

УДК 631.4:631.8:631.547
DOI:10.37128/2707-5826-2025-1-5
**ФОРМУВАННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД
ЗАСТОСУВАННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ
І МІКРОБІОЛОГІЧНИХ
ПРЕПАРАТІВ В УМОВАХ
ЛІСОСТЕПУ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

Ю.М. ШКАТУЛА, канд. с.-г. наук,
доцент
Т.А. ЗАБАРНА, канд. с.-г. наук,
старший викладач
В.В. ЧЕРЕШНЮК, аспірант 3-го року
навчання
Вінницький національний аграрний
університет

У публікації висвітлено вплив інокулянтів Біоінокулянт БТУ-р, БіоМаг, Атува + протектор Премакс та мікродобрив для позакореневого підживлення Ярило Соя і Хелпрост Соя, що застосовувалися у фазах 3-го листка і бутонізації на формування продуктивності сої сорту Паллада в умовах Лісостепу правобережного.

За результатами досліджень обробка насіння сої інокулянтами Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т), БіоМаг-соя (7,0 л/т) та Атува + протектор Премакс (2,0 л/т + 0,5 л/т) забезпечила зростання польової схожості насіння сої до 85,8-86,6 %, що більше за контроль (без інокуляції) на 0,2-1,0%.

Найбільше рослин сої до збирання 535,6 тис./га було виявлено на ділянках, де насіння сої оброблялось інокулянтом Атува + протектор Премакс (2,0 л/т + 0,5 л/т), а у період вегетації проводилось позакореневе підживлення рослин сої мікродобривами Ярило Соя (2,0 л/га) у фазу 3-го листка, та Хелпрост Соя (3,0 л/га) у фазу бутонізації, що більше за контроль (без інокуляції та позакореневих підживлень) на 39,8 тис./га.

Найвищі показники урожайності, а саме 2,6 т/га насіння сої сорту Паллада в умовах 2023 року забезпечив варіант, де було проведено інокуляцію насіння препаратами Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т та при проведенні двох підживлень у відповідні фази росту та розвитку (Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га)). За аналогічних умов вирощування, в умовах 2024 року було отримано 2,81 т/га врожаю насіння сої. Таким чином, у середньому за роки досліджень цей показник становив 2,71 т/га, що на 0,92 т/га більше порівняно з контрольним варіантом.

Застосування інокулянтів як передпосівної обробки насіння сої загалом позитивно впливало на формування врожаю. Застосування позакореневих підживлень комплексним добривом зі збалансованим вмістом елементів живлення Ярило Соя у фазу 3-го листочка сої забезпечило її потребу у поживних речовинах у початковий період. Використання органічно-мінерального добрива Хелпрост Соя у фазу бутонізації забезпечило її потребу у біологічно-активних речовинах, включаючи мікро- та макроелементи при формуванні генеративних органів. Тоді як поєднання усіх цих заходів дозволило отримати найвищі показники насінневої продуктивності сої.

Ключові слова: соя, інокуляція, мікродобрива, агрофітоценоз, густина, виживаність, урожайність.

Табл. 2. Літ. 17.

Постановка проблеми. Соя (*Glycine hispida* Moench) – поширена зернобобова культура, яка широко відома та належить до головних стратегічних культур світового землеробства. Соя є універсальною культурою, яку вирощують, як продовольчу, кормову, лікарську і технічну культуру. За показником вмісту рослинної олії і білка соя посідає провідне місце в Україні,

країнах ЄС та світі. До насіння сої входить до 30-55 % білка, 13-26 % жиру, 20-32 % крохмалю і досить значну кількість вітамінів [1].

В умовах сьогодення рослинний білок високо цінується як в харчовій, так і в кормовій промисловості. Оптимізація та удосконалення технології виробництва насіння зернобобових культур повинна стати одним із головних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового виробництва України [2].

Вирощування сої в Україні дуже поширено у всіх ґрунтово-кліматичних зонах, тож на сьогодні соєю в Україні засівають біля 1,7 млн. га, із подальшою перспективою розширення площ до 5–6 млн. В умовах 2023 року українські аграрії засіяли сої біля 1 млн. 796 тис. га, з валовим збором сої на рівні 4,82 млн. т., при середній врожайності сої - 2,6 т/га. На майбутні роки очікується подальше розширення посівних площ під соєю. Передумовою цього є те, що утримаються потужні темпи експорту сої, так само і внутрішній попит залишається на високому рівні [3].

Виведення нових інтенсивних сортів сої, застосування біотехнологій у селекції та захисті рослин, посилення азотфіксації, розширення асортименту сортового та гібридного стану є найбільш перспективними та оптимізованими методами при культивуванні сої і поряд із цим виробництво екологічно чистої продукції [4].

Сьогодні в Україні досягнуто певних досягнень у вирощуванні сої. Тому й виникає потреба створення нових удосконалених технологій виробництва насіння сої. Зміни клімату ставлять нові вимоги перед науковцями, що створюють адаптивні нові технології високопродуктивних агрофітоценозів у певних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналіз останніх досліджень. За твердженням аналітиків та свідченням статистичних даних, виробництво сої в Україні зростає як за площами посіву, так і за отриманням високої продуктивності цієї культури. Збільшення обсягів виробництва сої фактично є в кожній області, проте варто виокремити найбільший приріст в зоні Лісостепу та південної частини Полісся.

За повідомленнями авторів С.Г. Перетятко, О.П. Рудік [5]. встановлено, що середня врожайність зерна сої в Україні за останні роки знаходиться на відносно низькому рівні – 2,24 т/га, тому технологія вирощування сої потребує адаптації культури до умов вирощування культури.

Головними рушіями світового та вітчизняного виробництва сої є розвиток селекції та насінництва, внаслідок чого посилюється реалізація генетичного потенціалу сої [6].

Однією із передумов збільшення виробництва сої вважають зростання її продуктивності на основі використання адаптованих конкурентоспроможних технологій вирощування. Такі технології вплинуть на відновлення родючості ґрунтів, завдяки раціонально сформованій сівозміні, збалансованій системі удобрення, захисту від шкідників та хвороб відповідно до сортових

особливостей сої та їх вимог, норм висіву, строків посіву ґрунтово-кліматичних умов тощо.

Переважаюча частина сортів сої характеризуються доволі вузьким спектром екологічної адаптованості та придатності до умов вирощування у певних ґрунтово-кліматичних регіонах. Сорти пристосовані до різних умов вирощування, клімату тощо, різняться за вимогами до умов вегетації та володіють певними господарсько-цінними ознаками.

Вирішальною умовою отримання високих врожаїв є вибір сорту. Це найбільш простий та доступний спосіб мінімізувати вплив абіотичних факторів, що впливають на рівень продуктивності культури [7].

Вибір сортів сої характеризується своїми особливостями. Оскільки в природних умовах України є свої обмеження у світло-теплових ресурсах, сорти мають бути легко адаптовані до змін клімату, технологічних заходів, мати високу пластичність до показників родючості ґрунтів, зокрема враховуючи систему живлення та процеси інокуляції.

Досить перспективним напрямком сучасного землеробства є застосування мікробних препаратів для забезпечення активної біологічної азотфіксації, рістстимуляції в ризосфері рослин і захисту їх від хвороб. Передпосівна обробка насіння сої інокулянтами має бути головним агротехнічним заходом ресурсо- та енергозберігаючої технології вирощування даної культури, оскільки це – економічно вигідний та екологічно чистий спосіб забезпечення рослин азотом [8].

Інокуляція рослини сої полягає не лише у фіксації азоту із повітря, а й його нагромадження в кореневій системі та рослинних рештках, що забезпечить азотом наступну культуру у сівозміні і відповідно збагачують ґрунт органічним азотом. Інокуляція насіння високоефективними штамми бульбочкових бактерій на основі бактерій *Bradyrhizobium japonicum* характеризуються високою екологічною пластичністю до сучасних сортів [9].

Застосування інокулянтів, що містять високоефективні культуроспецифічні штамми ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, забезпечує утворення максимальної кількості бульбочок на кореневій системі рослин сої. Інокулянти ефективно інкорпуються до насіння і забезпечують інтенсивну фіксацію азоту з атмосфери та перетворення його на доступну рослинам форму.

За результатами проведених досліджень на полях Подільського державного університету встановлено, що сорт сої Аратта позитивно реагує на проведення інокуляції препаратом ХіСтік з нормами висіву 400–600 тис./га. А отримані результати досліджень свідчать, що приріст врожаю до контролю склала 0,28–0,38 т/га [10].

Застосування інокуляції насіння з високим вмістом азотфіксуючих бактерій дає змогу в повній мірі реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів сої і забезпечити найвищі врожаї за найкращої окупності.

Особливу роль у підвищенні ефективності мінерального живлення відіграють мікроелементи. До найбільш потрібних для сої належать такі мікроелементи: магній, цинк, марганець, бор, залізо, молібден, мідь, кобальт. Нестача цих мікроелементів призводить до порушення росту та розвитку рослин сої. Адже до їх складу входять гормони, вітаміни, амінокислоти, а також фізіологічно активні речовини.

Живленні мікроелементами забезпечує оптимальний перебіг фотосинтезу, за участю мікроелементів посилюється азотфіксація, мікроелементи є фундаментом для синтезу жирів, білків, вуглеводів та багатьох інших складних сполук [11].

На ефективність мікроелементів впливають чимало аспектів, насамперед характеристика ґрунту, взаємодії та зв'язок з іншими елементами живлення рослин, біологічні особливості сорту, строків і способів внесення [12].

Зазвичай найкращий спосіб забезпечення рослин сої мікроелементами це застосування їх у позакореневе підживлення шляхом обприскування посівів впродовж вегетації у найбільш критичні фази розвитку сої, а саме: 3-х листочків, бутонізації та у фазу наливу нижніх бобиків сої.

Соя має велике значення в зерновому і кормовому балансі агроформувань України. Тому важливо розробити новітні та удосконалити існуючі технологічні прийоми підвищення продуктивності посівів сої.

Метою дослідження було вивчення впливу інокуляції та мікробіологічних препаратів, а також їх вплив на формування зернової продуктивності сої на сірих лісових ґрунтах правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методика досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2023–2024 рр. в умовах дослідного поля Вінницького національного аграрного університету. Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий середньо-суглинковий. Схема досліду включала: фактор А – Інокуляція насіння: 1) контроль (без інокуляції), 2) обробка насіння біоінокулянтном БТУ-р (3,0 л/т), 3) обробка насіння препаратом БіоМаг-соє, 7,- л/т, 4) Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т. Фактор В – Позакореневе підживлення: 1) контроль (без обробки), 2) препаратом Ярило Соє (2,0 л/га) – фаза 3-го листочка сої, 3) Хелпрост Соє 3,0 л/га (фаза бутонізації), 4) Ярило Соє (фаза 3-го листочка сої) + Хелпрост Соє (фаза бутонізації), (3,0 + 3,0 л/га).

Розміри дослідної ділянки – 32 м², облікової – 30 м². Попередником сої була пшениця озима. Повторність чотириразова, розміщення ділянок систематичне. У досліді висівали сорт сої вітчизняної селекції Паллада. Норма висіву – 650 тис./га, ширина міжрядь 45 см. Проведення досліджень здійснювалося за відповідними методиками [13, 14].

Технологія вирощування сої, крім досліджуваних чинників, є загальноприйнятою для зони Лісостепу правобережного.

Результати досліджень. Створення та впровадження у виробництво нових вітчизняних сортів сої, пристосованих до умов кожної ґрунтово-кліматичної

зони, є одним із найвагоміших чинників збільшення врожайності цієї культури. Основним показником, який визначає величину урожайності зерна сої, є густина рослин, яка залежить від норми висіву, польової схожості насіння та виживаності рослин [15].

Рослини сої на протязі вегетаційного періоду зазнають негативного впливу з боку абіотичного середовища (посуха, висока вологість, різкі перепади температури тощо) та біотичного (хвороби, шкідники), тому спостерігається випадання їх [16].

Найпродуктивніші посіви сої формуються за оптимальної кількості рослин на одиниці площі, що дає змогу раціонально використовувати фактичні ресурси чинників навколишнього середовища окремо кожною рослиною й агрофітоценозом у цілому.

У посівах сої з оптимальними густиною і площею живлення рослин основна кількість бобів і насіння формується на головному стеблі, у зріджених – на бокових пагонах. Надмірне загущення рослин сої призводить до вилягання, пожовтіння листків, недостатнього освітлення, нехватки вологи, поживних речовин ґрунту, зниження біологічної фіксації азоту атмосфери.

Оптимальна густина стояння рослин на період дозрівання становить 500–650 тис. шт./га. Для одержання такої густоти посівів сої за ширини міжрядь 45 см необхідно висівати 600–750 тис. шт./га схожих насінин ранньостиглих сортів, 550–650 тис./га – середньоранніх та середньостиглих. За звичайного рядкового способу сівби з шириною міжрядь до 15 см норму висівання збільшують на 15–20 % [17].

У посушливих умовах доцільно збільшити норму висіву на 5-10% для компенсації зниження польової схожості насіння від несприятливих чинників.

Польова схожість насіння сої сорту Паллада змінювалася в межах від 85,6 % до 86,6 %. Вплив інокуляції на польову схожість насіння сої висвітлено у таблиці. Аналізуючи показники польової схожості насіння сорту сої Паллада на контролі, маємо показник 85,6%. Інокуляція насіння препаратами Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т), БіоМаг-соє (7,0 л/т) та Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т забезпечила зростання польової схожості насіння сої на 85,8-86,6 %, що більше за контроль (без інокуляції) на 0,2-1,0% (Табл. 1).

Передпосівна обробка інокулянтами сприяла кращому проростанню насіння, прискоренню ростових процесів у рослинах, за рахунок бактерій роду *Bradyrhizobium japonicum* біологічно активних речовин, макро- та мікроелементів, вітамінів, гетероауксинів та гіберелінів. Застосування мікродобрив у технології вирощування сої у відповідні фази росту та розвитку цієї рослини дає можливість не лише швидко усунути дефіцит окремих видів макро- і мікроелементів у рослинах, але й підвищити імунітет рослин і стійкість до захворювань та різних стресових ситуацій. Так, на варіантах без інокуляції насіння сої та позакореновому підживленні густина рослин сорту Паллада становила 495,8 тис./га.

Таблиця 1

Густота посівів рослин, польова схожість насіння та виживаність рослин сої сорту Паллада залежно від інокуляції та позакореневих підживлень мікродобривами (середнє за 2023-2024 рр.)

| Варіанти досліджень | | Рослин після сходів, тис./га | Польова схожість насіння, % | Кількість рослин до збирання, тис./га | Вживаність рослин, % |
|--|--|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Без інокуляції (контроль) | Без обробки (контроль) | 556,4 | 85,6 | 495,8 | 89,1 |
| | *Ярило Соя 2,0 л/га | 556,4 | 85,6 | 507,4 | 91,2 |
| | **Хелпрост Соя 3,0 л/га | 556,4 | 85,6 | 513,6 | 92,3 |
| | ***Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 556,4 | 85,6 | 518,0 | 93,1 |
| Біоінокулянт-БТУ-р, 3,0 л/т | Без обробки (контроль) | 557,7 | 85,8 | 501,9 | 90,0 |
| | Ярило Соя 2,0 л/га | 557,7 | 85,8 | 510,3 | 91,5 |
| | Хелпрост Соя 3,0 л/га | 557,7 | 85,8 | 512,0 | 91,8 |
| | Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 557,7 | 85,8 | 521,7 | 93,6 |
| БіоМаг- соя 7,0 л/т | Без обробки (контроль) | 559,0 | 86,0 | 515,4 | 92,2 |
| | Ярило Соя 2,0 л/га | 559,0 | 86,0 | 520,4 | 93,1 |
| | Хелпрост Соя 3,0 л/га | 559,0 | 86,0 | 522,7 | 93,5 |
| | Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 559,0 | 86,0 | 526,3 | 94,2 |
| Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т | Без обробки (контроль) | 562,9 | 86,6 | 524,1 | 93,1 |
| | Ярило Соя 2,0 л/га | 562,9 | 86,6 | 528,0 | 93,8 |
| | Хелпрост Соя 3,0 л/га | 562,9 | 86,6 | 529,1 | 94,0 |
| | Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 562,9 | 86,6 | 535,6 | 95,2 |

Джерело: сформовано на основі власних результатів досліджень

Спостереження упродовж вегетаційного періоду за динамікою густоти рослин сорту сої показують, що вона дещо зменшується у міру росту і розвитку, що є наслідком випадання рослин із посіву. Це пояснюється впливом цілого ряду факторів, зокрема гідротермічних, біотичних, ґрунтових та антропогенних. На період повної стиглості, у зв'язку із дією, спричиненою шкідниками та хворобами, окремими технологічними прийомами та факторами, які були поставлені на вивчення, густота рослин за варіантами дослідження становила від 507,4 до 535,6 тис./га, виживаність рослин сої була в межах 91,2-95,2%.

На варіантах, де була проведена передпосівна бактеризація насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т), та при проведенні позакореневих підживлень згідно схеми дослідження у фітоценозі збереглося, на 0,8 – 0,9% (501,9–521,7 тис./га) більше рослин, порівняно з контролем.

Інокуляція насіння сої Біоінокулянтом БТУ-р (3,0 л/га) та проведенні позакореневих підживлень комплексним добривом Ярило Соя (3,0 л/га) та

органомінеральним добривом Хелпрост Соя (3,0 л/га) суттєво підвищували виживаність рослин від повних сходів до повної стиглості. Так, на варіантах з позакореневим підживленням Ярило Соя (2,0 л/га) кількість рослин до збирання сої нараховувало 510,3 тис./га, Хелпрост Соя (3,0 л/га) – 512,0 тис./га. Найбільш ефективним виявилось проведення позакореневого підживлення сої у фазу 3-го листочка мікродобривом Ярило Соя і у фазу бутонізації органомінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), на даних варіантах густота рослин на час повної стиглості знаходилася у межах 521,7 тис./га, що перевищувало контроль на 19,8 тис./га, вижило рослин на рівні 93,6 %.

Найвищі показники кількості рослин сої до збирання 535,6 тис./га виявлені на ділянках де насіння сої оброблялось інокулянтном Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т, а в період вегетації проводилось позакореневе підживлення рослин сої мікродобривами Ярило Соя (2,0 л/га) у фазу 3-го листка, а у фазу бутонізації мікродобривом Хелпрост Соя (3,0 л/га), що більше за контроль (без інокуляції та позакорневих підживлень) на 39,8 тис./га.

В умовах 2023 року урожайність насіння сої сорту Паллада у варіанті без інокуляції насіння та без проведення позакорневих підживлень становила 1,70 т/га. Тоді як у варіанті без інокуляції, але з проведенням позакорневих підживлень комплексним мікродобривом Ярило Соя + Хелпрост Соя у нормі 3,0 + 3,0 л/га, було отримано урожайність сої на рівні 1,95 т/га, що на 0,25 т/га більше порівняно із контрольним варіантом (табл. 2).

Посіви сої сорту Паллада в умовах 2024 року, на аналогічних варіантах досліду сформували урожайність насіння сої на рівні 1,86 т/га, а при поєднанні підживлень у фазах 3-го листка і бутонізації урожайність сої зросла до 2,05 т/га. Проведення передпосівної інокуляції насіння сої препаратом Біоінокулянт БТУ-р дозволило отримати, у середньому за досліджувані роки, урожайність сої сорту Паллада 1,90 т/га у варіанті без позакорневих підживлень. При використанні препарату Ярило Соя із нормою 2,0 л/га було отримано 2,15 т/га насіння сої, тоді як проведення позакореневого підживлення препаратом Хелпрост Соя із нормою 3,0 л/га – 2,25 т/га. У середньому за роки досліджень, при поєднанні зазначених препаратів у фазах 3-го листа та бутонізації урожайність насіння становила 2,34 т/га, що на 0,44 т/га більше, порівняно із контролем.

У середньому за роки досліджень інокуляція насіння сої препаратом БіоМаг забезпечила у варіанті без проведення позакорневих підживлень 1,99 т/га насіння. Позакореневе підживлення комплексним препаратом Ярило Соя у нормі 2,0 л/га забезпечило приріст врожаю 0,45 т/га відносно контрольного варіанту, в той час як застосування органомінерального мікродобрива Хелпрост Соя сприяло формуванню приросту врожаю насіння на рівні 0,59 т/га. При поєднанні обох препаратів у позакорневих обробках сої урожайність насіння складала 2,51 т/га, при цьому приріст до контрольного

Таблиця 2

Урожайність насіння сої сорту Паллада залежно від інокуляції та позакоренових підживлень мікродобривами (середнє за 2023-2024 рр.)

| Варіанти досліджень | | Урожайність насіння, т/га | | | Приріст до контролю, т/га |
|---|--|---------------------------|---------|---------|---------------------------|
| | | 2023 р. | 2024 р. | середнє | |
| Без інокуляції (контроль) | Без обробки (контроль) | 1,70 | 1,86 | 1,78 | - |
| | *Ярило Соя 2,0 л/га | 1,82 | 1,93 | 1,88 | + 0,10 |
| | **Хелпрост Соя 3,0 л/га | 1,86 | 1,98 | 1,92 | + 0,14 |
| | ***Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 1,95 | 2,15 | 2,05 | + 0,27 |
| Біоінокулянт- БТУ-р, 3,0 л/т | Без обробки (контроль) | 1,84 | 1,95 | 1,90 | + 0,12 |
| | Ярило Соя 2,0 л/га | 2,05 | 2,24 | 2,15 | + 0,37 |
| | Хелпрост Соя 3,0 л/га | 2,17 | 2,33 | 2,25 | + 0,47 |
| | Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 2,26 | 2,41 | 2,34 | + 0,56 |
| БіоМаг- соя 7,0 л/т | Без обробки (контроль) | 1,90 | 2,08 | 1,99 | + 0,21 |
| | Ярило Соя 2,0 л/га | 2,13 | 2,32 | 2,23 | + 0,45 |
| | Хелпрост Соя 3,0 л/га | 2,28 | 2,45 | 2,37 | + 0,59 |
| | Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 2,42 | 2,60 | 2,51 | + 0,73 |
| Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т | Без обробки (контроль) | 1,98 | 2,17 | 2,08 | + 0,30 |
| | Ярило Соя 2,0 л/га | 2,27 | 2,48 | 2,53 | + 0,75 |
| | Хелпрост Соя 3,0 л/га | 2,35 | 2,64 | 2,50 | + 0,72 |
| | Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га) | 2,60 | 2,81 | 2,71 | + 0,92 |

Джерело: сформовано на основі власних результатів досліджень

варіанту становив 0,73 т/га. Найвищі показники урожайності, а саме 2,6 т/га насіння сої сорту Паллада в умовах 2023 року забезпечив варіант, де було проведено інокуляцію насіння препаратами Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т та при проведенні двох підживлень у відповідні фази росту та розвитку (Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га)). За аналогічних умов вирощування, в умовах 2024 року було отримано 2,81 т/га врожаю насіння сої. Таким чином, у середньому за роки досліджень цей показник становив 2,71 т/га, що на 0,92 т/га більше порівняно з контрольним варіантом.

Відповідно до результатів досліджень, застосування інокулянтів як передпосівної обробки насіння сої позитивно впливало на формування врожаю. Застосування позакоренових підживлень комплексним добривом зі збалансованим вмістом елементів живлення Ярило Соя у фазу 3-го листочка сої забезпечило її потребу у поживних речовинах у початковий період. Використання органо-мінерального добрива Хелпрост Соя у фазу бутонізації забезпечило її потребу у біологічно-активних речовинах, включаючи мікро- та макроелементи при формуванні генеративних органів. Тоді як поєднання усіх цих заходів дозволило отримати найвищі показники насінневої продуктивності сої.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, за результатами польових досліджень (2023–2024 років) проведених в умовах правобережного Лісостепу України із вивчення ефективності на посівах сої інокулянтів (Біоінокулянт БТУ-р, БіоМаг, Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т та мікродобрих для позакореневого підживлення (Ярило Соя, Хелпрост Соя, Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га)) можна сформулювати наступні висновки:

1. Інокуляція насіння препаратами Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т), БіоМаг-соя (7,0 л/т) та Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т забезпечила зростання польової схожості насіння сої на 85,8-86,6 %, що більше за контроль (без інокуляції) на 0,2-1,0%.

2. Найвищі показники кількості рослин сої до збирання 535,6 тис./га відмічені на ділянках де насіння сої оброблялось інокулянтом Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т, а в період вегетації проводилось позакореневе підживлення рослин сої мікродобривами Ярило Соя (2,0 л/га) у фазу 3-го листка, а у фазу бутонізації мікродобривом Хелпрост Соя (3,0 л/га), що більше за контроль (без інокуляції та позакореневих підживлень) на 39,8 тис./га

3. Найвищу урожайність насіння сої сортом Паллада в умовах 2023 року було сформовано на рівні 2,6 т/га, де було проведено інокуляцію Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т при проведенні двох підживлень у відповідні фази росту та розвитку (Ярило Соя + Хелпрост Соя (3,0 + 3,0 л/га)), на тому ж варіанті в умовах 2024 року було отримано врожай насіння сої – 2,81 т/га, в середньому за роки досліджень цей показник становив 2,71 т/га, що вище на 0,92 т/га порівняно із контролем.

Список використаної літератури

1. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця ВНАУ. 2020. 276 с.

2. Кравченко В.С., Кононенко Л.М., Вишнеvsька Л.В. Чинчик О.С., Оліфорович В.О. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С. 83-91.

3. Урожайність сої в 2023 р., її експорт та ціна. <https://supragronom.com/multimedia/infographics/82-urojaynsit-soyi-v-2023-r-yiyi-eksport-ta-tsina> (дата звернення 17.08.2024).

4. Муханов В.М. Стан та перспективи подальшого розвитку галузі промислового вирощування та переробки сої в Україні в ХХІ ст. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2019. № 10. С. 118–125. DOI: 10.37128/2411-4413-2019-10-15.

5. Перетятко С.Г., Рудік О.П. Сучасний стан та прикладні аспекти перспектив розвитку виробництва сої в Україні. *Міжнародний тематичний*

науковий збірник. *Зрошуване землеробство*. 2021. Вип. 76. С. 49–53. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.10>.

6. Чернявський І.Ю. Прогнозування експортного потенціалу підприємств зернової галузі України з урахуванням рівня розвитку вітчизняної селекції. *Український журнал прикладної економіки*. 2019. Том 4. № 4. С. 199–208. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-4-23>.

7. Романько А.Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». СНАУ, Суми, 2021. 260с.

8. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. 2014. Вип. 21. С. 115–121.

9. Від хорошого до кращого. Інокулянти компанії BASF. Агробізнес сьогодні. 2015. 06 березня С. 20-22. URL : <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2231-vid-khoroshoho-do-krashchoho-inokulianty-kompaniib-asf.html>.

10. Івасик М.В. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. № 133. С. 19–24. DOI:<https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.3>.

11. Мойсієнко В.В., Дідора В.Г. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2010. № 1. С. 1–14.

12. Шкатула Ю. М., Вуйко О. М. Вплив біопрепаратів та мікродобрив на структурні елементи врожаю гороху посівного в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 35. С. 29-37.

13. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В.О. Єщенка. Умань: Дія, 2005. 288 с.

14. Ермантраут Е. Р., Малиновський А. С., Дідора В. Г. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. Житомир: ЖНАЕУ 2010. 124 с.

15. Огурцов Є. М., Белінський Ю. В. Продуктивність фотосинтезу сої залежно від погодних умов і технологічних прийомів вирощування в східній частині лівобережного Лісостепу України. URL: <http://ua.z-pdf.ru/7biologiya/768110-1-6-udk-635655-63251-6329311-632934-produktivnist-fotosintezu-soi-zalezho-vid-pogodnih-umov-tehnologichnih-priyomiv.php>. (дата звернення 27.12.2024).

16. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Мазур О. В., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця : ВНАУ, 2017. 334 с.

17. Любчич Олександр Григорович. Особливості сівби сої в Поліссі та Лісостепу в умовах 2020 р. URL:<https://zemlerobstvo.com/news/osoblivosti-sivbi-soyi-v-polissi-ta-lisostepu-v-umovah-2020-r/> (дата звернення 14.02.2025).

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyreva H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannya soi ta shliakhy maksimalnoi realizatsii yii produktyvnosti: monohrafiia [*Agribiological bases of soybean cultivation and ways of maximising its productivity: monograph*]. Vinnytsia VNAU. [in Ukrainian].
2. Kravchenko V.S., Kononenko L.M., Vyshnevskaya L.V., Chynchyk O.S., Oliforovych V.O. (2019). Biolohizatsiia vyroshchuvannya zernobobovykh kultur v Ukraini, analiz ta perspektyva [*Biologisation of leguminous crops cultivation in Ukraine, analysis and prospects*]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia – Agrarian Herald of the Black Sea Region*. 92. [in Ukrainian].
3. Urozhainist soi v 2023 r., yii eksport ta tsina [*Soybean yields in 2023, exports and prices*]. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/82-urojaynsit-soyi-v-2023-r-yiyi-eksport-ta-tsina> (data zvernennia 17.08.2024). [in Ukrainian].
4. Mukhanov V.M. (2019). Stan ta perspektyvy podalshoho rozvytku haluzi promyslovoho vyroshchuvannya ta pererobky soi v Ukraini v KhKhI st. Ekonomika. Finansy. [*State and prospects for further development of the industry of industrial cultivation and processing of soybeans in Ukraine in the XXI century*]. *Menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Management: topical issues of science and practice*. 10. 118–125. DOI: 10.37128/2411-4413-2019-10-15. [in Ukrainian].
5. Peretiatko S.H., Rudik O.P. (2021). Suchasnyi stan ta prykladni aspekty perspektyv rozvytku vyrobnytstva soi v Ukraini. [*Current state and applied aspects of the prospects for the development of soybean production in Ukraine*]. *Mizhnarodnyj tematychnyj naukovyj zbirnyk. Zroshuvane zemlerobstvo. – International thematic scientific collection. Irrigated agriculture*. 76. 49–53. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.10>. [in Ukrainian].
6. Cherniavskiy I.Iu. (2019). Prohnozuvannya eksportnoho potentsialu pidpriemstv zernovoi haluzi Ukrainy z urakhuvanniam rivnia rozvytku vitchyznianoї selektsii [*Forecasting the export potential of grain enterprises in Ukraine, taking into account the level of development of domestic selection*]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky – Ukrainian Journal of Applied Economics*. Issue 4. № 4. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-4-23>. [in Ukrainian].
7. Romanko A.Yu. (2021). Formuvannya produktyvnosti soi zalezho vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainyna zdobuttia naukovoho stupenia doktora filosofii za spetsialnistiu 201 «Ahronomiia» [*Formation of soybean productivity depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine for the degree of Doctor of Philosophy in speciality 201 'Agronomy*]. SNAU, Sumy, 260. [in Ukrainian].
8. Hryhorieva O.M. (2014). Produktyvnist soi zalezho vid ahrotekhnichnykh zakhodiv yii vyroshchuvannya v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy.

[*Soybean productivity depending on agronomic measures of its cultivation in the northern steppe of Ukraine*]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN Ukrainy – Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*. 21. 115–121. [in Ukrainian].

9. Vid khorosho do krashchoho. Inokulianty kompanii BASF. [*From good to better. BASF inoculants*]. *Ahrobiznes sohodni - Agribusiness today*. 2015. 06 berez. 20-22. URL : <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2231-vid-khorosho-do-krashchoho-inokulianty-kompaniibasf.html> [in Ukrainian].

10. Ivasyk M.V. (2023). Formuvannia produktyvnosti novykh sortiv soi v umovakh Lisostepu [*Formation of productivity of new soybean varieties in the conditions of the Forest-Steppe*]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk Seriya: Silskohospodarski nauky – Tavrian Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences* 133. 19-24. DOI:<https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.3>. [in Ukrainian].

11. Moisiienko V.V., Didora V.H. (2010). Ahroekonomichne obgruntuvannia roli soi u vyrishenni problemy roslynnoho bilka v Ukraini [*Agroeconomic substantiation of the role of soybeans in solving the problem of vegetable protein in Ukraine*]. *Visnyk ZhNAEU – Journal of ZhNAEU*. 1. 1–14. [in Ukrainian].

12. Shkatula Yu.M., Vuiko O.M. (2024). Vplyv biopreparativ ta mikrodostryv na strukturni elementy vrozhaiu horokhu posivnoho v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. [*Influence of biological products and microfertilisers on the structural elements of the crop of sowing peas in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe*]. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. 35. 29-37. [in Ukrainian].

13. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [*Fundamentals of scientific research in agronomy*]. Za red. V.O. Yeshchenka. Uman: Diia. [in Ukrainian].

14. Ermantraut E.R., Malynovskyi A.S., Didora V.H. (2010). Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navch. posib. [*Methods of scientific research in agronomy: a textbook*]. Zhytomyr: ZhNAEU. [in Ukrainian].

15. Ohurtsov Ye.M., Belinskyi Yu.V. Produktyvnist fotosyntezy soi zalezho vid pohodnykh umov i tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v skhidnii chastyni livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [*Productivity of soybean photosynthesis depending on weather conditions and technological methods of cultivation in the eastern part of the left-bank forest-steppe of Ukraine*]. URL :<http://ua.z-pdf.ru/7biologiya/768110-1-6-udk-635655-63251-6329311-632934-produktivnist-fotosintezy-soi-zalezho-vid-pogodnih-umov-tehnologichnih-priyomiv.php>. (data zvernennia 27.12.2024). [in Ukrainian].

16. Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Mazur O.V., Palamarchuk O.D. (2017). Novitni ahrotekhnolohii u roslynnytstvi. [*The latest agrotechnologies in crop production*]. Vinnytsia : VNAU. [in Ukrainian].

17. Liubchych Oleksandr Hryhorovych. Osoblyvosti sivby soi v Polissi ta Lisostepu v umovakh 2020 r. [*Features of soybean sowing in Polissia and Forest-Steppe in 2020*]. URL: <https://zemlerobstvo.com/news/osoblivosti-sivbi-soyi-v-polissi-ta-lisostepu-v-umovah-2020-r/> (data zvernennia 14.02.2025). [in Ukrainian].

ANNOTATION

FORMATION OF SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE USE OF INOCULATION AND MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE

The publication highlights the influence of inoculants Bioinoculant BTU-p, BioMag, Atuva + Protector Premax and microfertilizers for foliar feeding Yarylo Soya and Helprost Soya, which were used in the 3rd leaf and budding phases on the formation of soybean productivity of Pallada variety in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.

According to the results of the research, treatment of soybean seeds with inoculants Bioinoculant BTU (3.0 l/t), BioMag-soybean (7.0 l/t) and Atuva + Protector Premax (2.0 l/t + 0.5 l/t) provided an increase in field germination of soybean seeds to 85.8-86.6%, which is 0.2-1.0% more than the control (without inoculation).

The highest number of soybean plants before harvesting 535.6 thousand. /ha was observed in the areas where soybean seeds were treated with Atuva inoculant + Premax protector (2.0 l/t + 0.5 l/t), and during the growing season, foliar feeding of soybean plants with Yarylo Soya microfertilizers (2, 0 l/ha) in the phase of the 3rd leaf, and Helprost Soya (3.0 l/ha) in the budding phase, which is more than the control (without inoculation and foliar fertilisation) by 39.8 thousand. /ha.

The highest yields, namely 2.6 t/ha of soybean seeds of Pallada variety in 2023, were provided by the variant where seeds were inoculated with Atuva + Premax protector, 2.0 l/t + 0.5 l/t, and with two fertilisations in the corresponding phases of growth and development (Yarylo Soya + Helprost Soya (3.0 + 3.0 l/ha)). Under similar growing conditions, in 2024, 2.81 t/ha of soybean seed yield was obtained. Thus, on average, over the years of research, this figure was 2.71 t/ha, which is 0.92 t/ha more than in the control variant.

The use of inoculants as a pre-sowing treatment of soybean seeds had a positive effect on the formation of the crop. The use of foliar fertilisation with complex fertiliser with a balanced content of nutrients Yarylo Soya in the 3rd leaf stage of soybean ensured its need for nutrients in the initial period. The use of Helprost Soya organo-mineral fertiliser in the budding phase met the soybean's need for biologically active substances, including micro- and macroelements, during the formation of generative organs. While the combination of all these measures allowed to obtain the highest seed productivity of soybeans.

The publication highlights the influence of inoculants Bioinoculant BTU-r, BioMag, Atuva + Protector Premax and microfertilisers for foliar feeding Yarylo Soya and Helprost Soya, which were used in the phases of the 3rd leaf and budding on the formation of soybean productivity of Pallada variety in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.

According to the results of the research, treatment of soybean seeds with inoculants Bioinoculant BTU (3.0 l/t), BioMag-soybean (7.0 l/t) and Atuva + Protector Premax (2.0 l/t + 0.5 l/t) provided an increase in field germination of soybean seeds to 85.8-86.6%, which is 0.2-1.0% more than the control (without inoculation).

The highest number of soybean plants before harvesting 535.6 thousand. /ha was observed in the areas where soybean seeds were treated with Atuva inoculant + Premax protector (2.0 l/t + 0.5 l/t), and during the growing season, foliar feeding of soybean plants with Yarylo Soya microfertilizers (2, 0 l/ha) in the phase of the 3rd leaf, and Helprost Soya (3.0 l/ha) in the budding

phase, which is more than the control (without inoculation and foliar fertilisation) by 39.8 thousand. /ha.

The highest yields, namely 2.6 t/ha of soybean seeds of Pallada variety in 2023, were provided by the variant where seeds were inoculated with Atuva + Premax protector, 2.0 l/t + 0.5 l/t, and with two fertilisations in the corresponding phases of growth and development (Yarylo Soya + Helprost Soya (3.0 + 3.0 l/ha)). Under similar growing conditions, in 2024, 2.81 t/ha of soybean seed yield was obtained. Thus, on average, over the years of research, this figure was 2.71 t/ha, which is 0.92 t/ha more than in the control variant.

The use of inoculants as a pre-sowing treatment of soybean seeds had a positive effect on the formation of the crop. The use of foliar fertilisation with complex fertiliser with a balanced content of nutrients Yarylo Soya in the 3rd leaf stage of soybean ensured its need for nutrients in the initial period. The use of Helprost Soya organo-mineral fertiliser in the budding phase met the soybean's need for biologically active substances, including micro- and macroelements, during the formation of generative organs. The combination of all these measures resulted in the highest seed productivity of soybeans.

Keywords: soybean, inoculation, microfertilisers, agrophytocenosis, density, survival, yield.

Table 2. Lit. 17.

Інформація про автора

Шкатула Юрій Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: shkatula@vsau.vin.ua).

Забарна Тетяна Анатоліївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії ВНАУ (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail : zabarna-tanja@ukr.net).

Черешнюк Володимир Вікторович – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: chereshnyk_vova@ukr.net).

Shkatula Yurii – Candidate of Agricultural Sciences, Associate of Professor of the department of agriculture, soil science and agrochemistry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonaychna St. 3, e-mail: shkatula@vsau.vin.ua).

Tatiana Zabarna – Candidate of Agricultural Sciences (PhD), Senior Lecturer of the Department of Soil Management, Soil Science and Agrochemistry, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str.3, e-mail : zabarna-tanja@ukr.net).

Volodymyr Chereshnyuk – postgraduate student of the Department of Agriculture, Soil Science and Agrochemistry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonaychna St. 3, e-mail: chereshnyk_vova@ukr.net).