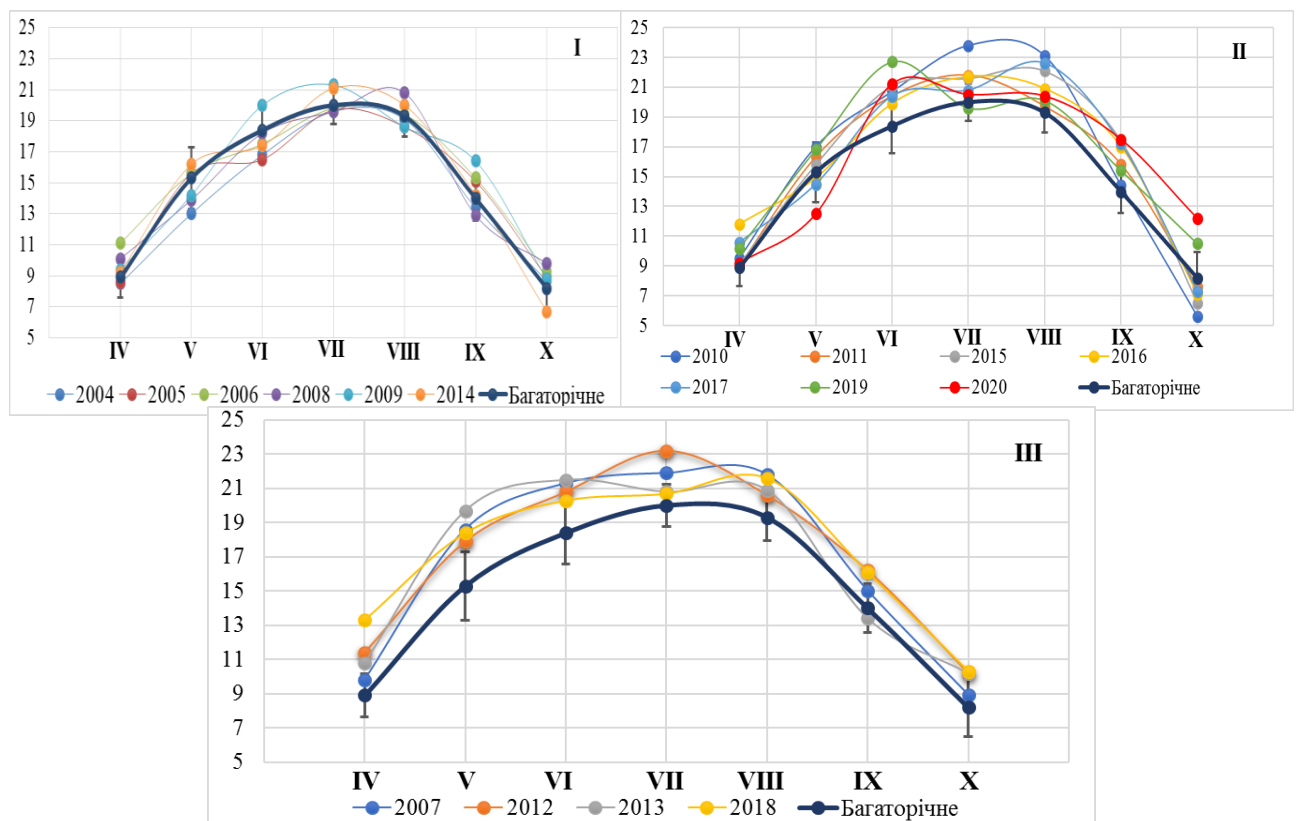


Рис 1. Температура повітря в період вегетації ярих культур, 2004–2020 рр. (I – $K_c = 1...1$ – типові умови; II – $K_c = 2...-1$ або $1...2$ – нетипові умови; III – $K_c < -2$ або > 2 – рідкісні умови)

Починаючи з 2006 року середня температура за період квітень–жовтень перевищувала середній багаторічний показник та спостерігалася динаміка до

поступового збільшення цього показника. Середньодобова температура повітря впродовж вегетації ярих культур з квітня по жовтень в середньому на 1,1 °С була вищою, порівняно з багаторічними даними – 14,9 °С. Максимальна середня температура повітря упродовж досліджуваного періоду була в 2012 та 2018 роках і становила 17,2 °С, мінімальна ж – 14,2 °С у 2004 році.

В останні роки все частіше спостерігаються надмірно високі температури в квітні, серпні та вересні. Для аналізування температурного режиму розраховували коефіцієнти суттєвості відхилень температури повітря від багаторічних даних. З 119 місяців – 63 місяці (53 %) були наближеними до багаторічних; 41 (34 %) – були нетиповими і 15 місяців (13 %) – рідкісні.

Роки суттєво різнилися за зволоженням. Середня сума опадів у період з квітня по жовтень упродовж 2004–2020 рр. була на 37 мм нижче за середні багаторічні дані – 363,6 мм. Сума опадів за цей період змінювалась від 156,6 (2020 р.) до 527,4 мм (2013 р.) Частота прояву років з суттєво нижчою кількістю опадів становила 6 з 17, з суттєво більшою – 6, а роки з близькою до середнього значення – 5 разів. Впродовж періоду з температурою повітря вище 10 °С 11 років характеризувалися достатнім зволоженням, 1 рік зі слабкою посухою, 4 – з середньою, та 1 рік з сильною посухою (табл. 1).

Таблиця 1

Гідротермічний коефіцієнт в період вегетації ярих культур

Рік	Місяць							Середнє за IV–X
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2004	2,5	0,7	0,0	1,0	1,8	1,4	1,9	1,1
2005	3,8	1,1	1,1	0,5	3,5	0,2	2,8	1,5
2006	1,3	2,5	0,8	0,4	2,2	0,9	0,9	1,3
2007	0,2	1,1	0,8	0,6	0,8	0,2	0,0	0,7
2008	2,8	0,2	0,3	0,7	0,6	5,2	1,4	1,1
2009	0,0	0,7	0,9	1,5	0,1	0,2	1,7	0,7
2010	2,7	0,9	0,9	1,5	0,5	0,7	0,0	1,1
2011	2,9	0,9	1,5	1,0	0,9	0,3	6,0	1,2
2012	2,0	0,6	1,5	0,3	2,1	0,6	2,5	1,2
2013	4,2	1,2	0,3	0,2	1,4	5,5	0,5	1,5
2014	1,6	0,8	0,8	2,2	0,7	0,9	1,4	1,2
2015	1,5	1,1	0,2	0,8	0,0	0,5	3,7	0,6
2016	2,5	3,2	0,3	0,7	0,4	0,1	13,0	1,3
2017	1,2	0,7	0,5	0,5	0,4	0,1	4,5	0,6
2018	0,2	0,6	1,8	1,3	0,3	1,2	0,8	0,9
2019	2,6	1,6	0,8	1,2	0,3	0,4	0,3	0,9
2020	0,1	0,4	0,2	0,5	0,3	0,1	2,3	0,5

Дослід 1. Ефективність застосування наростаючих норм азотних добрив в комбінації з біопрепаратами за формування продуктивності сої. Польовий дослід, 2006–2010 рр. (табл. 2). Дослід 2. Оптимізація строків сівби ультраранніх сортів сої. Польовий дослід, 2012–2016 рр. (табл. 3). Дослід 3. Формування продуктивності сої залежно від ширини міжряддя та норми висіву насіння. Польовий дослід, 2012–2016 рр. Фактор А – ширина міжряддя: 15 і 45 см; фактор В – норма висіву: 450; 600; 750; 900 тис. насінин/га. Дослід 4.

Ефективність альтернативних способів обробки насіння сої. Лабораторно-польовий дослід, 2006–2009 рр. (табл. 4). **Дослід 5. Вплив розчинів нанорозмірних монометалів на формування урожайності сої.** Польовий, дрібноділянковий, 2008–2012 рр. (табл. 5). Розчин є неіонним колоїдним розчином наночасток металів (10^{-9}), отриманий диспергуванням гранул заліза, міді, кобальту, молібдену, марганцю, цинку і срібла імпульсами електричного струму з амплітудою 100–2000 А у воді. **Дослід 6. Продуктивність сої залежно від норм добрив та колоїдного розчину комплексу наночасток металів різної концентрації.** Польовий дослід, 2008–2012 рр. (табл. 6). **Дослід 7. Ефективність передпосівної обробки насіння видів сільськогосподарських культур нанохелатними добривами та нанорозмірними монометалами.** Лабораторний дослід. Впродовж 2010–2018 рр. проводили дослідження з насінням пшениці м'якої озимої, тритикале озимого, пшениці твердої ярої, ячменю ярого, нуту, сої, квасолі, сочевиці. Використовували колоїдні розчини монометалів: Mn (10^{-9}), Ge (10^{-9}), Se (10^{-9}), Fe (10^{-9}), Ce (10^{-9}), Mo (10^{-9}), Zn (10^{-9}), Cu (10^{-9}), Cr (10^{-9}); нанохелатні добрива Йодис–концентрат, Йодис–концентрат+Se, Аватар–1. Концентрації робочого розчину, %: 0,001; 0,002; 0,003. **Дослід 8. Поліфункціональна ефективність використання нанохелатних добрив в технології вирощування сої та буряків цукрових.** Польовий дослід, **8.1** – табл. 7, **8.2** – табл. 8. **8.1.** Сорт сої Хорол, норма висіву – 600 тис. схожих насінин/га; інокуляція насіння – *ХайСмік* (*Bradyrhizobium japonicum*, штам 532 С) 400 г/100 кг насіння; фон – $N_{45}P_{60}K_{60}$; підживлення посівів – на початку бутонізації (ВВСН 50–53); 2016–2020 рр. **8.2.** Гібрид буряків цукрових Настя, KWS; фон – $N_{200}P_{80}K_{120}$; підживлення посівів: 4–5, 6–7, 8–9 пар листків; 2018–2020 рр. **Дослід 9. Активізація росту та розвитку насіння буряку цукрового на 00–09 мікростадіях росту та розвитку за використання нанохелатних добрив.** Лабораторний дослід. Встановлювали оптимальне співвідношення нанохелатних добрив (г/л): 1) Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus (NCF SMP); 2) Nano Chelate Fertilizer Zink, 20 % (NCF Zn); 3) Nano Chelate Fertilizer Phosphorus, 25 % (NCF P). Шестиразове поетапне внесення добрив впродовж макростадії 0: 1) 0:0:0; 2) 7:11:13; 3) 9:8:8; 4) 8:12:7. **Дослід 10. Матрикальна та трофічна різноякісність насіння сільськогосподарських культур.** Польовий та лабораторний дослід. Впродовж 2004–2011 рр. проводили дослідження з насінням пшениці м'якої та твердої ярої, ріпаку ярого та сої. Визначали вплив системи удобрення материнських рослин, місця формування на материнській рослині та крупності насіння на його посівні властивості та урожайність в післядії. **Дослід 11. Вплив строків збирання на посівні властивості насіння ріпаку ярого.** Лабораторний дослід, 2004–2006 рр. Фактор А – насіння ріпаку ярого сортів Марія, Оксамит, Калинівський; фактор В – строки збирання: зелена (вологість насіння 60 %), технічна (вологість насіння 30 %) та повна (вологість насіння 9 %) стиглість. **Дослід 12. Травмування насіння та шляхи зниження негативного впливу травм.** **12.1.** Вплив травмування насіння пшениці твердої ярої (сорт Ізольда) та сої (сорт Аннушка) на посівні властивості, довговічність, врожайність в післядії. Польовий та лабораторний дослід, 2004–2007 рр. **12.2.** Інтенсивність

дихання насіння культур (соя, пшениця тверда яра, кукурудза) при зберіганні залежно від типу травм. *Лабораторний дослід, 2008–2016 рр.*; **12.3.** Шляхи зниження негативного впливу травмування насіння зернових злакових та зернобобових культур. *Польовий та лабораторний дослід, 2007–2012, 2015–2017 рр.* Насіння пшениці твердої ярої (сорт Ізольда), м'якої озимої (сорт Мідас, Балатон), сої (сорт Аннушка); обробка цілого та травмованого насіння протруйниками, рістрегулюючими препаратами, інокулянтами, озоном, колоїдним розчином монометалів та комплексу нанометалів. **Дослід 13. Довговічність насіння зернових та зернобобових культур залежно від умов зберігання.** *Польовий та лабораторний дослід, 2004–2017 рр.* Мінливість посівних властивостей насіння культур: пшениці ярої та озимої, жита озимого, нуту, сої за стабільно низьких позитивних ($+5^{\circ}\text{C}$) та від'ємних температур, в неконтрольованих умовах («ex situ»), тривалості зберігання.

Площа посівної ділянки за вирощування сої – 84 м^2 , облікової – $52,8\text{ м}^2$; буряків цукрових – $64,8$ та $54,0\text{ м}^2$, повторність – чотириразова. В дрібноділянкових дослідках – 20 м^2 за шестиразового повторення. Технологія вирощування сої в дослідках 1–7, крім досліджуваних чинників: сорт – ультраранній Аннушка, строк сівби – температура ґрунту на глибині загортання насіння $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$; норма висіву – 700 тис. схожих насінин/га; інокуляція – ризогуміном (200 г/нектарну норму насіння); удобрення – $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$; захист від бур'янів – досходові боронування та суміш гербіцидів арамо ($1,0\text{ л/га}$) і базагран ($2,0\text{ л/га}$).

Експериментальні дослідження, обліки та спостереження проведено за загальноприйнятими в рослинництві методиками, зокрема: порівняльне аналізування середньодобових температур та суми опадів здійснювали з використанням коефіцієнтів суттєвості відхилень (K_c) елементів агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних. Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації: $K_c < 1$ – умови близькі до звичайних; $K_c = 1\div 2$ – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних; $K_c > 2$ – умови, наближені до рідкісних (Логвинов Т., 1976); суми *активних температур* розраховували для біологічно активної температури $+10^{\circ}\text{C}$.

Визначення польової схожості насіння, густоти стояння рослин та виживання рослин впродовж вегетації проводили на фіксованих ділянках у двох несуміжних повтореннях (Ермантраут та ін., 2014; Рожков та ін., 2016).

Температуру ґрунту визначали за допомогою цифрового термометра WT–1, довжина щупа -15 см ; діапазон вимірювання температури – від -50 до $+300^{\circ}\text{C}$. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, визначення морфологічних ознак проводили згідно з «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» (Волкодав, 2000; Ермантраут, 2014). Стадії та мікростадії росту та розвитку культур встановлювали за шкалою BBCH (Biologische Bundesanstalt, 1997).

Площу листової поверхні визначали методом «висічок» за Ничипоровичем та методом сканування; вміст хлорофілу «a» та «в» у листках рослин – шляхом біохімічного аналізу з використанням спектрофотометру з подальшим розрахунком концентрації пігментів за рівнянням Ветштейна і

Хольма (Грицаєнко та ін., 2003). Нітрогеназну активність бульбочок кореневої системи сої визначали за ацетилен–етиленовим методом (Макрушин та ін., 2006; Третьяков та ін., 1990).

Вміст загальних фенолів визначали з використанням реактиву Фоліна (Singleton & Rossi, 1965); вміст загальних танінів – за допомогою реактиву Фоліна та полівінілполіпіролідону по модифікованій методиці Хагеман та Бултер (Hagerman & Butler, 1978); вміст проантоціанідинів аналізувався за допомогою реакції з бутанол–HCl (Hagerman et al., 2000); визначення флавоноїдів проводилось за методикою Маркам (Marckam, 1989).

Інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів вивчали у листках рослин сої за вмістом ТБК–активних продуктів (Платонова & Костишин, 2000). Інтенсивність дихання насіння виявляли за допомогою респіраторного приладу І. М. Толмачова та титрованого розчину бариту $Ba(OH)_2$, який поглинає вуглекислий газ, що виділяється насінням. Поза тим, інтенсивність дихання досліджували за кількістю виділеного вуглекислого газу або поглинутого кисню у мл або мг, що виділяється в даних умовах наважкою насіння (100 або 1000 г насіння на абсолютно суху масу) за 24 години (Войцеховська та ін., 2010). Облік урожаю проводили подільночно методами прямого комбайнування та «пробного снопа». Якість зерна визначали шляхом інфрачервоної спектрометрії на інфрачервоному аналізаторі NIP Scanner 4250 з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114. Стабільність та пластичність гібридів буряку цукрового виявляли за урожайністю та досліджували відповідно до методики Еберхарда-Рассела, при цьому за критерій «пункт» нами використано критерій «погодні умови року» (Eberthart & Russel, 1966).

Посівні якості насіння визначали згідно методик ДСТУ 4138–2002. Травмування насіння визначали шляхом фарбування розчином індигокарміну двох робочих проб насіння по 100 шт., виділених з насіння основної культури та подальшого підрахунку макротравмованих (видимі неозброєним оком) і мікротравмованих (з пофарбованими тканинами за використання лупи) насінини (ISTA).

Економічну ефективність виробництва сої з варіаціями елементів технології вирощування розраховували шляхом складання технологічних карт та за «Методичними вказівками по визначенню економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями». Біоенергетичний аналіз здійснювали за методикою Медведовського О. К. та Іваненка П. І. (1988). Статистичну обробку даних проводили з використанням програми *Microsoft Excel*, програмного пакету SAS 9.4 та програмного пакету «Statistica 6».

АДАПТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Ефективність комбінованого застосування мінеральних добрив, інокулянтів у технологіях вирощування сої та функціонування азотофіксуючого симбіозу за зростаючих норм азоту. Соя потребує значної кількості азоту для росту, розвитку, формування урожайності та якості зерна. Традиційно під сою вносяться незначні кількості азоту, з розрахунку, що

рослини завдяки фіксації азоту будуть ним забезпечені. Проте, за умов стресу. не всі рослини або навіть посіви здатні сформувати азотофіксуючий симбіоз. З огляду на це, значно знижується рівень врожайності. Дослідження спрямовані на встановлення ефективності наростаючих норм азоту в комбінації з інокулянтами та функціонування азотофіксуючого симбіозу за зростаючих норм азоту. Врожайність сої сорту Аннушка змінювалась від 1,21 до 4,88 т/га, сорту Устя – 1,23 до 4,65 т/га, залежно від норми добрив, препарату для інокуляції, погодних умов року. Застосування передпосівної обробки насіння сої позитивно впливало також на формування врожайності зерна. Так, на варіантах з інокуляцією насіння сої ризогуміном і хетоміком врожайність культури порівняно з контролем була вищою на 1,2–2,5 ц/га. Урожайнішим при вирощуванні на чорноземах типових виявився ультраранній сорт сої Аннушка. Найвища урожайність формується за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння ризогуміном або комбінації ризогуміну і хетоміку (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність сої залежно від норм добрив та передпосівної обробки насіння, т/га (середнє за 2006–2010 рр.)

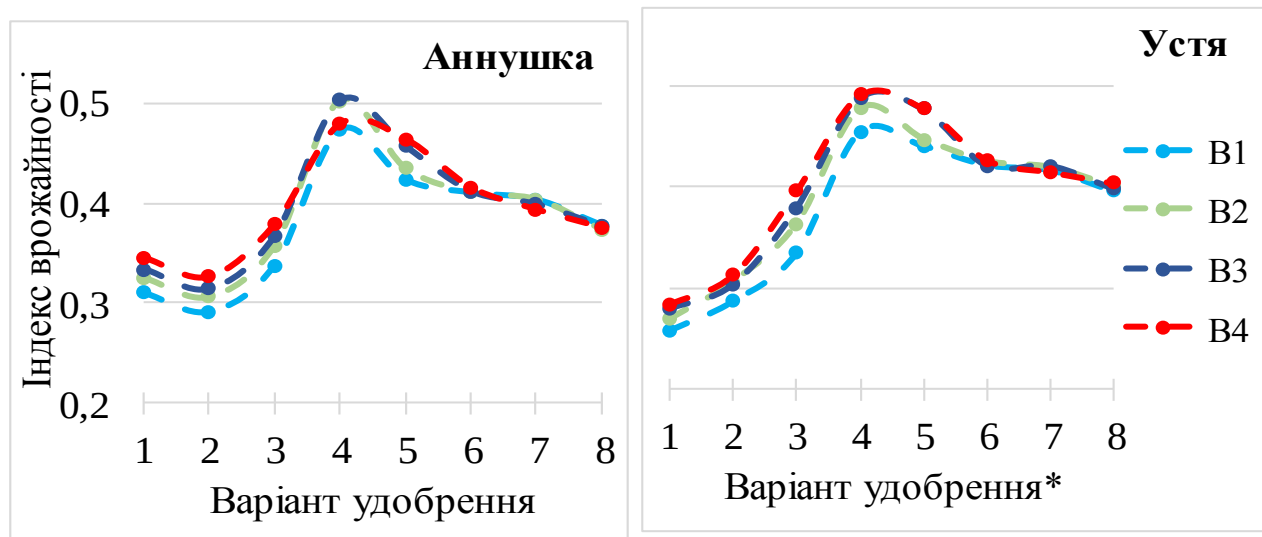
Позначення	Норма добрив, фактор <i>C</i>	Сорт, фактор <i>A</i>									
		Аннушка, A1					Устя, A2				
		Обробка насіння ¹ , фактор <i>B</i>									
		К	Х	Р	Р+Х	+ від B ²	К	Х	Р	Р+Х	+ від B ²
		B1	B2	B3	B4		B1	B2	B3	B4	
C1	Контроль	1,96	2,08	2,12	2,20	0,16	1,78	1,87	1,93	2,00	0,15
C2	P ₆₀ K ₆₀ – фон	2,10	2,24	2,28	2,36	0,19	1,94	2,03	2,09	2,16	0,20
C3	Фон + N ₃₀	2,64	2,80	2,95	3,16	0,32	2,40	2,52	2,68	2,88	0,34
C4	Фон + N ₆₀	3,84	4,07	4,15	4,18	0,29	3,49	3,66	3,76	3,80	0,25
C5	Фон + N ₉₀	3,69	3,80	4,01	4,06	0,27	3,36	3,42	3,65	3,67	0,22
C6	Фон + N ₁₂₀	3,61	3,63	3,64	3,63	0,16	3,27	3,23	3,24	3,28	0,03
C7	Фон + N ₁₅₀	3,43	3,45	3,47	3,47	0,03	3,29	3,33	3,31	3,30	0,02
C8	Фон + N ₁₈₀	3,29	3,33	3,33	3,36	0,05	2,71	2,72	2,71	2,72	0,05
HIP _{0,05}		0,13	0,14	0,15	0,14	-	0,13	0,14	0,13	0,12	-

Примітка: ¹К – контроль; Р – ризогумін; Р+Х – ризогумін + хетомік; Х – хетомік; + від В² – приріст урожайності від обробки насіння

За подальшого підвищення норм азотних мінеральних добрив до 180 кг/га д.р. на фоні $P_{60}K_{60}$ спостерігалася часткове зниження урожайності, що пов'язано зі значним наростанням вегетативної маси. Площа листової поверхні посівів сої сорту Аннушка в кінці цвітіння за внесення $N_{150}P_{60}K_{60}$ та $N_{180}P_{60}K_{60}$ незалежно від обробки насіння перевищувала 50,0 тис.м²/га, сорту Устя – 49,1 тис.м²/га. Ефективність мікробіологічних препаратів проявлялась від N_0 до N_{90} , за внесення азотних добрив в нормі N_{150} та N_{180} спостерігалася відсутність бульбочок на кореневій системі сої. За високих норм внесення азотних добрив врожайність сої, залежно від мікробіологічних препаратів, не

змінювалась. Формування урожайності відбувалося лише завдяки внесенню мінеральних добрив.

Індекс урожайності має параболічну залежність від норми добрив у межах певного інокулянта – якщо в контрольному варіанті індекс урожайності був низьким через нестачу елементів живлення і диференціацію незначної кількості генеративних органів, то за внесення $N_{150}P_{60}K_{60}$ та $N_{180}P_{60}K_{60}$ він знижувався шляхом накопичення значної маси побічної продукції (рис. 2).



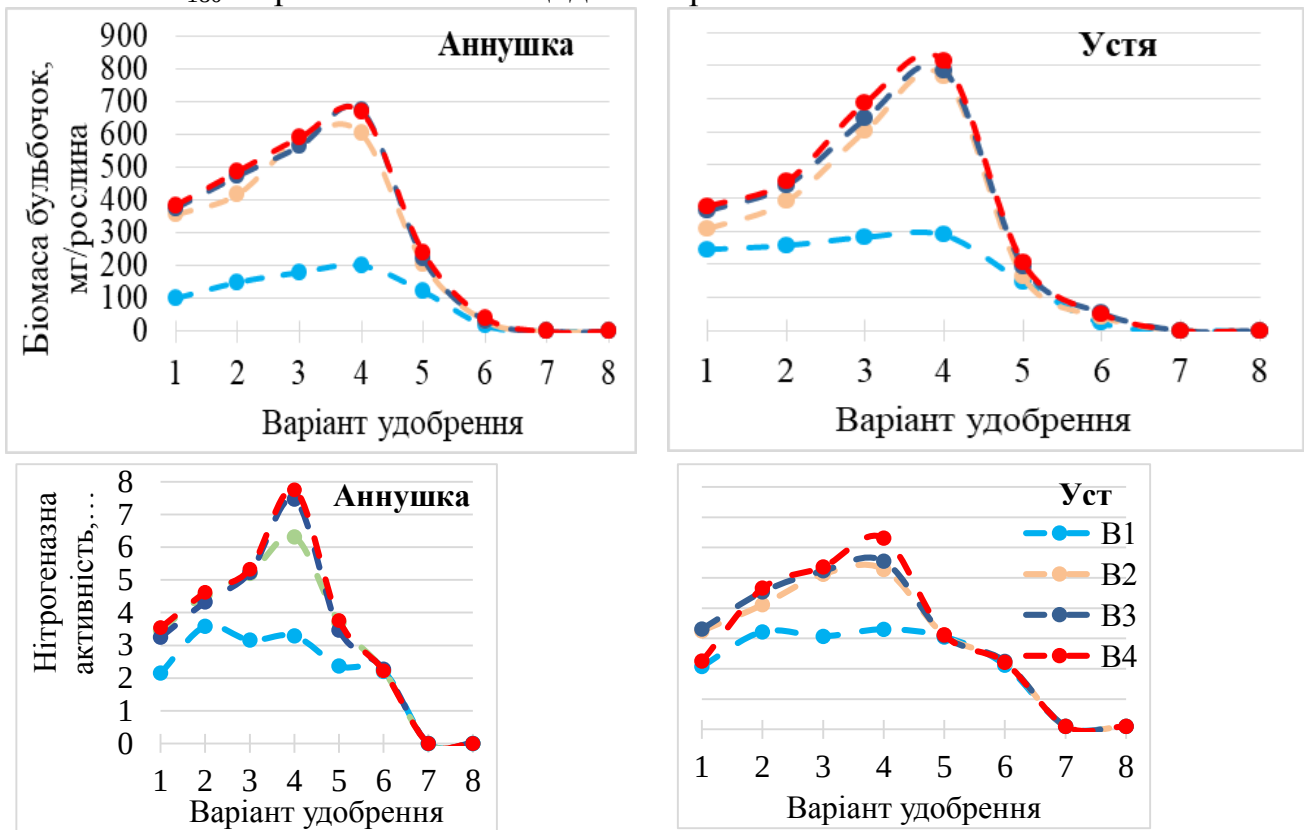
Примітка. Обробка насіння: B1 – без інокулянта (контроль), B2 – X, B3 – P, B4 – X+P; варіант удобрення: 1 – контроль, 2 – $P_{60}K_{60}$ (фон), 3 – фон + N_{30} , 4 – фон + N_{60} , 5 – фон + N_{90} , 6 – фон + N_{120} , 7 – фон + N_{150} , 8 – фон + N_{180} .

Рис. 2. Індекс урожайності сої залежно від системи удобрення та інокуляції насіння, середнє за 2006–2010 рр.

Симбіотична активність сортів сої різнилася за такими показниками, як: кількість та маса бульбочок на одній рослині, нітрогеназна активність. Зростання кількості та маси бульбочок відбувалося від абсолютного контролю за інокуляції насіння препаратами до внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння; від $N_{90}P_{60}K_{60}$ спостерігається різке зниження симбіотичної активності; на фоні $N_{120}P_{60}K_{60}$ фіксуються лише сліди симбіотичної активності, а за внесення $N_{150}P_{60}K_{60}$ та $N_{180}P_{60}K_{60}$ симбіотична фіксація азоту відсутня (рис. 3).

Інтенсифікація процесів пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) є первинною неспецифічною реакцією на стресовий чинник, що проявляється у зростанні вмісту малонового альдегіду (МДА) в фотосинтетичних тканинах сої за внесення азоту. Процеси ПОЛ активніше розвивались у фазі цвітіння і максимального зростання – на 55 % щодо контролю без добрив досягали за внесення N_{180} ; за передпосівної обробки насіння ризогуміном та за внесення N_{30} вміст МДА в листках зростав лише на 12,5 %. Найбільше зростання вмісту МДА спостерігалось у фазі наливу бобів при використанні високих доз азоту (180 кг/га): у сорту Устя вміст МДА зростав на 25 % по відношенню до контролю; у сорту Аннушка було відмічено зростання вмісту МДА на 69 % у фазі цвітіння. У фазі наливу зерна за передпосівної обробки насіння ризогуміном та внесення N_{30} та

без його додавання вміст МДА зменшувався відповідно на 16 і 18 %, а за внесення N_{180} – зростав на 17 % щодо контролю.



Примітка. Обробка насіння: B1 – без інокулянта (контроль), B2 – X, B3 – P, B4 – X+P; варіант удобрення: 1 – контроль, 2 – $P_{60}K_{60}$ (Фон), 3 – фон + N_{30} , 4 – фон + N_{60} , 5 – фон + N_{90} , 6 – фон + N_{120} , 7 – фон + N_{150} , 8 – фон + N_{180} .

Рис. 3. Маса бульбочок та нітрогеназна активність сої залежно від системи удобрення та інокуляції, середнє за 2006–2010 рр.

Комбіноване застосування ризогуміну + N_{180} стимулювало зростання вмісту МДА вдвічі, порівняно з контролем (без добрив+ризогумін) та вищим на 35 %, порівняно з абсолютним контролем, що може бути наслідком негативного впливу високих доз мінеральних добрив на формування бобово-ризобіального симбіозу.

Вміст хлорофілів є однією з найвиразніших характеристик адаптації фотосинтетичного апарату рослин до умов довкілля. У критичній фазі розвитку рослин (цвітіння) спостерігається тенденція до дозозалежного збільшення вмісту фотосинтетичних пігментів у рослин без інокуляції ризогуміном. За інокуляції насіння, залежно від доз азоту, спостерігали збільшення вмісту хлорофілу *a* на 64 %, порівняно з контролем (без добрив), і зменшення на 30 % за внесення N_{180} і без інокуляції насіння – прояв інгібуючої дії надлишкового азоту для ефективного функціонування азотфіксувального симбіозу. При внесенні N_{30} кг/га кількісний вміст пігменту не змінився. Вміст хлорофілу *b* та

каротиноїдів був на рівні контролю. У фазі наливу бобів відбувається перерозподіл асимілятів з інтенсивнішим їх відтоком до нових атрагуючих центрів насіння, що позначилося на зменшенні вмісту фотосинтетичних пігментів. Крім того, при використанні ризогуміну зафіксовано тенденцію до зниження вмісту фотосинтетичних пігментів, порівняно з контролем без інокуляції (рис. 4).

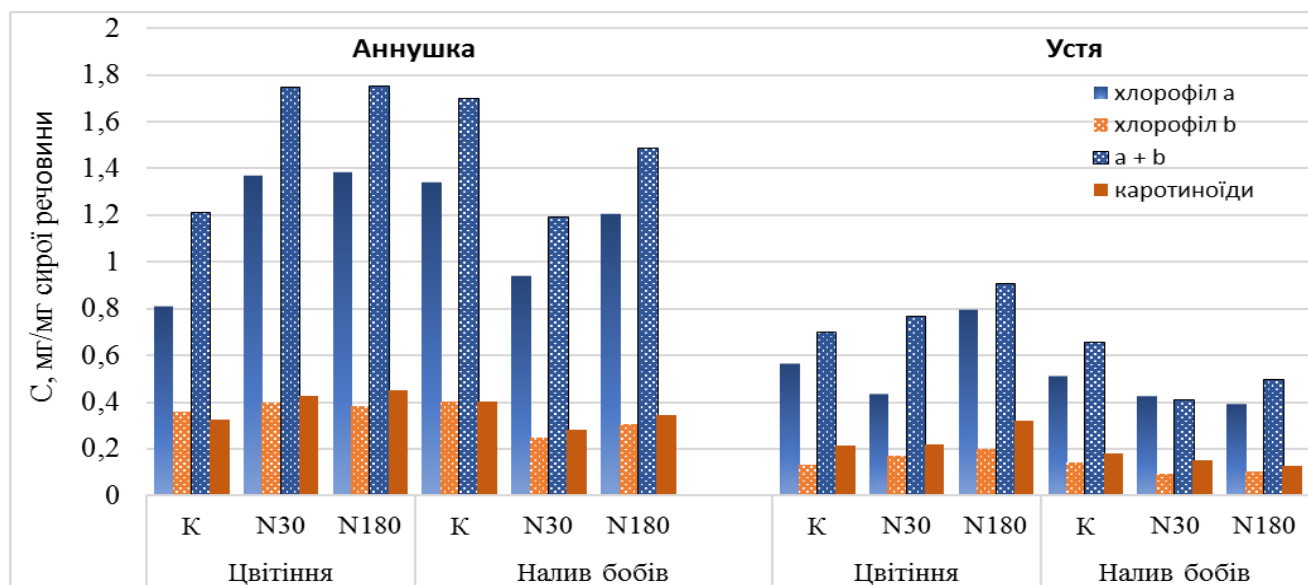


Рис. 4. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин сої залежно від норми азотних добрив, середнє за 2006–2010 рр.

Збільшення співвідношення хлорофілів *a* і *b* за внесення азоту та мікробіологічного препарату вказує на розвиток стрес-стану і знижену стійкість організму рослини. У фазі цвітіння відзначається зростання цього співвідношення за сумісного використання азотних добрив та ризогуміну і без нього. Ця ж тенденція зберігається і у фазі наливу бобів майже за всіх комбінацій застосування азоту та інокулянту. За внесення N₃₀ та інокуляції ризогуміном, у фазі наливу бобів співвідношення зменшувалося на 30 %, порівняно з контролем. Це, зі свого боку, вказує на адаптацію, спрямовану на підвищення ефективності фотосинтезу.

Азот є індуктором продукційних властивостей рослин, обумовлюючи врожайність та харчову цінність соєвих бобів за вмістом білка та жирів. Загальний вміст білка в насінні контролю без обробки ризогуміном збільшувався залежно від дози добрив, і навпаки, у рослин сої з передпосівною обробкою істотно знижувався щодо контролю з ризогуміном і без його застосування (рис. 5). Це є наслідком ефективнішого використання азоту в метаболічних реакціях рослин, сформованих з інокульованого насіння. У рослин ультраскоростиглого сорту сої Аннушка при внесенні азоту у кількості 30 кг/га вміст білка збільшувався і вже за умов 180 кг/га азотних добрив його кількість була більшою на 60 %. Істотне зростання вмісту жирів – на 60 % відзначено лише за внесення N₃₀, порівняно з абсолютним контролем. Вміст жирів збільшувався на 40 % і за обробки насіння ризогуміном на фоні абсолютного контролю.

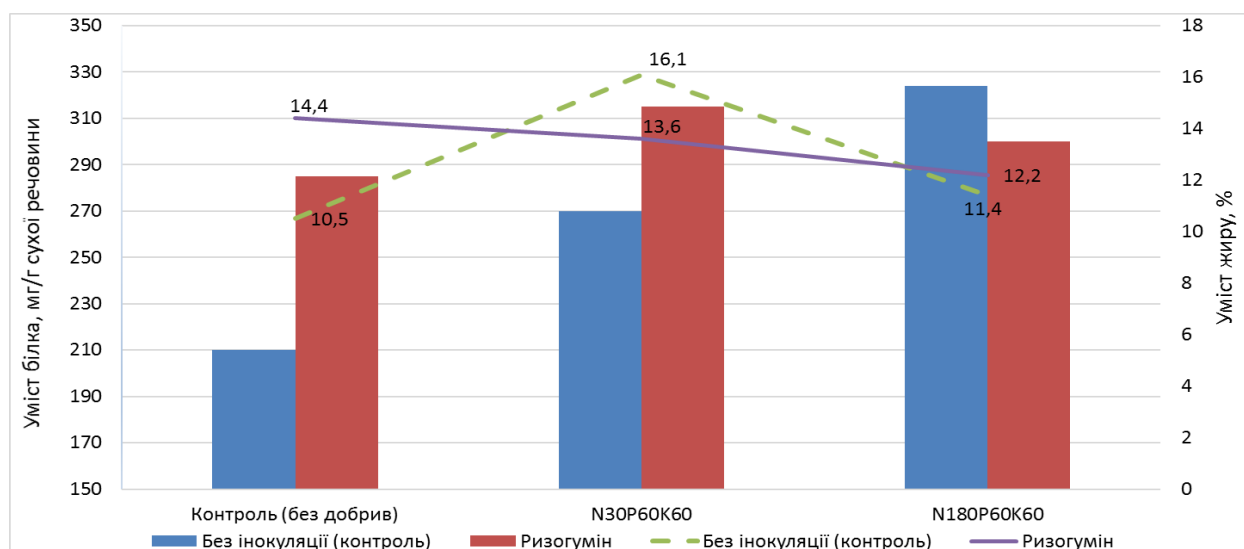


Рис. 5. Вміст білка та жиру насінні сої залежно від норми азотних добрив та інокуляції ризогуміном, середнє за 2006–2010 рр.

Особливості формування продуктивності сої залежно від строку сівби. За I-го строку сівби польова схожість насіння була нижчою – 70,6 % у сорту Аннушка та 69,8 % у сорту Анастасія, порівняно з іншими строками сівби. Вегетаційний період сорту Аннушка складає 75–94 та 80–100 днів сорту Анастасія. Найдовша вегетація – 94 днів у сорту Аннушка та 100 днів у сорту Анастасія була за I строку сівби; найкоротша – для сорту Аннушка – 75 днів і сорту Анастасія – 80 була за IV строку сівби. Максимальна площа листкової поверхні формувалась у період бутонізація–цвітіння – 38,9–42,5 у сорту Аннушка та 45,6–46,3 тис. м²/га у сорту Анастасія.

Ранньостиглий сорт Анастасія в середньому за 2012–2016 роки формував урожайність на рівні 2,28–2,85 т/га залежно від строків сівби (табл. 3). Більший врожай зерна зафіксовано за другого – 2,85 т/га та третього строків сівби – 2,79 т/га. Тимчасом як за першого та четвертого – урожайність значно менша і складала 2,38 і 2,28 т/га відповідно.

Таблиця 3

Урожайність сої залежно від строку сівби, т/га

Сорт, фактор А	Строк сівби, фактор В	Температура грунту на глибині 10 см, °С	Рік, фактор С					Середнє значення
			2012	2013	2014	2015	2016	
Аннушка	I	6–8	3,07	2,53	2,94	2,08	3,47	2,82
	II	8–10	4,03	3,12	3,54	2,28	4,33	3,46
	III (к)	10–12	4,06	3,09	3,53	2,02	4,24	3,38
	IV	12–14	2,36	2,04	3,01	1,71	3,23	2,47
Анастасія	I	6–8	2,27	2,33	2,41	2,03	2,85	2,38
	II	8–10	3,12	2,68	3,19	2,04	3,23	2,85
	III (к)	10–12	3,15	2,56	3,06	1,98	3,18	2,79
	IV	12–14	2,02	2,08	2,66	1,60	3,02	2,28
НІР _{0,05}			0,09	0,10	0,11	0,08	0,12	0,11

Сорт Аннушка за врожайністю перевищує сорт Анастасія – 2,47–3,46 т/га. Максимальна урожайність зерна формується за другого та третього строків сівби – 3,46 та 3,38 т/га. Тимчасом як за першого та четвертого – урожайність значно менша – 2,82 і 2,47 т/га.

Урожайність сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь. Ефективність вирощування сортів сої значною мірою залежить від генотипової реакції на загущеність посівів. За вирощування сорту Аннушка було встановлено, що сорт досить позитивно реагує на рівномірне загущення – вища урожайність формується за ширини міжрядь і нормі висіву 750 тис. шт./га., за ширини міжрядь 45 см урожайність є нижчою за тих самих норм висіву.

НАНОПРЕПАРАТИ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Ефективність альтернативних способів обробки насіння сої. Енергія проростання та лабораторна схожість насіння сої були вищими за обробки біологічними та фізичними чинниками, і значно знижувалися при обробці протруйником Максим XL 035 FS (табл. 4).

Таблиця 4

Посівні властивості насіння та урожайність сої залежно від передпосівної обробки насіння, середнє за 2006-2009 рр.

Передпосівна обробка насіння	Посівні властивості, %				Урожайність, т/га
	ЕП*	ЛС	УБ	ПС	
Єлена					
Контроль	89	99	2	72,6	2,28
Озонування	98	99	0	79,6	2,47
Максим XL 035 FS	90	95	0	69,6	2,34
Ризогумін	92	96	2	80,0	2,59
Розчин Ag (10 ⁻⁹)	95	100	0	72,0	2,06
Артеміда					
Контроль	91	94	2	72,0	2,50
Озонування	96	98	0	82,0	2,78
Максим XL 035 FS	89	93	0	71,2	2,68
Ризогумін	90	95	1	81,4	2,89
Розчин Ag (10 ⁻⁹)	92	97	0	81,5	2,23
Київська 98					
Контроль	92	97	1	83,4	2,65
Озонування	97	100	0	87,3	2,98
Максим XL 035 FS	94	97	0	74,0	2,82
Ризогумін	98	99	0	90,6	3,23
Розчин Ag (10 ⁻⁹)	96	100	0	84,7	2,47
<i>НІР</i> 0,05	3	2	-	0,2	0,17

Примітка: *ЕП – енергія проростання, ЛС – лабораторна схожість, УБ – ураження бактеріозом, ПС – польова схожість

Відмічено позитивний вплив наночасток срібла та озонування на 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 – 2,59–3,23 т/га сорти сої формували за інокуляції насіння ризогуміном та озонування.

Ефективність однокомпонентних колоїдних розчинів наночасток металів. Лабораторна схожість 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 за застосування розчинів металів (рис. 6).

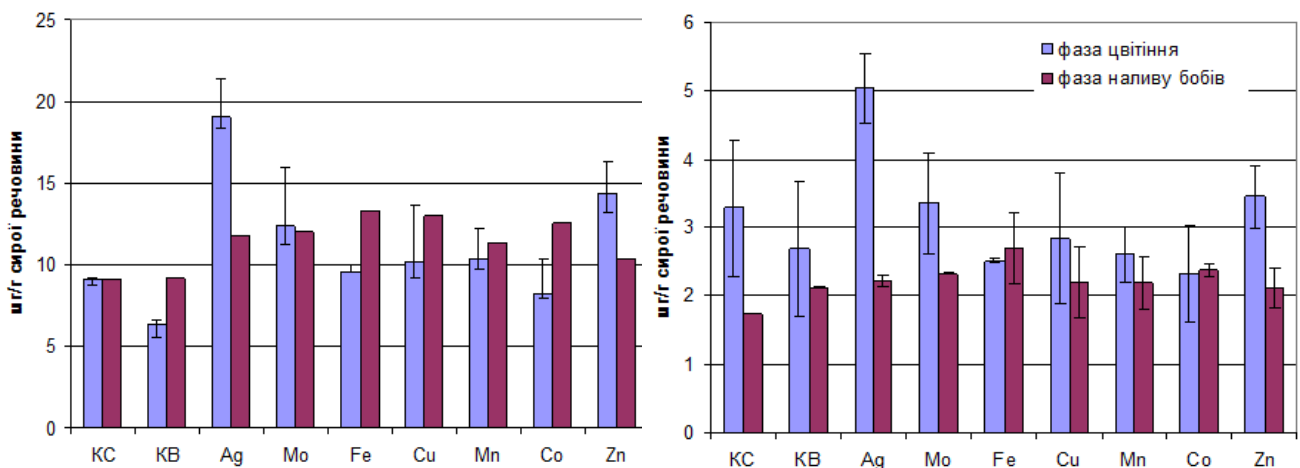


Рис. 6. Вміст суми хлорофілів *a+b* (зліва) та каротиноїдів (справа) за обробки насіння колоїдними розчинами металів.

Встановлено позитивний вплив на формотворчі процеси окремих елементів, що в інтегрованому вигляді проявляється в урожайності сої (табл. 5). 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 дослідів. 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.

Вміст біологічно активних речовин фенольної природи у насінні сої за дії неіонних колоїдних розчинів наночасток монометалів. Дослідження, проведені спільно з навчально-науковим центром «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка, показали, що біофортificaція наночастками монометалів сприяє достовірному підвищенню вмісту харчових та

фармакологічно цінних сполук фенольної природи в насінні сої. За використання нанопрепаратів на основі молібдену, марганцю, міді та заліза спостерігається достовірне підвищення загального вмісту поліфенолів (рис. 7). Через використання нанопрепаратів на основі срібла, кобальту, міді та цинку коливання знаходились в межах похибки досліду.

Таблиця 5

Індивідуальна продуктивність рослин та урожайність сої сорту Аннушка за обробки насіння розчинами наночасток монометалів, середнє за 2008–2012 рр.

Варіант	Компоненти продуктивності ¹							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль сухий	99,8	11,4	4,0	26,7	2,1	113,4	3,16	1,78
Контроль вологий	101,1	11,6	4,1	27,4	2,5	112,0	3,40	2,01
Розчин Fe (10^{-9})	107,8	13,3	4,1	30,0	2,5	128,0	5,50	2,37
Розчин Zn (10^{-9})	97,7	11,7	4,1	29,3	2,5	120,2	4,41	1,83
Розчин Cu (10^{-9})	108,2	12,8	4,2	31,2	2,6	132,5	5,69	2,47
Розчин Mn (10^{-9})	106,5	13,1	4,1	31,7	2,4	133,2	4,88	2,06
Розчин Mo (10^{-9})	110,3	13,5	4,0	32,9	2,8	139,8	5,94	2,59
Розчин Co (10^{-9})	107,9	13,6	4,1	31,3	2,7	129,5	5,13	2,19
Розчин Ag (10^{-9})	105,0	13,7	4,1	30,3	2,6	124,0	5,03	2,14
<i>НІР</i> _{0,05}	2,5	3,5	0,4	2,8	0,2	2,8	0,21	0,17

Примітка. 1 – висота рослин, см; 2 – висота кріплення нижніх бобів, см; 3 – довжина боба, см; 4 – кількість бобів, шт.; 5 – кількість насінин у бобі, шт.; 6 – маса 1000 насінин, г; 7 – маса насіння з рослини, г; 8 – біологічна врожайність, т/га

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 збільшується у середньому на 30 %.

Ефективність застосування колоїдного розчину комплексу (Fe, Mn, Mo, Co, Cu, Zn, Ag) наночасток металів. Обробку насіння та позакореневе підживлення сої на початку фази цвітіння проводили запатентованим (патент України на корисну модель № 38459) маточним колоїдним розчином металів з двома концентраціями – одинарною (120 мг/л) та подвійною (240 мг/л). Варто зауважити, що наночастки металів позитивно впливають на формування площі листової поверхні. Максимальний приріст спостерігався за обробки насіння та посівів сої на початку цвітіння розчином наночасток металів у концентрації 240 мг/л на фоні внесення мінеральних добрив. Комбіноване застосування наночасток металів сприяє синтезу фотосинтетичних пігментів у листках сої, вміст яких також неабияк змінюється залежно від фону живлення. Найбільш вдалою комбінацією є передпосівна обробка та позакореневе підживлення розчином наночасток металів у концентрації 240 мг/л на фоні $N_{120}P_{30}K_{30}$. Вміст хлорофілу *a* достовірно зростає на 52 %, вміст суми хлорофілів *a+b* на 70 % по відношенню до контролю без добрив.

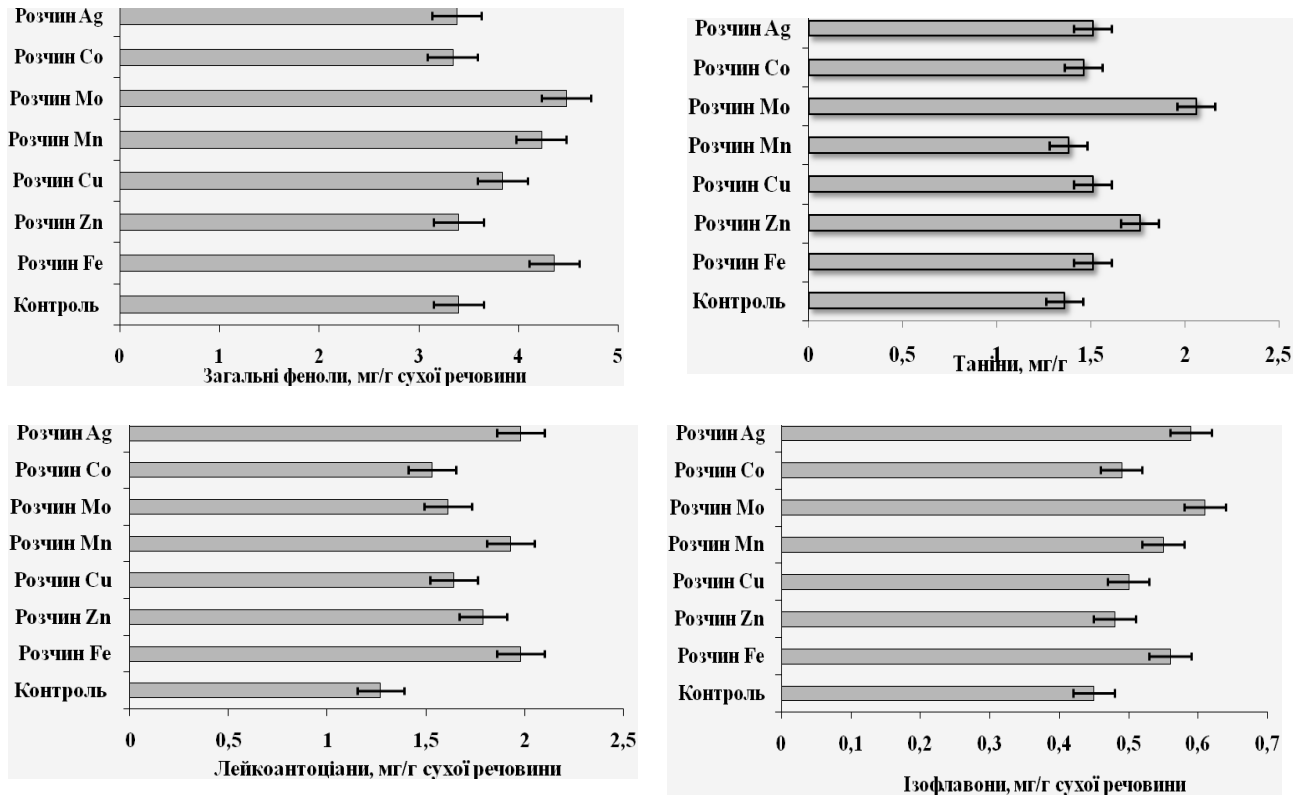


Рис. 7. Вміст суми фенольних сполук, танінів, лейкоантоціанів, ізофлавінів у зерні сої за передпосівної обробки наночастками монометалів.

Урожайність сої впродовж років проведення досліджень значно змінювалась залежно від досліджуваних чинників та погодних умов у межах 1,74–4,30 т/га. Найбільш ефективною комбінацією є передпосівна обробка та позакореневе підживлення колоїдним розчином комплексу наночастинок металів у концентрації 240 мг/л на фоні $N_{60}P_{30}K_{30}$ (табл. 6).

Таблиця 6

Урожайність сої сорту Аннушка за комбінованого застосування мінеральних добрив та колоїдного розчину комплексу (Fe, Mn, Mo, Co, Cu, Zn, Ag) наночастинок металів, т/га (середнє за 2008-2012 рр.)

Удобрєння	Застосування комплексу наночастинок металів					
	1 ¹	2	3	4	5	6
Контроль (без добрив)	1,96	2,08	2,13	2,00	2,18	2,21
$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,64	2,87	2,93	2,67	3,12	3,17
$N_{60}P_{30}K_{30}$	3,84	3,91	3,96	3,86	4,04	4,10
$N_{90}P_{30}K_{30}$	3,65	3,73	3,77	3,67	3,90	4,00
$N_{120}P_{30}K_{30}$	3,55	3,60	3,64	3,57	3,80	3,85
$N_{150}P_{30}K_{30}$	3,20	3,29	3,33	3,22	3,48	3,56
$HIP_{0,05}$	0,16	0,17	0,17	0,15	0,18	0,17

*Примітка*¹. 1. Контроль 1 (обробка насіння водою); 2. Обробка насіння комплексом наночастинок металів, 120 мг/л (*КНМ 1*); 3. Обробка насіння комплексом наночастинок металів, 240 мг/л (*КНМ 2*); 4. Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою); 5. Обробка насіння *КНМ 1* + обприскування посівів *КНМ 1*; 6. Обробка насіння *КНМ 2* + обприскування посівів *КНМ 2*.

За комбінованого застосування мінеральних добрив та колоїдного розчину комплексу наночасток металів значно змінювалася 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.

Поліфункціональна ефективність використання нанохелатних добрив в технології вирощування сої та буряків цукрових. Найвищу урожайність в усі роки проведення дослідження соя формувала за застосування нанохелатних добрив по вегетації рослин, сформованих з насіння обробленого перед сівбою інокулянтном та препаратом Аватар (табл. 7). Більш ефективною була комбінація з передпосівної обробки насіння інокулянтном та Аватаром (А3В1) і підживлення по вегетації Аватар + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus (А3В6) – 2,79 т/га в середньому за 2016–2020 рр. за діапазону зміни урожайності по рокам від 1,92 до 3,48 т/га.

Таблиця 7

**Урожайність сої сорту Хорол за комбінованого застосування
нанопрепаратів, т/га**

Підживлення посівів, фактор В		Рік					Середнє значення
		2016	2017	2018	2019	2020	
Інокуляція насіння, фактор А (А1)							
Контроль (без підживлення)	В1	2,27 ^d	2,14 ^e	2,28 ^e	1,71 ^e	1,23 ^e	1,93 ^e
Йодис–концентрат	В2	2,36 ^d	2,22 ^e	2,34 ^e	1,86 ^d	1,40 ^d	2,04 ^d
NCF SMP ¹	В3	2,62 ^c	2,44 ^c	2,65 ^{cd}	1,88 ^d	1,65 ^b	2,25 ^{bc}
Аватар	В4	2,40 ^d	2,28 ^d	2,38 ^e	2,13 ^c	1,42 ^d	2,12 ^c
Аватар + Йодис–концентрат	В5	2,44 ^d	2,31 ^d	2,49 ^d	2,16 ^c	1,64 ^b	2,21 ^c
Аватар + NCF SMP	В6	2,84 ^b	2,52 ^b	2,88 ^c	2,18 ^c	1,74 ^a	2,43 ^{bc}
Інокуляція насіння + Йодис–концентрат, фактор А (А2)							
Контроль (без підживлення)	В1	2,40 ^d	2,22 ^e	2,34 ^e	1,85 ^d	1,36 ^d	2,03 ^d
Йодис–концентрат	В2	2,44 ^d	2,36 ^c	2,46 ^d	2,1 ^c	1,45 ^c	2,16 ^c
NCF SMP	В3	2,82 ^b	2,52 ^b	2,85 ^c	2,10 ^c	1,84 ^a	2,43 ^{bc}
Аватар	В4	2,54 ^c	2,44	2,52	2,22	1,49	2,24 ^{bc}
Аватар + Йодис–концентрат	В5	2,60 ^c	2,48 ^b	2,66 ^{cd}	2,35 ^{ab}	1,53 ^c	2,32 ^c
Аватар + NCF SMP	В6	2,90 ^b	2,68 ^b	2,97 ^c	2,37 ^c	1,90 ^a	2,56 ^b
Інокуляція насіння + Аватар, фактор А (А3)							
Контроль	В1	2,48 ^d	2,31 ^d	2,44 ^d	1,91 ^d	1,48 ^c	2,12 ^c
Йодис–концентрат	В2	2,62 ^c	2,40 ^c	2,56 ^{cd}	2,12 ^c	1,51 ^c	2,24 ^{bc}
NCF SMP	В3	3,23 ^a	2,62 ^b	3,06 ^b	2,15 ^c	1,88 ^a	2,59 ^b
Аватар	В4	2,74 ^b	2,51 ^b	2,62 ^{cd}	2,25 ^b	1,53 ^c	2,33 ^{bc}
Аватар + Йодис–концентрат	В5	2,84 ^b	2,58 ^b	2,78 ^c	2,36 ^a	1,60 ^b	2,43 ^{bc}
Аватар + NCF SMP	В6	3,48 ^a	2,76 ^a	3,38 ^a	2,39 ^a	1,90 ^a	2,79 ^a
HIP 0,05		0,11	0,10	0,09	0,11	0,08	0,10

Достовірно за $p < 0,05$

Примітка¹: NCF SMP – Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus

Очевидною є перевага позакореневого підживлення нанопрепаратами Аватар + Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus порівняно з варіантом без підживлення за показником площі листової поверхні (рис. 8).

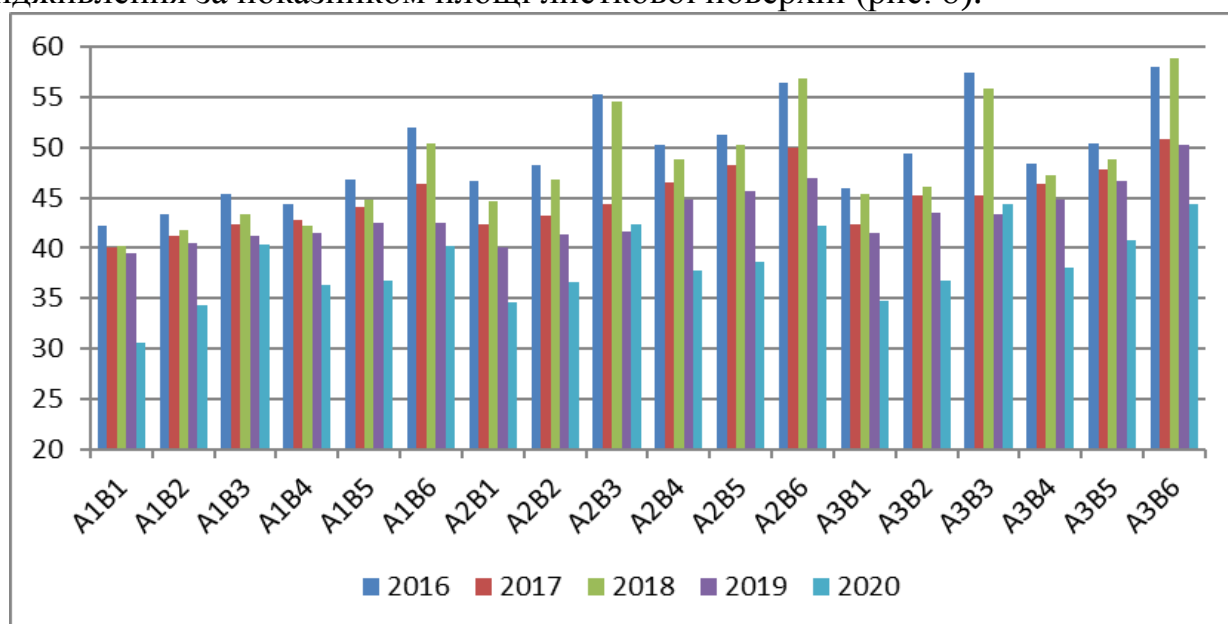


Рис. 8. Площа листової поверхні сої залежно від обробки нанопрепаратами насіння та позакореневого підживлення, ВВСН 78–82, тис. м²/га.

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 (табл. 8).

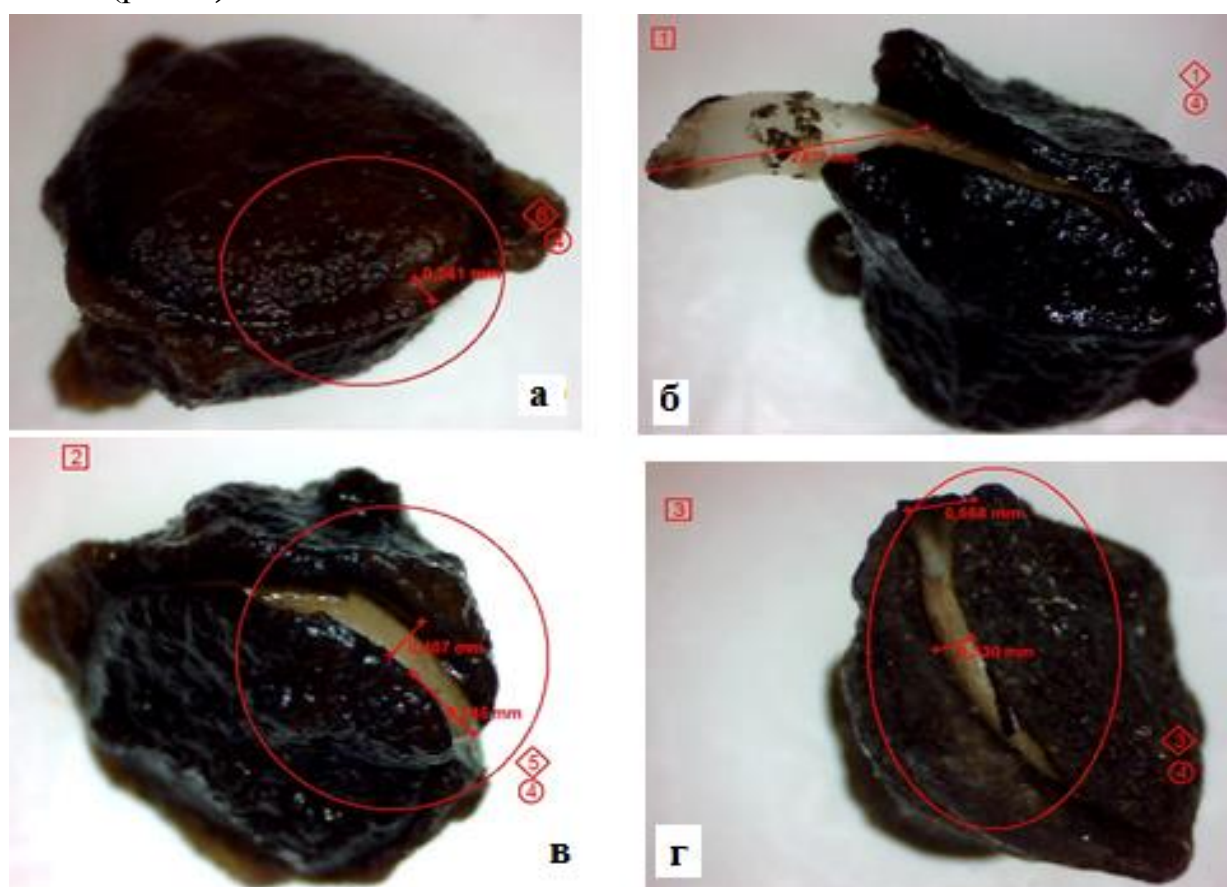
Таблиця 8

Продуктивність буряків цукрових за позакореневого підживлення нанохелатними добривами, середнє за 2018–2020 рр.

Показник	Контроль	NCF Ca ¹	NCF Fe	NCF Mg	NCF Mn	NCF Cu
Урожайність, т/га	51,6	64,0	63,2	64,6	62,4	64,1
Цукристість (всього цукру), %	17,0	17,9	18,0	18,8	18,8	17,9
Цукристість (чистого цукру), %	14,7	15,9	16,7	17,0	16,7	15,6
Коефіцієнт виходу цукру (екстракція)	85,2	89,4	88,0	89,8	87,6	86,7
Збір цукру, т/га	7,58	10,2	10,6	10,9	10,4	9,99

Примітка¹: контроль – без підживлення; NCF Ca – Nano Chelate Fertilizer Calcium, 25 %; NCF Fe – Nano Chelate Enriched Fertilizer Iron, 10 %; NCF Mg – Nano Chelate Fertilizer Magnesium, 25 %; NCF Mn – Nano Chelate Fertilizer Manganese, 25 %; NCF Cu – Nano Chelate Fertilizer Copper, 25 %.

Активізація росту та розвитку насіння буряків цукрових на 00–09 мікростадіях росту та розвитку за використання нанохелатних добрив. Рівномірне забезпечення насіння цинком і особливо фосфором на фоні базового комплексного добрива з нанорозмірними елементами сприяло активації проростання насіння та інтенсивному формуванню синхронно розвинених паростків. 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 варіанту 1, через 40 годин після сівби, була від 0,540 мм до 2,671 мм, в усіх інших варіантах дослідів поява зародкового корінця відмічена на 4 години пізніше (рис. 9).



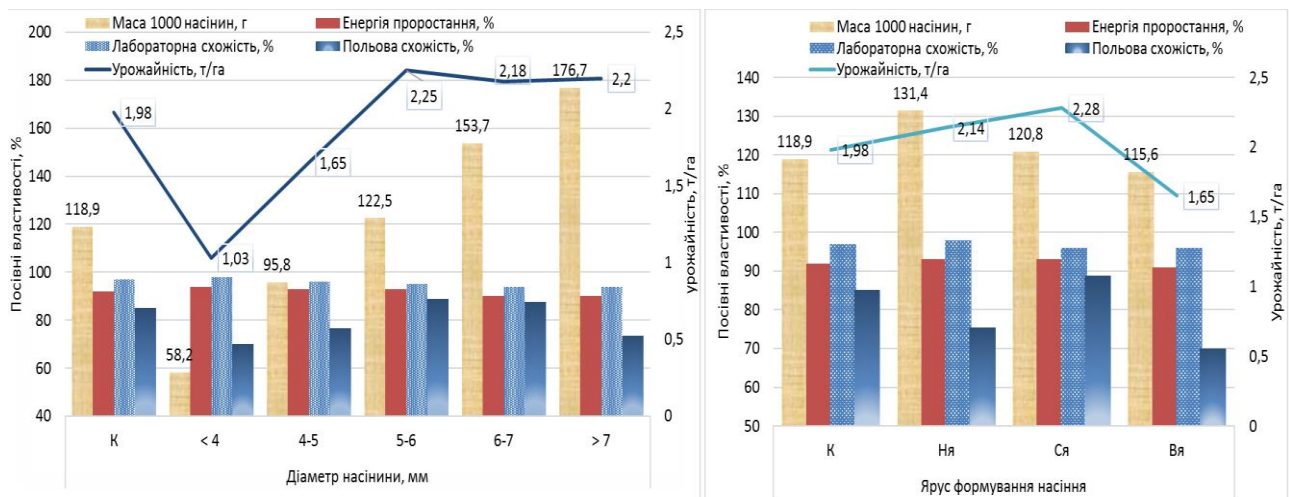
Примітка: а – контрольне (без добрив) насіння, б–г – насіння оброблене комбінацією нанодобрив NCF SMP : NCF Zn : NCF P в співвідношенні 1) 7:11:13; 2) 9:8:8; 3) 8:12:7

Рис. 9. Плоди буряків цукрових контрольного варіанту та за обробки нанодобривами.

Ріст кореня та видовження гіпокотилія на перших етапах проростання плодів буряка цукрового за внесення нанохелатних добрив прискорюється вдвічі, за рахунок чого сході 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 редуції рослин.

ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОЩУВАННЯ МАТЕРИНСЬКИХ РОСЛИН

Матрикальна різноякісність насіння значно проявляється у культур з тривалим періодом цвітіння, зокрема сої, 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 сої сорту Аннушка залежно від діаметра склала: < 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 мало насіння з діаметром – 5–6 мм (84,5 %) 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 середнього та крупного насіння і з середнього ярусу утворення бобів (рис. 10).

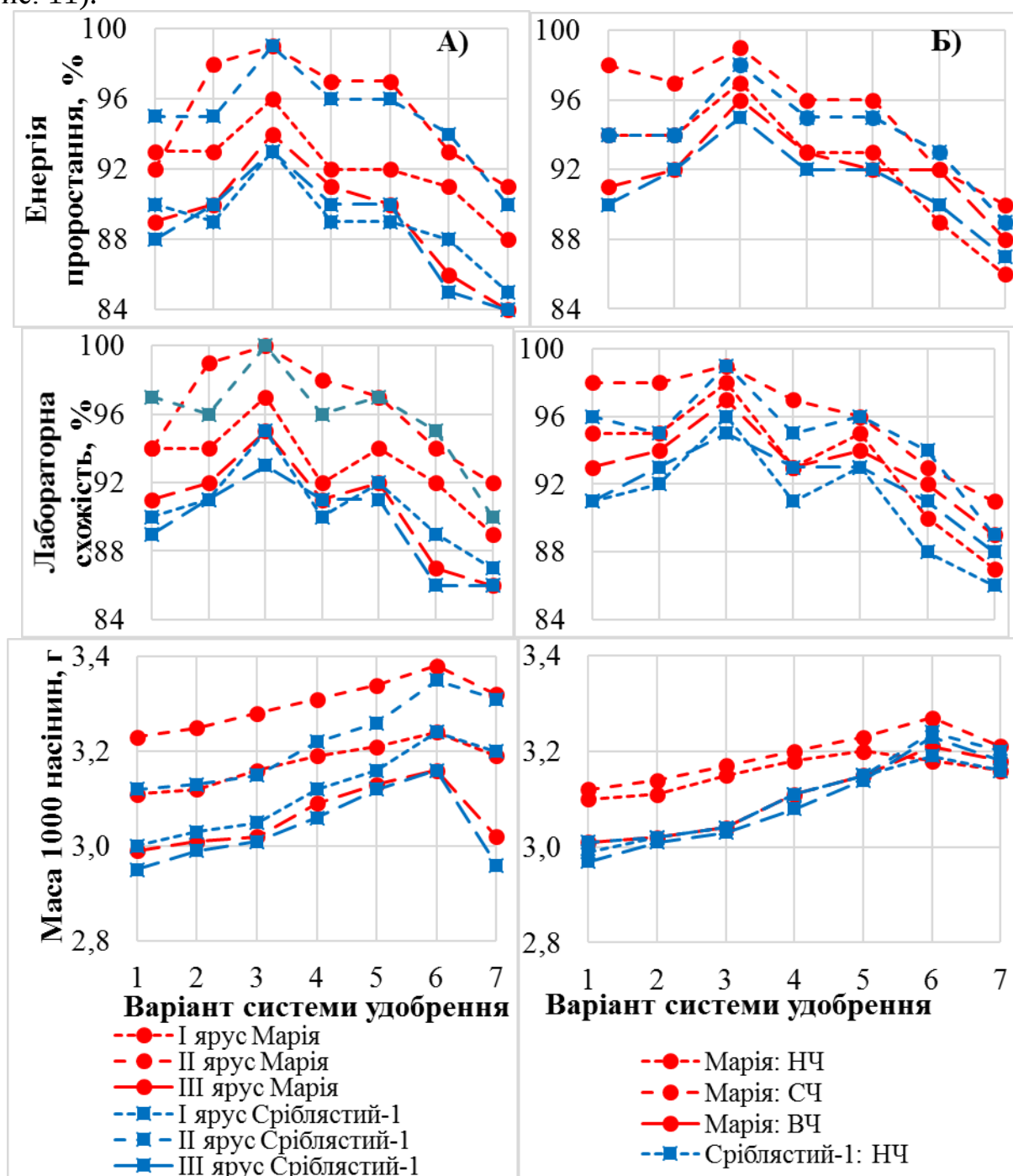


Примітка: К – контроль (середня проба насіння), Ня – нижній ярус формування бобів, Ся – середній ярус, Вя – верхній ярус

Рис. 10. Посівні властивості насіння та урожайність сої сорту Аннушка залежно від матрикальної різноякісності, середнє за 2008-2010 рр.

Матрикальна різноякісність насіння пшениці ярої. 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 для сорту 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 сорту Колективна 3 та Рання 93.

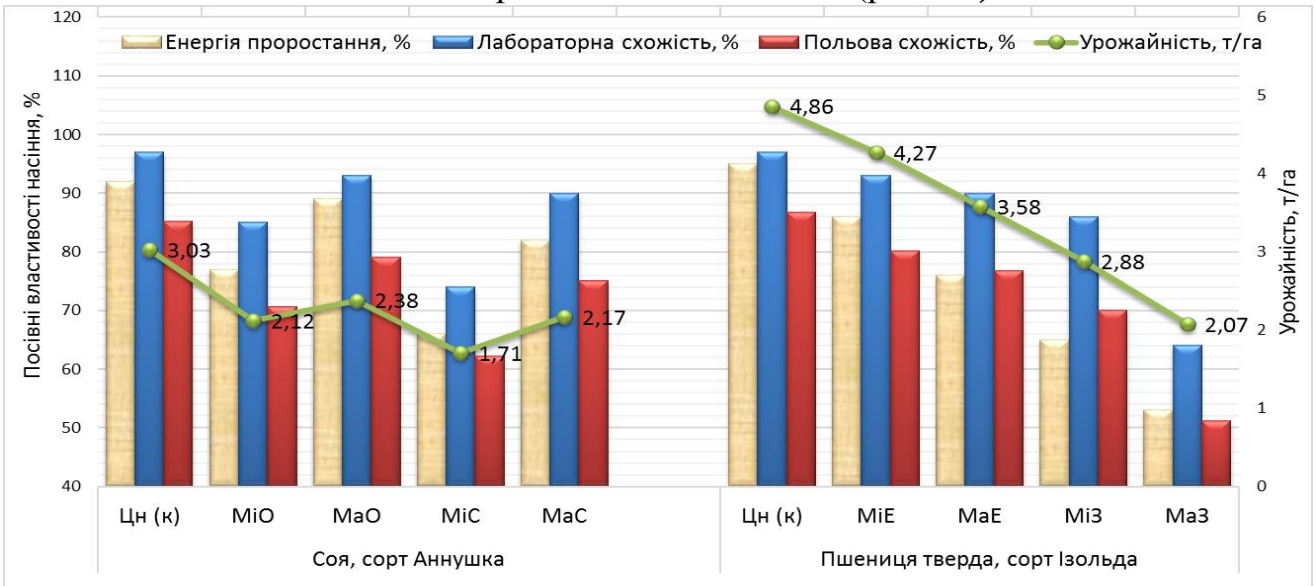
Матрикальна та трофічна різноякісність насінні ріпаку ярого та посівні властивості насіння. Ріпак – модельний об'єкт для дослідження трофічної якості насіння. Високі посівні властивості насіння формуються за вирощування без добрив або за внесення помірних норм мінеральних добрив N_{60} та $N_{30}P_{20}K_{35}$ (рис. 11).



Примітка. Система удобрення: 1 – без добрив (контроль); 2 – $N_{30}P_{15}K_{30}$; 3 – $N_{45}P_{30}K_{45}$; 4 – $N_{60}P_{45}K_{60}$; 5 – $N_{75}P_{60}K_{75}$; 6 – $N_{90}P_{75}K_{90}$; 7 – $N_{105}P_{90}K_{105}$; розміщення в стручку: НЧ – нижня частина, СЧ – середня, ВЧ – верхня частина.

Рис. 11. Матрикальна та трофічна різноякісність насіння ріпаку ярого залежно від ярусу рослини (А) та розміщення насіння в стручку (Б), середнє за 2004–2007 рр.

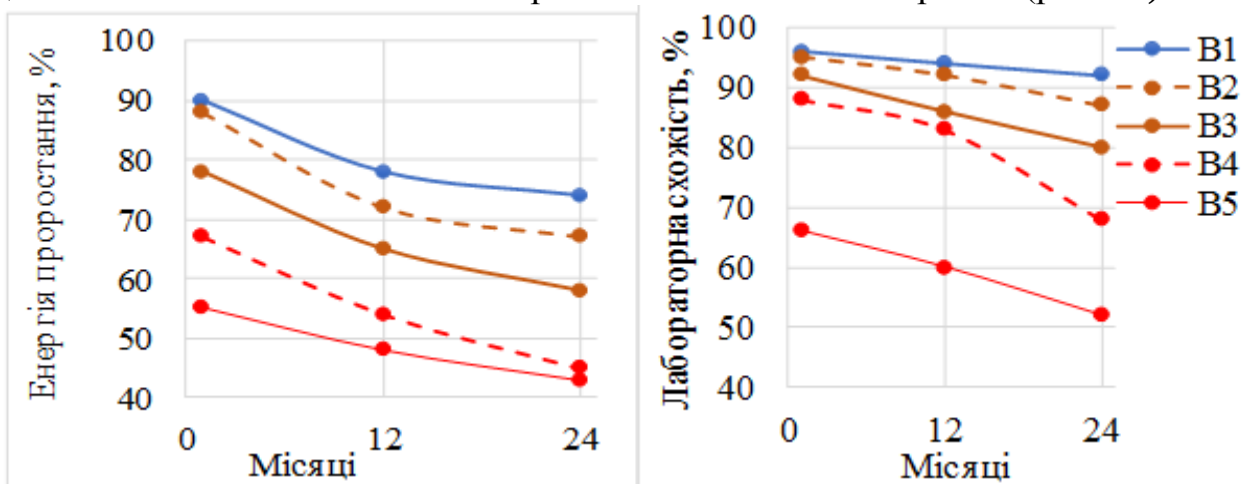
Травмування насіння – один із найкритичніших чинників, який обумовлює низькі посівні властивості насіння, формування зріджених посівів та значні втрати за зберігання. Насіння сої та інших зернобобових, твердої пшениці, кукурудзи неабияк травмується в процесі формування та збирання і різняться за посівними властивостями та врожайністю в післядії (рис. 12).



Примітка: Цн – ціле насіння, МіО – мікротравми оболонок, МаО – макротравми оболонок, МіС – мікротравми сім'ядолей, МаС – макротравми сім'ядолей, МіЕ – мікротравми ендосперму, МаЕ – макротравми ендосперму, МіЗ – мікротравми зародка, МаЗ – макротравми зародка

Рис. 12. Посівні властивості насіння та врожайність залежно від типів травм, середнє за 2004–2007 рр.

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 травми (рис. 13).



Примітка. В1 – ціле насіння (контроль); В2 – мікротравми ендосперму; В3 – макротравми ендосперму; В4 – мікротравми зародка; В5 – макротравми зародка.

Рис. 13. Довговічність насіння пшениці твердої ярої сорту Ізольда залежно від типу травм та тривалості зберігання, середнє за 2004–2007 рр.

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 %.

Інтенсивність дихання насіння сої при зберігання залежно від типу травми. Травмоване насіння сої дихає значно інтенсивніше, ніж ціле (табл. 9). За травмування насіннєвої 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 мікротравмами і макротравмами сім'ядолей інтенсивніше дихає, що обумовлює значні втрати насіння при зберіганні.

Таблиця 9

Інтенсивність дихання насіння сої залежно від типу травми та зберігання, поглинання O_2 в мл на 100 г сухої речовини

Типи травмування насіння сої	На початку зберігання			Після 24 місяців зберігання		
	Стан насіння ¹					
	1	2	3	1	2	3
Сорт Аннушка						
Ціле насіння (контроль)	1,9	34,2	142,7	2,1	39,6	311,5
Макротравми насіннєвої оболонки	2,4	41,2	175,3	12,8	42,1	382,7
Макротравми сім'ядолей	4,0	51,4	403,6	5,6	61,4	580,1
Мікротравми насіннєвої оболонки	2,6	44,2	195,6	13,7	52,5	404,5
Мікротравми сім'ядолей	7,9	64,8	476,5	8,8	80,7	609,3
Сорт Єлена						
Ціле насіння (контроль)	1,5	22,2	117,4	1,7	32,1	219,2
Макротравми насіннєвої оболонки	1,9	26,1	136,4	9,1	33,8	236,3
Макротравми сім'ядолей	3,4	38,2	261,1	4,6	48,1	476,3
Мікротравми насіннєвої оболонки	2,1	28,5	174,4	10,2	38,2	295,8
Мікротравми сім'ядолей	6,2	43,7	309,8	6,9	74,6	529,1
<i>НІР</i> _{0,05}	0,4	3,1	11,8	0,3	2,2	14,2

Примітка¹: 1 – сухе насіння; 2 – після 2 год. замочування у воді; 3 – після добового пророщування.

Довговічність насіння зернових та зернобобових культур залежно від умов зберігання. Довговічність насіння значно залежить від погодних умов вирощування. За несприятливих погодних умов формування 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 при 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.

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

Розрахунки економічної ефективності вирощування сої за зростаючих норм азоту та застосування інокулянтів (**дослід 1**) показали, що внесення мінеральних добрив як окремо, так в поєднанні з інокуляцією насіння бактеріальними препаратами, є рентабельним. 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 складають від 8,00 (контроль) до 28,0 тис. грн/га за внесення $N_{180}P_{60}K_{60}$. Рентабельність вирощування сої є високою – від 124–126 % для Аннушки та 88–89 % для Усті за внесення $N_{180}P_{60}K_{60}$ до 314–358 % в контрольному варіанті. Вирощування сої за комбінації інокулянтів ризогумін+хетомік забезпечувало прибуток на рівні 27514–58547 грн/га для сорту Аннушка і 24555–51927 грн/га для сорту Устя. За внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння ризогумін+хетомік умовно чистий прибуток складає 58547 і 51927 грн/га; вихід енергії з урожаєм: 73944 та 67222 МДж/га відповідно для сортів Аннушка та Устя. Тимчасом як без внесення добрив – 5,02–5,10 для сорту Аннушка та 4,51–4,61 для 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 (**дослід 7**). Рентабельність вирощування сої сорту Аннушка в цілому по досліді варіює 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 внесення добрив. Сукупні енергетичні затрати за вирощування сої з використанням комплексного колоїдного розчину нанометалів на фоні внесення мінеральних добрив зростають 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 сорту Аннушка – 62976 МДж/га за внесення $N_{150}P_{30}K_{30}$ + КНМ 2 для обробки насіння та посівів. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сої при цьому становить 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) (**дослід 8**). Рентабельність технології вирощування сої за використання інокулянтів та нанопрепаратів Аватар, Йодис–концентрат та Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus для обробки насіння та підживлення посівів коливається від 72 до 123 %. За поєднання інокуляції насіння

препаратом ХайСтік та нанопрепаратом Аватар рентабельність підвищувалась на 81–123 %, порівняно з обробкою насіння лише ХайСтік. Високу економічну та енергетичну ефективність відзначено за інокуляції та обробки насіння Аватаром та сумісного підживлення Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus – 123 % рентабельності та 29898 грн/га умовно чистого прибутку, 49355 МДж/га енергії зерна та коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 3,06.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведене теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукової проблеми стабільного виробництва продукції рослинництва через управління продукційним процесом сільськогосподарських культур за реалізації адаптивних технологій їх вирощування, впровадження в технології рослинництва інноваційних нанопрепаратів, виробництва та збереження високоякісного насіння з гармонізацією розроблених технологій з фізіологічною реакцією рослин на запропоновані заходи та їх можливий стресовий вплив.

1. Комплексна оцінка погодних умов свідчить, що в цілому умови Лісостепу України відповідають реалізації потенціалу врожайності сільськогосподарських культур на високому рівні, що забезпечено стабільно необхідними сумами активних, ефективних температур, достатньою кількістю опадів.

2. Збалансоване використання в технологіях вирощування сої мікробіологічних препаратів для інокуляції насіння сої окремо та в комплексі з добривами сприяє зростанню врожайності, покращенню якості зерна, істотно знижує хімічне навантаження на рослину через її специфічну фізіологічну реакцію.

3. Урожайність сої змінюється від 1,21 до 4,88 т/га залежно від норми добрив, препарату для інокуляції, погодних умов року. В середньому найвища урожайність формується за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та передпосівної обробки насіння ризогуміном або комбінацією ризогуміну і хетоміку. За подальшого підвищення норм азоту і проведення інокуляції насіння спостерігається часткове зниження урожайності: $P_{60}K_{60}$ – 2,24–2,36; $P_{60}K_{60}+N_{30}$ – 2,80–3,16; $P_{60}K_{60}+N_{60-90}$ – 3,80–4,18; $P_{60}K_{60}+N_{120-180}$ – 3,33–3,64 т/га, порівняно з контролем абсолютним – 1,96; контроль + інокуляція – 2,08–2,20 т/га. За внесення $P_{60}K_{60}N_{150-180}$ також зафіксовано часткове зниження урожайності сої через дистресовий ефект впродовж вегетації рослин.

4. Ефективність функціонування азотфіксуючого симбіозу сої Аннушка за інокуляції насіння встановлена для норм азоту від N_0 до N_{60} на фоні $P_{60}K_{60}$ – біомаса бульбочкових бактерій становить 418–675 мг/рослину, порівняно з абсолютним контролем – 101 мг/рослину. За внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ значно знижується кількість та маса бульбочкових бактерій – 207–241; $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 32,0–42,0 мг/рослину, а за внесення $P_{60}K_{60}+N_{150-180}$ бульбочкові бактерії не формуються і ефективність від мікробіологічних препаратів не фіксується, а формування урожайності відбувається лише завдяки внесенню елементів живлення. Нітрогеназна активність за внесення N_{0-90} на фоні $P_{60}K_{60}$ та

інокуляції насіння змінювалась від 3,25 до 7,76 за 2,15 мкмоль C_2H_4 /росл./год в абсолютному контролі; за внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$ становила 2,22–2,27 мкмоль C_2H_4 /росл./год. За подальшого збільшення норм азоту нітрогеназна активність не фіксувалась.

5. Індекс урожайності сої має параболічну залежність від норми добрив. І ця залежність є подібною за передпосівної обробки насіння ризогуміном, хетоміком або їх комбінацією. В контрольному варіанті індекс урожайності є низьким через нестачу елементів живлення і диференціацію незначної кількості генеративних органів. За внесення $N_{150}P_{60}K_{60}$ та $N_{180}P_{60}K_{60}$ вищезазначений показник знижується через формування значної вегетативної маси, подовження вегетаційного періоду і формування значної кількості насіння, яке не дозріває.

6. Первинною неспецифічної реакцією на стресовий чинник є інтенсифікація пероксидного окислення ліпідів, що проявляється у зростанні вмісту малонового альдегіду (МДА). За внесення азоту відзначено дозозалежне зростання вмісту МДА – максимальне на 55 % за внесення N_{180} щодо контролю без добрив, у фазу цвітіння, що свідчить про дистресорний ефект. За передпосівної обробки насіння ризогуміном, вміст МДА в листках вищий, порівняно з варіантами без його використання: контроль на 55 %; за внесення N_{30} – 12,5 %. У фазі наливу бобів, за передпосівної обробки насіння ризогуміном, за внесення N_{30} та без внесення, вміст МДА знижується відповідно на 16 і 18 %, а за внесення N_{180} – зростає на 17 % щодо контролю.

7. Строк сівби сої є одним з визначальних чинників у формуванні продуктивності сої. Встановлено, що для умов Правобережного Лісостепу України оптимальним є зміщення строків сівби сої до більш ранніх – за прогрівання ґрунту до + 8–10°C. Саме тоді більш ефективно використовуються теплові ресурси, подовжується період вегетації, відбувається диференціація більшої кількості генеративних органів, що сприяє підвищенню урожайності. За пізніх строків сівби (t ґрунту – +12–14°C) формується урожайність, яка неабияк поступається навіть раннім строкам сівби (t ґрунту – +6–8 °C), єдиним лімітуючим чинником яких є ймовірність пізніх приморозків.

8. 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.

9. Нанопрепарати в технологіях вирощування сої, буряків цукрових, пшениці м'якої обумовлюють отримання стабільно високих рівнів урожайності за використання значно менших норм добрив та зростання ефективності використання елементів живлення. За застосування нанорозмірних макро- та мікроелементів відбувається активізація продукційного процесу шляхом зміни певних напрямів їх функціональної ефективності.

10. Комбіноване використання наночасток металів позитивно позначається на активізації процесів фотосинтезу через формування більшої площі листової поверхні, сприяє синтезу фотосинтетичних пігментів у листках сої, вміст яких

також неабияк змінюється залежно від фону живлення, і водночас вони виступають в ролі індикаторів стресостійкості рослин. Найбільш вдалою комбінацією є передпосівна обробка та позакореневе підживлення розчином наночасток металів у концентрації 240 мг/л на фоні $N_{120}P_{30}K_{30}$. Вміст хлорофілу *a* достовірно зростає на 52 %, вміст суми хлорофілів *a+b* на 70 % по відношенню до контролю без добрив.

11. Комбіноване застосування нанопрепаратів з мікробіологічними препаратами для інокуляції насіння сприяє оздоровленню насіння та покращенню його посівних властивостей. Фітопатогенна стійкість рослин зростає за застосування розчинів нанометалів, які володіють бактерицидною дією.

12. Біофортифікація наночастками металів підвищує вміст харчових та фармакологічно цінних сполук фенольної природи в насінні сої, що свідчить про позитивний вплив на синтез та акумуляцію сполук фенольної природи в насінні сої. Передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення розчинами наночасток металів срібла, молібдену, марганцю та заліза сприяє зростанню загального вмісту поліфенолів, лейкоантоціанів, ізофлавонів. Вміст ізофлавонів збільшується у середньому на 30 % відносно контролю.

13. Нанохелатні добрива Йодис–концентрат, Аватар та Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus за їх використання в композиціях для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення сої забезпечують підвищення врожайності через активізацію ростових процесів, фотосинтетичну активність рослин. Найвища ефективність отримана за інокуляції насіння ХайСтік та обробки насіння Аватаром й підживлення посівів композицією Аватару з Nano Chelate Fertilizer Super Micro Plus.

14. Для всіх сільськогосподарських культур притаманним є прояв матрикальної та трофічної різноякісності насіння, яка проявляється не лише за морфологічними ознаками, а й за хімічною якістю насіння. Різноякісність насіння є більш типовою для рослин з тривалим періодом цвітіння – соя, ріпак, проте досить широко проявляється і у зернових культур.

15. Травмування насіння – один із найкритичніших чинників, який обумовлює значне зниження посівних властивостей насіння, формування зріджених посівів та значні втрати за зберігання. Насіння зернобобових культур, твердої пшениці, кукурудзи неабияк травмується в процесі формування та збирання і різниться за посівними властивостями та врожайністю в післядії. Травмоване насіння дихає значно інтенсивніше, ніж ціле: ціле насіння сої 1,5–1,9; з травмами оболонки – 1,9–2,6 мл; з пошкодженими сім'ядолями – 3,4–7,9 мл кисню на 100 г сухої речовини за добу. Насіння з мікротравмами і макротравмами сім'ядолей інтенсивніше дихає, що зумовлює значні втрати насіння при зберіганні.

16. Біологічна і господарська довговічність насіння насамперед обумовлена генетично. Значною мірою це пов'язано з хімічним складом насіння. Водночас довговічність насіння залежить від умов формування на материнській рослині та типом травм. Ціле насіння пшениці та насіння з мікротравмами ендосперму впродовж року зберігає господарську довговічність.

За рік зберігання насіння з макротравмами ендосперму, мікро- і макротравмами зародка лабораторна схожість знижується на 8–34 %, а у сої, нуту втрати ще більші.

17. Технологічні витрати за використання нанопрепаратів у технології вирощування сої варіюють 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). Рентабельність технології вирощування сої за використання інокулянтів та нанопрепаратів Аватар, Йодис–концентрат та Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus для обробки насіння та підживлення посівів коливається від 72 до 123 %. За поєднання інокуляції насіння препаратом ХайСтік та нанопрепаратом Аватар рентабельність зростає від 81 до 123 %, порівняно з обробкою насіння лише ХайСтік. Високу економічну та енергетичну ефективність відзначено за інокуляції та обробки насіння Аватаром за сумісного підживлення Аватар+Nano Chelate fertilizer Super Micro Plus – 123 % рентабельності та 29898 грн/га умовно чистого прибутку, 49355 МДж/га енергії зерна та коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 3,06.

18. Енергетична ефективність технологій вирощування є важливою характеристикою не лише з точки зору енергетики, а й з питань збереження довкілля. Таким чином, технології вирощування сої є енергетично ефективними – коефіцієнт енергетичної ефективності складає 1,90–5,85. Співвідношення «вхідної» і «вихідної» енергії обумовлюється складовими технології вирощування та їх впливом на ріст і розвиток рослин.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення рівня виробництва зерна різного напрямку використання, в господарствах зони Лісостепу України рекомендується вирощувати сільськогосподарські культури за адаптивними технологіями, які з урахуванням біологічних особливостей, умов довкілля та з впровадженням інноваційних складових здатні реалізовувати генетичний потенціал культур на високому рівні.

Зважаючи на екологічну, економічну та господарську ефективність, а також формування врожайності сої на рівні 3,8–4,10 т/га рекомендуємо вносити під сою мінеральні добрива у нормі $P_{60}K_{60}+N_{30-60-90}$, залежно від рівня забезпечення ґрунту елементами живлення. Високоефективним заходом є позакоренеve підживлення сої в період цвітіння – формування бобів.

В умовах Правобережного Лісостепу України доцільним є зміщення строків сівби сої до більш ранніх – за прогрівання ґрунту до 8–10°C, що сприяє більш ефективному використанню теплових ресурсів, подовженню періоду вегетації, закладці більшої кількості генеративних органів та підвищенню урожайності.

У технологіях вирощування сільськогосподарських культур, з метою оптимізації живлення рослин, оздоровлення насіння та активізації його проростання рекомендується комбіноване застосування інокулянтів та Nano

Chelate Fertilizer Super Micro Plus для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин.

За виробництва як товарної продукції рослинництва, так і насіння зокрема, необхідним є дотримання технологічних вимог щодо вирощування культур, збирання і зберігання, що дозволяє обмежити прояв таких властивостей насіння як різноякісність та травмування, а це, своєю чергою, сприятиме подовженню тривалості господарської довговічності насіння.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія

1. Каленська С. М., **Новицька Н. В.** Травмування насіння польових культур (монографія). К.: ЦК «Компринт», 2016. 246 с.
2. Каленська С., Рахметов Д., Каленський В., Юник А., Качура Є., **Новицька Н.**, Макаревичіне В., Сенджікене Е. Енергетичні рослинні ресурси. Kaunas. 2010. 93 с.

Стаття у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Організації економічногоспівробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу

3. Batsmanova L., Taran N., Konotop Y., Kalenska S., **Novytska N.** Use of a colloidal solution of metal and metal oxide-containing nanoparticles as fertilizer for increasing soybean productivity. *Journal of Central European Agriculture*. 2020. 21(2), Р. 311–319. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.2.2414> (Здобувачем опрацьовано літературні джерела, проведено експеримент, узагальнено експериментальні дані)

Статті у наукових фахових виданнях України

4. Юник А. В., **Новицька Н. В.**, Мокрієнко В. А. Посівні якості насіння ярого ріпака залежно від удобрення та строків збирання. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 12–18. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження щодо визначення посівних якостей насіння ріпаку ярого, підготовлено статтю до друку).
5. Новицька Н. В. Врожайність та посівні якості насіння пшениці ярої залежно від азотних добрив. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2008. Вип. 1. С. 85–90.
6. Новицька Н.В. Травмування насіння як чинник зниження врожайності сільськогосподарських культу. *Науковий вісник НАУ*. 2008. Вип. 123. С. 58–68.
7. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю., **Новицька Н. В.** Агроєкологічні заходи вирощування рослин сої в умовах Київського Полісся. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2008. № 129. С. 99–103. (Здобувачем проведені польові дослідження та обрахунки даних щодо формування продуктивності сої, підготовлено статтю до друку).
8. Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Гарбар Л.А. Альтернативні способи передпосівної обробки насіння сої. *Агробіологія*. 2009. Вип. 1 (64). С.

148–152. (Здобувачем особисто проведено польові та лабораторні дослідження щодо пливу обробки насіння на формування його схожості та урожайності, підготовлено статтю до друку).

9. Таран Н. Ю., Ситар О. В., Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Гарбар Л. А. Вплив азотного живлення та наночастинок металів на вміст пігментів у рослинах сої. *Таврійський вісник*. 2010. № 71. С. 56–62. (Здобувачем опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

10. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю., **Новицька Н. В.**, Каленська С. М. Ефективність ризогуміну при вирощуванні сої. *Вісник аграрної науки*. 2010. Січень. С. 25–29. (Здобувачем проведені лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо формування продуктивності сої, підготовлено статтю до друку).

11. Каленська С.М., **Новицька Н. В.**, Качура Є.В., Коваленко Р.В. Світовий ринок насіння та інтеграція України в нього. Насінництво: теорія і практика прогнозування продуктивності сортів і гібридів за якістю насіння та садивного матеріалу: *Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет»*. Сільськогосподарські науки. Вип. 127. Сімферополь, 2009. С. 30–35. (Здобувачем надано матеріали для написання статті).

12. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої / [С. М. Каленська, К. Г. Лопатько, **Н. В. Новицька**, Д. В. Андрієць, С. Ю. Ішлер]. *Наукові доповіді НУБіП України (електронний журнал)*. 2011. № 5 (27). URL: http://www.nd.nubip.edu.ua/2011_5/11ksm.pdf (Здобувачем особисто проведені польові та лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо формування продуктивності сої залежно від застосування біогенних металів та біоактивних препаратів, підготовлено статтю до друку).

13. Новицька Н. В. Структура врожаю рослин сої під впливом нанометалів на чорноземах типових. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 390–394.

14. Новицька Н. В. Шляхи зниження негативних наслідків травмування насіння. *Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія»*. 2012. Вип. 176. С. 40–45.

15. Гарбар Л. А., **Новицька Н. В.** Якість насіння ріпаку ярого залежно від місця формування на рослині. *Біоресурси і природокористування*. 2012. Т. 5, № 3–4. С. 67–71. (Здобувачем особисто проведено лабораторні дослідження щодо формування посівних якостей насіння ріпаку ярого, підготовлено статтю до друку).

16. Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Каленський В.П., Піскуровський С.Л. Ефективність застосування нанометалів в технології вирощування сої. *Міжсвідомчий тематичний науковий збірник «Корми і кормовиробництво» Вінницького інституту кормів*. 2013. Вип. 77. С. 143–148. (Здобувачем особисто проведені польові дослідження та обрахунки даних щодо формування

продуктивності сої під впливом біологічно активних препаратів, підготовлено статтю до друку).

17. Ситар О. В., **Новицька Н. В.** Вміст біологічно активних речовин фенольної природи у насінні сої (*Glycine max* (L.) Merr.) за дії неіонних колоїдних розчинів наночасток металів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 3. С. 61–67. (Здобувачем особисто проведені польові дослідження та обрахунки даних щодо впливу нанометалів на якість насіння сої, підготовлено статтю до друку).

18. Поліпшення посівних якостей насіння нуту за допомогою наночастинок біогенних металів / С. М. Каленська, **Н. В. Новицька**, В. І. Рожко, Л. В. Малинка, І. Т. Барзо. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 85. С. 79–84. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження щодо визначення посівних якостей насіння нуту, опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

19. Каленська С. М., Єременко О. А., **Новицька Н. В.**, Степаненко Ю., Столярчук Т., Таран В., Риженко А. Довговічність насіння олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. Вип. 12. С. 63–70. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження щодо особливостей дихання насіння сої залежно від видів травм та тривалості зберігання, опрацьовано одержані результати досліджень).

20. Посівні якості насіння зернобобових культур за впливу наночасток металів, мікродобрив та імуномодуляторів / Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Максін В. І., Каплуненко В. Г., Карпенко Л. Д., Доктор Н. М. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2018. Вип. 70. С. 17–21. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження з визначення впливу наночасток металів, мікродобрив та імуномодуляторів на посівні якості насіння сої та сочевиці, опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

21. Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Максін В. І., Каплуненко В. Г., Карпенко Л. Д., Мартинов О. М. Вплив мікродобрив та імуномодельюючих препаратів на лабораторну схожість насіння. *Науковий вісник НУБіП України*. 2018. Вип. 294. С. 9–16. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження з визначення впливу мікродобрив та імуномодельюючих препаратів на посівні якості насіння зернових злакових культур, опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

22. Запорожан К. В., **Новицька Н. В.**, Мартинов О. М., Бровкін В. В., Підвищення посівних якостей травмованого насіння пшениці м'якої озимої. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 8–14. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження з визначення впливу протруйників на посівні якості цілого та травмованого насіння пшениці м'якої, опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

23. Каленська С. М., Присяжнюк О. І., Половинчук О. Ю., **Новицька Н. В.** Порівняльна характеристика шкал росту й розвитку зернових культур. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т 4. № 4. С. 406–414.

<https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906> (Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).

24. Новицька Н. В. Посівні якості насіння нуту при зберіганні ex-situ. *Наукові горизонти (Науковий вісник ЖНАЕУ)*. 2019. № 2 (75). С. 39–43.

25. **Новицька Н. В.**, Каленська С. М., Присяжнюк О. І., Мельниченко В. В. Активізація росту та розвитку буряків цукрових на мікростадіях 00-09 за внесення добрив з нанорозмірними елементами. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2019. Vol. 15. № 4. 403–409. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.4.2019.189419> (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження з визначення впливу нанохелатних мікродобрив на проростання насіння та розвиток проростка буряків цукрових, опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

26. Новицька Н. В. Модифікаційний вплив на якість та довговічність насіння польових культур. *Plant and soil science*. 2019. Vol. 11, № 3. С. 12–19. <https://doi.org/10.31548/agr2019.03.012>

27. Каленська С.М., **Новицька Н. В.** Ефективність нанопрепаратів в технології вирощування сої. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11. № 3. С. 7–22. (Здобувачем проведені польові дослідження та обрахунки даних щодо формування продуктивності сої, підготовлено статтю до друку).

Статті в інших наукових фахових виданнях інших держав

28. Доктор Н. М., **Новицкая Н. В.** Интенсивность дыхания семян в зависимости от травмирования. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 7 (153). С. 78–82. (Здобувачем особисто проведені лабораторні дослідження щодо особливостей дихання насіння сої, кукурудзи, пшениці залежно від видів травм, опрацьовано одержані результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

Статті в інших наукових виданнях

29. Ситар О. В., **Новицька Н. В.**, Таран Н. Ю., Каленська С. М., Ганчурін В. В. Нанотехнології в сучасному сільському господарстві. *Фізика живого*. 2010. № 3. Т 18. С. 113–116. (Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).

30. Ситар О., **Новицька Н.**, Каленська С., Светлова Н., Таран Н. Морфофізіологічні характеристики та урожайність рослин сої за дії неіонних колоїдних розчинів металів. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Біологія*. 2011. № 58. С. 44–47. (Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).

31. Kalenska S., Yeremenko O., **Novitska N.**, Yunyk A., Honchar L., Cherniy V., Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Scherbakova O., Rigenko A. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). Р. 19–24. (web of science) (Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).

Патенти

32. Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Черниш П. Г. Спосіб визначення густини зерна пшениці. Патент № 101358. 10.09.2015, Бюлетень № 17.

33. Каленська С. М., Гарбар Л. А., Гончар Л. М., **Новицька Н. В.**, Мельниченко В. В., Клімук Ю. Г. Спосіб підвищення продуктивності сої за підживлення багатокomпонентним комплексом нанохелатних мікродобрив. Патент № 142697. 25.06.2020.

34. Каленська С. М., Гончар Л. М., Гарбар Л. А., **Новицька Н. В.**, Мазуренко Б. О., Сонько Р. В., Коваленко Р. В., Красюк І. О. Спосіб підвищення продуктивності пшениці озимої із застосуванням рідкого комплексного нанодобрива. Патент № 142696. 25.06.2020.

35. Каленська С. М., Максін В. І., Мельниченко В. М., Гарбар Л. А., **Новицька Н. В.**, Каленський В. П. Спосіб підвищення посівної якості насіння зернобобових культур. Патент № 142708. 25.06.2020.

Науково-практичні рекомендації

36. Наукове обґрунтування застосування нанорозмірних біогенних металів в системі удобрення польових культур (Науково-практичні рекомендації). [Каленська С. М., Лопатько К. Г., Афтанділянц Є. Г., Тонха О. Л., **Новицька Н. В.** та ін.]. К., НУБіП України, 2012. 22 с. *(Здобувачем особисто проведені польові, лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо застосування нанорозмірних біогенних металів в системі удобрення сої, підготовлено рекомендації до друку).*

37. Наукове обґрунтування технологій виробництва продукції зернобобових культур (Науково-практичні рекомендації затверджені департаментом землеробства Міністерства аграрної політики та продовольства України (протокол № 4 від 4 грудня 2014 року). [Каленська С. М., Нідзельський В. А., **Новицька Н. В.**, Юник А. В. та ін.]. К.: «ЦП «Компринт», 2014. 48 с. *(Здобувачем особисто проведені польові, лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо формування продуктивності сої під впливом елементів технологій вирощування (сортів, мінеральні добрива, норми та способи сівби, підживлення, умови збирання та зберігання продукції рослинництва), підготовлено рекомендації до друку).*

38. Діагностування макро- та мікростадій росту та розвитку зернових культур (науково-практичні рекомендації) [Каленська С. М., Холодченко Р. М., **Новицька Н. В.**, Гончар Л. М., Каленський В. П., Черній В. П., Шутий О. І.] К.: «ЦП «Компринт», 2016. 43 с. *(Здобувачем особисто проведені польові, лабораторні дослідження, гармонізовано фази, макро- та мікростадії розвитку польових культур до міжнародних шкал росту та розвитку рослин, підготовлено рекомендації до друку).*

39. Технологія покращення посівних властивостей насіння за застосування нанодобрив (Науково-практичні рекомендації). [Каленська С. М., **Новицька Н. В.**, Мельниченко В. В., Гарбар Л. А., Сонько Р. В., Каленський В. П., Антал Т. В., Шутий О. І.]. 2019. К.: НУБіП України. 33 с. *(Здобувачем особисто проведені польові, лабораторні дослідження та обрахунки даних)*

щодо застосування нанорозмірних біогенних металів в технологіях вирощування польових культур, підготовлено рекомендації до друку).

Публікації в матеріалах науково-практичних конференцій

40. Стрыхар А. Е., Каленская С. М., **Новицкая Н. В.** Значение сои в решении стратегической проблемы агросферы Украины. Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке-состояние, проблемы, перспективы: II Вавиловская международная конференция, г. Санкт-Петербург, ГНУ РФ ВНИИР им. Н. И. Вавилова, 26-30 ноября 2007 года: тезисы докладов. Санкт-Петербург, 2007. С. 133–134. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

41. Новицкая Н. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность ярового рапса, накопление NPK в семенах и их посевные качества. Агрохимия и экология: история и современность: Международная научно-практическая конференция к 80-летию со дня рождения проф. Сиротина Ю. П., г. Нижний Новгород, 15-18 апреля 2008 года: тезисы докладов. Нижний Новгород, 2008. Том 1. С. 191–195.

42. Новицька Н. В. Використання нанотехнологій в сільському господарстві. Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку: V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, м. Кіровоград, 26-27 квітня 2009 року: тези доповіді. Кіровоград, 2009. С. 67–71.

43. Новицька Н. В. Схожість насіння зернобобових культур під дією наночастинок металів. Новітні технології в рослинництві: Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів та докторантів, 16–17 травня 2013 року: тези доповідей. Біла Церква, 2013. С. 17. URL : <http://www.btsau.kiev.ua/sites/default/files/tezy/Tezy%20agro%20may%202013.pd>

44. **Новицкая Н. В.**, Андриец Д. В., Стрыхар А. Е. Оптимизация нитрогеназной активности клубеньков сои на чернозёмах типичных Лесостепи Украины. Перспективные технологии возделывания масличных, зернобобовых культур и регулирование плодородия почвы: Международная научно-практическая конференция, г. Алматы, Казахский национальный аграрный университет, 13–15 июня 2013 года: тезисы докладов. Алматы, 2013. С. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо нітрогеназної активності рослин сої, підготовлено матеріали до друку).*

45. Kalenska S., Rakhmetov J., Nidzelskiy V., Mokrienko V., **Novitcka N.**, Kachura I. Bioresource potential of Ukraine in Settling of production and energy security Article Earth bioresources and environmental biosafety challenges and opportunities: Proceedings of the Intern. Scientific confer, 4–7. 10. 2013. Kyiv: NULES of Ukraine. P. 1–14. *(Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).*

46. Каленська С., **Новицька Н.** Вплив нанометалів на виживання та врожайність сої. Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: IV Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю. м. Тернопіль, 15–16 травня 2014 року: тези доповіді.

Тернопіль, 2014. С. 77–80. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо визначення впливу нанометалів на врожайність сої, підготовлено матеріали до друку).*

47. **Новицька Н.** Інтенсивність дихання насіння сої залежно від травмування. Перспективи і напрями розвитку галузей АПК і підвищення ефективності наукового забезпечення агропромислового виробництва: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених. м. Тернопіль, 18-19 вересня 2014 року: тези доповіді. Тернопіль, 2014. С. 76–79.

48. **Новицька Н.,** Степаненко Ю. Якість насіння польових культур залежно від температурного режиму зберігання. Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція. м. Тернопіль, 16–17 жовтня 2014 року: тези доповіді. Тернопіль, 2014. URL : http://econf.at.ua/publ/konferencija_2014_10_16_17/sekcija_1_silskogospodarski_na_uki/4-2-2 *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо посівних якостей насіння сої залежно умов зберігання, підготовлено матеріали до друку).*

49. Таран Н. Ю., Бацманова Л. М., Коваленко М. С., Конотоп Є. О., Косик О. І., **Новицька Н. В.,** Каленська С. М. Вплив колоїдного розчину наноформ біогенних металів на адаптаційний потенціал рослин. Нанотехнології та наноматеріали: Третя Міжнародна науково-практична конференція. м. Львів, Львівський національний університет ім. Івана Франка, 26–29 серпня 2015 року: тези доповіді. Львів, 2015. С. 440. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо впливу нанометалів на формування врожайності сої, підготовлено матеріали до друку).*

50. Доктор Н. М., **Новицька Н. В.** Матрикальна різноякісність насіння пшениці ярої. Сучасні агротехнології: тенденції та інновації: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет, 17–18 листопада 2015 року: тези доповіді. Вінниця, 2015. С. 280–282. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо формування посівних якостей насіння пшениці ярої залежно від місця формування на материнській рослині, підготовлено матеріали до друку).*

51. **Новицька Н. В.,** Радзевелюк Т. Вплив добрив та способу збирання на посівні якості насіння сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: IV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, с. Центральне, 21 квітня 2016 року: тези доповідей. Вінниця, 2016. С. 21–22. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження щодо формування посівних якостей насіння сої залежно від добрив та умов збирання, підготовлено матеріали до друку).*

52. Kalenska S., Tasheva U., Kalenskiy V., **Novicka N.,** Gonchar L. Productivity of triticale in Ukraine. 9th International Triticale Symposium. Book of abstracts. 2016. Szeged, Hungary. P. 89. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо посівних якостей насіння тритикале залежно від хімічного складу насіння, травмування насіння, довговічності насіння.,*

53. Kalenskiy V., **Novytcka N.**, Kalenska S., Pylypenko V., Cherniy V., Scherbakova E. Efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (soybean, peas, chickpeas), based on cropping technology on black soils. Die rolle der bodenmikroorganismen bei der ernahrung von kulturpflanzen. Intern. Wissenschaftliche konferenc, 17–18 november 2016, Anhalt – Bernburg – Strenzfild. 12–13. *(Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).*

54. Kalenska S., **Novytcka N.**, Kalenskiy V., Kovalenko R., Dgemasuk O. Influence of nitrogen fertilizer rates on nitrogen fixation capacity and yield of soybean Article Die rolle der bodenmikroorganismen bei der ernahrung von kulturpflanzen. Intern. Wissenschaftliche konferenc, 17–18 november, 2016, Anhalt – Bernburg – Strenzfild. 13–14. *(Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).*

55. Batsmanova I.M., Taran N.Y., Konotop Ye.O., Kalenska S.M., **Novytska N. V.** Use of metal nanoparticles as polymicro fertilizer for increasing soybean productivity. Abstract book. International research and practice conference: nanotechnology and nanomaterials (Nano–2017), 23–26 august 2017. Chernivtsi, Ukraine. *(Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).*

56. **Новицька Н. В.**, Степаненко Ю. Вплив умова зберігання на якість насіння польових культур. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, м. Київ, 07 червня 2017 року: тези доповідей. Вінниця, 2017. С. 157–158. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо посівних якостей насіння сої залежно від умов зберігання, підготовлено матеріали до друку).*

57. Джемесюк О. В., **Новицька Н. В.** Вплив підживлення на врожайність та посівні якості насіння сої. Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, м. Київ, 07 червня 2017 року: тези доповідей. Вінниця, 2017. С. 187–189. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо посівних якостей насіння сої залежно від підживлення, підготовлено матеріали до друку).*

58. Доктор Н. М., **Новицька Н. В.**, Мартинов О. М. Вплив допосівної обробки на схожість травмованого насіння зернобобових культур. Органічне агровиробництво: освіта і наука: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 1 листопада 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо аналізування посівних якостей травмованого насіння зернобобових культур залежно від допосівної обробки, підготовлено матеріали до друку).*

59. Kalenska S., Yeremenko O., **Novictska N.**, Yunyk A., Honchar L., Cherniy V., Stolayrchuk T., Kalenskiy V., Scherbakova O. and Rigenko A. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing 9th International Conference on Biosystems Engineering: Book Of Abstracts. May 9–11,

2018 Tartu, Estonia. Estonian University of Life Sciences P. 98. *(Здобувачем надано матеріали для написання статті).*

60. Kalenska S., Taran V., **Novitskaya N.**, Kovalensko R. Die Produktivität der Ackerkulturen auf Schwarzerdestandorten in der Waldsteppe der Ukraine. Anforderungen an den Pflanzenbau auf Schwarzerdestandorten Internationale wissenschaftliche Tagung am 10. Juni 2015 an der Hochschule Anhalt in Bernburg-Strenzfeld. *(Здобувачем надано матеріали для написання статті, підготовлено статтю до друку).*

61. Гадзовський Г. Л., **Новицька Н. В.** Урожайність та посівні якості насіння сої залежно від підживлення. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, Миколаївський національний аграрний університет, 3–5 жовтня 2018 року: тези доповіді. Миколаїв, 2018. С. 101–103. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

62. Каленська С. М., **Новицька Н. В.** Нанотехнології – виклики та перспективи для рослинництва. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, 3–5 жовтня 2018 року: матеріали доповідей. Миколаїв, 2018. С. 212–213. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

63. Гадзовський Г. Л., Лемешик А. В., **Новицька Н. В.** Вплив травмування на посівні якості насіння. Інноваційні технології в рослинництві: II всеукраїнська наукова інтернет-конференція, м. Кам'янець-Подільський, 15 травня 2019 року: тези доповіді. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 23. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо аналізування посівних якостей травмованого насіння сої, підготовлено матеріали до друку).*

АНОТАЦІЯ

Новицька Н. В. Наукові основи формування продуктивності культур та якості насіння в Правобережному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. – Інститут біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України. Київ, 2021.

В дисертаційній роботі наведене теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукової проблеми стабільного виробництва продукції рослинництва, через управління продукційним процесом сільськогосподарських культур за впровадження адаптивних технологій їх вирощування, впровадження в технології в рослинництві інноваційних нанопрепаратів, виробництва та збереження високоякісного насіння з гармонізацією розроблених технологій з фізіологічною реакцією рослин на запропоновані заходи та їх можливий стресовий вплив.

Теоретично обґрунтовано та розроблено адаптивні технології вирощування сої, що сприяє формуванню стабільної врожайності і заданої якості продукції. Встановлена ефективність функціонування азотофіксуючого

симбіозу, формування урожайності, якості насіння, структури та індексу урожайності; 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 методів.

Показано поліфункціональне використання нанопрепаратів в рослинництві. Представлені результати досліджень щодо багатфункціонального впливу наночасток на ріст і розвиток, процес формування урожайності та якості продукції польових культур, накопичення фармакологічно цінних речовин в насінні за дії нанопрепаратів, механізм підвищення стійкості рослин до стресів, патогенів, оздоровлення насіння та покращення його посівних властивостей. Розроблені технологічні рішення застосування нанопрепаратів за вирощування сільськогосподарських культур.

Висвітлено передумови та технологічні рішення формування насіння сільськогосподарських культур з високими посівними і врожайними властивостями залежно від видових особливостей, погодних умов, живлення, застосування рістрегулюючих речовин за вирощування материнських рослин та їх прояв у післядії. Обґрунтовано чинники, які обумовлюють різноякісність, довговічність, травмування насіння.

Наведено економічне та енергетичне обґрунтування ефективності розроблених технологічних заходів.

Ключові слова: соя, цукрові буряки, пшениця тверда, пшениця м'яка, урожайність, якість зерна, нанодобрива, інокулянти, стрес, посівні та врожайні властивості насіння, мінливість насіння, довговічність насіння, травмування насіння.

АННОТАЦИЯ

Новицкая Н. В. Научные основы формирования продуктивности культур и качества семян в Правобережной Лесостепи Украины.- Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 – растениеводство. – Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины. Киев, 2021.

В диссертационной работе приведено теоретическое обоснование и практическое решение научной проблемы стабильного производства продукции растениеводства, управления производственных процессов сельскохозяйственных культур путем внедрения адаптивных технологий их выращивания, внедрение в растениеводстве инновационных нанопрепараты, производство и сохранение высококачественных семян с гармонизацией разработанных технологий с физиологической реакцией растений на предложенные действия и их возможное стрессовое воздействие.

Теоретически обоснована и разработана адаптивная технология выращивания сои, способствующая формированию стабильной урожайности и заданного качества продукции. Установлена эффективность функционирования азотофиксирующего симбиоза, формирования урожайности, качества семян,

структуры и индекса урожайности; обоснованно физиологическую и экономическую целесообразность применения растущих норм азота в комбинации с препаратами для инокуляции семян в технологии выращивания сои. Доказана высокая эффективность предпосевной подготовки семян путем применения физических, химических и биологических методов.

Показано полифункциональное использование нанопрепаратов в растениеводстве. Представлены результаты исследований многофункционального воздействия наночастиц металлов на рост и развитие, процесс формирования урожайности и качества продукции полевых культур, накопление фармакологически ценных веществ в семенах под действием нанопрепаратов, механизм повышения устойчивости растений к стрессам, патогенам, оздоровление семян и улучшение их посевных свойств. Разработаны технологические решения применения нанопрепаратов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур.

Освещены предпосылки и технологические решения формирования семян сельскохозяйственных культур с высокими посевными и урожайными свойствами в зависимости от видовых особенностей, погодных условий, удобрения, применения рострегулирующих веществ при выращивании материнских растений и их проявление в последствии. Обоснованно факторы, которые обуславливают разнокачественность, долговечность, травмирование семян.

Приведены экономическое и энергетическое обоснование эффективности разработанных технологических операций.

Ключевые слова: соя, сахарная свекла, пшеница твердая, пшеница мягкая, урожайность, качество зерна, наноудобрения, инокулянты, стресс, посевные и урожайные свойства семян, изменчивость семян, долговечность семян, травмирование семян.

ANNOTATION

Novytska N. V. Scientific bases of crops productivity formation and seeds quality in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – As a manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree the Doctor of agricultural sciences on a specialty 06.01.09 – Plant Growing. – Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets NAAS of Ukraine. Kyiv, 2021.

The dissertation provides a theoretical justification and practical solution to the scientific problem of stable crop production, through the management of the crops production process for the introduction of adaptive technologies for their cultivation, introduction of innovative nanodrugs in plant growing technology, production and preservation of high quality seeds with harmonization of proposed measures and their possible stress.

The proposed adaptive technologies of soybean cultivation contribute to the stable yields formation and specified product quality. The efficiency of nitrogen-fixing symbiosis functioning, yield formation, seed quality, structure and yield index is established; physiological and economic expediency of increasing norms of nitrogen application in combination with drugs for seed inoculation is substantiated.

High efficiency of pre-sowing seeds preparation by application of physical, chemical and biological methods is proved. Was established the efficiency of the nitrogen-fixing symbiosis functioning of soybeans variety Annushka with seed inoculation for nitrogen doses from N_0 to N_{60} on the background of $P_{60}K_{60}$ – biomass of nodule bacteria is 418–675 mg/plant, compared to the absolute control – 101 mg/plant. The application of $N_{90}P_{60}K_{60}$ significantly reduces the number and mass of nodule bacteria – 207–241; $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 32,0–42,0 mg/plant, and with the introduction of $P_{60}K_{60} + N_{150-180}$ nodule bacteria are not formed, the effectiveness of microbiological drugs is not fixed, and the formation of yield occurs only through the introduction of nutrients. Nitrogenase activity with the introduction of N_{0-90} on the background of $P_{60}K_{60}$ and inoculum ranged from 3,25 to 7,76 per 2,15 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{h/h}$ in absolute control; for the application of $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 2,22–2,27 $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{plant/hour}$. With a further increase in nitrogen levels, nitrogenase activity was not recorded.

Soybean yield varies from 1,21 to 4,88 t/ha depending on the doses of fertilizers, inoculation, weather conditions. On average, the highest yield is formed by applying $N_{60}P_{60}K_{60}$ and pre-sowing seeds treatment by rhizohumin or a combination of rhizohumin and hetomy. With nitrogen levels increasing and seed inoculation, there is a partial yield decrease: $P_{60}K_{60}$ – 2,24–2,36; $P_{60}K_{60} + N_{30}$ – 2,80–3,16; $P_{60}K_{60} + N_{60-90}$ – 3,80–4,18; $P_{60}K_{60} + N_{120-180}$ – 3,33–3,64 t/ha compared to the absolute control – 1,96; control + inoculation – 2,08–2,20 t/ha. With the application of $P_{60}K_{60}N_{150-180}$, there is a partial decrease in soybean yield due to the distress effect during the growing season.

The soybean yield index has a parabolic dependence on the rate of fertilizers and this dependence is similar in seeds pre-sowing treatment by rhizohumin, hetomic or a combination thereof. In the control version, the yield index is low due to a lack of nutrients and differentiation of a small number of generative organs. With the application of $N_{150}P_{60}K_{60}$ and $N_{180}P_{60}K_{60}$, the yield index decreases due to the formation of a significant vegetative mass, lengthening the growing season and the formation of a significant number of seeds that do not ripen.

The multifunctional use of nanopreparations in Plant Growing is shown. The results of researches on the multifunctional influence of nanoparticles on growth and development, the process of productivity and production quality of field crops formation, accumulation of pharmacologically valuable substances in seeds under the action of nanopreparations, the mechanism of increase plants resistance to stresses, pathogens, technological solutions for the use of nanopreparations for growing crops have been developed. Prerequisites and technological solutions for the formation of the seeds of agricultural crops with high sowing and yielding properties depending on species characteristics, weather conditions, nutrition, use of regulating substances in the cultivation of mother plants, and their manifestation in the aftereffect. Factors that determine the quality, durability, seed traction are substantiated.

The economic and energy substantiation of efficiency of the developed technological measures is given.

Keywords: soybeans, sugar beets, durum wheat, bread wheat, yield, grain quality, nodule bacteria, nanofertilizers, inoculants, stress, sowing and yield properties of seeds, seed variability, seed longevity, seed injury.

Підписано до друку 09.04.2021 р. Зам. № 255.
Формат 60х84 1/16. Папір офсетний. Друк – цифровий.
Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 1,9.
Друк ЦП «КОМПРИНТ». Свідоцтво ДК №4131 від 04.08.2011 р.
м. Київ, вул. Предславинська, 28
095-941-84-99, 067-209-54-30
email: komprint@ukr.net