

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

ЧЕРЕШНЮК ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ

УДК:633.34:631.5(477.4)(20,2.485)(043.5)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



В.В. ЧЕРЕШНЮК

Науковий керівник:

Забарна Тетяна Анатоліївна

кандидат сільськогосподарських наук,

старший викладач

Вінниця 2026

## АНОТАЦІЯ

*Черешнюк В.В.* Продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу правобережного – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агронімія. – Вінницький національний аграрний університет, Вінниця. 2026.

Дисертаційна робота присвячена науково-технічному обґрунтуванню та вивченню технологічних заходів щодо доцільності застосування передпосівної бактеризації насіння сої та проведення позакореневих підживлень мікро та органо-мінеральними добривами з метою формування високої врожайності і якості зерна сої, підвищенню економічної та енергетичної ефективності вирощування культури.

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність, мету, завдання, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів дослідження.

У першому розділі проведений огляд наукової літератури щодо народногосподарського значення, біологічних особливостей сої. На основі вітчизняних і зарубіжних літературних джерел проаналізовано динаміку виробництва сої в Україні та світі, вплив передпосівної бактеризації насіння та позакореневих підживлень мікро та органо-мінеральних добрив та продуктивність сої.

Другий розділ містить відомості про ґрунтово-кліматичних умови регіону, які впливають на ріст і розвиток рослин сої, залежність рівня продуктивності від абіотичних факторів довкілля. В даному розділі є схема досліджу, вказані методології дослідження, дана характеристика сортів сої, інокулянтів, мікро та органо-мінеральних добрив.

Експериментальна частина дисертації детально описує результати досліджень, зокрема: формування густоти та виживаність рослин сої залежно від впливу елементів технології вирощування, проходження фенологічних фаз сої, наростання надземної маси, площі листкової поверхні, елементів структури врожаю, формування фотосинтетичної, симбіотичної та зернової продуктивності

сортів сої. На основі отриманих даних обґрунтовано економічну та біоенергетичну ефективність застосування досліджуваних технологічних прийомів вирощування.

Дослідження проводилися на протязі 2023–2025 років на дослідних полях НДГ «Агрономічне», що належить Вінницькому національному аграрному університету на сірих лісових ґрунтах середньо-суглинкового типу. Погодні умови протягом цих років були різноманітними: 2025 рік виявився найбільш сприятливим для росту і розвитку рослин сої завдяки достатній вологості в ключові періоди та оптимальному температурному режиму.

Площа облікової ділянки у дослідженнях становила довжини – 20 м, ширини – 10 м, що рівнозначно 200 м<sup>2</sup>, а загальна площа дослідної ділянки становила : довжини – 22 м, ширини – 12 м, що в цілому складало 264 м<sup>2</sup>. Кількість повторень чотириразова.

Для проведення досліджень було обрано різностиглі сорти Паллада і Азимут, рекомендовані для вирощування у Лісостеповій зоні. У день перед посівом, насіння було оброблено, згідно схеми досліду біоінокулянтами «Біоінокулянт–БТУ–р» 0,3 л/т і Атува + Протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т. Під час позакореневих підживлень застосовували мікродобриво Ярило Соя з нормою внесення 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок; органо-мінеральне добриво Хелпрост Соя з нормою внесення 3,0 л/га у фаза бутонізації.

Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої сорту Азимут зафіксований на варіанті за умови інокуляції насіння сої препаратами Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т) у поєднанні із проведенням двох позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазі 2–3 трійчастий листок і Хелпрост Соя, і у фазі бутонізація рослин сої – 93,7%.

Тривалість вегетаційного періоду становила у сорту сої Паллада згідно варіантів досліду 103-116 діб, сорту Азимут від 109 до 122 діб. Самий тривалий вегетаційний період був встановлений, де проводили бактеризацію насіння сої перед посівом препаратом Атува + протектор Премакс і проводили два позакореневі підживлення у фазу 3-й трійчастий листок мікродобривами Ярило

Соя, в нормі витрати 2,0 л/га та у фазі бутонізація органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, в нормі – 3,0 л/га.

Дослідження показали, що передпосівна обробка насіння та проведене дворазове комплексне позакореневе підживлення рослин сої сприяло збільшенню висоти рослин. Максимальна висота – 96,7 см була відмічена у сорту Паллада, тоді як сорту Азимут – 82,3 см.

Збільшення площі листової поверхні сортів сої Паллада та Азимут були сформовані за умови комплексного застосування інокуляції насіння препаратом Атува у поєднанні з двома позакореневими підживленнями мікродобривами Ярило Соя у фазу 2-3 трійчастий листок + органо-мінеральним добривами Хелпрост Соя, у фазу бутонізації сої. За таких умов вирощування на момент досягання зерна, показник площі листя перевищував контроль на 5,9-6,9%, що вказує на оптимальну роботу асиміляційного апарату і продовження терміну його активного функціонування.

Дослідження фотосинтетичного потенціалу за період повні сходи – формування і початок дозрівання зерна (Паллада – 3,322 млн м<sup>2</sup>·діб/га, Азимут – 3,460 млн м<sup>2</sup>·діб/га) відмічено за умови поєднання бактеризації насіння Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т і позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га + органо-мінерального добрива Хелпрост Соя, 3,0 л/га. Сорт сої Азимут забезпечив формування високого фотосинтетичного потенціалу на усіх етапах дослідження.

Порівняльна оцінка сортів доводить, що сорт сої Азимут формував дещо більшу кількість бульбочок порівняно із сортом Паллада. Зокрема, проведення інокуляції біопрепаратом Атува + два підживлення у фазі досягання різниця між сортами становила 1,3 шт./рослину, або 7,5%, на користь сорту сої Азимут. Натомість на контрольному варіанті були незначні відмінності між сортами та в цілому не перевищували 0,5 шт./рослину, або 5,8%, що свідчить про ліміт реалізації генетичного сортового потенціалу за відсутності інтенсифікуючих елементів технології вирощування сої.

Найвищі показники маси бульбочок у досліджувальні фази розвитку сої

сорту Азимут були відмічені за поєднання передпосівної бактеризації насіння сої препаратом Атува із двома позакореновими підживленнями. Так у фазі цвітіння маса бульбочок становила 1865,7 мг/рослину, з них маса активних була в межах 1668,07 мг/рослину, тоді як на контрольних ділянках даний показник був в межах 635,2-264,0 мг/рослину, відповідно у фазу дозрівання маса бульбочкових бактерій зменшувалась ці була на рівні 740,2 з них активних 567,5 мг/рослину.

Найвищий показник кількості біологічного азоту відмічено у сорту сої Азимут – 155,6 кг/га на ділянках де проводилась передпосівна обробка насіння інокулянтном Атува і позакореневі підживлення мікродобривами Ярило Соя + Хелпрост Соя.

За результатами досліджень встановлено, що показники урожайності сортів сої Паллада і Азимут за обробки насіння інокулянтами та дворазове позакореневе підживлення у фазах 2–3 листочка та у фазу бутонізації рослин сої мікродобривом Ярило Соя + органо-мінеральним Хелпрост Соя, було отримано максимальну врожайність сої. Найвища урожайність зерна сої – 3,10 т/га, в середньому за роки досліджень відмічено у сорту сої Азимут. Приріст зерна на цьому варіанті до контролю склав 0,8 т/га.

Проведення інокуляції насіння сої сортів Паллада та Азимут інокулянтном Атува перед посівом та дворазовим підживленням мікро та органо-мінеральними добривами значно підвищувало вміст сирого протеїну та жиру в порівнянні з контролем. Вміст сирого протеїну був на рівні 39,4-39,7 %, приріст до контролю був на рівні 2,1–2,2%. Вміст жиру 22,3-22,6 %, приріст до контролю складав 2,3-2,5%. З поміж досліджуваних сортів сої більш продуктивним за рівнем накопичення сирого протеїну в насінні виявився сорт Азимут.

Економічний та енергетичний аналіз результатів досліджень підтвердив ефективність застосування передпосівної бактеризації насіння сої та позакоренових підживлень мікро та органо-мінеральними добривами. Тому для виробництва рекомендовано варіант досліду з передпосівним обробки насіння бактеріальним препаратом Атува у поєднанні із двома позакореновими підживленнями мікродобривом Ярило Соя у фазі 2-3 трійчастий листок сої +

органомінеральним добривом Хелпрост Соя, у фазі бутонізації. Дані заходи сприяли рівню рентабельності сорту Паллада на рівні 95,0 %, сорту Азимут - 128,1%, а коефіцієнт енергетичної ефективності – 1,92-2,25, що свідчить про високий рівень енергетичної віддачі.

**Ключові слова:** соя, сорт, група стиглості, інокуляція насіння, позакореневі підживлення, мікродобрива, органомінеральні добрива, фотосинтетична продуктивність, висота рослин, площа листкової поверхні, врожайність, якість насіння, економічна та біоенергетична ефективність.

## SUMMARY

*Chereshniuk V.V.* Productivity of Soybean Varieties Depending on Elements of Cultivation Technology in the Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe – Qualifying Scientific Work Submitted as a Manuscript.

Dissertation for obtaining the degree of Doctor of Philosophy in Specialty 201 Agronomy. – Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, 2026.

The dissertation is devoted to the scientific and technical substantiation and study of technological measures regarding the feasibility of applying pre-sowing bacterial inoculation of soybean seeds and foliar fertilization with micro- and organo-mineral fertilizers to achieve high soybean grain yield and quality, as well as to improve the economic and energy efficiency of crop cultivation.

The introduction substantiates the relevance of the research topic, defines the purpose, objectives, scientific novelty, and practical significance of the obtained research results.

The first chapter presents a review of scientific literature concerning the economic importance and biological characteristics of soybean. Based on domestic and international literature sources, the dynamics of soybean production in Ukraine and worldwide, as well as the effects of pre-sowing seed inoculation and foliar fertilization with micro- and organo-mineral fertilizers on soybean productivity, are analyzed.

The second chapter provides information on the soil and climatic conditions of the region affecting soybean plant growth and development, as well as the dependence of

productivity levels on abiotic environmental factors. This chapter includes the experimental design, research methodology, and characteristics of soybean varieties, inoculants, and micro- and organo-mineral fertilizers used in the study.

The experimental section of the dissertation thoroughly describes the research findings, particularly soybean plant density formation and survival depending on the influence of cultivation technology elements, phenological development stages, aboveground biomass accumulation, leaf area development, yield structure components, and the formation of photosynthetic, symbiotic, and grain productivity of soybean varieties. Based on the obtained data, the economic and bioenergetic efficiency of the investigated cultivation practices is substantiated.

The research was conducted during 2023–2025 at the experimental fields of the Educational and Research Farm “Ahronomichne” belonging to Vinnytsia National Agrarian University on gray forest soils of medium loam texture. Weather conditions varied throughout the study years: 2025 proved to be the most favorable year for soybean growth and development due to sufficient moisture during critical growth periods and optimal temperature conditions.

The accounting plot area in the experiments measured 20 m in length and 10 m in width, equivalent to 200 m<sup>2</sup>, while the total experimental plot area measured 22 m in length and 12 m in width, totaling 264 m<sup>2</sup>. The experiment was conducted with four replications.

For the study, soybean varieties of different maturity groups, Pallada and Azymut, recommended for cultivation in the Forest-Steppe zone, were selected. On the day before sowing, seeds were treated according to the experimental scheme with the bioinoculants “Bioinoculant–BTU–r” (0.3 L/t) and Atuva + Protector Premax (2.0 L/t + 0.5 L/t). During foliar fertilization, the micronutrient fertilizer Yarylo Soya was applied at a rate of 2.0 L/ha at the 2–3 trifoliate leaf stage, while the organo-mineral fertilizer Khelprost Soya was applied at a rate of 3.0 L/ha during the budding stage.

The highest soybean plant survival coefficient for the Azymut variety was recorded in the treatment involving seed inoculation with Atuva + Protector Premax (2.0 + 0.5 L/t)

combined with two foliar fertilizations using Yarylo Soya at the 2–3 trifoliate leaf stage and Khelprost Soya during the budding stage, reaching 93.7%.

The duration of the growing season for the Pallada soybean variety ranged from 103 to 116 days depending on the treatment, while for the Azymut variety it ranged from 109 to 122 days. The longest growing season was observed in treatments where soybean seeds were inoculated before sowing with Atuva + Protector Premax and two foliar applications were performed: Yarylo Soya at the third trifoliate leaf stage at a rate of 2.0 L/ha and Khelprost Soya during the budding stage at a rate of 3.0 L/ha.

The studies showed that pre-sowing seed treatment and two-stage comprehensive foliar fertilization contributed to increased plant height. The maximum height of 96.7 cm was recorded for the Pallada variety, while the Azymut variety reached 82.3 cm.

An increase in leaf surface area of soybean varieties Pallada and Azymut was observed under conditions of integrated seed inoculation with Atuva combined with two foliar fertilizations using Yarylo Soya at the 2–3 trifoliate leaf stage and Khelprost Soya during the budding stage. Under these cultivation conditions, leaf area at grain maturity exceeded the control by 5.9–6.9%, indicating optimal functioning of the assimilative apparatus and prolonged active functioning.

The highest photosynthetic potential during the period from full emergence to grain formation and the onset of ripening (Pallada – 3.322 million m<sup>2</sup>·days/ha, Azymut – 3.460 million m<sup>2</sup>·days/ha) was observed when seed inoculation with Atuva + Protector Premax (2.0 L/t + 0.5 L/t) was combined with foliar fertilization using Yarylo Soya (2.0 L/ha) and the organo-mineral fertilizer Khelprost Soya (3.0 L/ha). The Azymut soybean variety demonstrated high photosynthetic potential at all research stages.

Comparative evaluation of the varieties showed that Azymut formed a slightly higher number of root nodules than Pallada. In particular, inoculation with Atuva combined with two foliar fertilizations at the maturation stage resulted in a difference of 1.3 nodules per plant, or 7.5%, in favor of the Azymut variety. In contrast, only minor differences were observed between the varieties in the control treatment, not exceeding 0.5 nodules per plant or 5.8%, indicating limited realization of the genetic varietal potential in the absence of intensified cultivation practices.

The highest nodule mass indicators during the studied developmental stages of the Azymut soybean variety were observed when pre-sowing seed inoculation with Atuva was combined with two foliar fertilizations. During the flowering stage, nodule mass reached 1865.7 mg/plant, of which active nodules accounted for 1668.07 mg/plant, whereas in control plots this indicator ranged between 635.2 and 264.0 mg/plant. During the maturation stage, the mass of nodule bacteria decreased to 740.2 mg/plant, including 567.5 mg/plant of active nodules.

The highest amount of biologically fixed nitrogen was recorded for the Azymut variety – 155.6 kg/ha – in treatments involving pre-sowing seed inoculation with Atuva and foliar fertilization using Yarylo Soya + Khelprost Soya.

The study results established that maximum soybean yield was achieved for Pallada and Azymut varieties through seed treatment with inoculants and two foliar fertilizations at the 2–3 leaf stage and budding stage using Yarylo Soya micronutrient fertilizer and Khelprost Soya organo-mineral fertilizer. The highest soybean grain yield, averaging 3.10 t/ha over the research years, was recorded for the Azymut variety. Grain yield increase compared to the control treatment reached 0.8 t/ha.

Seed inoculation of Pallada and Azymut soybean varieties with Atuva before sowing, combined with two foliar applications of micro- and organo-mineral fertilizers, significantly increased crude protein and fat content compared to the control. Crude protein content ranged from 39.4% to 39.7%, exceeding the control by 2.1–2.2%. Fat content ranged from 22.3% to 22.6%, with an increase of 2.3–2.5% compared to the control. Among the studied soybean varieties, Azymut proved to be more productive in terms of crude protein accumulation in seeds.

Economic and energy analyses of the research results confirmed the effectiveness of pre-sowing soybean seed inoculation and foliar fertilization with micro- and organo-mineral fertilizers. Therefore, for practical agricultural production, the recommended treatment includes pre-sowing seed inoculation with the bacterial preparation Atuva combined with two foliar fertilizations: Yarylo Soya at the 2–3 trifoliate leaf stage and Khelprost Soya during the budding stage. These practices ensured profitability levels of

95.0% for the Pallada variety and 128.1% for the Azymut variety, while the energy efficiency coefficient ranged from 1.92 to 2.25, indicating a high level of energy return.

**Keywords:** soybean, variety, maturity group, seed inoculation, foliar fertilization, micronutrient fertilizers, organo-mineral fertilizers, photosynthetic productivity, plant height, leaf surface area, yield, seed quality, economic and bioenergetic efficiency.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті у фахових журналах та збірниках наукових праць за переліком МОН України**

1. Забарна Т.А., **Черешнюк В.В.** Біологічна азотфіксація як спосіб підвищення врожайності сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 72-87. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-6 URL : <http://forestry.vsau.org/uk/particles/biologichna-azotfiksaciya-yak-sposib-pidvishennya-vrozhajnosti-soyi> (1,1 друк. арк., особистий внесок – здійснено збір інформації та проведено аналіз літературних джерел – 0,03 друк. арк.).
2. Забарна Т.А., **Черешнюк В.В.** Агроекологічні аспекти вирощування сої в Україні. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 1. С.108-116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2024.299945> URL : <http://journalagroeco.org.ua/article/view/299945> (1,00 друк. арк., особистий внесок – проведено аналіз літературних джерел на сформовано висновки – 0,09 друк. арк.).
3. Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., **Черешнюк В.В.** Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої та позакореневих підживлень. *Таврійський науковий вісник. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2024. № 138. С. 229-235. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29> (0,55 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, здійснено облік чисельності бульбочок, залежно від факторів, що поставлені на вивчення – 0,16 друк. арк.).
4. Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., **Черешнюк В.В.** Формування продуктивності сої залежно від застосування інокуляції і мікробіологічних препаратів в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 1 (36). С. 55-68. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2025-1-5> ( 0,98 друк. арк., особистий внесок – проведено експериментальні дослідження, вивчено вплив мікробіологічних препаратів на формування продуктивності сої – 0,5 друк. арк.).
5. **Черешнюк В.В.** Вплив симбіотичної активності бактерій на врожайність насіння сої. *Таврійський науковий вісник. Серія: Землеробство,*

*рослинництво, овочівництво та багтанництво*. 2026. № 147, Ч. 2. С. 209-217. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.27> (0,7 друк. арк., особистий внесок – проведено аналіз огляду літератури, опрацьовано результати проведеної роботи – 0,7 друк. арк.).

6. Шкатула Ю.М., **Черешнюк В.В.** Вплив елементів технології вирощування сої на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 374-380. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.35.53> (0,87 друк. арк., особистий внесок – проведено аналіз огляду літератури, закладено експериментальні дослідження, за результатами сформовано висновки – 0,43 друк. арк.).

### Інші видання

1. **Черешнюк В.В.** Ефективність застосування інокулянтів на сої. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції. 25 жовтня 2022 року. м. Київ. 2022. С. 144-146. URL: <https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/11/tezy-malynka-25-10-2022-compressed.pdf> (0,15 друк. арк.).

2. **Черешнюк В.В.** Дослідження потенціалу вирощування сої відповідно до регіональних особливостей. *Актуальні питання науки, освіти та суспільства в умовах сучасних викликів*: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції. 27 грудня 2022 р. м. Кременчук. 2022. Ч. 2. С. 60–61. URL: <https://www.economics.in.ua/2023/01/27-2.html> (0,13 друк. арк.).

3. **Черешнюк В.В.** Значення мікродобрив при вирощуванні сої. Міжнародна науково-практична конференція «*Актуальні проблеми науки, освіти і суспільства: досвід та перспективи*»: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції. 22 лютого 2023 р. м. Дрогобич. 2023. Ч. 2. С. 69-70. URL: [https://drive.google.com/file/d/1uxGBLP4Q3YZ7\\_BX8ai9a4JjLIgE-bFe/view](https://drive.google.com/file/d/1uxGBLP4Q3YZ7_BX8ai9a4JjLIgE-bFe/view) (0,14 друк. арк.).

4. **Черешнюк В.В.** Агробіологічні аспекти вирощування сої в Україні. «*Інноваційні еколого безпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану*» :

збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції. 31 серпня 2023 року. м. Київ. 2023. С. 186-188. URL: [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.agroeco.org.ua/wpcontent/uploads/Publications/zbirnyky\\_conferentsii/zbirnik%2520konf%252031.08.2023.pdf](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.agroeco.org.ua/wpcontent/uploads/Publications/zbirnyky_conferentsii/zbirnik%2520konf%252031.08.2023.pdf) (0,15 друк. арк.).

5. **Черешнюк В.В.** Соя – головна складова сівозміни в органічному виробництві. *«Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. 30 листопада 2023 року. Переяслав. 2023. С.317-319. URL : <https://confscientific.webnode.com.ua/arkhiv2/> (0,15 друк. арк.).

6. **Черешнюк В.В.** Оцінка агрофітоценозу сої на забезпеченість мікро- та макроелементами. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції. 4-5 липня 2024 р. Київ. 2024. Ч. I. С. 204-206. URL: <https://drive.google.com/file/d/122tiks22ChDRSorkKWdLHHEgs5buLJ5X/view> (0,15 друк. арк.).

7. Забарна Т.А. **Черешнюк В.В.** Ефективність проведення інокуляції насіння та позакореневих підживлень в агроценозах сої. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції. 26 березня 2026 р. Біла Церква. 2026. С. 149-151. URL: [https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/2026/tezy\\_agrarnaosvita\\_nauka\\_26.03.2026.pdf](https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/2026/tezy_agrarnaosvita_nauka_26.03.2026.pdf) (0,19 друк. арк.).

	14
<b>ЗМІСТ</b>	Стор.
<b>ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ</b>	16
<b>ВСТУП</b>	17
<b>РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури)</b>	23
1.1 Поширення сої у світі та її місце в аграрному секторі України	23
1.2 Особливості сортів сої у підвищенні її продуктивності	29
1.3 Використання біологічних препаратів, мікродобрив і органо-мінеральних добрив при формуванні продуктивності сої	33
1.4 Агроекологічні аспекти регулювання агроценозу сої	39
Висновки до розділу 1	46
<b>РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВО – КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РЕГІОНУ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	48
2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень	48
2.2. Клімат зони та метеорологічні умови в роки проведення досліджень	49
2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень	60
Висновки до розділу 2	69
<b>РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМІВ ЖИВЛЕННЯ</b>	70
3.1. Формування густоти та виживаність рослин сої залежно від впливу елементів технології вирощування	70
3.2. Особливості проходження фенологічних фаз і міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої	77
3.3 Вплив режимів живлення на загальні ростові процеси рослин сої	84
Висновки до розділу 3	90
<b>РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ІНОКУЛЯНТІВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ</b>	92
4.1. Особливості формування площі листової поверхні рослин сої	92

	15
4.2. Формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої	101
4.3. Вплив оптимізації живлення сортів сої на чисту продуктивність фотосинтезу агроценозів	105
Висновки до розділу 4	109
<b>РОЗДІЛ 5. ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ</b>	111
5.1. Особливості формування кількості і маси бульбочок у рослин сої	111
5.2. Формування загального і активного симбіотичного потенціалу сортів сої	123
Висновки до розділу 5	130
<b>РОЗДІЛ 6. ВПЛИВ СОРТУ, ІНОКУЛЯЦІЇ, ВНЕСЕННЯ МІКРО І ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОЇ</b>	132
6.1. Формування структури індивідуальної продуктивності сортів сої залежно від агротехніки	132
6.2. Вплив агротехнологічних прийомів вирощування на врожайність сортів сої	138
6.3. Особливості формування якісних показників зерна сої залежно від сорту та рівнів живлення	145
Висновки до розділу 6	149
<b>РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ</b>	151
7.1. Економічна ефективність вирощування сортів сої	151
7.2. Енергетична оцінка вирощування сортів сої	156
Висновки до розділу 7	161
<b>ВИСНОВКИ</b>	162
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	167
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	168
<b>ДОДАТКИ</b>	193

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

% – відсоток;  
га – гектар;  
ГТК – гідротермічний коефіцієнт;  
ГДК – гранично допустима концентрація;  
д. р. – діюча речовина;  
к. с. – концентрат суспензії;  
ц/га – центнер на гектар;  
р. – рік;  
тис./га – тисяч на гектар;  
т/га – тонн на гектар;  
кг – кілограм;  
см<sup>2</sup> – сантиметр квадратний;  
кг/га – кілограм на гектар;  
м<sup>2</sup> – метр квадратний;  
шт./м<sup>2</sup> – штук на метр квадратний;  
К<sub>е</sub>е – коефіцієнт енергетичної ефективності;  
мг – міліграм;  
НІР – найменша істотна різниця;  
°С – градус Цельсія; см – сантиметр;  
t – температура; табл. – таблиця;  
т/га – тонна на гектар;  
грн – гривня;  
ФПП – фотосинтетичний потенціал посівів;  
ФП – фотосинтетичний потенціал;  
ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу;  
АЗС – активний симбіотичний потенціал;  
ЗСП – загальний симбіотичний потенціал.

## ВСТУП

**Актуальність.** Соя – універсальна зернобобова й олійна культура, насіння якої використовується для продовольчих, кормових і технічних цілей. Серед однорічних зернових і бобових культур за вмістом і якістю білка вона займає перше місце, а за кількістю олії поступається лише арахісу. У групі польових олійних культур соя забезпечує найвищий вихід макухи і шроту.

Виробництво цієї культури на глобальному рівні стрімко зростає, від неї значною мірою залежить продовольча безпека цивілізації. Вирощують її в основних землеробських регіонах у 90 країнах. Світове виробництво цієї культури досягло 253 млн т. Її посівами засвоюється 20 млн т біологічного азоту. За рахунок неї у світову економіку за рік надходить більше 128 млрд дол. [1]. Україна входить до десятки провідних країн за масштабами виробництва сої і цьогоріч посівна площа планується на рівні 2,4 млн га. Однак у вирощуванні бобової варто сформулювати чітку стратегію, зважаючи на оптимальну врожайність та можливі витрати [2].

Вчені в різних зонах України й континенту проводять науковий пошук для вирішення проблеми виробництва білка, у якій важливе місце відводиться вирощуванню сої. Зерно цієї культури містить: 38–42 % білків, 25–30 % вуглеводів, 18–23 % жирів, а також ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Соя вирізняється високими показниками якості, різнобічним використанням та універсальністю застосування, ефективністю виробництва. Подано народногосподарське значення соєвої продукції, хімічний склад зерна, сфери використання. Вказано, що більше ніж 80 % у світовому виробництві цієї культури припадає на Бразилію, США та Аргентину [3]. Аналіз статистичних даних проведених Сендецьким В. М., вказує, що за обсягами виробництва сої наша країна посідає перше місце в Європі. Порівняно з 2016 у 2017 р. урожай зріс на 500 тис. тонн – з 3,9 млн тонн до 4,3 млн тонн [4].

Висока врожайність, надзвичайна стресостійкість, потужна віддача кожного засіяного гектара за низьких виробничих витрат не можуть залишити байдужим жодного аграрія. Ніяка інша культура не здатна забезпечити накопичення такої

кількості білка та олії навіть за дуже високої родючості ґрунту, достатнього рівня ФАР та інтенсивних поливів [5]. За сприятливих погодних умов 2018 року валовий збір зерна сої досяг в Україні 4,3 млн т, що вивело нашу країну на 8 місце серед її світових виробників. Однак потенційні можливості культури значно вищі: в Європі з одного гектара отримують в середньому 3–4 т зерна, тоді як в Україні лише 2 т.

Соя є досить поширеною культурою для умов Лісостепу України. Наукові дослідження з удосконалення технологічних прийомів, які би сприяли підвищенню врожайності та якості насіння культури проводили відомі вчені А.О. Бабич, В.Ф., Петриченко, Г.М. Заболотний, С.І. Колісник, С.В. Іванюк, І.М. Дідур, Г.В. Панцирева та інші. За умов змін кліматичних особливостей постає завдання удосконалення інтенсивно-адаптованих технологій вирощування новий сортів сої, підбір сучасних біопрепаратів для інокуляції насіння культури, проведення позакореневих підживлень мікродобривами рослин сої протягом вегетації.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Експериментальні дослідження виконувались відповідно до плану наукових досліджень кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії і є складовою частиною прикладних досліджень і розробок Вінницького національного аграрного університету на тему: «Розробка адаптивної технологій вирощування сої за рахунок поєднання мікродобрив та бактеріальних препаратів в умовах Лісостепу правобережного» (номер державної реєстрації 0122U201685, термін виконання 2023-2026 рр.).

**Мета дослідження** полягає у розробці і науковому обґрунтуванні шляхів підвищення продуктивності сої залежно від передпосівної бактеризації насіння препаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува та проведення позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя та органо-мінеральними Хелпрост Соя в критичні періоди росту та розвитку рослин сої в умовах Лісостепу правобережного.

Завдання дослідження:

- визначити вплив бактеризації насіння і позакореневих підживлень мікро- та органо-мінеральних добрив на протяжність вегетаційного і міжфазних періодів сортів сої;

- дослідити польову схожість, густоту стояння рослин сої та збереження культурних рослин залежно від дії препаратів мікробіологічного походження і позакореневих підживлень;

- вивчити динаміку формування площі листя сої, фотосинтетичного потенціалу, чистої продуктивності фотосинтезу та індексу листкової поверхні залежно від факторів, що досліджувались;

- вивчити вплив бактеризації насіння та позакореневих підживлень на показники симбіотичного апарату сортів сої та накопичення азоту;

- дослідити вплив елементів структури врожаю та продуктивності сортів сої від проведення передпосівної бактеризації насіння та позакореневих підживлень добривами;

- встановити якісні показники насіння сучасних сортів сої залежно від технологічних агрозаходів;

- розрахувати економічну та енергетичну оцінку удосконаленої технології вирощування сої залежно від досліджуваних елементів.

**Об'єкт досліджень** – процеси росту, розвитку та формування продуктивності сортів сої залежно бактеріальних препаратів та позакореневих підживлень мікро- та органо-мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережного.

**Предмет дослідження** – сорти сої, інокулянти, мікро- і органо-мінеральні добрива для підживлення, врожайність та якість насіння, показники економічної та енергетичної ефективності.

**Методи дослідження.** *Польовий метод* використовувався для вивчення властивостей агроценозу сої, показників насінневої продуктивності культури з урахуванням агрозаходів і кліматичних факторів. *Візуальний метод* дозволив визначити фенологічні і морфологічні змін росту і розвитку рослин сої. *Кількісний підхід* посприяв зробити заміри висоти культурних рослин. Застосування *лабораторного методу* дозволили оцінити якісні показники зерна сої. *Фізіологічний метод* слугував для визначення фотосинтетичної та симбіотичної продуктивності рослин сої. *Метод монолітів* дозволив виміряти розміри

симбіотичного апарату та визначити кількість біологічно фіксованого азоту. *Статистичний метод* дозволив встановити на основі регресивного, дисперсійного і кореляційного методів дослідження достовірності отриманих результатів функціональних залежностей між різними факторами та процесами. *Порівняльно-розрахунковий* дав можливість оцінити економічну та енергетичну ефективність досліджуваних прийомів технології вирощування сої.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Дисертаційна робота є завершеною науковою працею у якій вивчались і досліджувались залежності впливу передпосівної бактеризації насіння і проведення позакореневих підживлень мікродобривами та органо-мінеральними добривами на формування врожайності та якості насіння сої в умовах Лісостепу правобережного.

*Вперше:*

- з'ясовано комплексну взаємодію елементів технології вирощування сої залежно від передпосівної обробки насіння біопрепаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува та позакореневих підживлень рослин сої у період вегетації мікродобривами Ярило Соя та органо-мінеральними добривами Хелпрост Соя;

- розкрито залежності формування фотосинтетичної продуктивності і функціонування симбіотичного апарату рослин сої залежно від взаємодії технологічних заходів;

- досліджено дію передпосівної бактеризації насіння і позакореневих підживлень на кількісний і якісний склад азотфіксуєуючих бульбочок;

- проаналізовано особливості формування елементів структури врожаю, взаємозалежність з урожайністю і якістю зерна сої;

- розраховано і обґрунтовано економічну та енергетичну ефективність застосованих технологічних елементів при вирощуванні культури в умовах Лісостепу правобережного.

*Удосконалено* основні елементи технології вирощування сортів сої які включають передпосівну бактеризацію насіння і проведення позакореневих підживлень мікродобривами та органо-мінеральними добривами.

*Набули подальшого розвитку* теоретичні та практичні положення щодо необхідності застосування мікробіологічних препаратів, мікродобрив і органо-мінеральних добрив при вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного.

### **Практичне значення результатів дослідження та їх впровадження**

Цінність отриманих наукових досліджень полягає в удосконаленні технології вирощування сої на основі передпосівної обробки насіння сої біопрепаратами з подальшим позакореневим підживленням мікродобривами Ярило Соя та органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя. Дані технологічні прийоми сприяють можливість отримати врожайність насіння сорту Азимут на рівні 3,10 т/га.

Результати експериментальних досліджень пройшли виробничу перевірку в технологіях вирощування сої у фермерському господарстві «ГРЕЙНЛЕНД» (акт №15 від 10.10.2025 р.), у фермерському господарстві «Про-Харвест» (акт №24 від 10.11.2025 р.) та приватного підприємства «БІЛЕЦЬКОГО» (акт №15 від 01.11.2025 р.) і засвідчують підвищення врожайності зерна сої на 20-25%.

Положення дисертаційної роботи використовується у навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету під час викладання окремих частин навчальної дисципліни «Ґрунтознавство з основами геології», довідка № 01.1-60-1527 від 05.12. 2024р.).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційну роботу автором виконано самостійно. Зроблений аналіз літературних джерел за тематикою досліджень, розроблено програму й схему дослідів, проведені польові досліді і лабораторні дослідження, сформовані висновки і рекомендації виробництву. За результатами проведених досліджень самостійно та у співавторстві підготовлено та опубліковані наукові праці.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження дисертації оприлюднено та обговорено на: VII Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (м. Київ, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання науки, освіти та суспільства в умовах сучасних викликів» (м. Кременчук, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми науки, освіти і суспільства: досвід та

перспективи» (м. Дрогобич, 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку». (м. Вінниця. 2023р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації» (м. Переяслав, 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності» (м. Вінниця. 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 2024 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сталий розвиток України в умовах європейської інтеграції: сучасний стан, шлях відновлення та перспективи» (м. Вінниця. 2025 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології збереження ґрунтів та екосистем за вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальних змін клімату» (м. Вінниця. 2025 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено в 13 наукових працях 6,27 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 2,97 умовн. друк. арк.), із них 6 статей у фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus та 7 тез доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій. Основні положення дисертації пройшли апробацію на 9 науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 248 сторінках комп'ютерного тексту й складається з анотацій, вступу, семи розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Вона містить 14 додатків, 34 таблиці, 14 рисунків. Список використаних джерел нараховує 227 найменувань, з яких 23 іноземних.

## РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (Огляд літератури)

### 1.1. Поширення сої у світі та її місце в аграрному секторі України

Соя на сьогодні вважається однією із найбільш поширених та затребуваних культур у сільському господарстві України, але почали її вирощувати на наших землях лише з 70-х років XIX століття. В Європі використання сої почалось у XVIII столітті. А батьківщиною цієї культури вважається Південно-Східна Азія, скажімо в Китаї офіційні згадки про сою трактуються ще 6000 років була до нашої ери. Звідки вона поширилась на територію Кореї, Японії та Індії, де перші спогади про неї зустрічаються біля 4000 років до нашої ери [6]. Але китайські вчені-археологи нещодавно довели, що соя була вже відомою у III-V тис. до н.е., що доводить про її статус однієї із найдавніших культур, які збереглися до нинішнього часу [7].

Загальновідомо, що соя має східне коріння. Тому й не дивно, що саме Китай, Індія, Індонезія та Корея створили понад дві тисячі сортів сої. Імператор Китаю Шен-Шун позначив сою, як важливу продовольчу культуру, свідченням тих часів є зображення ієрогліфа «*доу*» на археологічних знахідках тих часів. Китай тривалий час був лідером у вирощуванні сої. Але згодом ініціативу перейняли США. Американський департамент сільського господарства закупив значну частку насіння та виділили великі площі під посіви цієї культури. Також автори зазначають, що процес вклинення сої у землеробство США відбувся блискавично швидко. Перші посіви для досліджень були закладені у 1804 році, а вже через коротких вісім десятиків років соя стала однією із перших культур США.

1702 рік вперше сою згадали у Європі науковці, але варто відмітити, що вирощували її лише в ботанічному саду впродовж майже сорока років. Перші відомості описав шведський натураліст Карл Ліней.

Дослідження із соєю та їх опис найчастіше зустрічаються в історії з 1843 та 1877 роки за авторства К. Максимовича, Ф. Габерландта, Б. Скворцова. На землях «російської імперії» тих часів, сою активно досліджували у Таврійській губернії,

Херсонській губернії Іван Подоба. Він відмітив, що соя набагато цінніша, ніж інші зернобобові. Вагомий вклад у розвиток соєсіяння внесли професор П.В. Будрін, агрономи І. Овсінський і М. Юркевич, вони працювали із темнонасінневими сортами сої корейського та китайського походження. Отож територія сучасної України, стала сприятливим місцем для культивування сої [8]. Ще однією не менше сприятливою територією стала Грузія та Абхазія, тут її вирощували під назвою «Кофий» [9].

Значно зросла увага російського імператорського двору та землевласників до сої після Віденської Великої виставки у 1873 році. Нові досягнення, сорти, продукти із сої стали справді потужним поштовхом для соєсіяння в Європі та й того часу Україні. Перші сорти були адаптовані під використання їх для кормових цілей, згодом з'явилися сорти для харчової промисловості.

Станом на 1919 рік американський вчений Вільям Морс створив соєву асоціацію та став президентом її, сортовий спектр того часу нараховував два десятки перевірених аграріями сортів сої. Значно більше уваги приділяли культивуванню сої у післявоєнний час. Коли Сполучені Штати вступили у війну, різке зростання попиту на масла, мастила, пластмаси та інші продукти значно підвищило попит на соєві боби. Одним із великих наукових досягнень у сільському господарстві було вдосконалення сої в 1990-х роках для стійкості до гербіцидів. Більшість сортів української селекції були втрачені в роки Великої Вітчизняної війни. В післявоєнні роки в Україні було відновлено селекційну роботу з соєю в багатьох науково-дослідних установах. У цей час, у зв'язку з використанням сої як олійної культури, основним напрямком селекції залишався зерновий. В наступні роки посилювався інтерес до сої, як до багатого джерела кормового білка [10].

Головним виробником сої до 1940-х років був Китай. У розрізі світового виробництва на Китай припадало майже 90% від загальної частки. Згодом у 50-х роках світова першість у виробництві сої належала США. Соя поступово займала свої ніші в сівозмінах Канади, Польщі, а згодом і в усіх країнах Європи. Поля із агроценозами сої швидко займали території на північ і на захід від дельти Міссісіпі, а також південно - східних штатів на центральні та середньозахідні рівнини. Ці

площі щорічно розширювалися та забезпечували населення високоякісною продукцією. Ще одним важливим моментом стало поява ГМО-сортів сої, які стійкі до гербіцидів та ефективно здатні використовувати вологу з ґрунту. Тож в умовах сьогодення соя культивується майже у ста країнах, однак Китаю, США, Бразилії та Аргентині належить біля 85% виробництва сої. У країнах ЄС соя займає майже 0,4% світових показників сільськогосподарських угідь. Основними виробниками сої в Європі є Україна, Австрія, Італія, Франція. Потужний прорив сої на теренах сільськогосподарства України відбувся у 2000-і роки. Саме в цей період зросли і посівні площі і валові збори одночасно цієї культури, що триває і донині. За даним аналітиків ця культура в Україні забезпечує аграріїв стабільним врожаєм, знаходить свої ринки збуту та користується високим попитом серед іноземних імпортерів [11].

Китай тривалий час був центром вирощування сої, скажімо у довоєнний час перед другою світовою війною він займав три чверті усіх площ посівів сої, для порівняння у 2001–2005 рр. цей показник становив трохи більше 8% [12].

Історія вирощування сої у світі демонструє її перспективну урожайність на рівні 1-5 т/га, у період 2018/19 середні показники врожайності сої у світі сягнуть 2,88 т/га. Лідером є Туреччина – де отримують в середньому 3,88 т/га сої, в США середня врожайність – 3,47 т/га, далі йдуть Аргентина (3,27-3,35 т/га), Бразилія (3,24 т/га) та Канада (2,86 т/га) [13].

Площі посівів сої за період з 2000- по 2012 років збільшилися у понад двадцять разів. За прогнозами можна констатувати той факт, що й надалі площі під соєю будуть зростати. Як показує практичний досвід кращих господарств у поєднанні з наукою, щорічно реально отримувати високі, сталі врожаї сої за відмінних агротехнічних умов та особливо, за умов зрошення [14].

В Україні соя культивується в усіх ґрунтово-кліматичних зонах, але найсприятливішими для неї є регіони з кількістю опадів в межах 500-600 мм, основна частка з яких має випасти на період вегетації сої, причому третина з них саме у критичний період «цвітіння-налив бобів». Для культивування середньостиглих та скоростиглих сортів сума активних температур має бути (понад

10 °C) 2400–3000 °C. Досить широкий спектр районів для вирощування сої на півдні України. Проте найсприятливішими вважаються області, де отримують врожай зерна сої на рівні понад 1,8 т/га – Полтавська, Хмельницька, Сумська, Львівська, Вінницька та Київська області [15.].

Соя, як цінна високобілкова та олійна культура займає значні площі посівів на території Лісостепу правобережного. А значний попит на цю культуру в світі спонукає до розширення площ посівів під цією одночасно кормовою, харчовою та технічною культурою. Рентабельність виробництва сої дає змогу покращити економічне становище господарств, які спеціалізуються на вирощуванні цієї прибуткової культури. Окремі макрорегіони, насамперед центральні та західні області України, володіють можливістю відчутно наростити потенціал виробництва насіння сої та отримати в рази більші доходи від її реалізації [16].

За обсягами вирощування соя знаходиться на 1-му місці в Європі та 8-му у світі. А прибутковість її зумовлена зростанням реалізаційних цін, що є стимулом для розширення площ посівів [17].

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 [17, 18].

Соя — стратегічна культура в задоволенні потреби кормового білка і поповненні ресурсів рослинних жирів. Виробництво сої впливає на формування галузі землеробства, від сої залежить підвищення продуктивності інших культур сівозміни, адже вона збагачує ґрунт запасами азоту. Це універсальна продовольча, кормова та олійна культура, що не має аналогів за продуктивністю та якісним складом. Вирощування сої практикують у основних весняних, післяукісних і післяжнивних посівах [19.].

Соя є основною комерційно привабливою та економічно вигідною білково-олійною культурою у аграрному секторі, оскільки посідає важливе місце в кормовому, зерновому і харчовому балансах. Її представляють, як замітник молоко- та м'ясопродуктів, адже боби сої містять вісім незамінних амінокислот та до їх складу входять білки – 40% та жири – 20%. Своє застосування боби сої віднайшли у виробництві біопалива, кормів для тварин, медичні та косметичні галузі. І це лише короткий огляд агрономічного, економічного, народногосподарського та екологічного значення сої, проте повністю її загальний потенціал ще не вивчений.

Ситуація, яка склалась на сьогодні із вирощуванням сої в Україні свідчить про подальше розширення її площ посівів та зростання інтересу до цієї культури. Тим паче, що олійні культури зараз також дуже затребувані на світовому ринку, тому наша держава активно нарощує темпи культивування сої [20, 21].

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва науковцями та виробничниками успішно реалізується генетично обґрунтована селекційна програма, спрямована на створення сортів сої на широкій адаптивній основі. Селекціонерами Інституту за останні роки створено сорти сої різних груп стиглості. Чимало із цих сортів занесені до Реєстру сортів рослин України: Харківська 35, Харківська 66, Харківська Зернокормова, Романтика, Мрія, Горизонт, Фея, Східна. У Державному сортовипробуванні знаходяться сорти Скеля, Версія, Величава, які відрізняються високою продуктивністю (3,0-3,5 т/га), скоростиглістю (90- 110 днів), високою якістю зерна (вміст білка 38-40%, олії – 22-24%), посухостійкістю, стійкістю до хвороб та шкідників, придатні для вирощування за інтенсивною технологією [22].

Європа цього року відзначає - 150 років з початку вирощування сої на континенті, це досить вагома цифра та цінна віха в історії розвитку сільського господарства завдяки ініціативності агронома Фрідріха Габерланда, який став піонером щодо сої. Ця культура прийшла з Азії та поступово завоювала серця європейських фермерів, ставши невід'ємною частиною сучасного агропромислового комплексу. Її універсальність, харчова цінність та економічна

ефективність зробили сою однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі [23].

Нині соя в Україні - це не лише важлива сільськогосподарська культура, але й стратегічний продукт з величезним експортним потенціалом. Українські аграрії, маючи багатий досвід вирощування сої, активно впроваджують сучасні технології та практики, спрямовані на підвищення врожайності та якості продукції. Водночас, Європейський ринок усвідомлює важливість екологічної відповідальності та сталого розвитку, що відображається у впровадженні міжнародних стандартів та вимог до цієї культури. З 30 грудня 2025 року набуває чинності нове регулювання ЄС (Regulation (EU) 2023/1115), яке стосується імпорту сої і вже впливає на щорічний урожай даної культури.

У контексті глобального попиту на сою та унікальних природних умов для її вирощування в нашій країні, дослідження економічної доцільності цієї культури не лише важливе, а й є невід'ємною частиною стратегічного планування розвитку сільськогосподарського сектору держави. У 2023 році соя була найбільш прибутковою культурою серед всіх зернових та олійних культур. Саме тому у багатьох українських аграріїв виникає бажання збільшити посівні площі під цією культурою. Вирощена в Україні соя як експортується у вигляді насіння, так і переробляється. Прослідковується поступова тенденція до збільшення переробки сої, експортування продуктів переробки: соєвої олії та соєвого шроту. Ця тенденція дозволяє не лише експортувати продукт з доданою вартістю, а також спрощувати експорт в умовах обмеженої експортної пропускної здатності.

Завдяки зручному географічному розташуванню сої (основні найбільші країни-виробники сої (Бразилія та Аргентина) знаходяться доволі далеко) українським аграріям вдається експортувати цю олійну культуру в країни Європейського Союзу та країни Африки [24].

Існує наукова позиція, що отримання стабільно високих урожаїв сої можливе переважно, де кліматичні та ґрунтові умови сприятливі для її виробництва в межах умовно визначеного «соєвого поясу». Поряд із цим, урахування впливу змін клімату та оптимізація нових стратегій адаптації сортів сої дають змогу розширити

площі вирощування сої за межі вже традиційних регіонів успішного культивування цієї культури. За повідомленнями науковців вирощування сортів сої значною мірою залежить від географічного розташування : наприклад зміщення ареалу на один градус, біля 100–160 км потребує виведення, або впровадження нового сорту. Ротація сортів, придатних для вирощування у одній зоні, після переміщення до іншої часто призводить до зміни таких важливих показників, як – тривалості вегетаційного періоду, висоти рослин, кількості бобів та рівня врожайності, це робить такі зразки непридатними для промислового вирощування, тому систематичний імпорт насіння іноземної селекції, не адаптованого до місцевих умов, у перспективі може стати причиною серйозних аграрних проблем [25].

## **1.2. Особливості сортів сої у підвищенні її продуктивності**

Сучасний розвиток українського агропромислового виробництва вимагає зростання валових зборів основних інтенсивних культур, передусім сої. Добре відома та поширена по усій території країни соя, не задовольняє у повній мірі потреб землевласників, а традиційні технології її вирощування сформовані для окремих регіонів. Біогенетичний потенціал сучасних сортів сої реалізується у середньому в межах 50% [26, 27, 28].

У системі Національної академії аграрних наук України над створенням нових сортів сої працює ряд установ: ННЦ «Інститут землеробства НААН», Інститут сільського господарства Степу, Інститут кормів та сільського господарства Поділля, Інститут зрошуваного землеробства, Селекційно генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону [29].

Переважна 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 [30].

Дослідження науковців Інституту кормів та сільського господарства Поділля підтверджують на скільки важливу роль відіграє вибір сорту сої для отримання високих і стабільних врожаїв. Серед досліджуваних сортів найбільша врожайність насіння встановлена для сортів сої Хуторяночка, Оксана. Найбільший вміст жирів у насінні сої переважав у сорту КиВін, сумарний вміст протеїну та жиру – у насінні сортів Оксана, Монада [31].

Селекціонер Воїн Джукіч, сербський науковець селекціонер, рекомендує для ґрунтово-кліматичних умов України три сербські сорти – Луна, Меркур та Фаворит. [32]

Успішна та повноцінна реалізація біологічного потенціалу сої нових інтенсивних сортів залежить від поєднання окремих ознак сої на її врожай та якість насіння. У селекціонерів постають нові завдання, це створення нових адаптивних систем із стійкістю функціонування в конкретних умовах навколишнього середовища [33].

За твердженням провідних науковців селекціонерів головними факторами, що окреслюють генетичні особливості сої є метеорологічні фактори, певні елементи технології її вирощування. Найліпше генетичний потенціал може себе проявити у сприятливій погодній умові року [34, 35, 36].

Низка авторів на чолі з Білявською Л. Г. додають, що в умовах сьогодення виведено сучасне покоління сортів, що характеризуються високою врожайністю, їх потенціал продуктивності дорівнює 4,5–5,0 т/га. Ще однією їх перевагою серед інших є стійкість до шкідників та хвороб, холодо- та посухостійкість та наостанок вони здатні забезпечити якісні показники насіння сої на рівні жиру – понад 20% та вміст білка – понад 40% [37]. Вирощування сої у сортовій технології є бездоганне дотримання цієї технології, що максимально дозволить реалізувати генетичний потенціал сорту сої та в подальшому сприятиме покращенню сучасних моделей сортів [38].

Сьогодні в Україні дуже швидко реалізується процес сортозаміни, за умови використання вітчизняних сортів сої. Переважно наші українські сорти сої за своїми господарсько цінними ознаками є набагато випереджають зарубіжні

аналоги [ 39, 40]. На думку авторів Хоміна В.Я. та Олійника Ю.А. на урожайність зерна сої впливали усі досліджувані чинники, однак найбільший вплив мав саме фактор сорт. Таким чином найпродуктивнішим був сорт сої Сяйво за сівби двострічковим способом (twin row) та нормою висіву насіння 600 тис. насінин / га з показником 4,2 т/га та Сенсор за сівби двострічковим способом (twin row) нормою висіву насіння 500 тис. насінин / га з показником 4,4 т/га з перевищенням контролю 0,9–1,1 т/га. [41].

Проведені дослідження науковцями Уманського національного університету в умовах Лісостепу України показали, що формування якісних показників насіння сої визначається поєднанням сортових особливостей, умов зволоження та використання біологічних препаратів. Для сорту ЕС Ментор характерним було підвищене накопичення жиру (20,0–21,3%) за дещо нижчого рівня протеїну (37,8 – 40,0%), тоді як сорт Галлек відзначався більш збалансованим поєднанням білкової та жирової складових: уміст протеїну зростав до 41,5%, а жиру зберігався в межах 18,4–18,9%. Таким чином, поєднання сортових особливостей із застосуванням біопрепаратів та зрошення створює ефективну систему управління якістю і продуктивністю сої. Сорт Галлек продемонстрував вищу пластичність і реакцію на біопрепарати за протеїновим комплексом, тоді як ЕС Ментор стабільно характеризувався підвищеним умістом жиру. Це дає можливість цілеспрямовано добирати сорти залежно від потреб виробництва [42].

Україна володіє досить високим потенціалом для розширення виробництва сої у порівнянні з іншими країнами ЄС. Володіючи новітніми сортами нового покоління, досить сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами родючими ґрунтами, новими високоточними технологіями та найголовніше потужний науковий потенціал у поєднанні із досвідом у вирощуванні сої. Щорічно отримані результати наукових досліджень та виробничий досвід свідчать про те, що соя є однією із найприбутковіших культур сьогодення [43, 44].

Особливу цінність сорту для виробництва являють його генетичний потенціал, та можливість його повної реалізації. Сорти порівняно із низьким ступенем пластичності, менше урожайні, але стабільність у формуванні

продуктивності набагато вища [45]. Селекційна робота сортів сої визначає глибину розкриття потенціалу продуктивності цієї культури. Для кожного регіону має бути рекомендовано науковцями декілька сортів сої, які були б максимально пристосовані до умов регіону [46]. За повідомленням авторів [47], у полтавському селекційному центрі ПДАУ МОН України на сьогодні акцентовано увагу науковообґрунтованої моделі для окремих швидкостиглих сортів сої [48].

Ефективність виробництва сої значною мірою залежить від правильно підбраного сорту, який повинен відповідати конкретним природним умовам регіону. Дослідження, проведені в Лівобережному Лісостепу, показали, що сучасні сорти сої відзначаються високим рівнем урожайності та доброю адаптацією до місцевих умов. Водночас встановлено, що погодні фактори, зокрема температура та кількість опадів, істотно впливають на формування врожаю і якість насіння. Несприятливі погодні умови при вирощуванні сої помітно знижують генетичний потенціал сорту. Фізіологічний стан рослини впливає на формування елементів продуктивності сорту [49].

Окрему увагу науковці приділяють реакції сортів на зміну клімату. Встановлено, що різні генотипи сої неоднаково реагують на стресові умови, такі як посуха чи підвищені температури. Це зумовлює необхідність добору сортів із високою адаптивною здатністю та стійкістю до несприятливих факторів середовища [50]. Важливим напрямом є також використання ранньостиглих сортів, кількість яких постійно зростає. Вони дозволяють оптимізувати структуру посівів, ефективніше використовувати вологу та зменшувати ризики, пов'язані з погодними умовами.

У багатьох наукових працях [51,52] зазначено, що умови Лісостепу України загалом є сприятливими для вирощування сої, проте для отримання високих і стабільних урожаїв необхідно враховувати комплекс факторів: біологічні особливості сорту, кліматичні зміни, технологію вирощування та рівень агротехніки. Саме поєднання цих чинників забезпечує максимальну реалізацію потенціалу культури [53].

### 1.3 Використання біологічних препаратів та мікродобрив при формуванні продуктивності сої

Інокуляція – це обробка насіння сої бактеріальними препаратами, економічно вигідний та екологічно чистий спосіб забезпечити рослини азотом. Інокулянти-бактерії у ґрунті взаємодіють з кореневою системою бобових, формують колонії у прикореневих бульбочках. Хоча це не новий елемент технології вирощування в агрономії, а є невіддільним елементом, який збільшує продуктивність сої. Біологізація відбувається рослин сої починається так: потрапляючи в кореневий волосок, у ньому починають інтенсивно ділитися клітини кореня, при цьому з'являється бульбочка. Пізніше бульбочкові бактерії ризобіум розвиваються в середині цих бульбочок і беруть участь в фіксуванні азоту. Таким чином, лише у симбіозі з бульбочковими бактеріями, бобові здатні зв'язувати азот з атмосфери та робити його доступним для рослин. А для того, щоб покращити процес асиміляції та отримати більш високі показники азотфіксації, насіння додатково обробляють біопрепаратами, до складу яких входять живі бульбочкові бактерії [54].

Процес нодуляції уособлює в собі вклинення бактерій у кореневі волоски та формуванні нових органів бульбочок. Бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* еволюційно сформували взаємовигідний симбіоз з бобовими рослинами. Завдяки чому рослини використовують атмосферний азот, який трансформується за рахунок бактерій на аміак, а бактерії отримують вуглеводи в доступній формі, що виділяють корені [55].

У дослідженнях Панциревої Г.В. встановлено, що показники врожайності зернобобових культур змінювалася залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду та технологічних прийомів вирощування. Відтак, максимальна врожайність сої – від 2,43 т/га у сорту Азимут до 2,67 т/га у сорту Голубка отримано на ділянках за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обробкою посівів 0,75% розчином ретарданту хлормекват-хлорид: першу – у фазу 3-го трійчастого листка, друга – у фазу бутонізації становив 15,23- 16,28%. Встановлено, що індекс урожайності має параболічну залежність від дії інокулянта та концентрації ретарданту [56,57].

За рахунок використання інокулянтів на рослинах, відновлюється біологічний потенціал ґрунтів. Живі бактерії, що входять до складу біологічних препаратів, активізують доступність поживних у кореневій доступності та цим самим формуючи симбіотичні зв'язки між мікроорганізмами та соєю. Застосування інокулянтів позитивно впливає на ростові процеси, адаптивність, стійкість проти несприятливих організмів і в першу чергу це в органічному землеробстві [58].

Інокуляція сої дозволяє частково перекрити свої потреби у азоті, іноді це допоможе відмовитися від застосування азотних добрив, або мінімалізувати їх внесення. Адже застосування азотних добрив на бобових сприятиме пригнічуванню розвитку бульбочок на кореневій системі рослин. Досвід аграріїв та літературні джерела свідчать, що в минулому у використанні аграріїв були переважно сухі інокулянти на нестерильному носії – найчастіше торфі або ґрунті, тоді як нині значного поширення набули рідкі форми інокулянтів.

Щорічні масштаби виробництва інокулянтів, підтверджують затребуваність цих препаратів. Ними обробляють насіння сої для сотень мільйонів гектарів посівів. У науковій літературі зустрічається чимало інформації про покращення стійкості сої у разі обробки насіння біологічними препаратами, особливо на перших етапах росту та розвитку. Ефективна інокуляція забезпечить отримання соєю із повітря до 50% потрібного їй азоту, та і у ґрунті залишити після себе понад 100-110 кг/га [59].

За висновками Дробітько А.В та Коковіхіна С.В. встановлено, що застосування інокулянта Оптімайз підвищувало висоту рослин сої сорту Аполлон на 7,4 см, а застосування інокулянта ІNTEX PEAT збільшувало цей показник на 3,5 см. Найбільша висота рослин сої була зафіксована авторами у сорту Валюта за використання інокулянта Оптімайз. Відмічено, що у фазі повного наливу зерна рослини сої досягали у висоту 59,7 см, що більше на 4,3 см з контролем (54,2 см). На думку авторів, неабияку роль відіграли тут і біологічні особливості сортів сої. Впродовж вегетаційного періоду найкраще відреагував на інокуляцію сорт Аполлон, так як висота рослин збільшувалась на 3,4-7,3 см. У середньому весь час досліджень найбільша маса бульбочок на одній рослині сої відмічена за

використання інокулянта Оптімайз: у сорту Валюта – 1,41 г, а у сорту Аполлон – 1,37 г, а без внесення досліджуваних 1,18-1,20 г. Встановлено, що найбільшу продуктивність забезпечує застосування препарату Оптімайз – приріст врожайності становив на сорті Аполлон 0,2 т/га, а на сорті Валюта сягнув найвищого рівня – 0,3 т/га. Дослідження встановили, що інокуляція насіння сої в умовах Степу може давати вагомі результати приросту врожайності. Одержання за рахунок інокуляції приросту урожайності на 7,0-16,5% вказує на досить значну ефективність цього технологічного заходу. Крім того, такий агротехнологічний захід має перевагу з точки зору екологічної безпечності. Визначено, що застосування інокулянтів не тільки збільшує урожайність сої в цілому, а й підвищує вміст білку в зерні. Найвищий приріст вмісту білку був отриманий за використання інокулянту Оптімайз при вирощуванні сорту Аполлон – 34,2%, що на 2,1% більше порівняно з контролем [60].

На думку фахівців для засвоєння азоту необхідні особливі, оптимальні умови. Перш за все вологість ґрунту має бути в межах 60-70 % від повної вологомісткості, мінімальна вологість ґрунту – не нижче 16-18 %. Оптимальні температурні значення – на рівні 20-25 °С, адже процес азотфіксації починається і за температури від 10 °С. Реакція ґрунтового середовища оптимальною буде, коли показник буде нейтральним, або близьким до нейтрального. У таких умовах добре розвивається коренева система та споживається молібден, так важливий для бульбочкових бактерій. Забезпечення сої добривами має бути на високому рівні, адже саме із рослин отримують ресурси життєдіяльності бульбочкові бактерії. З обережністю варто віднестися до азотного удобрення, адже надмірна кількість азотних добрив, гальмує розвиток азотфіксації, зменшуючи кількість і масу бульбочок. Також негативний вплив на утворення бульбочок, спостерігається при нестачі фосфору і молібдену, а при малому вмісту бору в бульбочках не формуються судинні пучки [61].

Поряд із цим окремі науковці наголошують на важливості фосфорно-калійних добрив, які сприяють відмінному розвитку кореневої системи та збільшують кількість корневих бульбочок. Використання азотних добрив

забезпечує збільшення маси, висоти рослин, площі листкової поверхні та врожайності, однак може негативно впливати на активність симбіотичної азотфіксації [62].

Провівши дослідження на Асканійській ДСДС Інституту зрошеного землеробства НААН, розташованій в с. Тавричанка Каховського району Херсонської області автори підсумували та довели що, передпосівна інокуляція насіння сортів сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями, в порівнянні з контрольними варіантами, суттєво впливала на формування загальної кількості бобів на рослинах і насінин в одному бобі, що сприяло підвищенню урожайності ультраскоростиглого сорту Діона 0,57–0,87 т/га і середньораннього сорту Аратта – на 0,32–0,48 т/га. Урожайність кондиційного насіння сорту Діона у Контролі 1 (без обробки насіння) і Контролі 2 (обробка насіння водою) склала 2,32 і 2,34 т/га, відповідно, сорту Аратта – 2,27 і 2,28 т/га. Найбільша урожайність насіння сортів сої формувалася за передпосівної обробки насіння РизобіномК + *Bacillus* sp. 4 – 3,19 т/га у сорту Діона й 2,75 т/га у сорту Аратта. Інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями істотно впливала на вміст білка і жиру в насінні культури. Максимальний вміст білка, на рівні 39,06–39,28 %, спостерігався в насінні сорту Діона у варіантах, де проводили передпосівну обробку комплексними інокулянтами РизобінК + *Brevibacillus* sp. 5 і РизобінК + *P. brassicacearum* 6. [63].

Здатність сої завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* фіксувати значну кількість атмосферного азотує ключовою в азотфіксації. За оптимальних умов симбіотичної азотфіксації рослини сої можуть засвоювати в середньому 60-80 кг/га і більше біологічного азоту, що дозволяє покращити баланс азоту в ґрунтах, зменшити обсяги використання мінеральних добрив та значно підвищити урожайність та рентабельність виробництва. Поряд з азотом в ґрунті нагромаджується також фосфор та калій в доступних формах для рослин, які засвоюються з більш глибокого шару ґрунту, з материнської породи. Технології вирощування сої, що сьогодні використовуються в Україні та світі передбачають передпосівну інокуляцію насіння активними штамми бульбочкових бактерій, що

надходять на ринок у вигляді препаратів (РізАп, ХайСтік, ХайКоут Супер та ін) [64].

Дослід проведений в Уманському національному університеті садівництва засвідчив, що в системі удобрення ефективним є застосування 30 кг/га д. р. азотних добрив. Продуктивність сої значно залежить від застосування азотних добрив, ефективність яких змінюється залежно від особливостей погодних умов упродовж вегетаційного періоду. У системі удобрення ефективним є застосування 30 кг/га д.р. азотних добрив. Так, у сприятливішому 2023 році за умови внесення  $N_{30}$  врожайність насіння становила 3,92 т/га, а в менш сприятливому 2024-му — 1,55 т/га. Проведення інокуляції при цьому забезпечує 0,04–0,63 т/га приросту врожаю насіння залежно від погодних умов. Вміст білка зростає від 36,1–39,2% у варіанті без добрив до 36,2–39,8% за внесення  $N_{30}$ . Застосування інокуляції забезпечує підвищення вмісту білка до 37,5–39,8% [65].

Чорна Вікторія відмічає, що найвищі показники індивідуальної продуктивності, а саме: маси 1000 насінин та врожайності насіння сортів сої КиВін, Княжна та Монада були отримані саме за умови проведення інокуляції насіння бактеріальним препаратом Оптімайз та обробки посівів у фазі бутонізації хлормекватхлоридом [66].

За повідомленнями Крижанівського М.В., Бахмата О.М. застосування інокуляції насіння, обприскування посівів на фоні внесення зеленого добрива на посівах сої є технологічними заходами, які не тільки зумовлюють підвищення урожайності, але й сприяють збільшенню в насінні білка та жиру, кальцію, фосфору, БЕР та зменшенню нітратів. Таким чином, обробка насіння штамами бульбочкових бактерій, внесення зеленого добрива та обприскування посівів біологічним препаратом дали можливість підвищити урожайність, якісну цінність, енергію проростання та схожість насіння [67].

Про доцільність проведення інокуляції зазначає і Дідора В.Г. умовах Полісся України на ясно-сірих ґрунтах з рН – 5,6–5,9, оброблення насіння інокулянтном Оптімайз в дозі 280 г/1 ц., внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і проведення у фазу утворення бобів, позакореневого підживлення забезпечує

отримання врожайності ультрараннього сорту Устя 4,05 т/га і збагачує ґрунт біологічно фіксованим азотом повітря у кількості 122 кг/га. [68].

За повідомленнями авторів Гаврика С.В. та Цюка О.А. інокуляція насіння сої сприяла зростанню кількості насінин з рослини на 6,6–13,3 % залежно від систем обробітку ґрунту. Інокуляція забезпечила сприятливі умови формування кількості бобів на рослині на рівні 34,8 шт. бобів на рослині, що на 11,1 % більше порівняно з варіантом без інокулювання [69].

У дослідженнях низки авторів на чолі із Дідурем І.М. зазначається, що ферментативна активність фосформобілізуючих мікроорганізмів сприяє розчиненню важкодоступних ґрунтових фосфатів, забезпечуючи їх ефективне засвоєння рослинами. Мікроорганізми в процесі свого метаболізму здатні синтезувати біоактивні сполуки, до прикладу, як гормони та вітаміни, які активують ріст рослин сої, розвиток рослин і збагачують ризосферну мікрофлору. Тож головним ключовим способом, який здатен досягти максимальної врожайності на сої, є удосконалення існуючих технологій вирощування цієї культури з використанням бактеріально-мінерального живлення Інокуляція насіння сої перед посівом мікробними препаратами, базуються на застосуванні азотфіксувальних і фосформобілізуючих бактерій, є беззаперечним способом для покращення азотного та фосфорного живлення рослин сої. Таким чином, на думку авторів, за сприятливих умов азотфіксації соя здатна засвоювати від 80 до 270 кг/га атмосферного азоту, при цьому 20–35 % залишаються в ґрунті у вигляді пожнивних і корневих решток [70, 71, 72].

Комплексні мікродобрива характеризуються великою пропозицією серед товаровиробників агродобрив, проте їх широта та масовість застосування дещо обмежується. Це найчастіше зумовлено відсутністю рекомендацій для певних ґрунтово-кліматичних зон по нормах, строках внесення, способах використання тощо. Зважаючи на досить специфічний робочий механізм препаратів, та їх метаболізм у рослинах, у поєднанні із появою нових високопродуктивних сортів сої коригування потребують рекомендації по діях препарату в певний період росту й розвитку в конкретних зональних і погодних умовах [73].

#### 1.4 Агроекологічні аспекти регулювання агроценозу сої

За останні роки не лише зросли площі посіву сої, але і зросла її урожайність. Дедалі частіше науковцями звертається увага на сою, з точки зору екології. Особливий інтерес становить процес азотфіксації сої.

Значна частина науковців внесла свій вклад у становлення соєсіяння в Україні. У різний час дослідженнями цієї культури займались Циганський В.І., Петриченко В.Ф., Іванюк С.В., Господаренко Г.М., Мазур В.А., Заболотний Г.М., Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Мазур О.В., Бахмат О.М., Патица В.П., Маслак О.М., Патица В.П., Душко П.М. [74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82] та інші. Велика чисельність науковців, що досліджували культуру сої, свідчить про її нинішній розвиток та велике майбутнє не лише в Україні, але й у світі. Однак ще залишається достатня кількість питань, які потребують глибокого вивчення та дослідження, адже ще не повністю розкритий потенціал цієї культури. Поява нових сортів сої та глобальні зміни клімату все більше актуалізують нові дослідження з цією культурою.

Соя – важлива стратегічна сільськогосподарська культура, у якій вбачають вирішення проблеми забезпечення продовольством країни. За рахунок культивування сої, можна регулювати низку питань у землеробстві, від виробництва сої залежить баланс білкового ресурсу, забезпечення рослинними жирами та й в цілому підвищення врожайності багатьох інших культур, оскільки соя здатна в симбіозі з бульбочковими бактеріями забезпечувати ґрунт азотом. Її можна вирощувати в основних, післяжнивних та післяукісних посівах.

Варто відмітити, що протягом останніх 30-ти років вирощування сої вона швидкими темпами зробила ривок від звичайної нішевої культури до ключової сільськогосподарської культури. Завдяки сої Україна швидко наростила темпи вирощування білково-олійних культур та значно зміцнила свої позиції на світовому ринку.

Згідно даних Олександра Карпенка, від кінця 1990-х до 2015-го площі сої збільшилися вдесятеро – зі 190 тис. до 2 млн га, з яких зібрали 4 млн т бобів, що одразу вивело на 9-те місце у світі в рейтингу 44 «соєвих» країн. Проте після

ухвалення так званих «соєвих правок» 2017 р. почалося круте піке галузі: 2017-го культура вирощувалася на 1 млн 970 тис. га, 2020-го – на 1 млн 340 тис. га, 2021-го – на 1 млн 270 тис. га. В той же час у 2021 році аграрії зібрали 3,33 млн т сої, що на 570 тис. т більше ніж 2020 р., при цьому урожайність сягнула 2,64 т/га – найвищий показник за останні шість років. Фахівці це пояснюють сприятливими кліматичними умовами, підбором адаптованих сортів і запровадженням сучасних технологій [83].

У 2009-2010 роках у нашій державі було перевершено мільйонну позначку по виробництву сої. Україна стала лідером серед країн колишнього СНД та ЄС. Сьогодні за обсягами виробництва сої також входить до чільної десятки передових європейських країн. Зростають і площі посівів під цією культурою. На думку вчених та агровиробників, найбільш важливим комплексним показником швидкого поширення сої, є фактор, що поєднує індивідуальну продуктивність рослин, біоценозний фактор та умови довкілля. [84, 85].

Потрапила до нас соя із Китаю ще в ХІХ столітті з метою детальнішого вивчення наукою, але швидко була адаптована до умов навколишнього середовища та знайшла своє відображення у секторі сільського господарства України. І вже сьогодні вона є перспективною зернобобовою культурою із широким спектром її використання. Господарський інтерес сої насамперед, проявляється у нас як зернофуражної культури, хоча використання її досить різнобічне. Особливу цінність у сої відводять хімічному складу зерна, адже саме за рахунок нього вона має унікальність з огляду на можливість використання у різних галузях господарства [86].

Насіння сої містить у своєму складі приблизно 35-45 % білка, 19-23 % жирів, 23-28 % вуглеводів, до того ж насіння багате на мінеральні речовини, ферменти та вітаміни [87, 88]. Деякі науковці вказують, що саме рослинні жири сої мають перевагу над іншими і володіють високою поживністю, крім того здатні легко перетравлюватися та відмінно засвоюються тваринами, що й окреслює їх користь у раціоні живлення [89, 90, 91].

Соя виділяється серед інших сільськогосподарських культур, значною чисельністю кількості продукції, виготовленої з її сировини. Із насіння сої виготовляють різні аналоги м'ясних та молочних виробів, замітники ячного порошку, кондитерські вироби, сири, консерви, соуси тощо. Соя у використанні дуже багатогранна, до того ж вона позитивно впливає на організм людини [92]. Через значний дефіцит білка у світовому господарстві, соя досить сильно укріплює свої позиції на світовому ринку та стає дедалі затребуваною, оскільки нестача протеїну в раціонах тварин в сільському господарстві України становить 20-30 %, або близько 1,5-1,8 млн. тонн щорічно. До того ж різке скорочення тваринницької галузі робить сою ще популярнішою для використання, при заміні тваринницької продукції на рослинницьку. Тому й не дивно, що вона знайшла своє місце і у аграрному секторі України.

Для вирощування сої в Україні сформувалися досить добрі умови, тому останні декілька років відмічається тенденція до варіювання площ посіву цієї культури на рівні 1,5-2,0 млн. га. Як правило, основна частка (майже 85 %) посівів в Україні припадає на зону Лісостепу та Полісся, де середня урожайність сої по цих регіонах знаходиться в межах 18,5-20,0 ц/га [93].

Тривалий час вирощування сої в Україні обмежувалося фактором використання малопродуктивних та нестійких до хвороб і шкідників сортів, проте завдяки значним успіхам, що було досягнуто в селекції, з'явилися нові високотехнологічні та з високою продуктивністю сорти, добре адаптовані до наших умов навколишнього середовища. Саме рівень реалізації генетичного потенціалу сортів сої у певній мірі окреслюється технологією вирощування сої та ґрунтово-кліматичними умовами конкретної зони. Щоб отримати високопродуктивний агрофітоценоз сої, сортові ознаки стійкості та продуктивності мають бути оптимально поєднані з умовами навколишнього середовища, ґрунтовими умовами та вологозабезпеченням, не менш вагоме значення відіграє і філогенетична складова цієї культури, а саме її азійське походження [94].

Соя досить вимоглива культура до умов вирощування. Карта соєвого поясу України фактично включає всі регіони нашої держави, в тому числі і незрошувані

землі – в зоні північного, центрального і південного лісостепу та північного і центрального Степу і на зрошувальних – у центральному і південному Степу. Провідні спеціалісти зауважують, що соя може рости на різноманітних типах ґрунтів, забезпечуючи при цьому високі показники врожайності. Таким чином можна виокремити своєрідний соєвий пояс на теренах нашої держави.

З огляду на природні умови, що сформувалися в Україні можна виділити три головних зони при культивуванні сої.

*Перша зона* включає вирощування сої на незрошуваних землях, сюди належать Вінницька, Черкаська, Хмельницька, Полтавська Кіровоградська, Тернопільська, Закарпатська, Чернівецька та Київська області. Тут соя постійно забезпечує стабільні високі показники продуктивності цієї культури. Також до першої зони належать окремі райони із достатньою кількістю опадів, але з областей, які відносять до нестійкого зволоження. Насамперед це північні регіони Одещини, Миколаївщини, Дніпропетровщини також достатньо зволожену частину Харківської і Запорізької областей.

*Друга зона* це зона Степів, або нестійке виробництво сої за умов нестабільного зволоження. Сюди належать посушливі райони Одеської, Запорізької, Миколаївської Донецької та Луганської областей.

*Третя зона* це території, де культивують сою виключно за умов зрошення. Сюди відносять Крим, Одещину, Запорізьку та Херсонську області, а також степові райони Донеччини, Луганщини і Дніпропетровщини. [37, 95, 96 ].

Ряд вчених на чолі із Поліщуком І.С. зазначають, що найбільш сприятливі для сої метеорологічні умови характеризуються річною нормою опадів в межах 500-600 мм, з яких на вегетаційний період має припадати 250–400 мм, а у найбільш критичний по вологозабезпеченості період "цвітіння – повний налив бобів" – 180-200 мм [97, 98].

Соя в сівозміні відіграє надзвичайно важливу роль, перш за все це екологічне джерело біологічно фіксованого азоту, що впливає на родючість ґрунтів [99]. Дослідженнями науковців доведено, що при вирощуванні сої в сівозміні затрати на її вирощування приблизно у 1.5-2 рази нижчі, ніж скажімо на озиму пшеницю, або

ж цукрові буряки, які потребують певну кількість пестицидів впродовж вегетаційного періоду [100].

Соя демонструє відмінну здатність засвоювати атмосферний азот за рахунок симбіозу з бульбочковими бактеріями – азотфіксаторами і цим самим вона може підвищувати родючість ґрунту та виступає гарним попередником для послідуєчих культур сівозміни. За висновками науковців на чолі з Цехмейструком М.Г. у середньому на одному гектарі у ґрунті залишається після збирання сої в межах 40-60 кг азоту, до 25 кг фосфору та майже 30–40 кг калію та ряд мікроелементів. До аналогічних висновків прийшли і зарубіжні науковці [101, 102].

Вкрай важливим аспектом, який враховують аграрії при вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури це фізичний стан ґрунту. Саме після вирощування сої ґрунт залишається досить пористим та забезпечений азотом, що дозволяє застосовувати у наступному етапі сівозміни культури, які потребують цього елемента. Одним із таких варіантів є культивування зернових із глибоко проникаючими коріннями, що допоможе їм ефективно адсорбувати азот із ґрунту [103]. Взагалі підбір попередників є ключовим із переліку питань технології вирощування будь-якої культури, у тому числі й сої. Розглядаючи вплив попередника у сівозміні можна звернути увагу на окрему частину факторів, наприклад: виснаження поживних елементів та накопичення вологи у ґрунті, засміченість бур'янами, розповсюдженню небезпечних хвороб і шкідників, що у свою чергу відзначається на урожайності та якості продукції.

Ще одним позитивним та екологічно сприятливим моментом у технології вирощування сої є її вирощування по два-три роки на одному полі. У більшості випадків при інтенсивній технології вирощування, такі дії, не спричиняють зниження її продуктивності, поліпшуючи при цьому структуру ґрунту та зберігаючи кількість азоту в ньому. Залишаючи у ґрунті добре розвинену кореневу систему з бульбочковими бактеріями, вона сприяє накопиченню азоту (60-80 кг/га), покращенню структури і родючості ґрунту. Соя використовує важкодоступні поживні речовини з нижніх шарів ґрунту і включає їх у кругообіг живлення послідуєчих культур [104].

За повідомленнями асоціації «Дунайська соя» використання у сівозміні бобових культур в тому числі й сої має зменшити тиск сільського господарства на ґрунти, воду та інші природні ресурси. Адже давно відомо, що вирощування азотфіксуючих бобових рослин у посівах впливає і на ґрунти, і на навколишнє середовище. Отож, розглянемо основні моменти впливу сої на ґрунти: насамперед, соя, як азотфіксуюча культура, зменшує загальну потребу в мінеральних азотних добривах, а звідси випливає зменшення обсягів вуглецевих викидів від сільськогосподарського виробництва; далі висівання сої у межах сівозміни перериває життєві цикли проблемних бур'янів, шкідників та хвороб, допомагаючи зменшити загальну потребу в пестицидах; і насамкінець, соя є сприятливим попередником у сівозміні (наприклад для озимої пшениці), підтримуючи здоровий розвиток рослин та зменшуючи потребу в енергоємній обробці ґрунту [105].

Також ряд вчених зазначають, що соя, на відміну від соняшника, не виснажує ґрунт, під час її культивування. Також посіви сої, які виконані по контуру, здатні послабити водні ерозійні процеси на невеликих схилах та цим самим зупинити дефляцію ґрунтів, що є вкрай важливим моментом у збереженні верхнього родючого шару ґрунту. Поєднання у агрофітоценозах сої двох важливих процесів фотосинтезу і біологічної азотфіксації дозволяє рослинам інтенсивно синтезувати майже всі важливі органічні сполуки. Опале листя та залишки стебел сої слугують відмінною органічною масою, яка поступово розкладається в ґрунті, завдяки чому соя залишає ґрунт у пухкому стані, поліпшуючи його фізичні якості, забезпечує краще проникнення та нагромадження вологи і мінімізує появу шкідників та хвороб в агрофітоценозах [106].

Як відомо, формування природного землеробства базується на насиченні сівозміни (25 % і більше) бобовими культурами, у тому числі й соєю, або ж органічними добривами, що дає змогу інтенсифікувати природні процеси біологічної фіксації азоту повітря, забезпечує іммобілізацію важкорозчинних фосфатів у ґрунтах. Також істотно зменшується застосування мінеральних і, насамперед, азотних добрив та багатьох інших хімічних меліорантів [107].

Ще одним доволі перспективним напрямком у вирощуванні сої є органічне землеробство. На сьогодні у світі майже 80 % насіння сої виробляється за рахунок використання генетично модифікованого матеріалу. Тому дуже важливо, щоб задля екологізації виробництва сої використовували елітні районовані сорти місцевої селекції, адже за рахунок цього можна сформувати власну базу органічного насіння та одночасно покращити екологічну складову при вирощуванні сої [108].

За висновками науковців, соя і надалі залишається однією з головних культур сучасного інтенсивного землеробства. Вона, з огляду на тенденції розвитку світової економіки, потребуватиме більшої ваги при подоланні продовольчих проблем. При формуванні експортного потенціалу України щодо сої та продуктів її переробки варто звертати увагу на інтенсивні технології та працювати над підвищенням врожайності даної культури.

Науковці відмічають, що розширення площ посівів сої в зоні Степу України безпосередньо залежить від розвитку умов зрошення. Інноваційні наукові розробки можуть забезпечити показники врожайності сої на рівні 3,5-4,5 т/га. Також певним резервом збільшення виробництва сої при зрошенні є запровадження післяжнивних посівів. Зміни кліматичних умов Степової зони призводять до змін умов вегетації, це зумовлює потребу розроблення певних елементів технології її вирощування з урахуванням сучасних вимог ресурсозбереження, екологічної безпеки та біологізації системи землеробства. В той же час ринкова кон'юнктура, ціна та попит на зерно сої, сучасний сортовий склад сої та структура зрошуваних сівозмін сприяють вирощуванню сої в проміжних посівах та зумовлюють практичне значення таких досліджень [109].

Експорт соєвих бобів з України становить приблизно 60-70 % від загального виробництва. Основними країнами-експортерами сої є Туреччина, Іран, Єгипет, Італія, Греція, Ліван, значну частку врожаю сої поставляють зернотрейдери у країни Західної Європи, Близького і Далекого Сходу. Решта соєвих бобів залишається на власні потреби. Таким чином, соя та продукти її переробки є надзвичайно важливими для економіки України адже стабільно забезпечують

значну частину валютних надходжень. Однак подальше збільшення об'ємів виробництва сої потребує зміни індустріальних технологій та зниження інтенсивної хімізації в агрокомплексі, а саме максимально можливе їх наближення до природних умов вирощування, тобто органічне вирощування.

### **Висновки до розділу 1:**

1. Сою у світовому сільському господарстві відносять до найважливіших зернобобових культур. Таку позицію вона зайняла, завдяки високому вмісту олії та білка, саме це робить її основною сировиною для багатьох галузей у світовому розрізі. Соя досить затребувана культура в Україні, у аграрному секторі ця культура стабільно знаходиться у пріоритеті експортно орієнтованих культур. Сприятливі умови для культивування сої та впровадження інтенсивних технологій вирощування забезпечують розширення посівних площ, до того ж вирощування сої, сприяє покращенню родючості ґрунтів. Завдяки сої Україна зміцнює позиції на світовому аграрному ринку, забезпечує економічну вигоду.

2. Вирощування сої в Україні базується на акцентуванні уваги на впровадженні високопродуктивних сортів сої, які вирізняються значним вмістом білка та високою адаптивною здатністю до умов вирощування. Впровадження у виробництво сучасних сортів у поєднанні з дотриманням технологій вирощування забезпечує отримання стійких показників урожаю та зниженню виробничих витрат. Тож сорт сої є ключовим фактором управління її продуктивністю.

3. Біологічні бактеріальні препарати, до прикладу, інокулянти на основі бульбочкових бактерій, беруть активну участь у фіксації атмосферного азоту. Симбіотичні відносини сої із бактеріями роду *Bradyrhizobium* поліпшують азотне живлення культури, що позитивно впливає на ріст, розвиток та формування врожаю. Ще один важливий елемент технології вирощування сої є застосування мікродобрив. Адже ці необхідні мікроелементи часто беруть участь у синтезі білка, фотосинтезі, формуванні бобів тощо.

4. Соя завдяки азотфіксуючій здатності та специфічним біологічним властивостям чинить позитивний вплив на агроecosистеми. Раціональне

регулювання ценозу забезпечує збереження родючості ґрунтів та формування продуктивного агроценозу сої потребує врахування комплексу агроекологічних чинників, що впливають на ріст, розвиток і врожайність культури. Раціональне регулювання агроценозу сприяє підвищенню ефективності виробництва та збереженню родючості ґрунтів. Соя у науковообґрунтованій сівозміні є запорукою зниження кількості шкідників, та бур'янів, перешкодою для поширення хвороб, а за умови правильного використання її в сівозміні, сприяє накопиченню азоту в ґрунті та поліпшує структуру ґрунту. Ще одним важливим кроком є застосування біопрепаратів та мікродобрих, такі дії дозволять знизити хімічне навантаження на ґрунт та довкілля. Агроекологічні підходи до вирощування сої в Україні дуже актуальні, оскільки раціональне регулювання ценозу сої покращує її урожайність та сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

## РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВО – КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РЕГІОНУ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Ґрунти та погода – основні фактори, що чинять найбільший вплив на формування продуктивності усіх сільськогосподарських культур, не стала винятком і соя. Саме ґрунт забезпечує рослину поживними речовинами, вологою та повітрям. Це невичерпне джерело органічних та мінеральних сполук для усіх культур. [110].

Загальновідомо, що наша держава володіє високородючими землями, більша частка яких із сільськогосподарських угідь, а це біля 25 млн га або 59,8% загальної їх площі та ріллі 21,5 млн га (66,5%) в Україні розміщена на чорноземних ґрунтах [111.]. В Україні на одного жителя приблизно припадає 0,9 гектара сільськогосподарських угідь. Із даної площі майже 0,7 гектара припадає на рілля [112].

Центральний агроґрунтовий район Вінниччини має найменш родючі сілі лісові ґрунти, порівнюючи з іншими частинами області, особливо щодо вибагливих до поживного режиму сільськогосподарських

Останні обстеження еколого-агрохімічного обстеження сільськогосподарських угідь Вінницької області вказують нам на те, що середнє значення показника вмісту гумусу в ґрунтах становить від 2,88 до 2,70% (по зонах області), що є порівняно низьким показником. За характеристиками стану поживності ґрунтів, це дуже критичний рівень, як для ґрунтів Вінниччини. Якщо аналізувати літературні дані [113, 114], то ґрунти Північної і Південної зони області відносно більш родючі, де вміст гумусу є дещо вищим (2,86-3,39%). А в центральній частині області, де ґрунтовий покрив представлений сірими лісовими ґрунтами, що за своєю природою є досить бідними на вміст органічної речовини (2,03%), досить відчутно знижує середній показник вмісту гумусу по області [115, 116].

Найважливішою характеристикою родючості ґрунту є вміст гумусу, а він в свою чергу залежить від показника вмісту органіки. Вміст гумусу в них невисокий — 2,0–2,5% і зосереджений переважно в гумусово-елювіальному горизонті, тому

запаси його невисокі – 150–200 т/га. Реакція ґрунтового розчину кисла  $pH_{\text{сол.}} - 4,5-5,5$ , гідролітична кислотність висока – 2,5–4,0 мг–екв/100 г ґрунту, ступінь насиченості основами – 70–80%. Сума обмінних основ – 12–14 мг–екв/100 г ґрунту. Ці ґрунти бідні гідролізованим азотом – 34–45 мг/кг, рухомими формами фосфору – 100–150 мг/кг та калію – 100–150 мг/кг [117, 118].

Соя для культивування потребує ґрунтів з достатньою аерацією, високим вмістом гумусу, та значенням рН не вище 6,5. Серед усіх інших зернобобових культур вона найбільше виносить з ґрунту поживних речовин. На формування 1 т зерна соя вимагає біля 50–70 кг азоту, 14–20 фосфору, 28–29 калію, 20 кг кальцію та 10 магнію. За свідченням багатьох науковців, отримані результати досліджень вказують, що за нестачі рухомих форм мінеральних елементів живлення в ґрунті найефективнішим є їх роздільне внесення під сою [119 120, 121].

Дослідження проводилися на дослідних полях НДГ «Агрономічне», що розташовується у зоні правобережного Лісостепу. Ґрунти дослідної ділянки сірі лісові, середнього суглинкового гранулометричного складу.

## **2.2. Клімат зони та метеорологічні умови в роки проведення досліджень**

В умовах сьогодення кліматичні зміни являють собою серйозну перешкоду для успішного розвитку сільського господарства, різкі коливання останніми десятиліттями гідротермічних показників і, особливо, у нашій Лісостеповій зоні, спричиняють нестабільність при вирощуванні багатьох сільськогосподарських культур, у тому числі і сої. Наукові надбання всіх попередніх років по удосконаленню селекційної роботи, не дозволяють у повній мірі реалізувати генетичний потенціал культури, тому дослідження постійно удосконалюються [122].

Водночас кліматичні зміни відкривають нові можливості для впровадження інноваційних підходів у вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема сої. Таким чином суттєво змінився розподіл посівних площ за складовою сої, наприклад у Степу помітно скоротилися площі, тоді як у зоні Лісостепу та Полісся значно розширилися.

Проте варто відмітити, що всі регіони характеризуються сприятливими погодними умовами для вирощування сої. Але ключовими ключовими у соєвому поясі є центральні території України : Полтавщина, Черкащина, Кіровоградщина, Вінниччина та Київщина, долучилися до цієї когорти областей соєвиробників також і Хмельниччина та Тернопільщина [123].

В умовах нестабільного зволоження зони Лісостепу розширення площ під соєю дещо лімітується через відсутність оптимально адаптованої зональної технології вирощування та наявності сортової агротехніки. Пластичні та стабільність дві головні ознаки, які впливають на розкриття адаптивного потенціалу сої. Сорти з низьким рівнем адаптивності відзначаються нестабільною врожайністю за сезонами та строкатістю сформованого насінневого матеріалу, маса тисячі насінин дуже відрізняється від добрих варіантів [124].

Оцінку клімату Вінницької територіальної громади, куди відносять і території, де проводились дослідження, були використані дані авіаційної метеостанції Вінниця ( $49^{\circ}22'$  пн.ш.,  $28^{\circ}40'$  сх.д., 295 м над р.м.).

Клімат Вінниччини характеризується, як помірно континентальний, з м'якою малосніжною зимою і теплим та відносно вологим літом. Влітку переважає тепла сонячна погода з помірною вологістю та слабкими подихами вітрів.

Дуже часто весна буває затяжна, літо не дуже жарке, але тепле, осінь – суха, а зима – з частими відлигами. З гідно багаторічних спостережень, пересічна температура січня становить на рівні  $-4$ – $6^{\circ}\text{C}$ , у липні цей показник варіює в межах  $+18,6$ ... $+20,5^{\circ}\text{C}$ , а середня за рік дорівнює  $+7^{\circ}\text{C}$ .

Період з температурою вище  $+10^{\circ}\text{C}$  приблизно триває 190–200 днів. Сума активних температур за рік досягає показника  $2700^{\circ}\text{C}$ . Опади випадають дуже нерівномірно, а їх розподіл має значну строкатість. До прикладу, В пн–зх і зх територіях області випадає опадів на рівні 550–600 мм, тоді, як у пд–сх – 460–550 мм. Переважна більшість цих опадів, а це понад 70% припадає на теплий період року, тобто травень–вересень.

Висота снігового покриву досить незначна, всього лише становить 5–13 см, а його стійкість ще менша. На Вінниччині з несприятливих кліматичних явищ

подекуди спостерігаються хуртовини, які тривають протягом року приблизно 6–12 днів, інколи присутня ожеледь – 15–17 днів, наявність туманів, в холодний період року, можна спостерігати частіше – 37–60 днів, влітку часто короточасні випадають грозові дощі з градом (1–2 дні), все частіше зустрічаються суховії.

Пн–зх частина Вінниччини, куди відносять і території, де проводились дослідження належить до вологої, помірно – теплої частини, решта території – до недостатньо вологої, теплої у розподілі агрокліматичних зон [125].

З огляду географічного розташування Вінницької територіальної громади, атмосферний тиск у середньому становить 982.5 гПа. Середня швидкість вітру становить 3,3 м/с. Сильніший вітер як правило фіксується у холодну пору року, а з травня по вересень швидкість вітру варіює в межах 2,8–3,1 м/с. Переважаючими вітрами на території Вінниччини є північно–західні та західні вітри, за даними метеостанції, їх повторюваність становить приблизно 16%.

За свідченнями дослідників та науковців [126, 127, 128] за останні кілька десятків років, клімат помітно набув своєрідних змін. Найбільш помітні зміни відбулися у температурі та низкою явищ, які пов'язані із нею.

Закономірно, що за останні роки підвищилась температура на 1,2°C, у порівнянні із нормою. А зміна температури у 2019 році порівняно із нормою досягла 2,8°C, аномалії температурні 2020 року ще зробили цей показник вищим – 3.1°C [129].

Найнижчі показники температури на початок 2023 року були на рівні – 8...–16,4°C, денні показники температури в окремі дні сягали найвищих позначок до плюс 14–15°C. Поверхня ґрунту у ці дні прогрівалася до +15 °С.

Впродовж початку зими 2023 року снігу на полях в умовах Вінниччини не було або його висота не перевищувала 1–5 см.

Глибина промерзання ґрунту становила до 4–6 см. Спостерігалися короточасні пориви вітру від 10 до 25 м/с, що є нормою для такого періоду на Вінниччині, однак середня швидкість вітру була в межах 2,5–2,7 м/с. (табл. 2.1).

**Характеристика метеорологічних умов 2023 року\***

Місяць	Середня температура	Максимальна температура	Мінімальна температура	Середня швид. вітру	Опадів всього	Максим. глибина снігу
1.2023	+0.9 °	14.9°	-8°	2.5 м/с	30.2 мм	3 см
2.2023	+0.3 °	+13°	-16.4°	2.7 м/с	63.2 мм	6 см
3.2023	+5.3 °	+20.2°	-4.5°	2.8 м/с	44.3 мм	3 см
4.2023	+8.5 °	+19.3°	-0.4°	2.5 м/с	59.4 мм	4 см
5.2023	+15.0 °	28.7°	+1.2°	1.8 м/с	3.9 мм	–
6.2023	+19.3 °	+31.2°	+5°	1.9 м/с	95.0 мм	–
7.2023	+21.3 °	+33.8°	+11°	2.3 м/с	93.3 мм	–
8.2023	+22.7 °	+37°	+10.7°	1.8 м/с	46.0 мм	–
9.2023	+17.8 °	+28.4°	+7.2°	1.6 м/с	52.2 мм	–
10.2023	+11.4 °	+26.6°	-1.9°	2.3 м/с	53.6 мм	–
11.2023	+4.4 °	+15.4°	-7°	3.5 м/с	83.6 мм	1 см
12.2023	+1.0 °	+10.5°	-8.8°	2.5 м/с	83.6 мм	6 см

\*Джерело сформовано автором на основі даних сайту : <https://www.apk-inform.com/uk/crop/1535576>.

Кількість опадів для початку зими була досить невеликою – відмічався дефіцит опадів.

Вплив антициклону на погоду в Україні у першій декаді травня 2023 року зумовив припинення тривалого періоду дощової погоди, яка спостерігалася впродовж квітня. На території Вінниччини спостерігалась прохолодна погода, яка протрималась тривалий час. За даними експертів, травень був один із найхолодніших місяців протягом останніх тридцяти років, холодніше було лише у травні 2007 та 1999 років. Це спричинило виникнення заморозків на ґрунті та місцями в повітрі.

Середня температура повітря була нижчою від норми на 2,5–3,3°C. Поверхня ґрунту вночі охолоджувалась до 0°C – мінус 5°C.

Кількість опадів за цей період була незначна – на рівні 3,9 мм, проте квітневі запаси опадів (59.4 мм) зумовили достатні запаси продуктивної вологи для посіву усіх сільськогосподарських культур, у тому числі й сої. А температурні показники початку травня були сприятливою обставиною для проведення вдалого посіву та формування майбутнього врожаю.

Середня декадна температура повітря у Вінницькій області виявилася вищою за норму на 1,2°C, максимальна температура повітря зросла до +26...+29°C. Кількість опадів була значно меншою від норми була на 18% нижче від норми. Тож в цілому травень виявився найхолоднішим за температурними показниками та найменш продуктивним за вологозабезпеченням а запаси накопиченої за попередні місяці вологи поступово втрачалися.

Опади червня 2023 року за декадами були різної кількості та інтенсивності, їх кількість дозволила молодим рослинам сої добре вегетувати, а у поєднанні з температурними показниками, було сформовано добрі умови для росту сої. Вона у цей період знаходилася у фазах листоутворення та появи бокових пагонів, на ранніх посівах відзначався початок цвітіння. Стан рослин був здебільшого добрий та задовільний. Середня кількість опадів червня дорівнювала 95 мм.

Чисельність днів у липні із температурою вище +30°C на Вінниччині становила понад два тижні. За рахунок локальних злив розподіл опадів був дуже нерівномірним. Для липня місяця прохолодна дощова погода із високою вологістю повітря та ґрунту створювали певні ризики.

У метровому шарі ґрунту показники вологозабезпечення були на достатньому (85–119 мм) та оптимальному (147–160 мм продуктивної вологи і більше) рівнях. Місцями у західних та північних областях відмічалось перезволоження 0–100 см шару ґрунту (більше 200 мм продуктивної вологи).

За даними метеостанції в метровому шарі ґрунту показники вологозабезпечення були на достатньому рівні (більше 200 мм продуктивної

вологи). У цей період в сої тривала фаза цвітіння та формування бобів. Середні значення температури та кількості опадів становили відповідно 21,3°C та 93,3 мм.

Серпень місяць виявився надто спекотним. Показники температури з позначками понад +30 °C тривали майже місяць (25 днів). Середнє значення температури за цей місяць – 22,7°C. Незначна кількість опадів 46 мм за цей час, була у дефіциті для сільськогосподарських культур, в тому числі й сої.

Вересень 2023 року виявився найтеплішим та найсухішим місяцем за останні кілька десятків років. На Вінниччині було перевищено середньомісячну температуру повітря в позитивну сторону на 3°C. У сої у вересні тривав етап досягання бобів на посівах, тривало збирання урожаю.

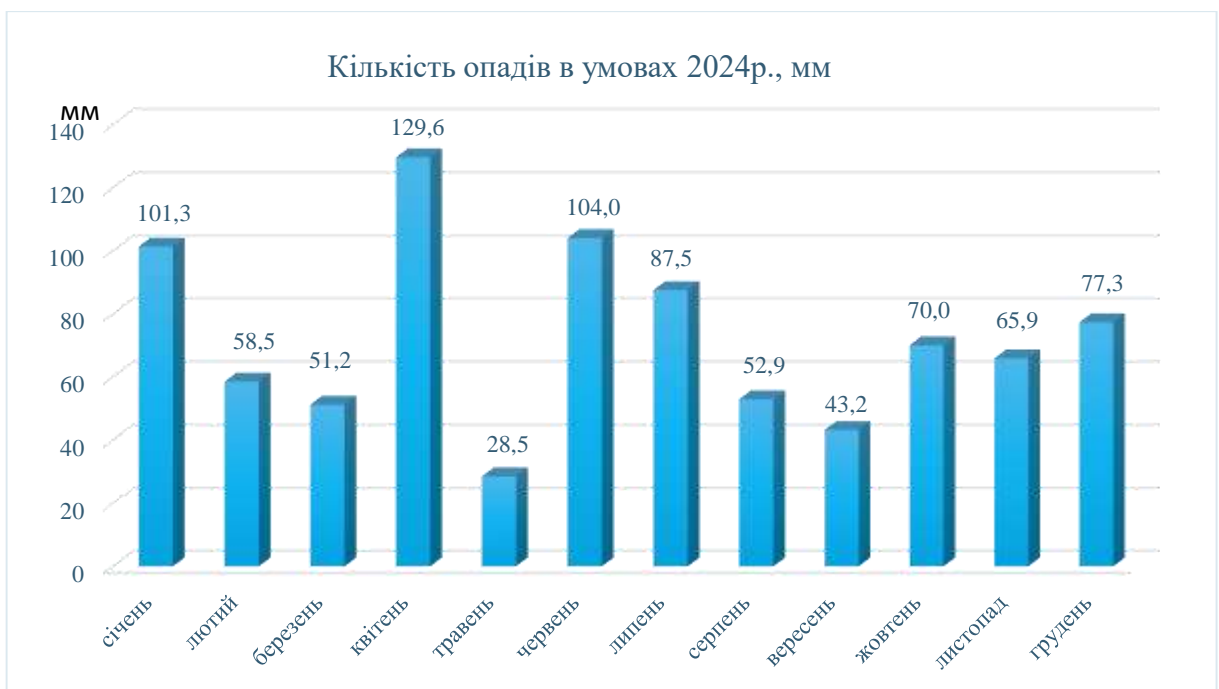
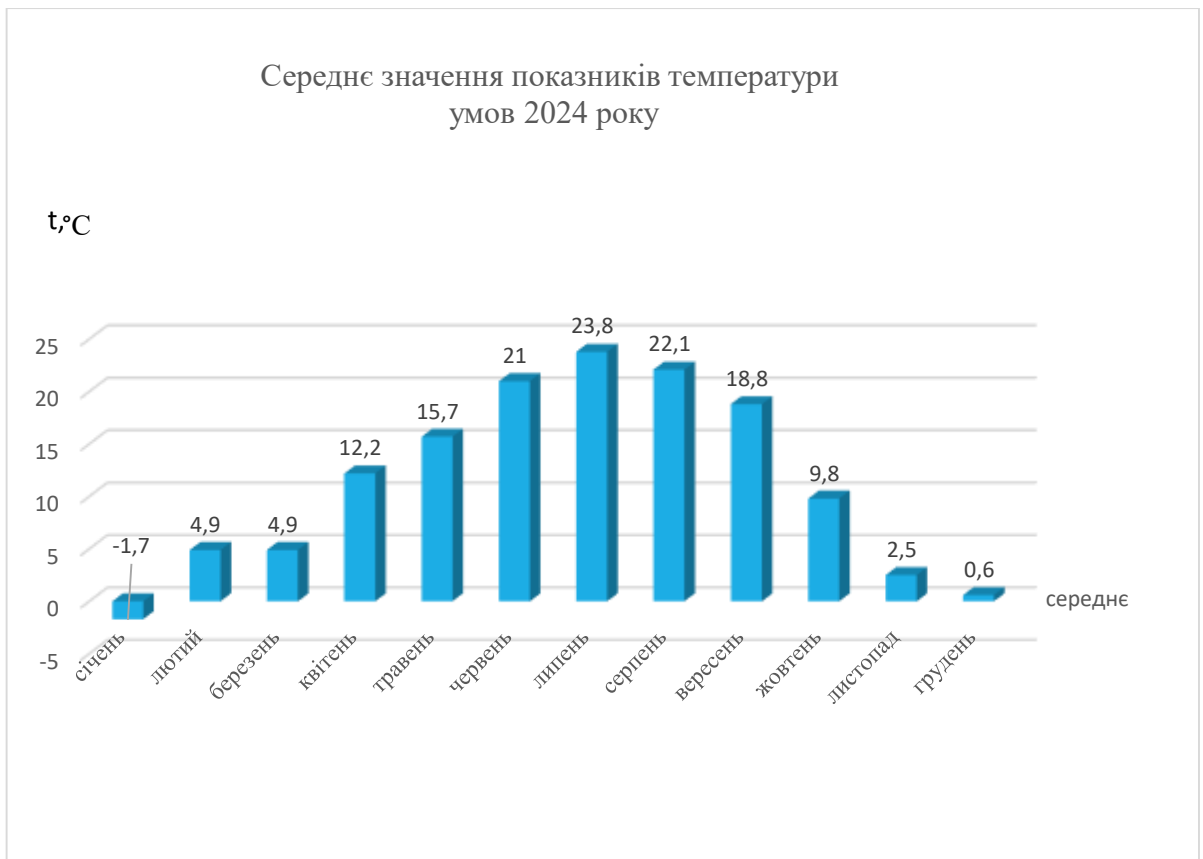
Осінь 2023 року була дуже теплою, скажімо, температурні показники жовтня були найвищими, ніж спостереження за аналогічний період минулих років. Середня кількість опадів за цей період також була в межах норми.

Кінець року 2023 був холодний, проте порівняно з попередніми роками, температура була вищою від середньомісячної на 1,8°C, а кількість опадів приблизно знаходилась у межах норми. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становили 80мм.

В цілому умови, що склалися в 2023 році, забезпечили отримання врожаю сої на високому рівні.

Початок 2024 року відзначився опадами у вигляді м'якого снігового покриву, що був дуже нестійкий, особливо аномально високими були температури кінця січня – початку лютого. Кількість опадів у сумі за січень–лютий становила 159,8 мм. А середнє значення температури січня –1,7°C, у лютому це значення досягало позначки 4,9 °C вище нуля. подекуди в окремі дні температурні значення досягали до +16°C.

Традиційно найнижчі показники температури повітря за цей період становили –11...–15°C. Такі низькі температури протримались не довго. Сніговий покрив у січні досягав висоти 3–5см, а в лютому був відсутній, або нестійкий. Глибина промерзання ґрунту становила 3–11 см (рис. 2.1; додаток Б 1).



**Рис 2.1. Гідротермічний режим на посівах сої за умовами 2024 р.**

Початок весни приніс незначну кількість опадів: частка березневих опадів була відмічена на рівні 51,2 мм, а от квітень був найбагатшим за весь рік на вологу та опади 129,6 мм вологи було накопичено з опадів за цей період.

Температурні показники змінювалися подекадно у позитивну сторону за весняний період температура зросла від 4,9°C у березні до 15,7°C – у травні.

Погодні умови 2024 року внесли свої корективи у проведення посівної компанії. Травень у цей рік був чи не найсухішим місяцем за останнє століття. Критично низький показник опадів, а він становив лише 29% від норми для Лісостепової зони позначився на посіві багатьох сільськогосподарських культур, і сої у тому числі.

Завершення періоду весняних заморозків та підвищенням показника нічних температур посприяло покращенню умов для сходів та вегетації культур. Однак певні критичні моменти створила відсутність опадів, яка призводила до висихання та ущільнення верхніх шарів ґрунту. У сої, у весняний період відмічалось утворення сходів, пізніше – утворення листочків, далі поява бічних пагонів.

Присутність на території України потужного травневого антициклону в останню декаду місяця, зумовила формуванню на території Вінниччини сухої та теплої погоди, ніж звичайно. Проте на початку та всередині місяця спостерігалися нічні заморозки на поверхні ґрунту.

У червні середньомісячна температура повітря була значно вищою за норму: у першу декаду вона досягала відмітки 20,7°C, в другій декаді –20,1 °C та кінець місяця забезпечив зростання середньої температури повітря До 21°C. Варто відмітити, що в окремі дні червня, температура сягала позначок за +30°C. У такі спекотні дні на посівах сої відмічалася втрата тургору рослин сої в денні години. Але це відмічалось на невеликих площах, та не зашкодило в цілому рослинам.

Червень був щедрим на дощі, іноді у вигляді гроз із градом та короткочасними поривами вітру, кількість опадів у сумі за всі дні червня дорівнювала 104,0мм. Хоча сильні зливи призвели до переущільнення ґрунтів в окремих місцях, запаси вологи в ґрунті були на високому рівні для даного періоду. У цей період соя активно проходила всі свої фази: цвітіння, формування бобів, наростала коренева система, тощо.

Липень 2024 року відзначився досяганням абсолютного максимуму температури 40–42°C, хоча в цілому за місяць середнє значення температури

становило  $23,8^{\circ}\text{C}$ , тоді як мінімальна температура була зафіксована на позначках  $+16^{\circ}\text{C}$ . Зі зниженням температури до кінця місяця, агрометеорологічні умови дещо пом'якшилися, і стали більш сприятливими для формування продуктивності сої. У рослин сої в цей період тривало формування бобів.

Перерозподіл опадів за цей період також був не рівномірним та доволі строкатим. Але у сумі за місяць випало опадів 104 мм. Початок липня був трохи щедрішим на рясні дощі, до кінця місяця опади зменшилися за кількістю. Діяльність антициклону з півночі, який вплинув на формування погоди у нашій зоні в останній декаді літа, спричинила блокування надходження вологих повітряних мас з морських районів півдня, чим зумовив винятково спекотну і майже суху погоду. У серпні були часті суховії, та незначні опади 52,9мм, а також переважав високий температурний фон.

На тлі жорсткого дефіциту опадів, соя дещо втратила у продуктивності, через незвичну спеку, багато листочків сої передчасно пожовтіли та облетіли.

Аномально теплим виявився вересень для цього періоду. Його середньомісячна температура становила  $18,8^{\circ}\text{C}$ . На Вінниччині вересневі температури також кілька днів перетинали позначку  $+30$  та досягали  $+35^{\circ}\text{C}$ . За характеристикою погоди у вересні тривало метеорологічне літо, високі температури, тепло та характер інших кліматичних факторів на це вказує. Такі умови були сприятливими для збирання врожаю сої.

Кінець осені, а саме листопад був значно холодніший, ніж зазвичай. Густі тумани, та мрячні опади тривали на початку місяця. Опади в вигляді снігу вже з'явилися у другій декаді листопада. В цілому кількість опадів за даний період була на рівні 65,9 мм. А середня температура –  $2,5^{\circ}\text{C}$ . Загалом погодні умови були типовими для регіону та пори року.

Різкі коливання температури в грудні, притаманні та звичні для такої пори року, переважно температурні позначки у грудні знаходилися вище  $0^{\circ}\text{C}$  та були позитивні. Станом на 31.12.24р. снігу на території області не було, тож сніговий покрив залишився на 0. Впродовж грудня середня температура повітря коливалась

на незначному рівні та досягла середнього значення  $0,6^{\circ}\text{C}$ , з кількістю опадів  $77,3$  мм. Ці значенні були близькі до норми.

Січень 2025 року відкрив рік аномально теплою погодою. Середньомісячна температура повітря у січні становила  $+2,1^{\circ}\text{C}$ , з кількістю опадів, які переважно випали в другій декаді січні та в сумі становили  $23,1$  мм. Але вже у лютому кількість помітно опадів знизилась ( $8,3$  мм) і температурні позначки в лютому що декади опускалися нижче нуля. Лютневі опади випадали у вигляді дощу або мокрого снігу. Тож в загальному зима 2025 була дуже скупою на опади, що не накопичилися у ґрунті до весни (рис. 2.1; додаток Б 2).



**Рис. 2.2.** Гідротермічний режим на посівах сої за умовами 2025 р.

Березень був дуже теплим, як для аналізованого періоду. Середня температура повітря досягла позначки  $6,8^{\circ}\text{C}$ , а мінімальні термометри вночі нижче  $-5^{\circ}\text{C}$  не опускалися. Опадів у цей період випало фактично не багато, про що свідчать дані метеорологічних умов та загальна сума за місяць –  $49,2\text{мм}$ , отже запаси продуктивної вологи в ґрунті знаходилися не на найкращому рівні.

Теплі повітряні маси з півдня на початку та в середині квітня спричинили теплу і відносно суху погоду, але з плином часу вкінці квітня вже вторглися холодні арктичні повітряні маси, які спричинили невеликі опади. У результаті чого й відбулося зниження температури повітря ( $10,3^{\circ}\text{C}$ ), а подекуди й зустрічалися різке похолодання та значні заморозки. За багаторічними спостереженнями ці весняні заморозки були одними із найсильніших за останні кілька десятків років та руйнівними по відношенню до рослин. Це внесло свої корективи у посівний календар. Низька вологість повітря до  $38-60\%$  ще більше посилювала дію заморозків.

Вже традиційно з попередніх років, квітень місяць є початком вегетаційного періоду сої, тож не став він винятком і цьогоріч. Травень для умов Вінниччини виявився холоднішим та багатим на опади, які здебільшого випадали як грозові короткочасні дощі з градом та шквалами. В окремі ночі мінімальна температура знижувалась нижче нуля, але середнє значення температури повітря було відмічено  $12,4^{\circ}\text{C}$ . Стосовно опадів, то травень їх забезпечив на кінець весни у сумі за місяць –  $286,3\text{мм}$ . Травневі опади за кількістю дозволили зафіксувати низку рекордів, які випереджали один одного. У сої активно наростала листова система, стебло та формувалися корені.

Контрастні температури повітря у червні панували на Вінниччині, але середній показник був  $19,3^{\circ}\text{C}$ . Максимальні термометри піднімалися вище  $30^{\circ}\text{C}$  впродовж місяця п'ять разів, а мінімальні термометри опускалися не нижче  $8-9^{\circ}\text{C}$  вночі. Опадів було не багато, але їх сума дорівнювала  $20,6\text{мм}$ . У рослин сої в цей час формуються боби та починається фаза цвітіння.

Присутність декількох атмосферних фронтів та циклонів зумовили формування у липні нестійкої, але дощової погоди. Погода різко варіювала від

спекотної до прохолодної, максимальні температури неодноразово перетинали позначку температури  $+40^{\circ}\text{C}$ . За рахунок злив, розподіл опадів був дуже нерівномірний, але їх загальна сума становила 172,8 мм.

Серпневі показники температури були близькі до середньо багаторічних даних, власне як і кількість опадів. Найтеплішими днями були ті, коли температура перевищила  $+30^{\circ}\text{C}$ , їх було небагато, серпень був відносно сухий, опадів випало лише 44,3мм. Дія антициклону на початку вересня принесла похолодання та зниження температури.

У вересні були вже зафіксовані заморозки на поверхні ґрунту. Середньомісячна температура вересня опустилась до  $16,2^{\circ}\text{C}$ , а кількість опадів, які здебільшого випадали у вигляді помірних довготривалих дощів дозволили сформувати запаси 121,4 мм вологи з опадів.

У жовтні була стійка тепла погода, але з невеликими тихими та помірними дощами. Кількість опадів 97,6 мм була притаманною для цього періоду, а от показник температури  $8,3^{\circ}\text{C}$  – вказує про наближення зими.

Багатим на опади був і листопад, а його температурні показники були властивими для такої пори.

### **2.3. Схема дослідів та методика проведення досліджень**

Польові дослідження за темою дисертаційної роботи «Продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу правобережного» проводились в умовах Вінниччини на дослідних полях НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. У межах програми заклали один польовий дослід.

Програмою наших досліджень було передбачено провести дослідження росту, розвитку та встановити продуктивність сортів сої залежно від проведення бактеріальної обробки насіння сої перед посівом та позакореневого внесення мікродобрив.

Схемою польового дослідження було передбачено вивчення дії та взаємодії наступних трьох факторів: А – сорт (різні групи стиглості сортів сої), В – застосування інокуляція, С – позакореневе підживлення (табл. 2.2)

Таблиця 2.2

## Схема польового дослід (2023–2025 рр.)

Фактор А, сорт	Фактор В, інокуляція	Фактор С, позакореневі підживлення
Паллада	Без інокуляції (обробка водою)	*Без підживлення (контроль)
		Ярило Соя 2,0 л/га
		Хелпрост Соя 3,0 л/га
		Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)
Азимут	Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т	Без підживлення
		Ярило Соя 2,0 л/га
		Хелпрост Соя 3,0 л/га
		Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)
	Атува + Протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без підживлення
		Ярило Соя 2,0 л/га
		Хелпрост Соя 3,0 л/га
		Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Площа облікової ділянки у дослідженнях становила довжини – 20 м, ширини – 10 м, що рівнозначно 200 м<sup>2</sup>, а загальна площа дослідної ділянки становила : довжини – 22 м, ширини – 12 м, що в цілому складало 264 м<sup>2</sup>. Кількість повторень чотириразова.

Для проведення досліджень було обрано різностиглі сорти Паллада і Азимут, рекомендовані для вирощування у Лісостеповій зоні. У день перед посівом, насіння було оброблено, згідно схеми дослід біоінокулянтами «Біоінокулянт–БТУ–р» 0,3 л/т і Атува + Протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т. Під час

позакореневих підживлень застосовували мікродобриво Ярило Соя з нормою внесення 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок; Хелпрост Соя з нормою внесення 3,0 л/га у фаза бутонізації.

Контрольний варіант у дослідженнях передбачав обробку насіння сої лише звичайною водою та вирізнявся відсутністю проведення позакореневих підживлень.

Технологія вирощування сої загальноприйнята для Лісостепу правобережного. В якості попередника було обрано озиму пшеницю. Після збирання попередника проводився основний обробіток ґрунту, який передбачав технологічну операцію дискування на глибину 6–8 см з подальшою осінньою оранкою на глибину 23–25 см. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який включав культивування на глибину загортання насіння, одночасно із яким було внесено у ґрунт мінеральні добрива у формі нітроамофоски ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ). Бактеріальними препаратами, так званими інокулянтами, насіння сої безпосередньо обробляли у день посіву. Традиційно для нашої золи Лісостепу правобережного з урахуванням погодних умов, сівбу проводили у другій декаді квітня широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см. Норма висіву сої – 0,65 млн. схожих насінин на 1 га. Посів проводили із глибиною загортання насіння – 4–5 см. Контроль бур'янів здійснювався шляхом внесення гербіциду Пульсар (Імазамокс 40 г/л) у дозі 1,0 л/га у фазу трьох трійчастих листків сої.

Польові дослідження супроводжувалися такими фенологічними спостереженнями, вимірами та аналізами. Експериментальні дослідження проводили дотримуючись вимог Методики польового дослідження [130], методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур [131].

Впродовж вегетаційного періоду сої проводили фенологічні спостереження за наступними фазами росту та періодами розвитку культурних рослин: сходи, 3 – листок, фаза бутонізації, фаза цвітіння та повна стиглість. Початок кожної фази росту і розвитку сої встановлювалися після входження її у 10 % рослин, а повне настання фази вважалось, якщо 75 % рослин досягли певного періоду [132, 133, 134].

При розрахунку норми висіву насіння сої користувалися загально прийнятою формулою:

$$H = 100 * G * M : ПП, \text{ де}$$

H – норма висіву насіння, кг/га;

G – густина стояння рослин, млн шт./га;

M – маса 1000 насінин, г;

ПП – посівна придатність насіння, %.

Для розрахунку посівної придатності (ПП) використовували формулу :

$$ПП = C * Ч : 100, \text{ де}$$

C – показник схожості насіння, %;

Ч – показник чистоти насіння, %.

Для обрахунку кількості насінин (шт.) на 1 погонному метрі використовували формулу:

$$K = H * Ш : M, \text{ де}$$

K – кількість насінин на 1 погонному метрі, шт.;

H – норма висіву насіння, кг/га;

Ш – ширина міжрядь, см;

M – маса 1000 насінин, г.

Показник виживання рослин сої встановлювали, як відношення кількості рослин перед збиранням, до їх кількості на момент у фазу сходів.

Дослідження та обрахунки густоти рослин сої проводили у фазі повних сходів і перед збиранням урожаю на стабільно закріплених кілочками ділянках, у чотириразовій повторності на двох несуміжних повтореннях, для цього керувалися методикою Мойсенченко В.Ф. та Єщенко В.О. [135];

Встановлення густоти посівів на момент фази повних сходів, у порівнянні до норми висіву, сприятиме у проведенні розрахунків показника польової схожості. Для здійснення обліку густоти посівів сої перед збиранням урожаю використовували відповідну формулу, якою керуються при визначенні показника збереженості рослин впродовж вегетаційного періоду [136]:

$$П = (З * 100) : С, \text{ де}$$

П – показник збереження рослин, %;

З – чисельність рослин перед збиранням, шт./м<sup>2</sup>;

С – чисельність рослин на час повних сходів, шт./м<sup>2</sup>;

100 – число для перерахунку у відсотки.

Визначення густоти посівів проводили шляхом вибіркового обліку рослин сої на певних відрізках кожного рядка [137].

Висоту рослин визначали шляхом проведення вимірів на постійно закріплених ділянках кілочками, на 25-и рослинах у чотирикратній повторності на двох несуміжних повтореннях [131];

Площу листової поверхні рослин сої вимірювали методом висічок. Таким чином, на кожній дослідній ділянці відбирали по 20 типових рослин, з яких обривали всі листочки та шляхом зважування, визначали їх масу. Потім, із цих листків за допомогою металевої висічки, діаметром, що забезпечував отримання 50 висічок загальною площею не менше 20 см<sup>2</sup>, відбирали зразки. Після проведення зважування отриманих висічок і усієї листової маси проводили обрахунки за поданими формулами [136, 138].

$$П = (М * n * к) : м, \text{ де}$$

П – показник площі листя, тис. м<sup>2</sup>/га;

М – загальна маса листочків у пробі, г;

n – площа однієї висічки, см<sup>2</sup>;

к – кількість висічок, шт;

м – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал посівів сої (ФП) визначали за такою формулою:

$$ФП = [(Л1 + Л2) * Т1 + (Л2 + Л3) * Т2 + (Лn + Лn) * Тn] : 2,$$

де, ФП, – показник фотосинтетичного потенціалу, млн. м<sup>2</sup> діб/га

Л<sub>1</sub>, Л<sub>2</sub> – показники площі листків у певні фази розвитку рослин сої, тис. м<sup>2</sup> /га.

Т1, Т2, Тn – тривалість періоду, діб.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) це ефективність перетворення сонячної енергії в органічну речовину рослинами сої. Вона визначається за формулою:

$$\text{ЧПФ} = (B_2 - B_1) : [0.5 * (L_1 + L_2) * T], \text{ де}$$

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г сухої речовини/м<sup>2</sup> за добу.

B<sub>1</sub> і B<sub>2</sub> – маса сухої речовини на початку і в кінці облікового періоду г/м<sup>2</sup>.

(L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub>) – площа листкової поверхні з 1 м<sup>2</sup> на початку та в кінці періоду, м<sup>2</sup>;

T – кількість днів в обліковому періоді.

Кількість та масу бульбочок на кореневій системі сортів сої визначали за методом вимивання монолітів, який базувався у відборі зразків ґрунту за допомогою спеціальної рамки розміром 300x167 мм (0,05 м<sup>2</sup>). Розрахунок кількості та маси бульбочок на сої в межах однієї рослини проводили враховуючи площу моноліту та показник середньої густоти рослин.

Інтегральний показник АСП (Активний симбіотичний потенціал) розраховували за наступною формулою:

$$\text{АСП} = M_1 + M_2 / 2 * T, \text{ де}$$

T – період між двома сусідніми строками аналізу, діб;

M<sub>1</sub>+M<sub>2</sub>/2 маса активних (рожевих) бульбочок з леггемоглобіном за обліковий період T, кг/га.

Показник АСП – це інтегральний показник, що вказує на сумарну чисельність активних бульбочок впродовж вегетаційного періоду. Цей показник включає масу активних бульбочок та тривалість їх роботи.

Одиниці виміру АСП це маса бульбочок, помножених на час їх активності виражається у кг·днів/га. Показник АСП (Активний симбіотичний потенціал) розраховували за наступною формулою:

$$\text{АСП} = M_1 + M_2 / 2 * T, \text{ де}$$

T – період між двома сусідніми строками аналізу, діб;

M<sub>1</sub>+M<sub>2</sub>/2 маса активних (рожевих) бульбочок з леггемоглобіном за обліковий період T, кг/га.

Накопичення біологічно фіксованого азоту залежить від діяльності бульбочкових бактерій. Розрахунок кількості фіксованого азоту залежить від оцінки симбіотичної активності рослин сої, а вона в свою чергу виражається через активний симбіотичний потенціал (АСП) та питому активність симбіозу. Тож показник АСП – це інтегральний показник, що вказує на сумарну чисельність активних бульбочок впродовж вегетаційного періоду. Цей показник включає масу активних бульбочок та тривалість їх роботи.

Одиниці виміру АСП це маса бульбочок, помножених на час їх активності виражається у кг·днів/га.

Кількість фіксованого азоту розраховується шляхом множення АСП на питому активність симбіозу. Отримане значення виражається в (кг азоту/га). *Питома активність симбіозу* відображає інтенсивність проходження процесу азотфіксації. Кількість азоту, що фіксується одиницею маси активних бульбочок за одиницю часу (наприклад, г азоту/кг бульбочок·добу) і являє собою питому активність симбіозу [138].

Структуру врожаю обліковували шляхом відбору снопових зразків [139].

Збір врожаю та проведення обліків сої проводили у фазі повної стиглості методом поділянкового обмолочування комбайном Сампо–500. Далі проводили зважування з кожної облікової ділянки, визначали вологість зерна та його засміченість і проводили відповідні його перерахунки. Проводили визначення показників маса 1000 зерен за ДСТУ 2240–93. Насіння сільськогосподарських культур сортові та посівні якості [140].

Визначення вмісту у зерні сої білка, жиру, проводили методом інфрачервоної спектроскопії використовуючи при цьому аналізатор «Інфрапід–61» [141].

Розрахунки економічної ефективності досліджуваних елементів технології проводили розрахунковим методом використовуючи фактичні ціни 2025 року. Розрахунки проводили за загальноприйнятою методикою – за витратами на 1 га, із врахуванням прибутку з 1 га, собівартістю і рівнем рентабельності [142].

Визначення енергетичної оцінки досліджуваних елементів технології вирощування сої здійснювали згідно методичних рекомендацій Медведовського О.К. і Іваненка П.І. [143].

До уваги було прийнято енергетичну цінність насіння сої, затрати енергії на вирощування сої, в т. ч. на окремо взяті елементи технології вирощування цієї культури, а також вираховували коефіцієнт енергетичної ефективності;

– статистичну обробку отриманих нами результатів як польових, так і лабораторних досліджень проводили згідно методу дисперсійного аналізу із застосуванням комп'ютерних прикладних програм ПК «Agrostat», Statistica 6.0, MS Office Excel [144];

– опрацювання отриманих результатів досліджень здійснювали за багатофакторною схемою дисперсійного та кореляційного аналізу за рекомендованою методикою, з використанням комп'ютерного обладнання [130].

**Сорт сої Паллада.** Створений і Інституті кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України.

Група стиглості: ранньостиглий. Напрямок використання: зерновий. Середньо–білковий, високо–олійний. Внесений в державний реєстр в 2020 році. Тривалість періоду вегетації складає 105–114 діб. Висота рослини – 104,3–92,6 см.

Середня висота рослини по зонах: Степ: 66,1 см; Лісостеп: 92,6 см; Полісся: 104,3 см. Урожайність сорту 1,68–2,29 тон/га. Вміст протеїну в насінні сої сорту Паллада – 37,4–39,0 %, олії – 21,7–26,9 %.

**Сорт сої Азимут.** Напрямок використання: зерновий. Середньо–олійний. Група стиглості: середньостиглий. Сорт сої Азимут внесений в Державний реєстр в 2019 році. Тривалість періоду вегетації складає 109–125 діб. Висота рослини – 70,5 – 81,6 см. Вміст білка – 39,3– 40,4 %. Вміст олії – 20,3–22,9 %. Урожайність сорту 14,7–23,8 ц/га.

**Біоінокулянт–БТУ–р. *Bradyrhizobium japonicum*.** Макро– та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (вітаміни, гетероауксини, гібереліни тощо) Титр:  $2,0 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>.

Склад препарату: життєздатні клітини бульбочкових бактерій; біологічно-активні продукти життєдіяльності бульбочкових бактерій (вітаміни, фітогормони: гетероауксини, гібереліни); компоненти поживного середовища (мікро-, макроелементи тощо).

Дія препарату сприяє фіксація атмосферного азоту (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворення його у форму, доступну для засвоєння рослинами; синтез рістстимулюючих речовин (вітамінів, гетероауксину, гібереліну тощо). Інокуляція біопрепаратом насіння сої прискорює процеси бульбочкоутворення; забезпечує доступним для рослин азотом; захищає від фітопатогенної мікрофлори; забезпечує ріст рослини стимулюючими речовинами (вітамінами, фітогормонами); збільшує вміст протеїну; підвищує урожайність бобових культур; покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту. Обробку насіння проводять обприскуванням робочим розчином біопрепарату в день висіву. Норма витрат для насіння сої 1,0–3,0 л/т.

**Інокулянт Атува** (Сингента). Ефективність використання забезпечують штами бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, титр –  $2 \times 10^{10}$  КУО\*/мл, які належать до класу нетоксичних. Завдяки ефективним штамам бактерій 5079 та 5080 максимально засвоюється азот та підвищується продуктивність; у поєднанні з засобом Премакс (0,5 л на 2 л інокулянту для обробки тонни сої) у суміші не призводить до злипання насінин; мембрани бактерій мають потовщені стінки і володіють водопроникністю, що дозволяє їм виживати навіть в умовах стресу; оброблене насіння можна зберігати до півроку, що не позначається на його властивостях. Випускається у формі стерильної рідкої формуляції. Норма витрат інокулянта Атува для насіння сої – 2,0 л/т.

**Ярило Соя** – комплексне добриво зі збалансованим вмістом елементів живлення для позакореневого підживлення сої у критичні періоди вегетації. Норма внесення: 1,0-2,0 л/га.

Склад мікродобрив включає збалансовану кількість елементів у легкодоступній для рослин сої формі. Склад мікродобрива: Азот (N) 50 г/л, Оксид магнію (MgO) 34.5 г/л, Оксид сірки (SO<sub>3</sub>) 35.5 г/л, Залізо (Fe) 10 г/л, Марганець

(Mn) 8 г/л, Бор (B) 4 г/л, Цинк (Zn) 5 г/л, Мідь (Cu) 2 г/л, Молібден (Mo) 2 г/л, Кобальт (Co) 0.1 г/л, карбонові кислоти, гумати, ПАР витрати 1,0-4,0 л/га.

**Хелпрост Соя.** Органо-мінеральне добриво. Склад добрива спеціально розроблений для сої з урахуванням потреб та особливостей росту і розвитку. Норма внесення 1,0-3,0 л/га.

Склад, г/л: макроелементи (N-30,45; K-36,75); мезоелементи (S-12,6; Mg-8,4) мікроелементи (Fe-1,26; Co-0,105; Mn-2,1; Mo-0,0315); біологічно-активні речовини: вітаміни-0,21; амінокислоти-10,5; пептиди-5,25; полісахариди-0,525.

### **Висновки до розділу 2:**

1. Соя є однією з найважливіших зернобобових культур, продуктивність якої значною мірою залежить від ґрунтових умов. Задля отримання високого врожаю соя потребує родючих ґрунтів із достатнім вмістом поживних речовин, добрим водним режимом ґрунту та сприятливою його структурою. Одними із найкращих для вирощування сої є сірі лісові ґрунти, якими була представлена дослідна ділянка.

2. Гідротермічні умови протягом років досліджень (2023–2025 рр.) вирізнялись незначними відхиленнями від середніх багаторічних показників, але були в цілому сприятливими для росту, розвитку рослин сої та максимальної реалізації її біологічного потенціалу.

3. Польовий дослід проводився згідно загально прийнятих методик, базова технологія вирощування в досліді загальноприйнята для умов Лісостепу правобережного, за дотримання якої включені фактори експериментального характеру спрямовані на оптимізацію умов вирощування сої. На основі апробованих методик, які опубліковані у науковій літературі, було проведено лабораторні та польові дослідження. Методики проведення лабораторних і польових досліджень дали можливість отримати експериментальні дані, що дають змогу зробити обґрунтовані висновки і рекомендації для виробництва.

## РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМІВ ЖИВЛЕННЯ

### 3.1. Формування густоти та виживаність рослин сої залежно від впливу елементів технології вирощування

Густота рослин сої у подальшому визначає величину продуктивності агроценозів цієї культури. Загущення агроценозів сої, чи навпаки, недостатня чисельність рослин сої на одиниці площі призводить до нерівномірного розподілу вологи та поживних речовин [145, 146], фотосинтетично-активної сонячної радіації [147]. Густота посіву залежить від багатьох чинників, насамперед, біологічних особливостей, норми висіву, польової схожості насіння, обробки насіння мікробіологічними препаратами, системи удобрення та системи догляду за соєю [148, 149].

У зріджених посівах сої насіння формується на бокових пагонах, а з оптимальною густотою та показником площі живлення – на головному стеблі. Надмірне загущення агрофітоценозів, як правило, призводить до вилягання рослин, передчасного дозрівання та пожовтіння і насамкінець, опадання листків, що сприяє зниженню біологічної фіксації азоту атмосфери, як наслідок – зниження показників насіннєвої продуктивності [150]. Науковці Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В., [151] доводять, що особливості формування густоти стояння рослин на одиниці площі залежать від польової схожості насіння. Схожість насіння – це отримання дружнього, вчасного проростання насіння в польових умовах, що в подальшому призведе до формування потрібної густоти рослин в агрофітоценозі та формування їх врожайності. Рахується, що схожість насіння має бути не нижче 90%. Виживаність окреслює їх здатність протягом періоду вегетації переносити несприятливі умови навколишнього середовища. В дослідженнях Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Стоцької С. В. [152] вказано, що бульбочкові бактерії дуже позитивно чинять вплив на схожість бобових культур. За їх наведеними даними інокульоване насіння бобових культур забезпечує формування показників високої польової схожості до 83%. Такі дані, як польова схожість та збереження

рослин протягом вегетації дають змогу провести оцінку впливу досліджуваних заходів та впливу ґрунтового кліматичних факторів на формування продуктивності сої.

Результати проведених нами досліджень засвідчили, що в агроценозах сої сорту Паллада на контрольних ділянках (без інокуляції) показники польової схожості насіння сої були найменшими на рівні 84,0% (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив інокуляції насіння та позакоренових підживлень на польову схожість та збереження рослин сої сорту Паллада (середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляції	Фактор С позакоренові підживлення	Густота стояння рослин, тис./га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості сходів
		Повні сходи	Повна стиглість		
Без інокуляції	1*	545,7	455,3	84,0	83,4
	2	546,1	467,5	84,0	85,6
	3	546,3	469,6	84,1	86,0
	4	546,2	474,0	84,0	86,8
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	575,3	521,2	88,5	90,6
	2	575,1	533,4	88,5	92,8
	3	576,3	535,1	88,7	92,9
	4	576,5	539,7	88,7	93,6
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	583,0	524,0	89,7	89,9
	2	583,2	528,9	89,7	90,7
	3	582,4	530,7	89,6	91,1
	4	584,2	535,8	89,9	91,7
НІР <sub>05</sub>					
<i>A</i>		<i>1,30</i>	<i>2,43</i>	<i>0,41</i>	–
<i>B</i>		<i>1,30</i>	<i>2,43</i>	<i>0,41</i>	
<i>C</i>		<i>1,51</i>	<i>2,81</i>	<i>0,47</i>	
<i>AB</i>		<i>2,26</i>	<i>4,21</i>	<i>0,71</i>	
<i>AC</i>		<i>2,61</i>	<i>4,87</i>	<i>0,82</i>	
<i>BC</i>		<i>2,61</i>	<i>4,87</i>	<i>0,82</i>	
<i>ABC</i>		<i>4,52</i>	<i>8,43</i>	<i>1,42</i>	

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

За проведення інокуляції насіння сої препаратом Біоінокулянт–БТУ–р (3,0л/т) польова схожість збільшилась на 4,5% в порівнянні з контрольними ділянками (без обробки) і була на рівні 88,5%, а інокуляції насіння сої біопрепаратом Атува (2,0 л/т) + протектор Премакс (0,5 л/т) відповідно на 5,7% і була на рівні 89,7%. Відповідно густоти стояння рослин сої, найвищі показники були відмічені на ділянках де насіння сої оброблялось інокулянтом Атува + протектор Премакс, в нормі витрат (2,0+0,5 л/т) і були в межах 583,0–524,0 тис./га, тоді як на ділянках без проведення інокуляції насіння сої сорту Паллада густота стояння рослин культури фазу повні сходи була в межах 545,7 тис./га, а у фазу повної стиглості – 455,3%, що менше за найкращий варіант на 37,3–68,7%. На варіантах досліду без інокуляції за умови проведення позакореневих підживлень густота рослин на період повної стиглості коливалась від 467,5 до 474,0 тис./га. На ділянках досліду де була проведена передпосівна бактеризація насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т) і вносились мікро та органо мінеральні добрива, кількість рослин сої була в межах 533,4–539,7 тис./га, що на 2,3–3,6% більше рослин порівняно з контролем (без підживлення), а при інокуляції насіння сої препаратом Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т), відповідно 528,9–535,8 тис./га, або на 0,9–2,3% більше за контроль (без підживлення). Проведення інокуляції насіння сої сорту Паллада та позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листок і органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, у фазу бутонізації рослин сої суттєво підвищували коефіцієнт збереження рослин від повних сходів до повної стиглості. Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої відмічений за інокуляції насіння сої біологічним препаратом Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т) і проведення двох позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листок і органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, і у фазу бутонізація рослин сої – 91,7%.

За проведення інокуляції насіння сої препаратом Біоінокулянт–БТУ–р (3,0 л/т) польова схожість збільшилась на 4,5% в порівнянні з контрольними ділянками (без обробки) і була на рівні 88,5%, а інокуляції насіння сої біопрепаратом Атува (2,0 л/т) + протектор Премакс (0,5 л/т) відповідно на 5,7% і була на рівні 89,7% .

Відповідно густоти стояння рослин сої, найвищі показники були відмічені на ділянках де насіння сої оброблялось інокулянтом Атува + протектор Премакс, в нормі витрат (2,0+0,5 л/т) і були в межах 583,0–524,0 тис./га, тоді як на ділянках без проведення інокуляції насіння сої сорту Паллада густота стояння рослин культури фази повні сходи була в межах 545,7 тис./га, а у фазу повної стиглості – 455,3%, що менше за найкращий варіант на 37,3–68,7%. На варіантах досліду без інокуляції за умови проведення позакоренових підживлень густота рослин на період повної стиглості коливалась від 467,5 до 474,0 тис./га. На ділянках досліду де була проведена передпосівна бактеризація насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т) і вносились позакоренові добрива, кількість рослин сої була в межах 533,4–539,7 тис./га, що на 2,3–3,6% більше рослин порівняно з контролем (без підживлення), а при інокуляції насіння сої препаратом Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т), відповідно 528,9–535,8 тис./га, або на 0,9–2,3% більше за контроль (без обробки мікродобривами). Проведення інокуляції насіння сої сорту Паллада та позакоренових підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листок і органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, у фазу бутонізації рослин сої суттєво підвищували коефіцієнт збереження рослин від повних сходів до повної стиглості. Так, на варіантах з інокуляцією насіння сої препаратом Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т і позакореновими підживленням Ярило Соя 2,0 л/га і Хелпрост Соя, 3,0 л/га коефіцієнт збереження рослин був на рівні 92,8–93,6%. Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої відмічений за інокуляції насіння сої біологічним препаратом Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т) і проведення двох позакоренових підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листок і органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, і у фазу бутонізація рослин сої – 91,7%.

Результати досліджень інокуляції насіння сої сорту Азимут та проведення позакоренових підживлень в критичні фази росту і розвитку рослин показали, що на контрольних ділянках (без інокуляції) показники польової схожості насіння сої були на рівні 85,2–85,4%. За проведення інокуляції насіння сої препаратом Біоінокулянт–БТУ–р (3,0 л/т) польова схожість в порівнянні з контрольними

ділянками (без обробки) була на рівні 89,6–89,8%, а інокуляції насіння сої біопрепаратом Атува (2,0 л/т) + протектор Премакс (0,5 л/т) збільшилась на 6,0–6,3 % і була на рівні 91,2–91,5%. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вплив інокуляції насіння та позакоренових підживлень на польову схожість та збереження рослин сої сорту Азимут (середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакоренові підживлення	Густота стояння рослин, тис./га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості сходів
		Повні сходи	Повна стиглість		
Без інокуляції	1*	553,8	470,7	85,2	85,0
	2	554,5	482,4	85,3	87,0
	3	554,5	484,0	85,3	87,3
	4	555,1	487,3	85,4	87,8
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	582,4	524,2	89,6	90,0
	2	583,1	535,3	89,7	91,8
	3	583,7	537,0	89,8	92,0
	4	583,1	541,1	89,7	92,8
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	592,8	537,7	91,2	90,7
	2	593,5	550,8	91,3	92,8
	3	594,8	553,0	91,5	93,0
	4	594,1	556,5	91,4	93,7
<i>НІР<sub>05</sub></i>					
	<i>A</i>	5,36	2,12	0,43	–
	<i>B</i>	5,36	2,12	0,43	
	<i>C</i>	6,19	2,45	0,49	
	<i>AB</i>	9,28	3,68	0,74	
	<i>AC</i>	10,71	4,25	0,85	
	<i>BC</i>	10,71	4,25	0,85	
	<i>ABC</i>	18,56	7,36	1,48	

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Найвищі показники густоти стояння рослин сої були відмічені на ділянках де насіння сої сорту Азимут оброблялось інокулянтом Атува + протектор Премакс, в нормі витрат (2,0+0,5 л/т) і були в межах 592,8–594,8 тис./га.

На варіантах досліду без інокуляції за умови проведення позакореневих підживлень густота рослин на період повної стиглості коливалась від 470,7 до 487,3 тис./га. На ділянках досліду де була проведена передпосівна бактеризація насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т) і вносились мікродобрива, кількість рослин сої була в межах 535,3–541,1 тис./га, що на 2,1–3,1 % більше рослин порівняно з контролем (без підживлення), а при інокуляції насіння сої препаратом Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т), відповідно 550,8–556,5 тис./га, або на 2,4–3,4% більше за контроль (без підживлення).

Проведення інокуляції насіння сої та позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазі 2–3 трійчастий листок і органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, у фазі бутонізації рослин сої суттєво підвищували коефіцієнт збереження рослин від повних сходів до повної стиглості. Так, на варіантах з інокуляцією насіння сої препаратом Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т і позакореневими підживленням Ярило Соя 2,0 л/га і Хелпрост Соя, 3,0 л/га коефіцієнт збереження рослин був на рівні 91,8–92,8%. Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої відмічений за інокуляції насіння сої препаратами Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т) і проведення двох позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазі 2–3 трійчастий листок і Хелпрост Соя, і у фазі бутонізації рослин сої – 93,7%.

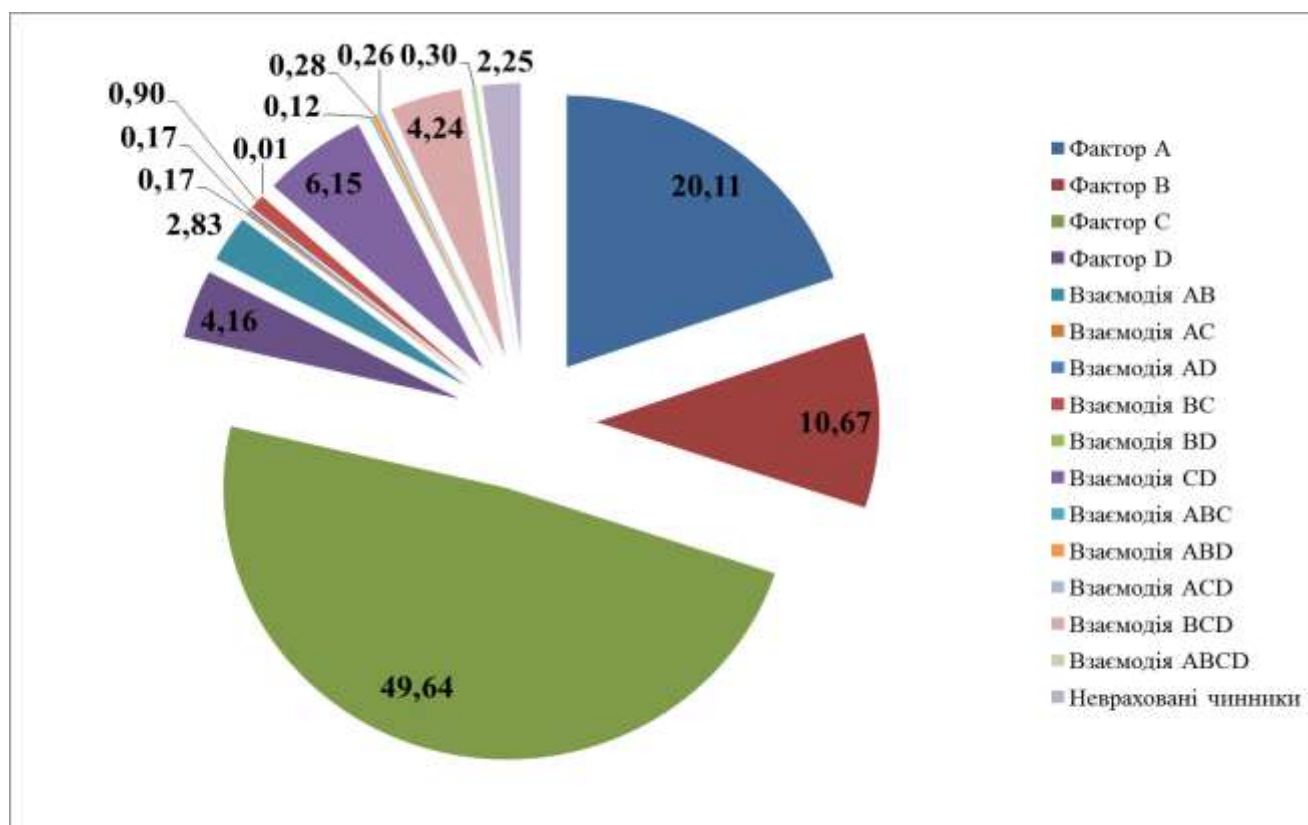
Зроблені узагальнення було підтверджено результатами факторного аналізу в розрізі багатфакторного дисперсійного аналізу (дод. В.4–В.5, рис. 3.1).

Результати дисперсійного аналізу свідчать, що у формуванні густоти стояння рослин у фазу повної стиглості визначальне значення мав фактор застосування варіантів інокуляції (фактор С), частка впливу якого становила 49,64 %. Це вказує на високу ефективність інокуляційних препаратів у забезпеченні виживання рослин, активізації фізіолого-біохімічних процесів та підвищенні адаптивності посівів упродовж вегетації.

Другим за значущістю чинником були гідротермічні умови року (фактор А), частка впливу яких становила 20,11 %. Отримані результати підтверджують

суттєву залежність густоти стояння рослин від температурного режиму та вологозабезпечення, особливо в критичні періоди росту й розвитку культури.

Помітний вплив також мав сортовий фактор (B) – 10,67 %, що свідчить про важливу роль генетичних особливостей сортів у формуванні стійкості рослин та їх здатності зберігати оптимальну густоту до фази повної стиглості.



**Рисунок 3.1 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатofакторній схемі дослідження за показником густоти стояння рослин на фазу повної стиглості (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку В. 4).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневе підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Частка впливу позакорневих підживлень (фактор D) була меншою і становила 4,16 %, однак також характеризувалася позитивним внеском у стабілізацію агроценозу.

Серед взаємодій факторів найбільш вагомою була взаємодія CD (інокуляція × позакореневе підживлення) – 6,15 %, що свідчить про синергетичний ефект сумісного застосування біологічних препаратів і системи листкового живлення.

Взаємодія АВ становила 2,83 %, що підтверджує залежність реалізації сортового потенціалу від гідротермічних умов року.

Інші взаємодії факторів (АС, АД, ВС, ВД, АВС, АВД, АСД, ВСД, ABCD) характеризувалися незначними частками впливу – у межах 0,01–4,24 %, що вказує на другорядний характер їх дії у формуванні досліджуваного показника.

Частка неврахованих чинників становила 2,25 %, що свідчить про достатньо високий рівень достовірності досліду та адекватність застосованої багатофакторної моделі. Загалом результати дослідження підтверджують, що оптимізація системи інокуляції є ключовим елементом технології вирощування культури для забезпечення стабільної густоти стояння рослин до фази повної стиглості.

Таким чином, обробка насіння сої інокулянтами до посіву та проведення позакореневих підживлень мікродобривами суттєво впливають на тривалість вегетації сої та динаміку густоти рослин в агроценозі.

### **3.2. Особливості проходження фенологічних фаз і міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої**

Тривалість періоду вегетації сої є провідною господарською ознакою, яка вказує на придатність сорту до вирощування в різних географічних зонах.

Ряд авторів О .С. Чинчик [153], Голобородько С. П., Іутинська Г. О., Титова Л. В., та ін., [154] наголошують, що на тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту. Слід відмітити, що довжина вегетаційного періоду залежить не лише від біологічних особливостей сорту, а також застосування конкретних технологічних заходів [155, 156, 157] і погодних умов років вирощування [158, 159].

Зміни кліматичних умов, що спостерігаються впродовж останніх років, є основними причинами погіршення умов проходження фаз росту та розвитку рослин сої. За умов вирощування певного сорту за різних погодних умов викликає різницю у довжині вегетаційного періоду [160].

Вивчення темпів росту і розвитку рослин сої в онтогенезі сприяє оптимізувати агротехнологічні прийоми, що дозволить підвищити продуктивність

сої. У перший рік досліджень 2023 р. сівбу сої проводили за настання оптимальних строків, які припали на 7 травня, в 2024 році – 1 травня, в 2025 році – 31 квітня. Встановлено, що тривалість періоду від сівби до повних сходів у сортів сої безпосередньо залежала від умов вологозабезпечення та гідротермічного режиму. В умовах 2022 року період сівба – повні сходи у сортів становив 10 діб, за цей час, опадів не спостерігалось, проте у квітні місяці випала багаторічна норма, тому ґрунт був забезпечений вологою. Середньодобова температура повітря була оптимальною для проростання насіння та появи сходів і становила 14,8 °С (додаток). У 2023 році даний період тривав дещо довше – 12 діб. Подовження періоду спричинено тим що за цей період випало лише 12,5 мм опадів, також ґрунт не був забезпечений вологою до сівби, а саме в третій декаді квітня випало лише 6,5 мм опадів. Середньодобова температурами становила 15,2 °С, сума активних температур 181,6 °С була теж більшою на 43,9 °С порівняно з попереднім роком. Такі умови негативно впливали на появу одночасних сходів (додаток). У 2024 році період сівба–повні сходи для дослідних сортів був найкоротшим – 9 діб. Достатній рівень вологозабезпечення у попередній місяць та середньодобова температура 13,8 °С, яка інколи підіймалась до 18,0 °С, забезпечили швидку появу сходів.

Тривалість міжфазних періодів суттєво залежала від погодних умов, біологічних особливостей сорту, виду інокулянту та позакореневих підживлень мікродобривами. Тривалість міжфазних періодів в онтогенезі рослин у розрізі сортів сої показано у (табл. 3.3; 3.4).

У середньому за 2023–2025 роки тривалість періоду вегетації сої сорту Паллада згідно варіантів досліду тривала 103–116 діб (табл. 3.3). Тривалість періоду «сівба – повні сходи» за варіантами досліду суттєво не відрізнялась і була в межах 13–15 діб. При бактеризації насіння препаратами Атува + протектор Премакс, в нормі витрат (2,0+0,5 л/т) сходи появились на 2 доби раніше в порівнянні з контрольними ділянками. Період від повних сходів до формування третього трійчастого листка (ВВСН 09–13) на контрольних ділянках (без підживлення) був найдовшим і тривав 23 доби. За бактеризації насіння сої біопрепаратом Атува (2,0 л/т) + протектор Премакс, (0,5 л/т) – 22 доби .

**Тривалість вегетації та міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої сорту Паллада залежно від бактеризації насіння та позакореневого підживлення (середнє 2023–2025 рр.), діб**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Сівба – повні сходи (ВВСН 00–09)	Повні сходи – третій трійчастий листок (ВВСН 09–13)	Третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13–60)	Початок цвітіння – кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Кінець цвітіння – повна стиглість (ВВСН 69–89)	Повні сходи – повна стиглість зерна (ВВСН 09–89)
Без інокуляції	1*	15	23	21	32	37	103
	2	15	23	20	34	38	105
	3	15	23	20	35	39	107
	4	15	23	19	36	41	109
Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т	1	14	22	20	35	39	106
	2	14	22	19	37	40	108
	3	14	22	19	38	41	110
	4	14	22	18	40	44	114
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	13	21	20	36	40	107
	2	13	21	19	38	42	110
	3	13	21	19	39	43	112
	4	13	21	18	42	45	116
<b>НІР<sub>05</sub>, діб</b>							
<i>A</i>		<i>0,37</i>	<i>0,28</i>	<i>0,38</i>	<i>0,44</i>	<i>0,52</i>	<i>0,67</i>
<i>B</i>		<i>0,37</i>	<i>0,28</i>	<i>0,38</i>	<i>0,44</i>	<i>0,52</i>	<i>0,67</i>
<i>C</i>		<i>0,43</i>	<i>0,37</i>	<i>0,45</i>	<i>0,56</i>	<i>0,71</i>	<i>0,78</i>
<i>AB</i>		<i>0,64</i>	<i>0,62</i>	<i>0,57</i>	<i>0,69</i>	<i>0,84</i>	<i>1,17</i>
<i>AC</i>		<i>0,74</i>	<i>0,78</i>	<i>0,85</i>	<i>0,98</i>	<i>1,15</i>	<i>1,35</i>
<i>BC</i>		<i>0,74</i>	<i>0,78</i>	<i>0,85</i>	<i>0,98</i>	<i>1,15</i>	<i>1,35</i>
<i>ABC</i>		<i>1,28</i>	<i>1,32</i>	<i>1,49</i>	<i>1,69</i>	<i>1,89</i>	<i>2,33</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Період третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13–60) тривав від 18 до 20 діб. Найкоротший період відмічено на ділянках де проводилась бактеризація насіння сої окремо препаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува та

проводились позакореневі підживлення мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок і органо-мінеральним добривом + Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фазі бутонізація – 18 діб.

Міжфазний період кінець цвітіння – повна стиглість насіння (ВВСН 69–89) за обробки насіння сої інокулянтами та позакореневих підживлень мікродобривами відзначався подовженим терміном на 2–5 діб відносно контролю (без підживлень) та на 3–8 діб відносно абсолютного контролю досліду.

Тривалість періоду вегетації сої сорту Азимут тривала від 109 до 122 діб, при цьому найдовший період вегетації відмічений на варіантах досліду, де проводили бактеризацію насіння сої перед посівом препаратом Атува + протектор Премакс і проводили два позакореневі підживлення у фазі 3–й трійчастий листок мікродобривами Ярило Соя, в нормі витрати 2,0 л/га та у фазі бутонізація добривом Хелпрост Соя, в нормі – 3,0 л/га. На варіантах досліду, де проводили лише передпосівну інокуляцію насіння сої, вегетація рослин сої тривала 112–113 діб, в той час, як на контрольному варіанті (без препаратів) тривалість вегетаційного періоду становила – 109 діб.

Тривалість періоду «сівба – повні сходи» за варіантами досліду суттєво не відрізнялась і була в межах 13–15 діб. На контрольному варіанті, без проведення інокуляції насіння сої тривалість періоду «сівба – повні сходи» становила – 15 діб, а на варіанті досліду, де проводили передпосівну бактеризацію насіння сої біопрепаратом Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т) сходи з'явилися на 1 добу раніше, ніж на контрольних ділянках (без інокуляції). При бактеризації насіння препаратами Атува + протектор Премакс, в нормі витрат (2,0+0,5 л/т) сходи появились на 2 доби раніше в порівнянні з контрольними ділянками. Період від повних сходів до формування третього трійчастого листка (ВВСН 09–13) у середньому за роки досліджень, тривав на контрольних ділянках (без обробки) – 24 доби. На варіантах де проводили передпосівну бактеризацію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (3,0 л/т) – 23 доби, а за оброки інокулянтами Атува (2,0 л/т) + протектор Премакс, (0,5 л/т), відповідно – 22 доби (табл. 3.4).

**Тривалість вегетації та міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої сорту  
Азимут залежно від бактеризації насіння та позакореневого підживлення**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Сівба – повні сходи (ВВСН 00–09)	Повні сходи – третій трійчастий листок (ВВСН 09–13)	Третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13–60)	Початок цвітіння – кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Кінець цвітіння – повна стиглість (ВВСН 69–89)	Повні сходи – повна стиглість зерна (ВВСН 09–89)
Без інокуляції (контроль)	1*	15	24	22	22	41	109
	2	15	24	21	24	42	111
	3	15	24	21	25	43	113
	4	15	24	20	26	44	114
Біоінокуля нт–БТУ–р, 3,0 л/т	1	14	23	21	25	43	112
	2	14	23	20	27	45	115
	3	14	23	20	28	47	118
	4	14	23	19	30	48	120
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	13	22	21	26	44	113
	2	13	22	20	28	46	116
	3	13	22	19	29	48	118
	4	13	22	19	32	49	122
НІР <sub>05</sub> , діб							
<i>A</i>		<i>0,40</i>	<i>0,41</i>	<i>0,55</i>	<i>0,63</i>	<i>0,68</i>	<i>0,79</i>
<i>B</i>		<i>0,40</i>	<i>0,41</i>	<i>0,55</i>	<i>0,63</i>	<i>0,68</i>	<i>0,79</i>
<i>C</i>		<i>0,46</i>	<i>0,52</i>	<i>0,59</i>	<i>0,68</i>	<i>0,79</i>	<i>0,91</i>
<i>AB</i>		<i>0,70</i>	<i>0,63</i>	<i>0,74</i>	<i>0,81</i>	<i>0,88</i>	<i>1,36</i>
<i>AC</i>		<i>0,80</i>	<i>0,89</i>	<i>0,93</i>	<i>1,15</i>	<i>1,32</i>	<i>1,58</i>
<i>BC</i>		<i>0,80</i>	<i>0,89</i>	<i>0,93</i>	<i>1,15</i>	<i>1,32</i>	<i>1,58</i>
<i>ABC</i>		<i>1,39</i>	<i>1,56</i>	<i>1,69</i>	<i>1,96</i>	<i>2,17</i>	<i>2,73</i>

Примітка: \* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Період третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13–60) характеризувався не значними відхиленнями в розрізі досліду і тривав від 19 до 22 діб. Найкоротший період відмічено на ділянках де проводилась бактеризація насіння сої окремо препаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува та проводились позакореневі підживлення мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фазі

бутонізація – 19 діб. Починаючи від фази початок цвітіння, рослини сої інтенсивніше реагували на досліджувані елементи технології вирощування культури. На варіантах, де проводилась обробка насіння сої інокулянтном Атува + протектор Премакс, а в період вегетації культури вносились мікродобрива Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок + органо-мінеральне добриво Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фазі бутонізація, період початок цвітіння – кінець цвітіння (ВВСН 60–69) тривав – 32 доби, що на 6 діб більше порівняно з ділянками, позакореневе підживлення не проводилось та на 10 діб – порівняно з контролем (без інокуляції та підживлень).

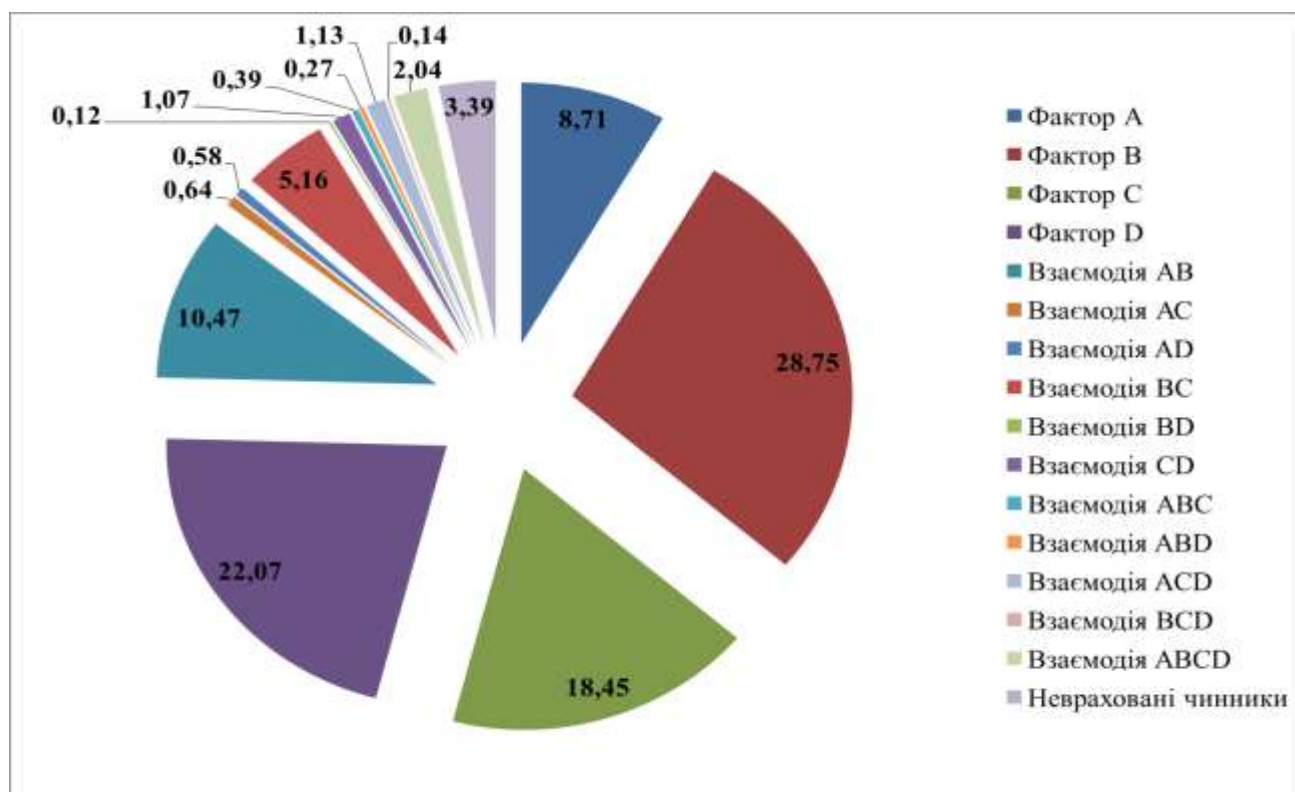
Період кінець цвітіння – повна стиглість насіння (ВВСН 69–89) за інокуляції насіння сої та позакореневих підживлень мікродобривами характеризувався подовженим періодом на 2–5 діб порівняно з контролем (без підживлень).

Зроблені висновки за результуючим показником фенологічного розвитку рослин сортів сої було підтверджено результатами факторного аналізу у загальній схемі багатофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3.2, дод. Г.4).

Результати багатофакторного дисперсійного аналізу свідчать, що формування тривалості вегетаційного періоду культури значною мірою визначалося генетичними особливостями сорту (фактор В), частка впливу якого становила 28,75 %. Це підтверджує, що тривалість проходження основних фенологічних фаз є насамперед спадково зумовленою ознакою, яка контролюється біологічними властивостями сорту та його реакцією на умови вирощування.

Високою також була частка впливу позакореневих підживлень (фактор D) – 22,07 %, що свідчить про суттєву роль системи листового живлення у регуляції фізіологічних процесів, інтенсивності росту та темпів проходження фаз органогенезу. Значний внесок у варіювання показника забезпечувало й застосування інокуляції (фактор С), частка впливу якої становила 18,45 %. Це вказує на позитивний вплив інокуляційних препаратів на активізацію метаболічних процесів і пролонгацію активного функціонування рослинного організму. Гідротермічні умови року (фактор А) мали дещо менший, але також істотний вплив

– 8,71 %, що підтверджує залежність тривалості вегетаційного періоду від температурного режиму та забезпечення вологою впродовж вегетації.



**Рисунок 3.2 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі дослідження за показником тривалості вегетаційного періоду (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Г. 4).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневе підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Серед взаємодій факторів найбільш вираженою була взаємодія АВ – 10,47 %, що свідчить про неоднакову реакцію сортів на зміну гідротермічних умов року. Взаємодія ВС становила 5,16 %, вказуючи на різну ефективність інокуляції залежно від сортових особливостей культури.

Інші взаємодії факторів характеризувалися незначними частками впливу: АС – 0,58 %, AD – 0,64 %, BD – 0,12 %, CD – 1,07 %, ABC – 0,39 %, ABD – 0,27 %, ACD – 1,13 %, BCD – 0,14 %, ABCD – 2,04 %. Це свідчить про другорядний характер їх дії у формуванні тривалості вегетаційного періоду.

Частка неврахованих чинників становила 3,39 %, що підтверджує достатньо високу точність проведеного експерименту та адекватність використаної

статистичної моделі. Загалом результати дослідження свідчать, що тривалість вегетаційного періоду найбільше залежить від генетично обумовлених особливостей сорту та оптимізації елементів технології вирощування, зокрема системи позакореневого підживлення й інокуляції.

У результуючому підсумку, використання інокулянтів та мікродобрив у досліджуваних варіантах подовжувало тривалість вегетаційного періоду за рахунок якісного споживання рослинами елементів живлення.

### **3.3. Вплив режимів живлення на загальні ростові процеси рослин сої**

Важливою морфологічною та біологічною характеристикою сої є висота рослин [159, 160], яка безпосередньо пов'язана з її продуктивністю.

Ріст рослин сої у висоту розпочинається з фази повних сходів і закінчується у фазу цвітіння. Різниця у висоті стебла сої впливає на вертикальну структуру агроценозу, його фітосанітарний стан, світловий і повітряний режими, ефективність фотосинтезу нижніх листків, на кількість закладених генеративних органів [161].

Від динаміки зміни висоти рослин сої впродовж вегетаційного періоду, можна відмічати умови росту і розвитку сої в онтогенезі та з'ясувати сприятливі для них умови зовнішнього середовища [164], найефективніші технологічні прийоми для формування високопродуктивних агроценозів культури [165].

Нашими польовими дослідженнями виявлено, що інокуляція насіння сої та проведення позакореневого підживлення мікродобривами має позитивний вплив на ріст і розвиток рослин сої, що у свою чергу, було пов'язано з подовженням подальших фенологічних фаз.

Отримані результати досліджень в середньому за 2023–2025 роки доводять, що висота рослин сортів сої залежала і від кліматичних умов. За рахунок того, що 2023 рік був посушливіший, ніж 2024 і 2025 роки, висота рослин була дещо нижча.

Відомо, що досліджувані елементи технології вирощування сої на початкових фазах росту та розвитку рослин сої не мали значного впливу на ростові процеси, це імовірно обумовлено не швидким ростом кореневої системи та

невисокою поглинальною здатністю поживних речовин. Одним з головних факторів, який сприяє прискоренню появи сходів і активізації ростових процесів є наявність вологи.

Проведення позакореневого підживлення у фазу двох–трьох листів посилювало ростові процеси сої. Це можна пояснити тим, що мікродобрива включалися в обмін речовин та активували біохімічні процеси.

Дослідження та заміри висоти рослин сої сорту Паллада залежно від інокуляції насіння перед посівом та проведення позакорневих підживлень довели, що у фазу 2–3 справжнього листка висота рослин у всіх варіантах була відносно схожою, коливаючись у межах 12,5–13,7 см. Найменша висота рослин – 12,5 см спостерігалася на контрольному варіанті (без інокуляції та підживлення мікродобривами), тоді як за проведення обробки насіння інокулянтами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува сприяло незначному зростанню висоти до 13,2–13,7 см. Відмічено суттєві зміни висоти сорту Паллада після фази бутонізації. Поясненням цього є симбіотична активність бульбочкоутворення і споживання рослиною доступного азоту.

На варіантах, де були задіяні інокулянти, рослини сої по різному реагували на певний вид препарату (табл. 3.5).

На початку цвітіння у варіантах досліду висота рослин сої підвищилася до 22,4–29,6 см. На контрольному варіанті (без інокуляції та підживлення) відмічена найменша висота культурних рослин – 20,1 см, тоді як за проведення інокуляції препаратом Атува та підживлення мікродобривами Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя забезпечило найбільшу висоту 29,6 см. Це свідчить про позитивний вплив інокулянтів і мікродобрив на ростові процеси рослин сої перед переходом до репродуктивної фази. На момент завершення цвітіння висота рослин коливалася від 76,0 см на контрольному варіанті до 92,8 см на варіанті за обробки насіння інокулянтом Атува та проведення позакорневих підживлень мікродобривами Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя. Це свідчить про домінуючий ефект інокуляції та підживлення мікродобривами

у критичні періоди росту і розвитку культурних рослин, що забезпечує кращий ріст сої у репродуктивний період.

Таблиця 3.5

**Висота рослин сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.) см**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Фенологічна фаза			
		2–3 справжній листок (ВВСН 12)	Початок цвітіння (ВВСН 50–59)	Кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Повна стиглість (ВВСН 80–89)
Без інокуляції	1*	12,5	21,4	76,0	83,5
	2	12,6	25,7	82,1	86,0
	3	12,6	26,6	84,5	86,3
	4	12,6	27,4	87,0	87,4
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	13,2	25,2	82,1	86,2
	2	13,2	26,4	86,9	88,9
	3	13,3	27,5	88,4	90,1
	4	13,3	28,1	92,0	93,5
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т +0,5 л/т	1	13,6	26,0	84,2	87,0
	2	13,6	27,2	87,5	90,4
	3	13,6	28,5	89,6	93,5
	4	13,7	29,6	92,8	96,7
<i>НІР<sub>05</sub>, см</i>					
<i>A</i>		<i>0,07</i>	<i>0,33</i>	<i>1,00</i>	<i>0,74</i>
<i>B</i>		<i>0,07</i>	<i>0,33</i>	<i>1,00</i>	<i>0,74</i>
<i>C</i>		<i>0,08</i>	<i>0,38</i>	<i>1,15</i>	<i>0,86</i>
<i>AB</i>		<i>0,12</i>	<i>0,56</i>	<i>1,73</i>	<i>1,29</i>
<i>AC</i>		<i>0,14</i>	<i>0,65</i>	<i>2,00</i>	<i>1,49</i>
<i>BC</i>		<i>0,14</i>	<i>0,65</i>	<i>2,00</i>	<i>1,49</i>
<i>ABC</i>		<i>0,24</i>	<i>1,13</i>	<i>3,46</i>	<i>2,58</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

У фазі повної стиглості висота рослин досягла максимальних значень, варіюючи від 83,5 см на контрольному варіанті (без інокуляції та підживлення) до 96,7 см на варіанті за інокуляції насіння сої препаратом Атува, що на 13,2 см більше, ніж на абсолютному контролі. Найвищі показники висоти рослин сої (93,5–

96,7 см) відмічено на варіантах з інокуляцією та підживленням мікродобривами Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя. Подібна ситуація спостерігалася на рослинах сої сорту Азимут. У фазі 2–3 справжнього листка висота рослин коливалася в межах 12,0–12,7 см. Найменші значення висоти 12 см спостерігалися на контрольному варіанті (без інокуляції та підживлення) тоді як максимальна висота 12,5–12,7 см – на варіантах з інокуляцією насіння препаратами Біоінокулянт–БТУ–р та підживлення Ярило Соя + Хелпрост Соя і за інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Атува та підживлення зазначеними мікродобривами. Це свідчить про обмежений вплив інокуляції на ранніх етапах розвитку сої. На початку цвітіння висота рослин коливалася в межах 20,1–25,7 см. Варіанти з проведенням інокуляції насіння сої підживленням мікродобривами Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у критичні фази рослин сої показали максимальні висоти (24,7 і 25,7 см відповідно), що свідчить про позитивний вплив препаратів незалежно від інокуляції, на вегетативний ріст перед репродуктивною фазою. У фазі завершення цвітіння висота рослин коливалася від 68,1 до 82,3 см. Найнижчі показники рослин 64,0–76,0 були зафіксовані на варіантах без підживлення мікродобривами. Найбільша висота рослин сої – 82,3 відмічена на варіанті за обробки насіння сої інокулянтном Атува та підживлення добривами Ярило Соя + Хелпрост Соя.

На час фази повної стиглості висота рослин сої варіювала від 68,1 до 82,3 см. Найменшою була зафіксована висота – 68,1 см вона відмічена на контрольному варіанті (без обробки), тоді як інокуляція препаратом Біоінокулянт–БТУ–р сприяло підвищенню висоти рослин сої до 74,5 см, а за інокуляції препаратом Атува до 78,1 см. Максимальна висота – 82,3 см спостерігалася на варіанті за інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Атува та проведенням позакореневих підживлень мікродобривам Ярило Соя + добривом Хелпрост Соя (табл. 3.6).

Висота рослин сої і швидкість її росту за фазами розвитку має важливе значення у формування фотосинтетичного апарату, синтез хлорофілу, площу листової поверхні, продуктивності та якісних показників насіння сої. Підтвердження отриманих впливів було відображено в результатах зведеного

факторного аналізу (частки впливу факторів) у системі багатофакторного дисперсійного аналізу (рис. 3.3, дод. Д.4).

Таблиця 3.6

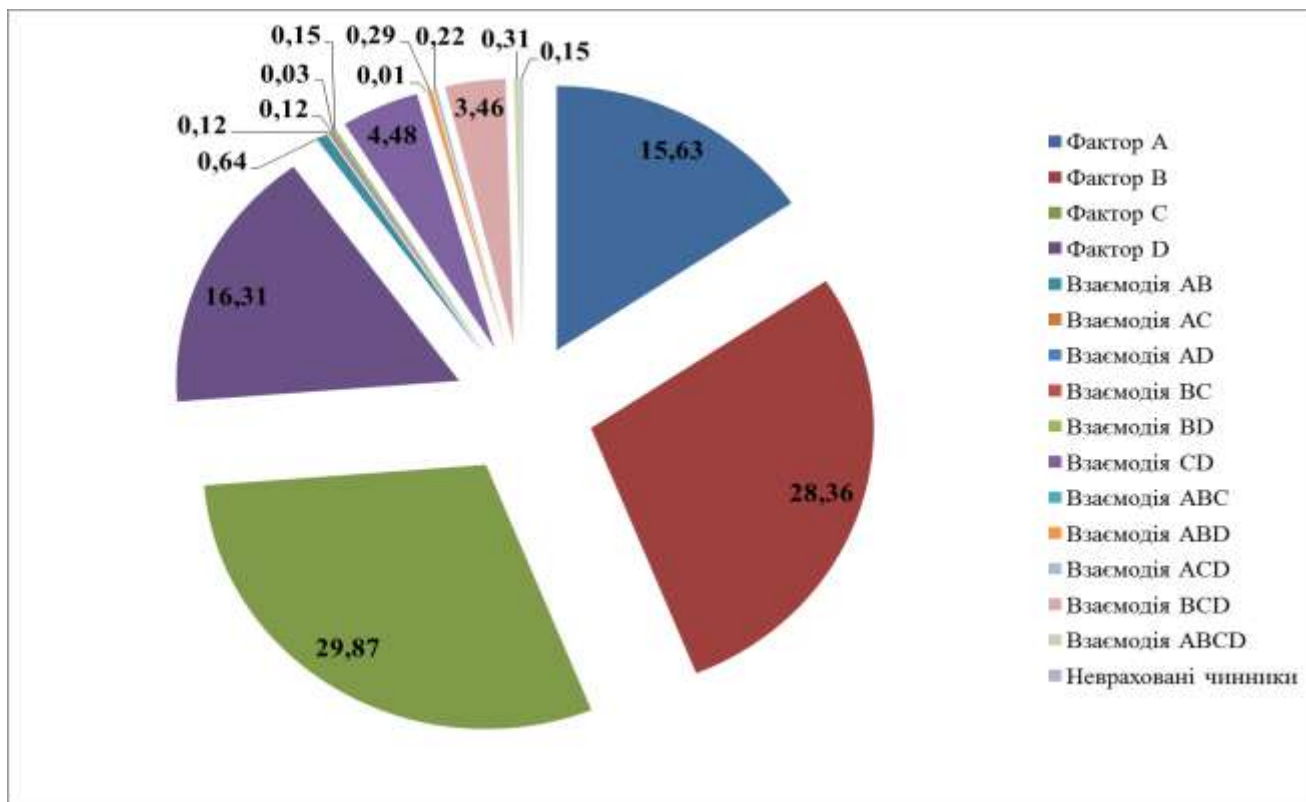
**Висота рослин сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів  
(середнє 2023–2025 рр.) см**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Фенологічна фаза			
		2–3 справжній листок (ВВСН 12)	Початок цвітіння (ВВСН 50–59)	Кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Повна стиглість (ВВСН 80–89)
Без інокуляції	1*	12,0	20,1	60,0	68,1
	2	12,0	22,4	63,8	72,6
	3	12,1	22,9	64,3	74,2
	4	12,1	23,6	66,2	76,8
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	12,4	22,4	64,0	74,5
	2	12,5	23,0	67,2	76,0
	3	12,5	23,5	68,4	77,4
	4	12,5	24,7	70,5	79,6
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т +0,5 л/т	1	12,7	23,0	66,1	76,0
	2	12,7	24,1	68,3	78,1
	3	12,6	24,9	69,7	79,5
	4	12,7	25,7	73,9	82,3
<i>НІР<sub>05</sub>, см</i>					
<i>A</i>		<i>0,30</i>	<i>0,19</i>	<i>0,75</i>	<i>0,81</i>
<i>B</i>		<i>0,30</i>	<i>0,19</i>	<i>0,75</i>	<i>0,81</i>
<i>C</i>		<i>0,34</i>	<i>0,22</i>	<i>0,87</i>	<i>0,93</i>
<i>AB</i>		<i>0,51</i>	<i>0,34</i>	<i>1,30</i>	<i>1,40</i>
<i>AC</i>		<i>0,59</i>	<i>0,39</i>	<i>1,50</i>	<i>1,61</i>
<i>BC</i>		<i>0,59</i>	<i>0,39</i>	<i>1,50</i>	<i>1,61</i>
<i>ABC</i>		<i>1,03</i>	<i>0,67</i>	<i>2,61</i>	<i>2,79</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Результати багатофакторного дисперсійного аналізу свідчать, що формування висоти рослин у фазу повної стиглості найбільшою мірою залежало від застосування варіантів інокуляції (фактор С), частка впливу якого становила 29,87 %. Це вказує на визначальну роль інокуляційних препаратів у стимулюванні

ростових процесів, активізації азотфіксації та покращенні фізіолого-біохімічного стану рослин упродовж вегетації.



**Рисунок 3.3 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником висота рослин на фазу повної стиглості (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Д. 4).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Майже однаковий рівень впливу мав сортовий фактор (В) – 28,36 %, що свідчить про значну генетичну зумовленість морфометричних показників рослин та різну здатність сортів реалізовувати свій біологічний потенціал у конкретних умовах вирощування.

Суттєвим також був вплив позакореневих підживлень (фактор D), частка якого становила 16,31 %. Отримані результати підтверджують важливість оптимізації системи листкового живлення для інтенсифікації ростових процесів та формування надземної біомаси рослин. Гідротермічні умови року (фактор А) забезпечували 15,63 % загальної варіації показника, що свідчить про помітну залежність висоти рослин від температурного режиму та вологозабезпечення впродовж періоду вегетації.

Серед взаємодій факторів найбільш вагомою була взаємодія CD (інокуляція позакореневі підживлення), частка якої становила 4,48 %. Це свідчить про наявність синергетичного ефекту при сумісному застосуванні інокуляційних препаратів і системи листового живлення. Взаємодія BCD характеризувалася часткою впливу 3,46 %, що вказує на певну залежність ефективності агротехнологічних заходів від сортових особливостей культури.

Інші взаємодії факторів мали незначний вплив на формування висоти рослин: AB – 0,64 %, AC – 0,12 %, AD – 0,12 %, BC – 0,03 %, BD – 0,01 %, ABC – 0,15%, ABD – 0,29 %, ACD – 0,22 %, ABCD – 0,15 %. Це свідчить про другорядний характер їх дії у структурі загальної мінливості досліджуваного показника.

Частка неврахованих чинників становила 0,31 %, що підтверджує високу точність експерименту, достатню повноту врахування основних факторів та адекватність застосованої статистичної моделі. Загалом результати дослідження свідчать, що формування висоти рослин значною мірою визначалося поєднаною дією біологічних особливостей сорту, інокуляції та системи позакореневого підживлення.

### **Висновки до розділу 3**

1. Ріст і розвиток рослин сої визначаються взаємодією сортових особливостей, елементів інтенсивної технології вирощування та ґрунтово-кліматичних умов, що зумовлює потребу пошуку комплексного підходу до технології вирощування.

2. В агроценозах сої сорту Паллада на контрольних ділянках (без інокуляції та) польова схожість насіння сої були найнижчими і досягали рівня 84,0%. За умови проведення бактеріальної обробки насіння сої інокулянтном Біоінокулянт-БТУ-р польова схожість збільшилась на 4,5% в порівнянні з варіантами контрольних ділянок (без обробки) і досягла рівня 88,5%, а за умови проведення інокуляції насіння біопрепаратом Атува відповідно на 5,7% і була на рівні 89,7%.

3. Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої сорту Азимут зафіксований на варіанті за умови інокуляції насіння сої препаратами Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т) у поєднанні із проведенням двох позакорневих підживлень

добривами Ярило Соя у фазі 2–3 трійчастий листок і Хелпрост Соя, і у фазі бутонізація рослин сої – 93,7%.

4. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала від сортових особливостей, передпосівної обробки, позакореневих підживлень та гідротермічних умов регіону вирощування і становила у сорту сої Паллада згідно варіантів досліду 103-116 діб, сорту Азимут від 109 до 122 діб. Самий тривалий вегетаційний період був встановлений, де проводили бактеризацію насіння сої перед посівом препаратом Атува + протектор Премакс і проводили два позакореневі підживлення у фазу 3-й трійчастий листок мікродобривами Ярило Соя, в нормі витрати 2,0 л/га та у фазі бутонізація Хелпрост Соя, в нормі – 3,0 л/га.

5. На показники лінійного приросту висоти рослин сої найбільш суттєво вплинуло застосування у передпосівну обробку насіння бактеріальних препаратів у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривами. Висота рослин сої сорту Азимут у фазі повної стиглості коливалася від 68,1 до 82,3 см, залежно від варіантів досліду. Найменша висота – 68,1 см була зафіксована на контрольному варіанті (без обробки), тоді як інокуляція препаратом Біоінокулянт-БТУ-р сприяло підвищенню висоти рослин сої до 74,5 см, а за інокуляції препаратом Атува до 78,1 см. Максимальна висота – 82,3 см спостерігалася на варіанті за інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Атува та проведенням позакореневих підживлень мікродобривам Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя.

6. Поєднання бактеризації насіння сої та мікроелементного підживлення у критичні періоди розвитку рослин забезпечує активізацію фізіолого-біохімічних процесів, оптимізацію росту і підвищення продуктивності сої, що представляє практичну цінність для забезпечення стабільного виробництва сої у будь яких ґрунтово-кліматичних регіонах.

## **РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ІНОКУЛЯНТІВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ**

### **4.1. Особливості формування площі листкової поверхні рослин сої**

Фотосинтез є невід'ємною умовою формування високої продуктивності й важливою особливістю усіх зелених рослин. У формуванні біомаси фотосинтез відіграє основну роль і є джерелом основою для її формування. Відомо, що у процесі фотосинтезу в середньому рослини за рік можуть утворювати близько 400 млрд. т органічної речовини, виділяючи в повітря близько 460 млрд. т кисню [166].

Фізіологічні процеси усіх рослин у повній мірі, впливають на наростання листової маси та здійснюють активізацію роботи фотосинтетичного. Також вони чинять вплив на роботу асиміляційної поверхні рослин цим самим вони забезпечують раціональне використання продуктів фотосинтезу в процесі росту і розвитку рослин сої, це все забезпечує формування показників продуктивності культури. Поглибленні знання про роботу фотосинтезу і його зв'язок з іншими процесами життєдіяльності рослин має як практичну цінність, так і теоретичну одночасно впливаючи на формування врожаю та сприяє підвищенню рівня урожайності польових культур, у тому числі і сої. На інтенсивність фотосинтезу впливають особливості сорту, вегетаційний період сої, умови довкілля, а також елементи технології вирощування культури.

Ряд науковців Дідора В. Г., Ступніцька О. С. [167], вважають, що площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал є основними показниками фотосинтетичної діяльності та характеризують її.

Асиміляційна поверхня рослин споживаючи сонячну енергію, синтезує складні органічні сполуки, які відповідають за ріст та розвиток нових органів рослин та формування врожаю. Оптимальні вищезазначені аспекти, а саме: фотосинтетичний потенціал та площа листкової поверхні є запорукою отримання

максимальних врожаїв культури з відповідною якістю насіння [168].

Здатність сої формувати площу листової поверхні в досить широкому спектрі – від 20 до 70 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно до умов вирощування культури. Переважна більшість сортів сої здатні формувати листовий апарат розмірами в межах 2500–3000 см<sup>2</sup> на рослину [169]. У результаті проведених досліджень співробітниками Інституту кормів та сільського господарства Поділля, на дослідженнях сортів сої вважається оптимальною площа листків у межах 40 - 50 тис. м<sup>2</sup>/га [170].

Результати досліджень по визначенню площі листової поверхні рослин сої сортів Паллада і Азимут в середньому за 2023-2025 роки наведені в таблицях 4.1 і 4.2. В результаті аналізу динаміки формування площі листової поверхні сорту Паллада відмічено, що на контрольному варіанті (без інокуляції та підживлення) площа листової поверхні у фазу повні сходи-гілкування становить 11,1 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу початок цвітіння 29,6 м<sup>2</sup>/га, відповідно у фазу кінець цвітіння 46,2 тис. м<sup>2</sup>/га, а у фазу дозрівання зерна – 32,5 м<sup>2</sup>/га. Дані показники є базовими для розвитку листового апарату без додаткових технологічних заходів. Проведення позакореневих підживлень мікродобривом Ярило Соя у нормі витрати 2,0 л/га у фазу 2-3 трійчастого листка незначно збільшує площу листової поверхні: у фазу початок цвітіння, кінець цвітіння до 29,8-46,5 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазу дозрівання зерна - 33,0 тис. м<sup>2</sup>/га що свідчить про помірний стимулюючий ефект на ріст листя. Відповідно внесення органо-мінерального добрива Хелпрост Соя у нормі витрати 3,0 л/га у фазу бутонізації сприяє також незначному підвищенню формування площі листової поверхні сої сорту Паллада в порівнянні з контрольним варіантом (без інокуляції та підживлення). Проведення підживлення сої мікродобривом підвищує площу листової поверхні до 29,9-46,9 тис. м<sup>2</sup>/га (цвітіння), відповідно 33,4 тис. м<sup>2</sup>/га (налив насіння), що відображає позитивний вплив біопрепаратів на площу листової поверхні сої.

Застосування поєднання підживлень Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації) забезпечує максимальну площу

листової поверхні: 30,1-73,2 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу цвітіння і 33,7 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу дозрівання насіння. (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Особливості формування площі листової поверхні сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	На фенологічну фазу			
		гілкування	початок цвітіння	кінець цвітіння	дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	11,1	29,6	46,2	32,5
	2	11,2	29,8	46,5	33,0
	3	11,4	29,9	46,9	33,4
	4	11,6	30,1	47,2	33,7
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	11,4	30,0	47,0	33,2
	2	12,0	30,5	47,5	33,6
	3	12,5	30,7	47,8	33,9
	4	13,0	31,1	48,1	34,2
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	12,0	30,3	47,5	33,5
	2	12,4	30,7	47,8	33,8
	3	12,8	30,9	48,0	34,0
	4	13,0	32,0	48,4	34,4
<i>НІР<sub>05</sub>, тис. м<sup>2</sup>/га</i>					
<i>A</i>		<i>0,14</i>	<i>0,09</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>
<i>B</i>		<i>0,14</i>	<i>0,09</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>
<i>C</i>		<i>0,16</i>	<i>0,10</i>	<i>0,04</i>	<i>0,05</i>
<i>AB</i>		<i>0,24</i>	<i>0,15</i>	<i>0,06</i>	<i>0,08</i>
<i>AC</i>		<i>0,28</i>	<i>0,17</i>	<i>0,07</i>	<i>0,10</i>
<i>BC</i>		<i>0,28</i>	<i>0,17</i>	<i>0,07</i>	<i>0,10</i>
<i>ABC</i>		<i>0,48</i>	<i>0,30</i>	<i>0,12</i>	<i>0,16</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Захід із проведенням передпосівної інокуляція насіння сої перед посівом Біоінокулянтом БТУ-р та підживлення мікродобривами у період вегетації сої сприяє збільшенню площі листової поверхні рослин сої у порівнянні з варіантами без інокуляції, що може бути пов'язано з інтенсивнішим надходженням сполук

азоту завдяки симбіотичним бактеріям. Найвищі показники динаміки формування площі листкової поверхні відмічено у варіанті із обробкою насіння інокулянтном Атува та дворазовим позакореневим підживленням мікродобривами Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя. Так у період росту і розвитку сої третього трійчастого листка-гілкування площа листкової поверхні була на рівні 13,0 тис. м<sup>2</sup>/га, 32,0-48,4 тис. м<sup>2</sup>/га (цвітіння) і 34,4 тис. м<sup>2</sup>/га (дозрівання зерна).

У сорту сої сорту Азимут застосування препарату Біоінокулянт– БТУ–р та підживлення у фазу 2–3 трійчастий листок мікродобривом Ярило Соя у нормі витрат 2,0 л/га незначно збільшує площу листкової поверхні: до 12,0 тис. м<sup>2</sup>/га (повні сходи-гілкування), 30,5-47,5 тис. м<sup>2</sup>/га (цвітіння) і 33,6 тис. м<sup>2</sup>/га (дозрівання зерна), що свідчить про середній стимулюючий вплив на ріст листя сої. Для порівняння на варіанті (інокуляція, без підживлення) площа листкової поверхні становить 11,1 тис. м<sup>2</sup>/га у фазі третій трійчастий листок-гілкування, 29,6-46,2 тис. м<sup>2</sup>/га у фазу цвітіння і 32,5 тис. м<sup>2</sup>/га під час дозрівання зерна (табл.4.2).

Проведення інокуляції насіння сої препаратами Атува + протектор Премакс, (2,0 л/т + 0,5 л/т) і позакореневого підживлення добривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації) значно підвищує площу листкової поверхні: до 13,5 тис. м<sup>2</sup>/га (третій трійчастий листок-гілкування), 35,8-49,7 тис. м<sup>2</sup>/га (цвітіння) і 35,8 тис. м<sup>2</sup>/га (дозрівання зерна), що відображає позитивний вплив мікродобрив на розвиток листового апарату сої.

Співставивши варіанти де проводили підживлення з інокуляцією насіння сої із варіантами без передпосівного проведення інокуляції, було відмічено тіснішу взаємодію об'єднання кількох технологічних заходів по вирощуванні сої, що якісно та кількісно перевищує їх окреме використання.

Таким чином, передпосівна обробка насіння інокулянтами і комплексне підживлення мікродобривами сприяє формуванню максимальної площі листкової поверхні рослин сої.

Високі показники продуктивності багатьох культурних рослин, в тому числі і сої, можливо отримати в агроценозах з оптимальною за розмірами площею листків [171].

**Особливості формування площі листової поверхні сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га**

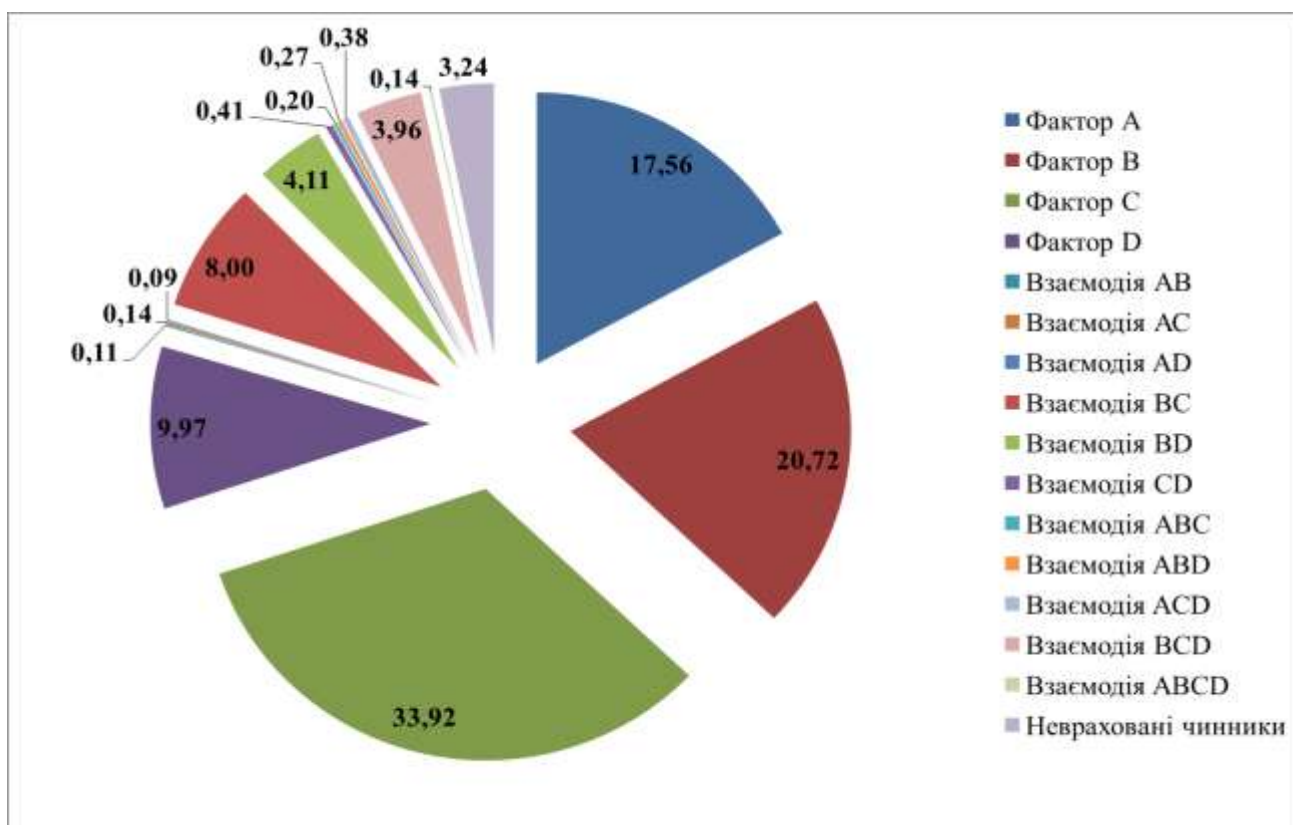
Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	На фенологічну фазу			
		гілкування	початок цвітіння	кінець цвітіння	дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	11,8	31,8	47,0	33,5
	2	12,5	32,3	47,3	34,2
	3	12,4	32,5	47,5	35,4
	4	12,6	33,1	47,8	39,7
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	12,7	32,5	48,5	34,1
	2	13,0	33,0	48,7	34,6
	3	13,2	33,6	49,0	35,2
	4	13,5	34,3	49,4	35,7
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	12,7	32,9	48,8	34,6
	2	13,1	33,4	49,0	34,8
	3	13,3	34,0	49,3	35,4
	4	13,5	35,8	49,7	35,8
<i>НІР<sub>05</sub>, тис. м<sup>2</sup>/га</i>					
<i>A</i>		<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>
<i>B</i>		<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>
<i>C</i>		<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>
<i>AB</i>		<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>
<i>AC</i>		<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>
<i>BC</i>		<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>
<i>ABC</i>		<i>0,13</i>	<i>0,10</i>	<i>0,11</i>	<i>0,13</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Автор Шевніков М. Я. у своїй науковій праці відмічає, що оптимальним даний показник на 1 га вважається 40 – 50 тис. м<sup>2</sup>. Чим менша площа листової поверхні сої, тим більше не оптимізована оптико–біологічна структура агроценозу сої, завдяки чому ФАР використовується не у повній раціональності. Також зазначається, що надмірна площа листової поверхні неефективна, адже відбувається затінення листків у нижній ярусах культури [172].

Формування генетичних особливостей рослин окреслюється сортовими особливостями культур, до прикладу він генетики сої залежить швидкість тривалість вегетації, формування листкового апарату, стресостійкість до умов навколишнього середовища. Інокуляція насіння бактеріальними препаратами сприяє покращенню проростання, розвитку потужної кореневої системи та інтенсивне засвоєння поживних речовин, а позакореневе підживлення мікроелементами сприяє у ефективному синтезі біомаси, що в подальшому впливає на індекс листкової поверхні.

Зроблені узагальнення було підтверджено результатами факторного аналізу показника площі листа на фазу кінця цвітіння (рис. 4.1, дод. Е.4).



**Рисунок 4.1 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником площі листа сортів сої на фенологічну фазу кінець цвітіння (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Д. 4).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Істотний вплив на варіювання показника мали гідротермічні умови року (фактор А), що свідчить про вагому роль погодних умов у процесах виживання та збереженості рослин протягом вегетації.

Суттєвою також була частка впливу сортових особливостей (фактор В), що підтверджує генетично зумовлену реакцію сортів на умови вирощування та різну адаптивну здатність до абіотичних чинників середовища з позиції формування площі асиміляційної поверхні. Водночас застосування інокуляції (фактор С) і позакореневих підживлень (фактор D) характеризувалося у сумі стотно вищим та, відповідно, статистично помітним внеском у формування показника.

Встановлено, що значну роль відігравала взаємодія факторів, зокрема АВ, ВС, CD та комплексна взаємодія ABCD, що свідчить про неоднакову ефективність агротехнологічних заходів залежно від погодних умов року та біологічних особливостей сорту. Це вказує на необхідність диференційованого підходу до застосування елементів технології вирощування з урахуванням конкретних гідротермічних умов та генотипових особливостей культури.

Погодні умови безпосередньо впливають на формування площі листової поверхні та динаміку формування індексу листової поверхні протягом періоду вегетації сої.

Найбільш позитивно впливають на формування цього індексу помірні температури, оптимальне освітлення та достатня кількість вологи. Проте такі фактори, як перегрів, посуха та нестача вологи лімітують розвиток листового апарату, та негативно впливають на його формування, пришвидшуючи його деградацію. Тому аналіз динаміки індексу листової поверхні у поєднанні із погодою ефективно оцінюючи прогнозування врожайності сої.

Результати аналізу динаміки індексу листової поверхні сої в середньому за три роки досліджень показали, що бактеризація насіння сої перед посівом і позакореневе підживлення мікродобривами мали суттєвий вплив на формування листової поверхні (ІЛП) (табл. 4.3, 4.4).

Таблиця 4.3

**Індекс листкової поверхні сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>**

Варіанти дослідів		Період росту і розвитку			
		повні сходи–гілкування	повні сходи–початок цвітіння	повні сходи–кінець цвітіння	повні сходи–дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	1,78 ± 0,21	3,56 ± 0,21	4,52 ± 0,27	3,96 ± 0,22
	2	1,80 ± 0,23	3,64 ± 0,24	4,61 ± 0,32	4,08 ± 0,28
	3	1,83 ± 0,25	3,70 ± 0,27	4,78 ± 0,33	4,17 ± 0,29
	4	1,85 ± 0,27	3,83 ± 0,34	4,85 ± 0,37	4,24 ± 0,35
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	1,94 ± 0,19	3,70 ± 0,23	4,69 ± 0,25	4,15 ± 0,21
	2	2,06 ± 0,20	3,82 ± 0,25	4,75 ± 0,27	4,31 ± 0,23
	3	2,10 ± 0,21	3,91 ± 0,27	4,81 ± 0,29	4,47 ± 0,25
	4	2,18 ± 0,22	4,00 ± 0,29	4,92 ± 0,31	4,62 ± 0,25
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	2,06 ± 0,18	3,77 ± 0,21	4,77 ± 0,25	4,20 ± 0,27
	2	2,18 ± 0,22	3,85 ± 0,22	4,82 ± 0,27	4,42 ± 0,31
	3	2,24 ± 0,25	3,97 ± 0,27	4,90 ± 0,31	4,50 ± 0,33
	4	2,30 ± 0,29	4,11 ± 0,28	4,98 ± 0,33	4,69 ± 0,35

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

У контрольному варіанті без інокуляції та підживлення індекс листкової поверхні сортів Паллада та Азимут становив 1,78–1,89 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (третій трійчастих листок–гілкування), 3,56–3,67 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (початок цвітіння), 4,52–4,63 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (кінець цвітіння), 3,96–3,99 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (формування і початок дозрівання зерна). Бактеризація насіння сої біопрепаратом Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т у поєднанні з підживленням мікродобрив Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації) забезпечило максимальні значення: 2,30–2,38 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (третій трійчастих листок–гілкування), 4,11–4,20 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (початок цвітіння), 4,98–5,08 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (кінець цвітіння), 4,69–4,77 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (формування і початок дозрівання зерна), що перевищує контроль на 29,2–30,8 %, 15,4–16,0%, 10,2–

11,2% і 18,4– 19,6% відповідно (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Індекс листкової поверхні сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>**

Варіанти досліду		Період росту і розвитку			
		повні сходи–гілкування	повні сходи–початок цвітіння	повні сходи–кінець цвітіння	повні сходи–дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	1,82 ± 0,15	3,62 ± 0,21	4,57 ± 0,24	3,99 ± 0,19
	2	1,93 ± 0,17	3,74 ± 0,21	4,71 ± 0,26	4,11 ± 0,22
	3	1,95 ± 0,19	3,78 ± 0,23	4,82 ± 0,28	4,20 ± 0,23
	4	1,98 ± 0,21	3,90 ± 0,25	4,90 ± 0,31	4,29 ± 0,25
Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т	1	2,03 ± 0,19	3,78 ± 0,22	4,75 ± 0,23	4,23 ± 0,24
	2	2,14 ± 0,21	3,89 ± 0,25	4,83 ± 0,27	4,37 ± 0,26
	3	2,17 ± 0,25	3,97 ± 0,25	4,90 ± 0,29	4,46 ± 0,28
	4	2,29 ± 0,29	4,10 ± 0,31	4,98 ± 0,30	4,63 ± 0,32
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	2,11 ± 0,22	3,86 ± 0,25	4,80 ± 0,27	4,26 ± 0,29
	2	2,18 ± 0,25	3,93 ± 0,27	4,92 ± 0,29	4,48 ± 0,31
	3	2,25 ± 0,27	4,07 ± 0,31	4,96 ± 0,33	4,55 ± 0,34
	4	2,38 ± 0,31	4,20 ± 0,35	5,08 ± 0,35	4,77 ± 0,37

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Таким чином, відмічено найвищі показники індексу листкової поверхні сортів сої при комбінації інокуляції та позакореневого підживлення мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку культурних рослин, що сприяє підвищенню фотосинтетичного потенціалу, індивідуальної продуктивності, врожайності та якості насіння сої.

## 4.2. Формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої

Щоб дати характеристику фотосинтетичній продуктивності, ще достатньо лише площі листової поверхні. Важливим аспектом є не площа листової поверхні, а тривалість та потужність її роботи. Тому ефективною величиною для оцінки фотосинтетичної діяльності посіву за вегетаційний період є фотосинтетичний потенціал (ФП). Тому, знання закономірностей, які визначають ті чи інші зміни інтенсивності та продуктивності фотосинтезу, а також вміння управляти цими змінами – важлива умова отримання високих врожаїв якісного насіння сої [173].

Основним процесом життєдіяльності рослинного світу, власне, як і джерелом синтезу і накопичення ними органічної речовини, що є основою проходження процесу фотосинтезу. Науковцями доведено, що сприятливим середовищем для проходження фотосинтезу формуються за швидкого наростання листків до найбільших розмірів на початку вегетації і тривалий час збереження її в робочому стані [174].

Площа листя і фотосинтетичний потенціал посівів сільськогосподарських рослин визначаються гідротермічними умовами років досліджень, характеристикою сортових особливостей та основними технологічними заходами їх вирощування, всі агротехнологічні прийоми вирощування культур повинні бути спрямовані на створення найбільш сприятливих умов для функціонування фотосинтетичного апарату та підвищення коефіцієнту використання рослинами сонячної енергії [175, 176].

Фотосинтетичний потенціал агроценозів сої за три роки досліджень приблизно змінювався аналогічно до динаміки формування показників площі листової поверхні. У наших дослідженнях ми визначали вплив на величину фотосинтетичного потенціалу посівів сої інокуляції, біологічних особливостей сортів, позакореневого підживлення мікродобривами та органо-мінеральних добрив (табл. 4.5).

**Фотосинтетичний потенціал агроценозу сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), млн. м<sup>2</sup> діб /га**

Варіанти дослідів		Період росту і розвитку			
		повні сходи–гілкування	повні сходи–початок цвітіння	повні сходи–кінець цвітіння	повні сходи–дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	0,513	0,628	0,744	1,963
	2	0,538	0,671	0,820	2,108
	3	0,540	0,683	0,841	2,190
	4	0,556	0,722	0,897	2,320
Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т	1	0,560	0,705	0,801	2,245
	2	0,583	0,748	0,950	2,803
	3	0,588	0,757	0,976	2,846
	4	0,632	0,793	0,994	3,071
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	0,604	0,736	0,836	2,368
	2	0,656	0,752	0,980	3,021
	3	0,683	0,769	1,063	3,105
	4	0,705	0,790	1,202	3,322

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Встановлено, що в середньому фотосинтетичний потенціал посівів сої в період повні сходи – початок цвітіння становив на контрольних варіантах (без інокуляції та позакореневих підживлень) у сортів Паллада та Азимут 0,628 та 0,762 млн м<sup>2</sup> діб/га, а на кінець цвітіння 0,744 та 0,862 млн м<sup>2</sup> діб/га, відповідно. Обробка насіння біопрепаратами Біоінокулянт БТУ– р сприяли підвищенню показників фотосинтетичного потенціалу посівів сортів сої, відносно контролю (без інокуляції та позакореневих підживлень) в період повні сходи – початок

цвітіння сорту Паллада на 0,077–0,057 та сорту Азимут на 0,068–0,153 млн м<sup>2</sup>·діб/га, відносно контролю. Проведення бактеризація насіння сої та позакоренових обприскувань окремо Ярило Соя 2,0 л/га у фаза 2–3 трійчастий листок, а також окремо Хелпрост Соя 3,0 л/га у фаза бутонізації збільшувала фотосинтетичний потенціал посівів у фазу цвітіння на 23,8 % у скоростиглого сорту та на 38,4 % – у середньостиглого сорту. У середньому за роки досліджень, найвищі значення фотосинтетичного потенціалу посівів в усіх варіантах досліду відмічено за період повні сходи фізіологічна стиглість у сорту сої Паллада – на рівні 1,963–3,322 млн м<sup>2</sup>·діб/га, відповідно сорту Азимут 2,508–3,460 млн.м<sup>2</sup>·діб/га. Проведення інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ–р підвищувало фотосинтетичний потенціал посіву сої сорту Паллада на 0,282 млн м<sup>2</sup>·діб/га (на 14,4 %) та сорту Азимут – на 0,442 млн м<sup>2</sup>·діб/га (на 18,4 %). Проведення інокуляції насіння препаратом Атува підвищувало фотосинтетичний потенціал посіву сої сорту Паллада на 0,405 млн м<sup>2</sup>·діб/га (на 20,6 %) та сорту Азимут – на 0,526 млн м<sup>2</sup>·діб/га (на 21,8 %).

За поєднання бактеризації насіння та позакоренових підживлень мікродобривами фотосинтетичний потенціал посіву зростав відносно контролю на 32,6 та 37,1 %. Ефективнішим було внесення органо-мінерального добрива Хелпрост Соя 3,0 л/га у фаза бутонізації, в наслідок чого фотосинтетичний потенціал посівів сої сорту Паллада зростав на 37,9–46,7 %, сорту Азимут – на 39,1–49,5 %, відносно контролю.

Максимального значення фотосинтетичний потенціал за досліджуваний період повні сходи – формування і початок дозрівання зерна (Паллада – 3,322 млн м<sup>2</sup>·діб/га, Азимут – 3,460 млн м<sup>2</sup>·діб/га) відмічено за умови поєднання бактеризації насіння Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т і позакоренових підживлень добривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації). За результатами проведених аналізів максимальний фотосинтетичний потенціал був властивий для сорту Азимут (табл. 4.6).

**Фотосинтетичний потенціал агроценозу сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), млн. м<sup>2</sup> діб /га**

Варіанти дослідів		Період росту і розвитку			
		повні сходи– гілкування	повні сходи– початок цвітіння	повні сходи– кінець цвітіння	повні сходи– дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	0,650	0,762	0,862	2,508
	2	0,664	0,790	0,938	2,803
	3	0,675	0,804	0,951	2,870
	4	0,690	0,858	1,067	3,121
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	0,708	0,830	1,015	2,650
	2	0,732	0,952	1,023	2,958
	3	0,748	0,978	1,170	3,072
	4	0,770	1,023	1,222	3,250
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	0,768	0,905	1,230	2,834
	2	0,801	1,072	1,254	3,229
	3	0,819	1,090	1,295	3,301
	4	0,984	1,130	1,341	3,460

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Таким чином, оцінка результатів досліджень щодо особливостей формування фотосинтетичного потенціалу, який характеризує динамічні зміни площі листків за певний період вегетації, показує, що максимальних значень у досліді – 3,460 млн м<sup>2</sup>·діб/га даний показник досягав в агроценозах сорту сої Азимут за умови проведення бактеризації насіння препаратом Атува та позакореневих підживлень добривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої.

### **4.3. Вплив оптимізації живлення сортів сої на чисту продуктивність фотосинтезу агроценозів**

Ще один не менш значущий показник, що визначає потенційні можливості формування врожаю рослинами, є чиста продуктивність фотосинтезу – ЧПФ. ЧПФ характеризує ефективність діяльності одиниці листкової поверхні рослин щодо акумуляції кількості сухої речовини сільськогосподарських культур за певний проміжок часу [177].

Автор О. В. Аралов у своїй науковій праці відмічає, що чиста продуктивність фотосинтезу має певний зворотний зв'язок із площею листкової поверхні, що є найбільш впливовим чинником у розвитку надземної маси рослини та відіграє важливе значення у поглинанні CO<sub>2</sub> і формуванні органічної маси під час фотосинтезу [178].

За результатами проведених досліджень встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу змінюється під впливом бактеризації насіння сої та підживлення мікроелементами в період росту і розвитку рослин сої.

Формування максимальних величин ЧПФ до фази цвітіння можна пояснити порівняно невеликим наростанням площі листкової поверхні, що забезпечує добру освітленість різних ярусів листків на рослині.

На варіантах посіву сорту Паллада без обробки насіння та позакореневих підживлень показник продуктивності фотосинтезу впродовж міжфазного періоду повні сходи–гілкування знаходився в межах 2,36–3,70 г/м<sup>2</sup> за добу, повні сходи–початок цвітіння – 0,82 г/м<sup>2</sup> за добу, повні сходи–кінець цвітіння 0,98 г/м<sup>2</sup> за добу, і повні сходи–дозрівання 0,52 г/м<sup>2</sup> за добу. Проведення інокуляції насіння Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т забезпечило зростання чистої продуктивності фотосинтезу для рослин сої в порівнянні з контролем (без інокуляції та підживлень) у період повні сходи–гілкування на 8,9%, повні сходи–початок цвітіння – 9,8%, повні сходи–кінець цвітіння –5,1%, повні сходи–дозрівання – 19,2% за добу.

Аналізуючи отримані результати, варто наголосити про значний вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень мікродобривами у критичні

періоди росту і розвитку рослин сої на формування показника ЧПФ (табл.4.7).

На ділянках, де проводили бактеризацію насіння сої Біоінокулянт–БТУ–р і проводилось листкове обприскування посівів мікродобривом Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) період повні–сходи–початок цвітіння був на рівні 0,93 г/м<sup>2</sup> за добу, що більше за контрольні ділянки (без інокуляції і підживлень) на 13,4%, повні сходи–кінець цвітіння – 1,07 г/м<sup>2</sup> за добу (на 9,2 %), повні сходи–дозрівання зерна – 0,66 г/м<sup>2</sup> за добу (на 26,9 %).

Таблиця 4.7

**Чиста продуктивність фотосинтезу агроценозу сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), г/м<sup>2</sup> за добу**

Варіанти дослідів		Період росту і розвитку			
		повні сходи–гілкування	повні сходи–початок цвітіння	повні сходи–кінець цвітіння	повні сходи–дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	2,36	0,82	0,98	0,52
	2	2,43	0,84	1,02	0,59
	3	2,45	0,85	1,06	0,61
	4	2,49	0,88	1,10	0,63
Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т	1	2,57	0,90	1,03	0,62
	2	2,68	0,93	1,07	0,66
	3	2,79	0,95	1,09	0,68
	4	2,94	0,99	1,14	0,71
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	2,70	0,93	1,06	0,64
	2	2,83	0,96	1,11	0,68
	3	2,95	0,98	1,14	0,70
	4	3,08	1,03	1,19	0,74

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Найкращі показники асиміляційних процесів відбувалися на варіантах із передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Атува та позакореневими підживленням добривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації) – 3,08; 1,03; 1,19, 0,74 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно. У період цвітіння–наливання насіння ми спостерігали зменшення величини чистої продуктивності фотосинтезу. Це можна пояснити наростанням площі асиміляційної поверхні та взаємозатіненням листя, що призводить до зниження інтенсивності процесу фотосинтезу. Таким чином, проведені дослідження підтверджують зворотну залежність між розміром листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу.

Аналогічно були відмічені показники чистої продуктивності фотосинтезу сорту Азимут. На асиміляційні процеси в міжфазні періоди повні сходи–гілкування, повні сходи–цвітіння та повні сходи–дозрівання зерна найкраще впливало проведення бактеризації насіння сої та проведення позакорневих підживлень. Максимальний показник чистої продуктивності фотосинтезу отримано за бактеризації насіння сої препаратом Атува та підживленням дослідних рослин сої мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Так, період повні сходи–гілкування був на рівні 3,19 г/м<sup>2</sup> за добу, що більше за контрольні ділянки (без інокуляції і підживлень) на 31,8 %; повні–сходи–початок цвітіння був на рівні 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу, (на 25,6 %); повні сходи–кінець цвітіння – 1,25 г/м<sup>2</sup> за добу (на 21,4 %), повні сходи–дозрівання зерна – 0,66 г/м<sup>2</sup> за добу (на 40,4 %) (табл. 4.8).

Узагальнюючи результати проведених досліджень, доведено, що передпосівна бактеризація насіння нуту в поєднанні з позакореневими підживленнями у критичні періоди росту і розвитку рослин сої істотно підвищує чисту продуктивність фотосинтезу на протязі усього періоду вегетації культурних рослин. Це створює передумови для формування вищої продуктивності та якості насіння сої.

**Чиста продуктивність фотосинтезу агроценозу сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), г/м<sup>2</sup> за добу**

Варіанти дослідів		Період росту і розвитку			
		повні сходи–гілкування	повні сходи–початок цвітіння	повні сходи–кінець цвітіння	повні сходи–дозрівання зерна
Без інокуляції	1*	2,42	0,86	1,03	0,57
	2	2,51	0,88	1,07	0,64
	3	2,58	0,89	1,11	0,66
	4	2,73	0,92	1,16	0,69
Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т	1	2,68	0,94	1,08	0,67
	2	2,80	0,97	1,12	0,71
	3	2,85	0,99	1,16	0,73
	4	3,01	1,03	1,20	0,77
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	2,84	0,97	1,11	0,69
	2	2,96	1,01	1,16	0,73
	3	3,08	1,03	1,20	0,75
	4	3,19	1,08	1,25	0,80

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

За результатами проведених досліджень, відмічаємо, що показник чистої продуктивності фотосинтезу у сорту сої Азимут був вищий ніж у сорту Паллада. Істотна різниця показників ЧПФ між сортами сої за значеннями окреслюється насамперед, їх властивостями та біологічними особливостями, усі ці фактори впливають протягом вегетації на інтенсивність проходження ростових процесів, та формування листкової поверхні. Відмічено, що досліджувані міжфазні періоди сорт Азимут характеризувався вищими значеннями ЧПФ порівняно з сортом Паллада, що свідчить про його вищий фотосинтетичний потенціал і краще

пристосування до факторів вирощування в даних умовах. Мінімальна різниця між двома сортами сої була відмічена у ранній період розвитку рослин, а саме від настання фази повних сходів до моменту гілкування, коли асиміляційна поверхня була ще сформованою не у повній мірі, а фактор сортові особливості на даному етапі проявив себе слабо. На момент від фази повних сходів до кінця цвітіння сортові відмінності проявлялися сильніше, і чиста продуктивність фотосинтезу сорту Азимут дещо перевищувала показники ЧПФ сорту Паллада, що у середньому досягало 2–3%, це, насамперед, пов'язано з інтенсивнішим ростом листової маси та вищою активністю фотосинтетичного апарату рослин сої на момент генеративного розвитку.

Загалом така тенденція спостерігається генетично сформованою здатністю сорту сої Азимут більш ефективно реалізовувати свій фотосинтетичний потенціал, що дасть змогу краще реагувати на проведення інокуляції насіння і застосування позакореневих підживлень на сої мікродобривами та відповідно, довше підтримувати функціональну активність листового апарату на протязі вегетації.

#### **Висновки до розділу 4:**

1. Формування фотосинтетичного апарату рослин сої умовах Лісостепу правобережного істотно залежало від поєднання сортових особливостей і елементів технології вирощування культури, зокрема передпосівної бактеризації насіння та системи позакореневих підживлень мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої. Упродовж вегетації ранньостиглого сорту Паллада та середньостиглого Азимут спостерігалось закономірне зростання площі листової поверхні від фази гілкування до наливу зерна з подальшим її зменшенням у фазі повної стиглості внаслідок фізіологічного старіння листків.

2. Максимальні значення площі листової поверхні сортів сої Паллада та Азимут були сформовані за умови комплексного застосування інокуляції насіння препаратом Атува у поєднанні з двома позакореневими підживленнями мікродобривами Ярило Соя у фазу 2-3 трійчастий листок + Хелпрост Соя, у фазу бутонізації сої. За таких умов вирощування на момент досягання зерна, показник площі листя перевищував контроль на 5,9-6,9%, що вказує на оптимальну роботу

асиміляційного апарату та, як наслідок, продовження терміну його активного функціонування.

3. Фотосинтетичний потенціал посівів сої в період повні сходи - початок цвітіння становив на контрольних варіантах (без інокуляції та позакореневих підживлень) у сортів Паллада та Азимут 0,628 та 0,762 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ , а на кінець цвітіння 0,744 та 0,862 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ , відповідно. Найвищий фотосинтетичний потенціал за період повні сходи – формування і початок дозрівання зерна (Паллада – 3,322 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ , Азимут – 3,460 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ ) відмічено за умови поєднання бактеризації насіння Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т і позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації). Сорт сої Азимут забезпечив формування високого фотосинтетичного потенціалу на усіх етапах дослідження.

4. Бактеризація насіння сортів сої Паллада та Азимут біопрепаратом Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т у поєднанні з підживленням мікродобрив Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації) забезпечило максимальні значення: 2,30-2,38  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (третій трійчастий листок-гілкування), 4,11-4,20  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (початок цвітіння), 4,98-5,08  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (кінець цвітіння), 4,69-4,77  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (формування і початок дозрівання зерна), що перевищує контроль на 29,2-30,8 %, 15,4-16,0%, 10,2-11,2 % і 18,4- 19,6% відповідно.

5. Максимальний показник чистої продуктивності фотосинтезу отримано за бактеризації насіння сої сорту Азимут препаратом Атува та підживленням дослідних рослин сої добривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації). Так, період повні сходи-гілкування був на рівні 3,19  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу, що більше за контрольні ділянки (без інокуляції і підживлень) на 31,8 %; повні-сходи-початок цвітіння був на рівні 1,08  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу, (на 25,6 %); повні сходи-кінець цвітіння – 1,25  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу (на 21,4 %), повні сходи-дозрівання зерна – 0,66  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу (на 40,4 %).

## РОЗДІЛ 5. ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ВНЕСЕННЯ МІКРОДОБРІВ ТА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

### 5.1. Особливості формування кількості і маси бульбочок у рослин сої

Азотні добрива займають провідну позицію у технології вирощування фактично усіх сільськогосподарських культур, вартість яких на сьогоднішній час досить висока. Тому, як альтернативу для зниження витрат на добрива розглядають шляхи запровадження біологізованих технологій вирощування багатьох культур, увагу звертають також на збільшення відсотка симбіотичного фіксованого азоту в агроценозах бобових культур, це можна вдало реалізувати за рахунок створення поєднання симбіозу зернобобових з додаванням окремих технологічних операцій це обробка різними видами бульбочкових бактерій [179]. Оптимізація агротехнологій впливає на підвищення продуктивності сої та має вагомое агроекологічне, виробниче та продовольче значення [180].

Під окремо взятий вид бобових підбирається певний спеціалізований штам бактерій, який стимулює наростання бульбочок та поліпшує їх роботу. Науково доведено, що соя реагує позитивно лише на активізацію азотфіксуючих бактерій із роду *Bradyrhizobium japonicum*. Первинний контакт цих мікроорганізмів і рослин сої розпочинається під час симбіозу насінини та бактерій уже на момент проростання насіння, коли ці біологічні речовини, які безпосередньо потрапляють у навколишнє середовище, можуть здійснювати вплив на властивості бульбочкових бактерій, на кореневій системі. Низка провідних науковців у цій галузі Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. [181] вказують, що застосування бактеріальних препаратів як технологічний захід на момент передпосівної інокуляції насіння є досить вигідним з економічної точки зору та перспективним ресурсом підвищення продуктивності рослинницької галузі.

Пріоритетним завданням сучасного аграрного сектору є виявлення найбільш ефективних підходів для поліпшення врожайності та якості продукції сої. Успішна реалізація цього питання можлива шляхом застосування на агроценозах

позакореневого підживлення мікроелементами. Такий захід за несприятливих умов вирощування може цілком забезпечити рослини потрібними їм елементами живлення. Засвоєння поживних елементів позакоренево відбувається набагато швидше та ефективніше, порівняно із засвоєнням з ґрунту, цей захід теж сприяє наростанню площі листків сої та підвищує її стійкість до несприятливих чинників. Живлення у такий спосіб макроелементами не вигідний процес, оскільки вони засвоюються у незначній кількості, стосовно мікроелементів, то через дисточки рослини з легкістю і користю їх засвоюють у повній мірі.

Аналізуючи дані науковців В. З. Панчишина, А. А. Мелешко, Н. І. Корево та ін., [182] в результаті здійснення у фазу цвітіння (ВВСН69) обліків кількості бульбочкових бактерій роду *Bradyrhizobium* на рослинах сої сортів Фаворит і Ментор зазначено, що на контрольних варіантах їх чисельність становила 28,0–26,7 шт./рослину на момент фази цвітіння. Проведення обробки насіння сої інокулянтом РизоСтарт забезпечило зростання показників чисельності на кореневі системі бульбочкових бактерій до 29,3–27,3 шт./рослину. Аналогічні результати були зафіксовані у фазі дозрівання насіння сої (ВВСН85). Встановлено, що кількість бульбочкових бактерій на контрольних ділянках (без проведення інокуляції) зменшилась і була в межах 22,7–24,0 шт./рослину, за проведення інокуляції насіння збільшилась до 23,0–24,3 шт./рослину.

Найбільші показники кількості та маси бульбочок сої досягали, коли рослини входили у фазу цвітіння та поступово зменшувалась їх чисельність до моменту настання фази наливу бобів на 2,5–5,9 і 3,2–7,3%. За проведення передпосівної інокуляції насіння сої препаратом Легум Фікс кількість бульбочок на рослині зростала на 36,5–40,2 % а їх маса на 32,2–35,1%, Біоінокулянт БТУ–т – на 31,3–34,2 % і 27,4–31,2%, Біомаг соя – на 33,6–36,1% і 30,6–32,7%, порівняно з контролем. Максимальну кількість бульбочок було відмічено на рослинах сої – 59, 62 і 67 шт., із досягненням маси 1,27, 1,34 і 1,40 г такі прирости були відмічені на момент фази цвітіння на варіанті, де проводили підгортання рослин сої у фазі 1–го справжнього листка та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія [183].

Застосування позакореневого підживлення на агрофітоценозах сої з використанням мікроелементного добрива Акселератор Гідро Бор у фазі 2–го та 6–го трійчастого листа із дозою 1,0 л/га, сприяло отримання найвищого зростання врожаю 6,2 ц/га, дозволило підняти вміст білка у соєвому зерні до рівня 3,25 %, вміст жиру зріс на 2,58 %, при порівнянні з контрольним варіантом. Обробка посівів сої мікроелементним добривом Найс Бор у фазі 2–го і 6–го трійчастого листа у дозі 1,0 л/га забезпечила приріст врожайності на 4,1 ц/га із вмістом білка у зерні сої на 2,85 %, жиру на 2,21 %, що відповідно більше, ніж на контролі [184].

Професор ВНАУ Дідур І.М., [185] наголошує, що в результаті досліджень найбільш добрі умови для росту та розвитку, а як наслідок і найбільшої виживаності рослин сої, були на варіантах досліду із поєднанням інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення органіко–мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). За цих умов вирощування коефіцієнт збереження рослин сої становив 93,2 % в той час, як на абсолютному контролі досліду даний показник знижувався на 6,1 % і становив 87,1 %.

Дослідженнями встановлено, що кількість і ріст бульбочок залежить від кліматичних умов, інокулянтів, мікродобрив та інтенсивності освітлення тощо. Так, у роки проведення досліджень кількість і маса бульбочок на кореневій системі сої, а також кількості активних бульбочок, була значно більшою з достатнім зволоженням порівняно із посушливими роками. Дієвим агротехнічним прийомом підвищення ефективності бобово–ризобіального симбіозу є використання інокулянтів на основі активних штамів бульбочкових бактерій.

Результатами досліджень встановлено, що вирощування сої високопродуктивного сорту Паллада в правобережному Лісостепу України із проведенням інокуляції насіння сої перед посівом і позакорневих підживлень мікродобривами, порівняно із звичайною технологією цієї зернобобової культури, створюються кращі умови для формування кількості бульбочкових бактерій, а в подальшому симбіотичного потенціалу, що суттєво впливає на продуктивність сої. Аналізуючи сорт сої Паллада і використання інокулянта Біоінокулянт–БТУ–р, 3,0 л/т у фазі цвітіння, відмічено, що загальна кількість бульбочок становила 24,7 шт.

на рослину, з них активних 16,0 шт., тоді як на контрольних ділянках (без інокуляції та позакореневих підживлень) нараховувалось 3,3 шт. на рослину. При використанні інокулянта Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т кількість бульбочок на одній рослині сої у фазу цвітіння збільшилась і була на рівні 27,1 шт. загальних, із них 23,9 активних, що становить 88,2 % (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Динаміка кількості бульбочкових бактерій у рослин сої сорту Паллада залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень, шт./рослину (середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	На фенологічну фазу			
		цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних
Без інокуляції	1*	13,7	3,2	8,0	2,8
	2	14,0	5,0	9,3	3,4
	3	14,5	5,2	9,7	3,8
	4	14,9	5,7	10,4	4,4
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	24,7	16,0	12,0	6,3
	2	25,5	17,3	13,1	7,6
	3	26,1	17,5	13,6	8,0
	4	29,0	18,8	14,2	8,3
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	25,2	16,7	14,0	8,4
	2	26,8	18,0	14,9	9,0
	3	27,2	18,9	15,4	9,0
	4	29,0	20,0	16,0	9,2
<i>НІР<sub>05</sub>, шт./рослину</i>					
<i>A</i>		<i>0,11</i>	<i>0,11</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>
<i>B</i>		<i>0,11</i>	<i>0,11</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>
<i>C</i>		<i>0,13</i>	<i>0,13</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>
<i>AB</i>		<i>0,19</i>	<i>0,19</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>
<i>AC</i>		<i>0,22</i>	<i>0,22</i>	<i>0,10</i>	<i>0,10</i>
<i>BC</i>		<i>0,22</i>	<i>0,22</i>	<i>0,10</i>	<i>0,10</i>
<i>ABC</i>		<i>0,38</i>	<i>0,39</i>	<i>0,17</i>	<i>0,17</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Використання мікродобрив для позакореневого підживлення в період вегетації сої також мали позитивний вплив, як на загальну кількість бульбочок, так і на кількість активних. Проведення інокуляції насіння сої мікробіологічними препаратами та позакореневого підживлення посівів сої мікродобривами показали найкращу ефективність щодо кількості бульбочок і їх стану. Найкращі варіанти були відмічені на ділянках де інокуляція насіння сої проводилась препаратами Атува + протектор Премакс, в нормі витрат 2,0 л/т + 0,5 л/т, а в подальшому вносились позакоренево добрива Ярило Соя 3,0 л/га + Хелпрост Соя, 3,0 л/га. Так, облік бульбочок на коріннях рослин сої у період цвітіння показав, що їх кількість була найвищою в кількості 29,0 шт. на рослину, з них активних 20,0 шт., що становить 69,0 %. Облік бульбочок у період формування зерна показав, що кількість бульбочок зменшилась порівняно з обліком у фазу цвітіння. Кількість бульбочок була на рівні 16,0 шт. на рослину, з них активних 9,2 шт., що становить 57,5 %. За результатами досліджень можна відмітити, що обробка насіння біологічними препаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува покращує умови контакту кореневої системи рослин сої з вірулентними формами ризобій та сприяє більш рясному утворенню ними на кореневій системі активних азотфіксуючих пухирців. Загалом протягом вегетаційного періоду відмічено, що при інокуляції насіння сої більшість бульбочок мали рожевий колір і розташовувалися на головному корені, що свідчить про активну фіксацію в них молекулярного азоту. За роки досліджень встановлено ефективність даного технологічного заходу, який призвів до утворення бульбочок на одній рослині у фазі цвітіння в межах 24,7–25,2 шт./рослину, серед них активних 16,0–16,7 шт./рослину, відповідно у фазу дозрівання кількість бульбочок зменшилась і була рівні 12,0–14,0 шт./рослину, серед них активних 6,3–8,4 шт./роsl. Найвища кількість бульбочок утворювалося при обробці насіння біопрепаратом Атува і проведенням позакорневих підживлень Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га. Так, у фазі цвітіння сої нараховувалось 29,0 шт./рослину, а у фазу дозрівання 16,0 шт./рослину. Фаза дозрівання порівняно з фазою цвітіння характеризувалася зменшенням чисельності

бульбочок на коренях рослин у всіх варіантах досліду. У середньому за роки досліджень кількість бульбочок на контрольному варіанті (без препаратів) була в межах 8,0 шт./рослину або на 58,4 % менше ніж у фазу цвітіння рослин сої.

Подібна тенденція спостерігалась і для сорту сої Азимут. За результатами досліджень можна встановити, що обробка насіння біологічними препаратами Біоінокулянт-БТУ-р і Атува покращує умови контакту кореневої системи рослин сої з вірулентними формами ризобій та сприяє більш рясному утворенню ними на кореневій системі активних азотфіксуючих пухирців. Загалом протягом вегетаційного періоду відмічено, що при інокуляції насіння сої більшість бульбочок мали рожевий колір і розташовувалися на головному корені, що свідчить про активну фіксацію в них молекулярного азоту. За роки досліджень встановлено ефективність даного технологічного заходу, який призвів до утворення бульбочок на одній рослині у фазі цвітіння в межах 26,5–27,1 шт./рослину, серед них активних 16,8–17,1 шт./рослину, відповідно у фазу дозрівання кількість бульбочок зменшилась і була рівні 13,2–14,2 шт./рослину, серед них активних 6,5–9,0 шт./роsl. (табл. 5.2).

Найбільше бульбочок утворювалося при обробці насіння біопрепаратом Атува і проведенням позакорневих підживлень Ярило Соя у фазу 2-3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га. Так, у фазі цвітіння сої нараховувалось 31,8 шт./рослину, а у фазу дозрівання 17,3 шт./рослину. Фаза дозрівання порівняно з фазою цвітіння характеризувалася зменшенням чисельності бульбочок на коренях рослин у всіх варіантах досліду. У середньому за роки досліджень кількість бульбочок на контрольному варіанті (без препаратів) була в межах 8,5 шт./рослину або на 60,3 % менше ніж у фазу цвітіння рослин сої. Водночас під впливом препаратів кількість бульбочок на коренях сої достовірно відрізнялась від контролю досліджуваного сорту. Проведення бактеризації насіння сої перед посівом і внесення мікродобрив у варіантах досліду в період вегетації мали позитивний вплив, як на загальну кількість бульбочок, так і на кількість активних бульбочкових бактерій.

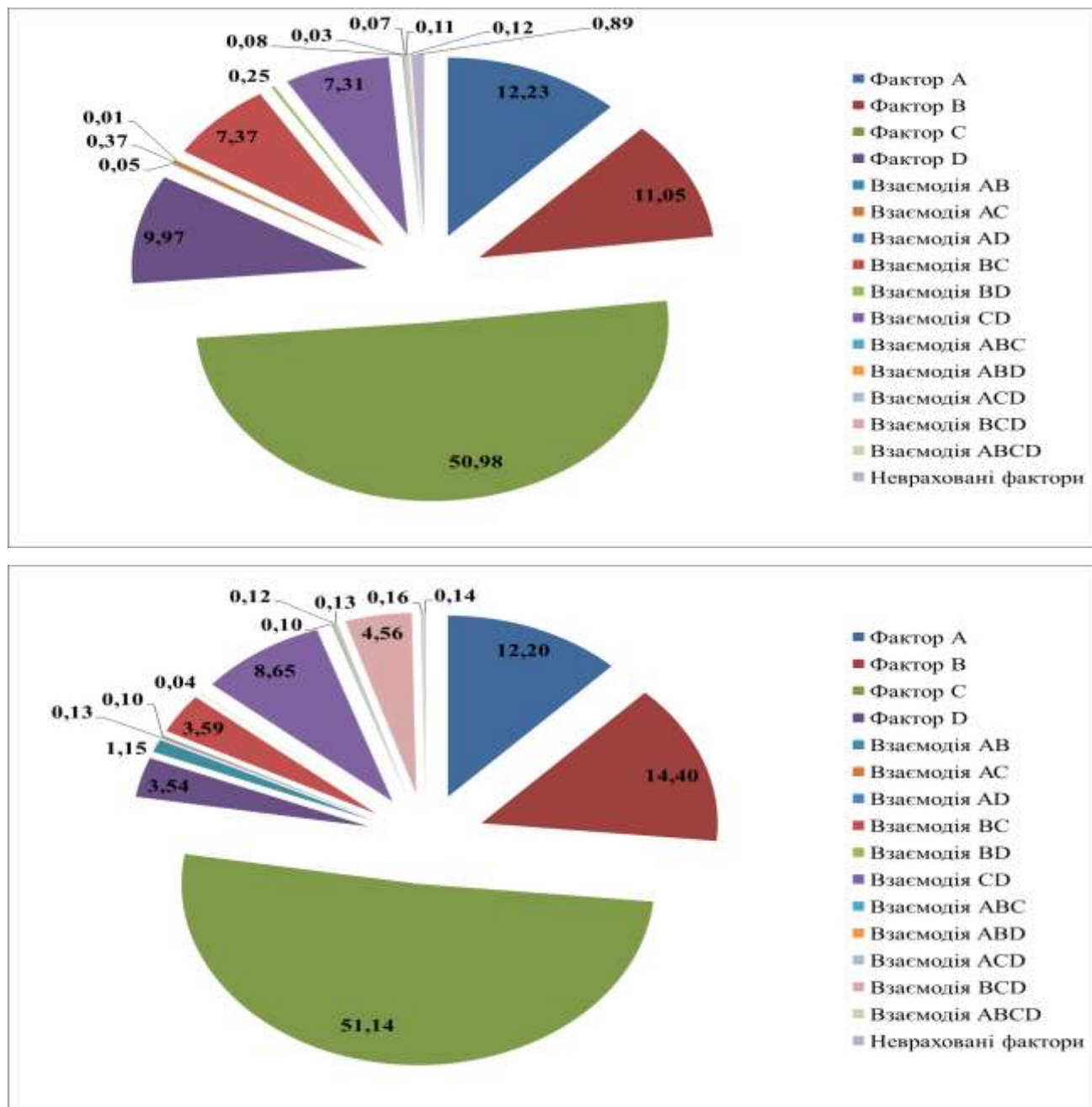
**Динаміка кількості бульбочкових бактерій у рослин сої сорту Азимут  
залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень,  
шт./рослину (середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакоренові підживлення	На фенологічну фазу			
		цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних
Без інокуляції	1*	14,1	3,3	8,5	2,8
	2	14,5	5,1	9,4	3,5
	3	15,4	5,7	10,2	3,9
	4	15,8	6,3	11,3	4,5
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	26,5	16,8	13,2	6,5
	2	27,4	18,6	14,5	7,9
	3	28,7	19,1	14,9	8,2
	4	30,5	21,4	15,7	8,6
Агува + протектор Премакс, 2,0 л/т+0,5 л/т	1	27,1	17,1	14,2	9,0
	2	28,3	20,5	15,8	9,5
	3	29,7	21,6	16,5	9,8
	4	31,8	23,9	17,3	10,7
<i>НІР<sub>05</sub>, шт./рослину</i>					
<i>A</i>		<i>0,14</i>	<i>0,18</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>
<i>B</i>		<i>0,14</i>	<i>0,18</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>
<i>C</i>		<i>0,16</i>	<i>0,20</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>
<i>AB</i>		<i>0,24</i>	<i>0,30</i>	<i>0,09</i>	<i>0,08</i>
<i>AC</i>		<i>0,28</i>	<i>0,35</i>	<i>0,11</i>	<i>0,09</i>
<i>BC</i>		<i>0,28</i>	<i>0,35</i>	<i>0,11</i>	<i>0,09</i>
<i>ABC</i>		<i>0,49</i>	<i>0,61</i>	<i>0,19</i>	<i>0,16</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Інокуляція насіння сої сприяла збільшенню маси бульбочок на кореневій системі порівняно з контролем (без інокуляції). Так, без інокуляції на контролі у фазу цвітіння сої за відбору на кожній рослині загальна маса бульбочок становила 637,4 мг, з яких маса активних 267,3 мг, у фазу дозрівання 348,5 мг, а

маса активних бульбочок 145,9 мг . Зроблені висновки щодо ролі окремих факторів оптимізації живлення сортів сої було підтверджено результатами факторного аналізу в загальній системі багатофакторного дисперсійного аналізу (рис. 4.2, дод Л. 4–5).



**Рисунок 4.2 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі дослідження за показником кількість активних бульбочок у сортів сої на фенологічну фазу цвітіння (верхня позиція) та дозрівання (нижня позиція) (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Л. 4–Л. 5).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Ще одним ключовим інтегральним показником ефективної діяльності бобово-ризобіального симбіозу є маса корневих бульбочок. Вона відображає ступінь морфологічного розвитку бульбочок, а не лише кількість утворених бульбочок. До того ж маса бульбочок визначає фізіологічну активність симбіозу та інтенсивність процесів симбіотичної азотфіксації сої. Бактеріальна обробка насіння сої сорту Паллада забезпечила приріст маси бульбочок на кореневій системі сої порівняно з контрольним варіантом.

Тож, без застосування інокуляції на контрольному варіанті у фазу цвітіння сої за умови відбору на кожній рослині, загальна маса бульбочок дорівнювала 635,2 мг, з яких маса активних лише була на рівні 264,0 мг, у фазу дозрівання цей показник досяг 346,3 мг, а маса активних бульбочок досягла рівня 142,7 мг (табл. 5.3).

Такі технологічні заходи, як позакореневе обприскування агроценозів сої мікродобривами та проведення передпосівної інокуляції насіння сої біопрепаратами маса бульбочок суттєво зростає. Так, на ділянках дослідження за умови обробки насіння препаратом Біоінокулянт-БТУ-р та позакореневого використання мікродобрив у фазу цвітіння маса бульбочок сягла рівня 1582,3–1768,0 мг, у фазу дозрівання маса їх відчутно впала і була в межах 550,1–656,3 мг. Найбільша маса бульбочок була відмічена у варіанті за поєднання передпосівної обробки біопрепаратом препаратом Атува і двократним проведенням позакорневих підживлень : мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої із нормою використання 2,0 л/га і органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га, у фазу цвітіння 1865,7 мг, серед них активних 1668,1 мг, а у фазу дозрівання загальна маса зменшилась і була на рівні 740,2 мг, а маса активних бульбочок становила лише 567,5 мг.

Проведений облік бульбочок на коренях сої на час формування зерна засвідчив, що їх чисельність і маса трохи зменшилась порівняно із проведенням другого обліку у фазу цвітіння. Це дає підстави вважати, що у фазу формування зерна відбувається процес згасання життєвого циклу бульбочок.

**Динаміка маси бульбочкових бактерій у рослин сої сорту Паллада залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину (середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакоренові підживлення	На фенологічну фазу			
		цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних
Без інокуляції	1*	635,2	264,0	346,3	142,7
	2	659,4	404,7	383,8	180,1
	3	700,5	419,2	416,3	201,0
	4	719,3	500,1	458,2	230,3
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	1536,0	1169,2	550,1	343,8
	2	1582,3	1294,0	623,5	419,6
	3	1660,4	1335,1	629,0	435,2
	4	1768,0	1492,0	656,3	456,0
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	1590,3	1190,5	610,1	482,5
	2	1640,1	1428,4	672,7	500,0
	3	1751,2	1506,5	709,0	518,8
	4	1865,7	1668,0	740,2	567,5
<i>НІР<sub>05</sub>, мг./рослину</i>					
<i>A</i>		<i>8,75</i>	<i>6,06</i>	<i>2,38</i>	<i>2,60</i>
<i>B</i>		<i>8,75</i>	<i>6,06</i>	<i>2,38</i>	<i>2,60</i>
<i>C</i>		<i>10,10</i>	<i>7,00</i>	<i>2,75</i>	<i>3,00</i>
<i>AB</i>		<i>15,15</i>	<i>10,50</i>	<i>4,12</i>	<i>4,50</i>
<i>AC</i>		<i>17,49</i>	<i>12,12</i>	<i>4,76</i>	<i>5,19</i>
<i>BC</i>		<i>17,49</i>	<i>12,12</i>	<i>4,76</i>	<i>5,19</i>
<i>ABC</i>		<i>30,30</i>	<i>20,99</i>	<i>8,24</i>	<i>8,99</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

У ході проведених досліджень також було доведено, що характер зміни маси бульбочок у сорту Азимут упродовж росту та розвитку рослин сої під впливом технологічних чинників мав подібну тенденцію розвитку із сортом Паллада.

За рахунок проведення інокуляції біопрепаратами і позакореневого обприскування посівів сої мікродобривами маса бульбочкових бактерій суттєво збільшилась. Так, у варіантах за використання препарату Біоінокулянт-БТУ-р та мікродобрив у фазу цвітіння була на рівні 1539,2–1772,1 мг, у фазу дозрівання маса їх зменшилась і була в межах 554,3–659,4 мг (табл. 5.4).

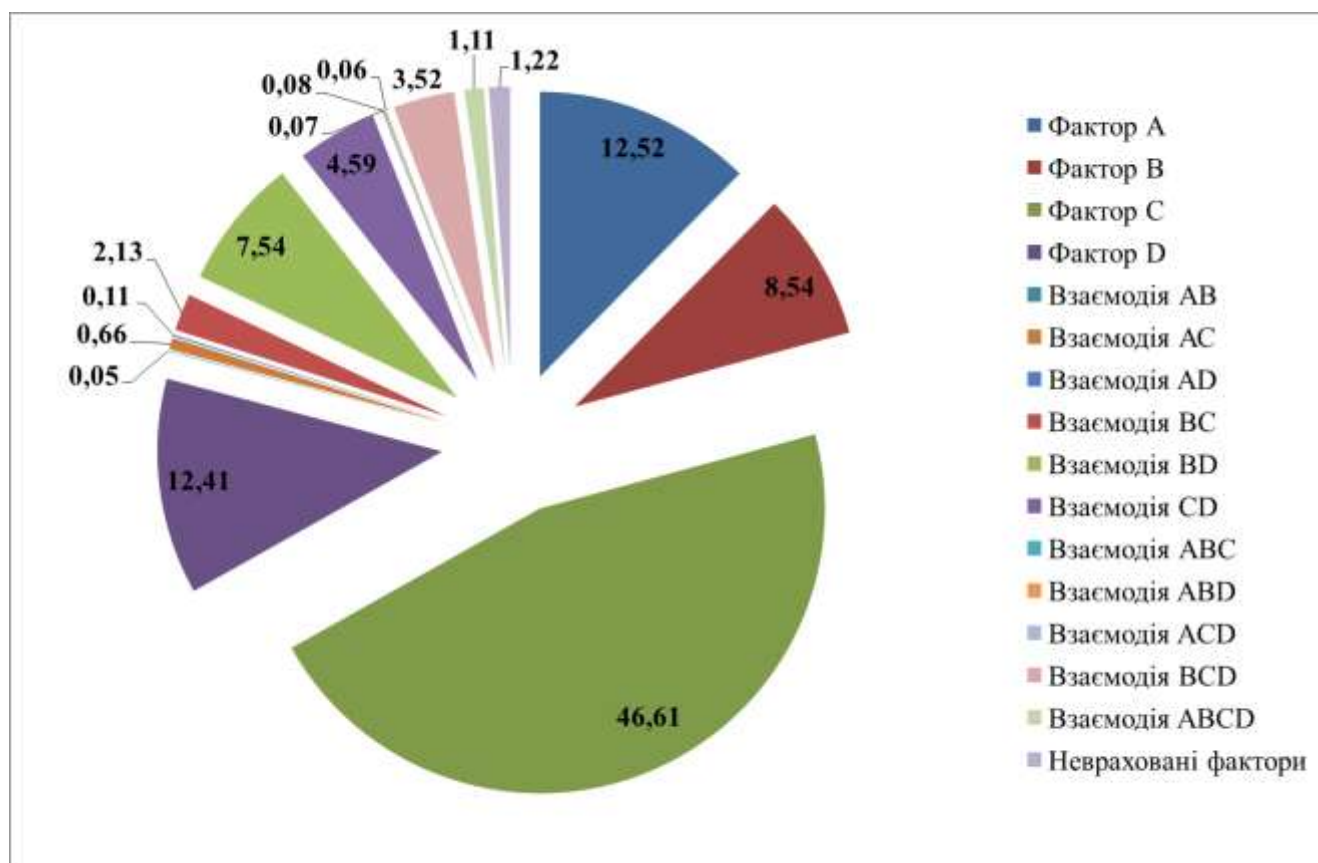
Таблиця 5.4

**Динаміка маси бульбочкових бактерій у рослин сої сорту Азимут залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакорених підживлень, мг./рослину (середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	На фенологічну фазу			
		цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних
Без інокуляції	1*	637,4	267,3	348,5	145,9
	2	662,7	408,0	385,4	182,4
	3	703,8	421,5	418,2	203,2
	4	722,1	504,6	463,3	234,5
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	1539,2	1176,3	554,3	347,1
	2	1591,9	1302,5	625,8	421,9
	3	1667,5	1338,7	631,0	437,9
	4	1772,1	1498,2	659,4	459,2
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	1601,6	1197,8	612,0	486,3
	2	1644,2	1435,0	680,9	507,3
	3	1755,3	1512,2	711,2	523,3
	4	1879,4	1673,1	745,6	571,4
<i>НІР<sub>05</sub>, мг./рослину</i>					
<i>A</i>		<i>11,93</i>	<i>8,97</i>	<i>3,19</i>	<i>3,14</i>
<i>B</i>		<i>11,93</i>	<i>8,97</i>	<i>3,19</i>	<i>3,14</i>
<i>C</i>		<i>13,77</i>	<i>10,35</i>	<i>3,69</i>	<i>3,63</i>
<i>AB</i>		<i>20,66</i>	<i>15,53</i>	<i>5,53</i>	<i>5,44</i>
<i>AC</i>		<i>23,85</i>	<i>17,93</i>	<i>6,39</i>	<i>6,28</i>
<i>BC</i>		<i>23,85</i>	<i>17,93</i>	<i>6,39</i>	<i>6,28</i>
<i>ABC</i>		<i>41,32</i>	<i>31,06</i>	<i>11,07</i>	<i>10,88</i>

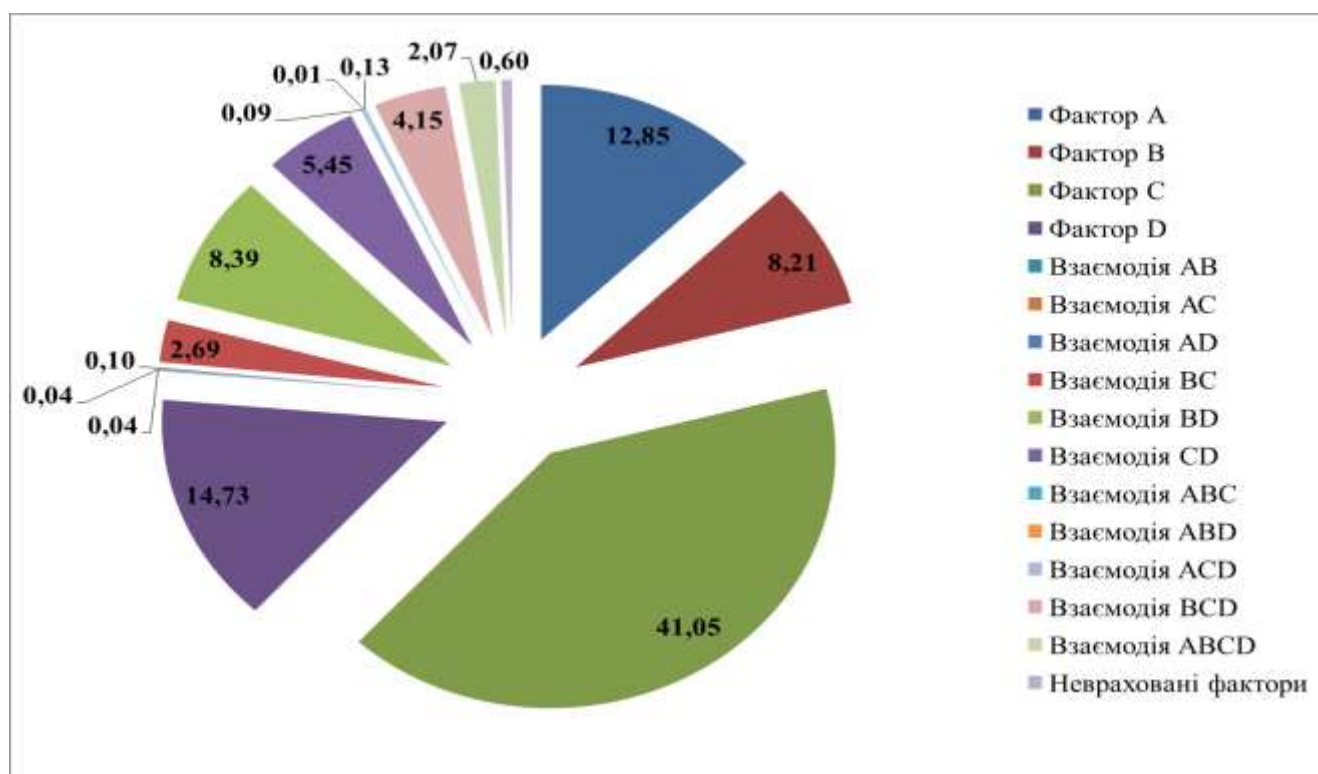
Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Найбільша маса бульбочкових бактерій роду *Bradyrhizobium* була відмічена у варіанті за передпосівної обробки препаратом Атува і проведенням позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазу 2–3 трійчастий листочків сої в нормі внесення 2,0 л/га і Хелпрост Соя у фазі бутонізація у нормі 3,0 л/га, у фазу цвітіння 1879,4 мг, серед них активних 1673,1 мг, а у фазу дозрівання загальна кількість зменшилась і була на рівні 745,6 мг, а маса активних бульбочок 571,4 мг. Зроблені узагальнення та виявлені закономірності було підтверджено результатами факторного аналізу у розрізі загального багатфакторного дисперсійного аналізу, результати якого представлено на рис. 4.3 на підставі додатків Л.9–Л.10.



**Рисунок 4.3 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі дослідження за показником маси активних бульбочок у сортів сої на фенологічну фазу цвітіння (верхня позиція) та дозрівання (нижня позиція) (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Л. 4–Л. 5).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*



*Рисунок 4.4 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником маси активних бульбочок у сортів сої на фенологічну фазу цвітіння (верхня позиція) та дозрівання (нижня позиція) (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Л. 4–Л. 5).*

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Отже, інтенсифікація досліджуваних операцій у технології вирощування сої сорту Паллада дає змогу стверджувати, що зміна кількості бульбочок залежить від типу використаного інокулянта та застосування листкових підживлень мікродобривами, такі заходи формують кращі умови для формування ЗСП і АСП.

## **5.2. Формування загального і активного симбіотичного потенціалу сортів сої**

В результаті проведених досліджень було відмічено, що проведення інокуляції насіння сої та позакореневих підживлень позитивно впливали на формування АСП і ЗСП.

У сорту Паллада на варіантах дослідження без застосування обробки насіння інокулянтом, тривалість симбіозу та симбіотичний потенціал були на рівень

нижчими, що доводить лімітує здатність рослин сої до проходження дієвої азотфіксуючої здатності без використання активних штамів бактерій.

У дослідному варіанті на контролі (без інокуляції та підживлення) тривалість загального симбіозу становила 79 діб, активного – 66 діб, із загальним симбіотичним потенціалом 14,2 тис. кг·діб/га та активним – 9,3 тис. кг·діб/га. Водночас застосування підживлення у фазу 2–3 листків сої Ярило Соя забезпечило прибавку значення без інокуляції: тривалість загального симбіозу склала 82 доби, тривалість активного симбіозу – 69 діб, із симбіотичним потенціалом 15,1 і 10,1 тис. кг·діб/га.

Максимальні значення тривалості симбіозу відмічено у варіанті без інокуляції з двох разовим мінеральним підживленням Ярило Соя (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, (фаза бутонізації): тривалість загального симбіозу склала 83 доби, тривалість активного симбіозу – 70 діб, із симбіотичним потенціалом 17,3 і 12,0 тис. кг·діб/га відповідно.

Дані показники перевищують контроль на 5,1% (загальний) і 6,1% (активний), що свідчить про позитивний вплив позакореневих підживлень на тривалість і ефективність симбіозу рослин сої. Обробка насіння біопрепаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува мала значний вплив на формування симбіотичного потенціалу, подовживши тривалість симбіозу та підвищивши його продуктивність. На варіанті досліду Біоінокулянт БТУ–р без проведення підживлення мікродобривами тривалість загального симбіозу становила 84 доби, активного – 71 доба, із показником ЗСП на рівні 27,6 тис. кг·діб/га та активним – 18,6 тис. кг·діб/га. Дані показники перевищують контроль (без інокуляції та підживлень) на 94,4% для загального симбіозу та на 100,0% для активного. Обробка насіння сої препаратом Атува подовжило тривалість симбіозу до 85 діб (загальний) і 72 доби (активний), із симбіотичним потенціалом 28,8 і 19,0 тис. кг·діб/га, що на 102,8% і 104,3% більше, ніж на контролі. Максимальні значення симбіотичного потенціалу сорту сої Паллада відмічено на варіанті досліду за інокуляції біопрепаратом Атува та двох разового підживлення добривами Ярило Соя (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, (фаза бутонізації). У даному варіанті досліду тривалість симбіозу

становила 92 доби (загальний) і 78 добу (активний), із симбіотичним потенціалом 35,7 і 23,7 тис. кг·діб/га, що перевищує контроль на 151,4% (загальний) і 154,8% (активний). Це повторює ефект синергізму таких заходів, як інокуляція та комплексне підживлення, що створює добрі умови функціонування бульбочок, подовжує термін життя їх і сприяє процесу максимальної азотфіксації (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Динаміка формування загального і активного симбіотичного потенціалу сої сорту Паллада залежно від інокуляції насіння та позакореневих підживлень, тис. кг·діб/га (середнє за 2023–2025 рр.)**

Варіанти досліду		Фаза цвітіння – дозрівання			
		Тривалість симбіозу, діб		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб /га	
		Загальна	Активна	Загальна	Активна
Без інокуляції	1*	79	66	14,2	9,3
	2	82	69	15,1	10,1
	3	82	69	16,0	11,3
	4	83	70	17,3	12,0
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	84	71	27,6	18,6
	2	87	73	28,0	20,0
	3	88	74	29,1	21,3
	4	90	76	33,5	22,4
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5л/т	1	85	72	28,8	19,0
	2	88	74	30,6	21,6
	3	89	75	33,0	22,5
	4	92	78	35,7	23,7

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Подібна залежність відмічається і у сорту сої Азимут. На контрольному варіанті (без інокуляції та підживлення) тривалість загального симбіозу становила 81 добу, активного – 70 діб, із показником загальним симбіотичним потенціалом (ЗСП) на рівні 16,0 тис. кг·діб/га та показником АСП – 11,2 тис. кг·діб/га. Проведення позакореневого використання мікродобрива Хелпрост Соя у фазу бутонізації сприяло подовженню ЗПС і АСП рослин сої. Так, тривалість загального симбіозу становила 85 діб, активного – 78 діб, із загальним симбіотичним потенціалом 18,8 тис. кг·діб/га та активним – 13,0 тис. кг·діб/га. Комплексне підживлення добривами Ярило Соя (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя (фаза бутонізації) забезпечило максимальні значення без інокуляції: тривалість симбіозу 86 доби (загальний) і 78 діб (активний), із симбіотичним потенціалом 20,7 і 25,1 тис. кг·діб/га відповідно, що на 23,1% (загальний) і 25,0% (активний) вище, чим на контролі. Це ще раз акцентує увагу на позитивному впливі позакорневих підживлень на тривалість і ефективність симбіотичної азотфіксації. Бактеризація насіння сої препаратами Біоінокулянт–БТУ–р і Атува значно подовжила тривалість симбіозу та підвищила його продуктивність. На варіанті (бактеризація Біоінокулянт–БТУ–р, без підживлення) тривалість загального симбіозу становила 87 діб, активного – 73 доби, із загальним симбіотичним потенціалом 28,3 тис. кг·діб/га та активним – 20,8 тис. кг·діб/га, що перевищує контроль на 76,9% (загальний) і 85,7% (активний). Максимальні значення відмічено на варіанті за інокуляції біопрепаратом Атува та дворазового комплексного позакореневого підживлення Ярило Соя + Хелпрост Соя: тривалість симбіозу була в межах 94 доби (загального) і 82 доби (активного), із симбіотичним потенціалом 36,0 і 27,0 тис. кг·діб/га відповідно, що перевищує контроль на 125 % (загальний) і 141,1% (активний) (табл. 5.6).

Таким чином, бактеризація насіння сої сприяла суттєвому впливу на формування величини загального і активного симбіотичного потенціалу. Даний захід сприяв активному заселенню і збільшенню бактерій на коріннях сої формуванні маси бульбочок.

**Динаміка формування загального і активного симбіотичного потенціалу сої сорту Азимут залежно від інокуляції насіння та позакоренових підживлень, тис. кг·діб/га (середнє 2023–2025 рр.)**

Варіанти дослідів		Фаза цвітіння – дозрівання			
		Тривалість симбіозу, діб		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб/га	
		Загальна	Активна	Загальна	Активна
Без інокуляції	1*	81	70	16,0	11,2
	2	85	76	18,5	12,6
	3	85	76	18,8	13,0
	4	86	78	20,7	14,1
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	87	73	28,3	20,8
	2	89	75	30,5	23,2
	3	90	76	32,1	24,5
	4	93	78	34,7	25,0
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5л/т	1	89	76	31,4	22,4
	2	91	78	33,7	24,0
	3	92	80	34,8	25,3
	4	94	82	36,0	27,0

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Тривалість симбіозу ґрунтується на показниках загального симбіотичного потенціалу (ЗСП) та активного симбіотичного потенціалу (АСП).

Інокуляція насіння подовжувала тривалість як загального, так і активного симбіозу у сорту Паллада на 5–6 та 4–6 доби, а у сорту Азимут на 6–8 та 3–6 доби, відповідно. Серед варіантів дослідів найбільш ефективними для формування тривалого періоду симбіозу були ті, що включали інокуляцію насіння

біопрепаратом Атува + протектор Премакс і дворазове внесення мікродобрив у фазу 2–3 трійчастого листка Ярило Соя + Хелпрост Соя у фазу бутонізації.

Завдяки агрозаходам, що поставлені на вивчення, на агроценозах сої було досягнуто найвищих показників тривалості ЗСП і АСП на момент завершення цвітіння у сорту Паллада – 92 доби та 78 діб відповідно, а у сорту Азимут – 94 доби та 82 доби.

Фізіологічні особливості розвитку рослин сої залежать від сорту рослин, ґрунтово-кліматичних умов, технологічних чинників. Високі показники врожайності зерна сої у великій мірі залежать від азотного живлення. Поскілки бульбочкові бактерії які розміщені на кореневій системі рослин сої здатні перетворювати молекулярний азот у мінеральний, то частка поглинання азоту культурними рослинами залежить від ефективності бобово-ризобіального симбіозу. Ефективна взаємодія бульбочкових бактерій з рослинами сої забезпечує активацію метаболічних процесів їх життєдіяльності.

За вегетаційний період соя може засвоювати 160 кг/га і більше азоту з атмосферного повітря, тому визначення кількості фіксованого азоту має досить важливе значення.

За результатами проведених досліджень протягом 2023-2025 рр. встановлено, що рівень фіксованого біологічного азоту рослинами сортів сої Паллада та Азимут коливався в межах 69,4-155,6 кг/га. Кількість симбіотичного фіксованого азоту залежала від технологічних заходів, які впливали на кількість і масу активних бульбочок і періоду їх функціонування.

За рівнем накопичення біологічного азоту, найменш продуктивним був контрольний варіант (без інокуляції та позакореневих підживлень), сорту Паллада -69,4 кг/га, сорту Азимут -72,7 кг/га. Інокуляція насіння сої перед посівом суттєво підвищило кількість біологічного азоту, так за інокуляції насіння сорту Паллада препаратом Біоінокулянт–БТУ–р кількість біологічного азоту збільшилась до 126,0 кг/га, сорту сої Атува, відповідно до 137,6 кг/га, що більше за контроль (без препаратів) на 56,6-64,9 кг/га (табл. 5.7).

**Кількість біологічно-фіксованого азоту сої залежно від інокуляції насіння та позакорневих підживлень, (середнє 2023–2025 рр.)**

Варіанти досліду		Сорт Паллада		Сорт Азимут	
		кг/га	+/- до контролю	кг/га	+/- до контролю
Без інокуляції	1*	69,4	-	72,7	-
	2	72,0	+2,6	75,4	+2,7
	3	72,7	+3,0	76,2	+3,5
	4	74,8	+5,4	78,3	+5,6
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	126,0	+56,6	137,6	+64,9
	2	135,3	+65,9	141,0	+68,3
	3	138,4	+69,0	143,2	+70,5
	4	144,0	+74,6	149,0	+76,3
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5л/т	1	131,6	+62,2	140,2	+67,5
	2	140,2	+70,8	145,0	+72,3
	3	143,8	+74,4	148,3	+75,6
	4	146,5	+77,1	155,6	+82,9

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Найвищий показник кількості біологічного азоту відмічено у сорту сої Азимут – 155,6 кг/га на ділянках де проводилась передпосівна обробка насіння інокулянтном Атува і позакореневі підживлення мікродобривами Ярило Соя + органо-мінерального добрива Хелпрост Соя. На даному варіанті відмічена найбільша тривалість бобово-ризобіального симбіозу яка впливала на кількість біологічно фіксованого азоту.

Таким чином, бактеризація насіння сої перед посівом і проведення позакорневих підживлень мікродобривами сприяла підвищенню кількості біологічно-фіксованого азоту рослин сої.

## Висновки до розділу 5

1. Формування симбіотичного апарату на рослинах сої у певній мірі залежало від досліджуваних факторів передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами та застосування позакореневого підживлення мікродобривами. Встановлено за результатами досліджень та обліковуванням даних, чітку динаміку зростання кількості корневих бульбочок та з одночасним зростанням їх маси починаючи від фази бутонізації і завершуючи кінцем цвітіння з подальшим зниженням у фазі наливу зерна, що відображає фізіологічні особливості функціонування бобово-ризобіального симбіозу.

2. Проведення інокуляції насіння сої мікробіологічними препаратами та позакореневого підживлення посівів сої мікродобривами показали найкращу ефективність щодо кількості бульбочок і їх стану. Порівняльна оцінка сортів доводить, що сорт сої Азимут формував дещо більшу кількість бульбочок порівняно із сортом Паллада. Зокрема, проведення інокуляції біопрепаратом Атува + два підживлення у фазі досягання різниця між сортами становила 1,3 шт./рослину, або 7,5%, на користь сорту Азимут. Натомість на контрольному варіанті були незначні відмінності між сортами та в цілому не перевищували 0,5 шт./рослину, або 5,8%, що свідчить про ліміт реалізації генетичного сортового потенціалу за відсутності інтенсифікуючих елементів технології вирощування сої.

3. Найвищі показники маси бульбочок у досліджувальні фази розвитку сої сорту Азимут були відмічені за поєднання передпосівної бактеризації насіння сої препаратом Атува із двома позакореновими підживленнями. Так у фазі цвітіння маса бульбочок становила 1865,7 мг/рослину, з них маса активних була в межах 1668,07 мг/рослину, тоді як на контрольних ділянках даний показник був в межах 635,2-264,0 мг/рослину, відповідно у фазу дозрівання маса бульбочкових бактерій зменшувалась ці була на рівні 740,2 з них активних 567,5 мг/рослину.

4. Максимальні значення тривалість та загального симбіозу відмічено у сорту сої Азимут на варіанті за інокуляції біопрепаратом Атува та дворазового комплексного позакореневого підживлення Ярило Соя + Хелпрост Соя: тривалість симбіозу була в межах 94 доби (загального) і 82 доби (активного), із симбіотичним

потенціалом 36,0 і 27,0 тис. кг·діб/га відповідно, що перевищує контроль на 125 % (загальний) і 141,1% (активний).

5. Інокуляція насіння позитивно впливала на тривалість як загального, так і активного симбіозу, подовжуючи його у обох сортів. У сорту Паллада цей період було продовжено на 5-6 та 4-6 доби, а у сорту Азимут на 6-8 та 3-6 доби, відповідно. Найбільш ефективні варіанти досліджень для формування тривалості періоду симбіозу були ті, що включали інокуляцію насіння біопрепаратом Атува + протектор Премакс і дворазове внесення мікродобрив у фазу 2-3 трійчастого листка Ярило Соя + органо-мінерального добрива Хелпрост Соя у фазу бутонізації. Завдяки агрозаходам отримано найвищі показники тривалості ЗСП і АСП у досліді у фазу завершення цвітіння у сорту Паллада - 92 доби та 78 діб відповідно, а у сорту Азимут – 94 доби та 82 доби.

6. Найвищий показник кількості біологічного азоту відмічено у сорту сої Азимут – 155,6 кг/га на ділянках де проводилась передпосівна обробка насіння інокулянтном Атува і позакореневі підживлення мікродобривами Ярило Соя + Хелпрост Соя.

7. Підсумовуючи отримані результати, встановлено міцний взаємозв'язок між формуванням листкового апарату, фотосинтетичною діяльністю агрофітоценозів сої та динамікою формування загального і активного симбіотичного потенціалу, накопичення кількості біологічного азоту. Поєднання передпосівної інокуляції насіння з двома позакореневими підживленнями мікродобривом є найбільш ефективним технологічним прийомом, що забезпечує формування високої фотосинтетичної і симбіотичної продуктивності посівів сої та створює передумови для підвищення урожайності та якості зерна.

## РОЗДІЛ 6. ВПЛИВ СОРТУ, ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОЇ

### 6.1. Формування структури індивідуальної продуктивності сортів сої залежно від агротехніки

Формування продуктивності насіння сої дуже насичений та складний процес, імовірно це пов'язано зі невисокою здатністю рослин сої до регулювання чисельності плодоносних стебел, довготривалою диференціацією генеративних органів та майже повною залежністю від умов навколишнього середовища від зовнішніх умов [186].

Відомо, що урожайність будь якої сільськогосподарської культури є інтегральним показником, який дозволяє у повній мірі оцінити ефективність технології вирощування цієї культури та встановити відповідність її біологічним вимогам сорту [187]. Продуктивність сої визначається її структурним аналізом та індивідуальною продуктивністю [188].

Структурні показники у рослинах сої включають у себе наступні головні складові: кількість бобів, кількість насінин у одному бобі, маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин [189, 190]. Інколи стрімке зростання одного з даних складників не завжди призводить до підвищення рівня врожайності, хоча насправді між ними може бути встановлений тісний зв'язок [191].

Структура урожаю сої здебільшого залежить від забезпеченості рослин сої мікро- та макроелементами мінерального живлення, впливу біологічних бактеріальних препаратів протягом усього вегетаційного періоду, інтенсивні сучасні сорти сої, набагато вимогливіші до умов живлення, і здатні сформувати високі прирости зернової продуктивності лише за умови оптимального їх забезпечення усіма необхідними поживними речовинами [192].

Якщо проаналізувати, то з перерахованих структурних елементів урожайності сої зазвичай найбільше варіює показник є кількості бобів на рослині, так як він може змінюватися під впливом різних факторів довкілля та сортових

особливостей сої тощо, скажімо, на одній рослині бобів може формуватися від 10 до 500 штук [193].

Застосовуючи ті чи інші технологічні заходи, до певної міри можна впливати на значення даного показника, з огляду на наші потреби, а відповідно, й впливати на рівень урожайності.

Усереднені дані трирічних досліджень вказують, що на варіантах без інокуляції та позакоренових підживлень (контроль) кількість бобів на одній рослині у сорту Паллада становила 16,2 шт./рослині, у сорту Азимут – 16,4 шт./рослині. Проведення бактеризації насіння препаратом Біоінокулянт–БТУ–р, збільшувало отримані значення, відповідно, на 17,8 та 18,0 шт./рослині, а біопрепаратом Атува на 18,3–18,5 шт./рослині (табл. 6.1; 6.2).

При позакореновому підживленні мікродобривами без інокуляції насіння сої відмічали збільшення кількості насінини на одній рослині на 4,4–7,7 % у скоростиглого сорту Паллада та 2,6–9,1 % – у середньостиглого сорту Азимут. За умови проведення бактеризації насіння окремо Біоінокулянт–БТУ–р і Атува кількість насінин на одній рослині у сорту сої Паллада зростала на 7,4 шт./рослині, у сорту Азимут – на 8,4 шт./рослині, відносно контрольного варіанту.

Найбільшу чисельність насінин на окремі рослині сої було сформовано на ділянках, де проводилась інокуляція насіння сої перед посівом препаратом Атува, а в подальшому у фазу 2–3 листка сої та у фазу бутонізації підживлення мікродобривами – відповідно сорту Паллада 42,8 та 42,9 шт./рослині, що на 56,0 та 58,9 % більше, ніж на контролі.

Не менш важливим показником характеристики індивідуальної продуктивності сої вважають масу насіння з однієї рослини, яка теж напряму варіює залежно від умов росту та розвитку і біологічних особливостей сорту сої, вона може змінюватися в межах від 0,1 до 30 г [194].

За результатами наших досліджень найбільші значення зазначеного показника були зафіксовані у рослин сорту Азимут (9,1 г/рослину), технологія вирощування яких включала передпосівну бактеризацію насіння препаратом Атува + протектор Премакс, та позакореновим підживлення мікродобривами Ярило Соя

**Структура рослин сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів  
(середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Кількість бобів, шт	Кількість насіння, шт	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Без інокуляції	1*	16,2	27,3	5,6	161,2
	2	18,1	28,0	6,3	164,1
	3	18,2	28,5	6,5	164,7
	4	18,9	29,4	6,8	166,3
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	17,8	34,7	6,8	163,8
	2	23,2	39,4	8,4	165,0
	3	23,4	40,0	8,6	165,6
	4	25,0	41,5	8,9	168,4
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	18,3	37,7	7,2	166,0
	2	24,0	40,5	8,7	167,4
	3	24,6	41,0	8,8	167,9
	4	26,1	42,6	9,0	169,1
НІР <sub>05</sub>					
<i>A</i>		<i>0,40</i>	<i>0,65</i>	<i>0,28</i>	<i>0,06</i>
<i>B</i>		<i>0,40</i>	<i>0,65</i>	<i>0,28</i>	<i>0,06</i>
<i>C</i>		<i>0,47</i>	<i>0,75</i>	<i>0,32</i>	<i>0,07</i>
<i>AB</i>		<i>0,70</i>	<i>1,13</i>	<i>0,49</i>	<i>0,11</i>
<i>AC</i>		<i>0,81</i>	<i>1,30</i>	<i>0,56</i>	<i>0,13</i>
<i>BC</i>		<i>0,81</i>	<i>1,30</i>	<i>0,56</i>	<i>0,13</i>
<i>ABC</i>		<i>1,40</i>	<i>2,25</i>	<i>0,97</i>	<i>0,22</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

(фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя (фаза бутонізації). У сорту сої Паллада максимальна маса насіння з однієї рослини (9,0 г/рослину) була сформована на аналогічному варіанті. Проведення лише передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами індивідуальна продуктивність рослин у сорту

Паллада збільшувалась на 21,4–28,9 %, у порівнянні до контрольного варіанту, у сорту Азимут – на 21,1–28,1 % (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Структура рослин сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів  
(середнє 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Кількість бобів, шт	Кількість насіння, шт	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Без інокуляції	1*	16,4	27,5	5,7	162,0
	2	18,4	28,7	6,8	166,2
	3	18,6	28,9	6,9	167,0
	4	19,3	30,0	7,0	168,1
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	18,0	35,9	6,9	164,5
	2	23,8	39,8	8,6	166,2
	3	24,0	40,5	8,7	167,1
	4	25,6	42,3	9,0	169,3
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	18,5	37,9	7,3	166,8
	2	24,3	41,0	8,9	167,9
	3	24,7	41,4	9,0	168,2
	4	26,6	43,7	9,1	170,4
НІР <sub>05</sub>					
<i>A</i>		<i>0,47</i>	<i>0,56</i>	<i>0,34</i>	<i>0,05</i>
<i>B</i>		<i>0,47</i>	<i>0,56</i>	<i>0,34</i>	<i>0,05</i>
<i>C</i>		<i>0,54</i>	<i>0,64</i>	<i>0,39</i>	<i>0,06</i>
<i>AB</i>		<i>0,81</i>	<i>0,97</i>	<i>0,58</i>	<i>0,09</i>
<i>AC</i>		<i>0,93</i>	<i>1,12</i>	<i>0,67</i>	<i>0,10</i>
<i>BC</i>		<i>0,93</i>	<i>1,12</i>	<i>0,67</i>	<i>0,10</i>
<i>ABC</i>		<i>1,62</i>	<i>1,93</i>	<i>1,16</i>	<i>0,18</i>

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Як свідчать багаточисельні дослідження, елементи технології вирощування позначаються і на значенні показника маси 1000 насінин сої. Незважаючи на те, що величина даного показника є сортовою ознакою, під впливом різних чинників впливу на ріст та розвиток рослин її значення можуть варіюватись в межах 23–28 %. Зміна маси однієї насінини має міцний зв'язок із показниками рівня урожайності в цілому.

У наших дослідженнях у результаті дії та взаємодії факторів інокуляції та позакореневого підживлення встановлена певна мінливість маси 1000 насінин сої.

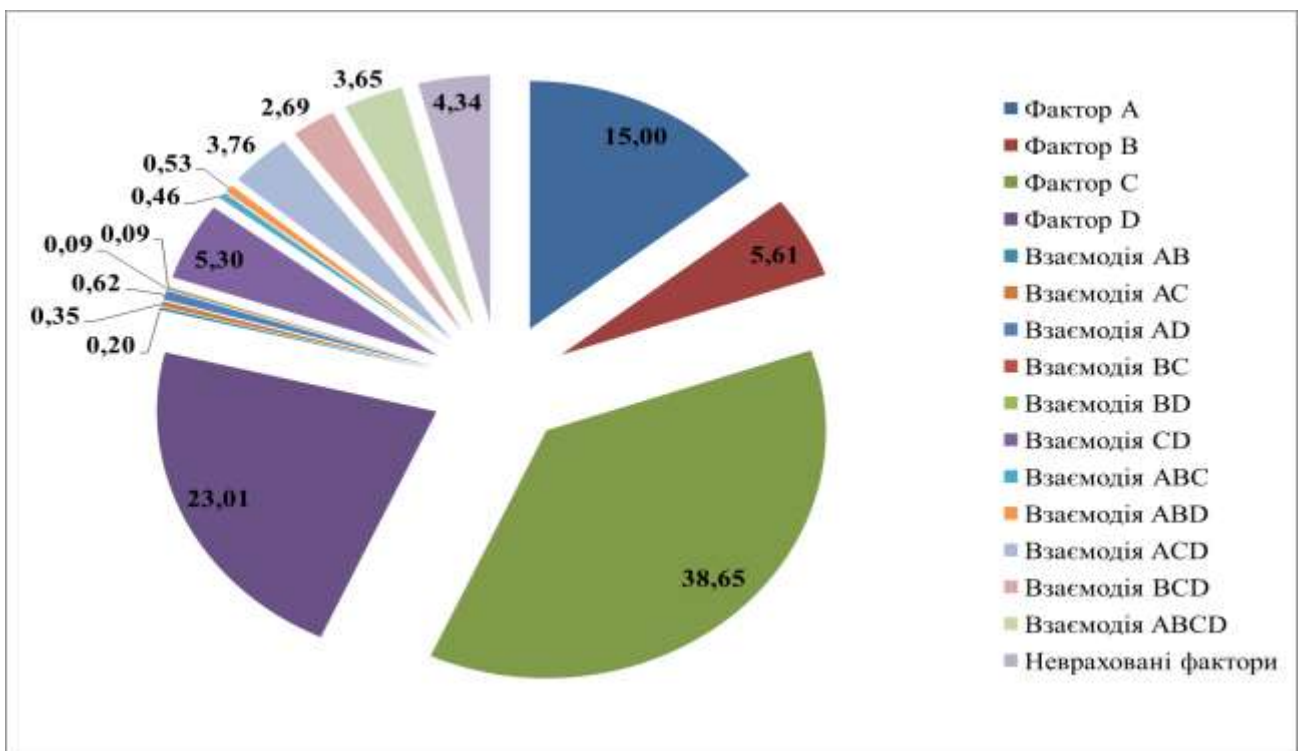
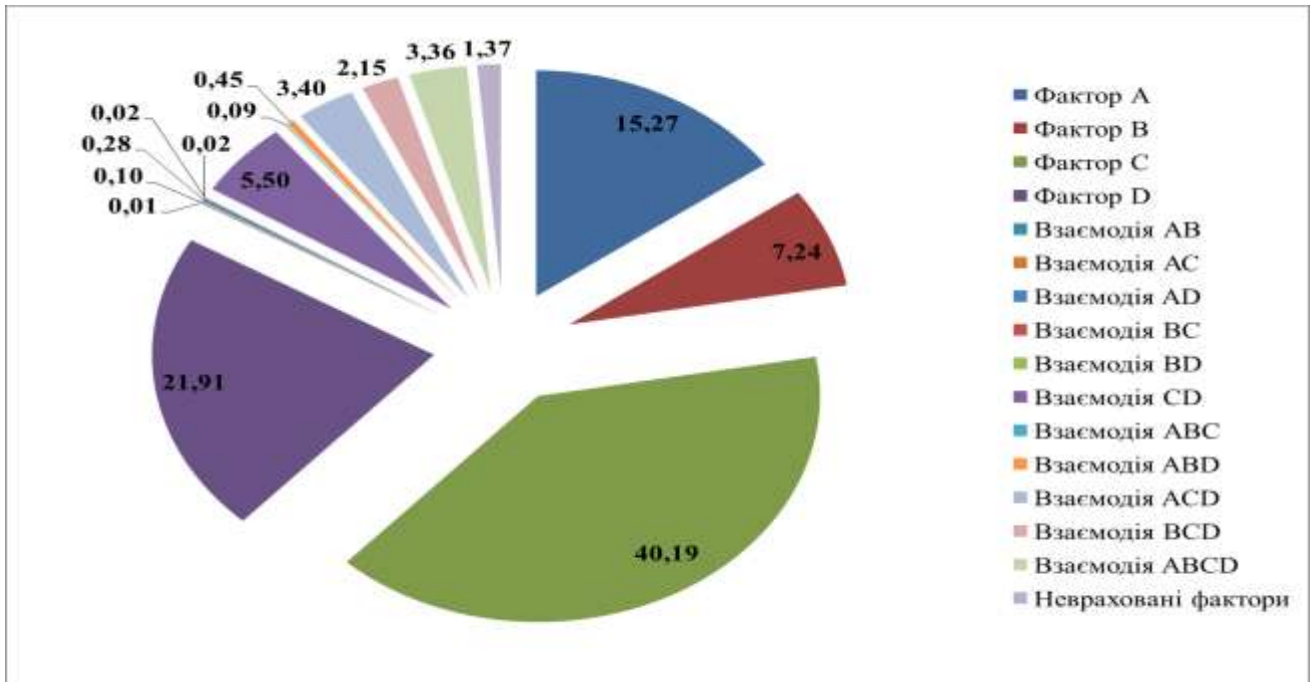
Найвищий показник маси 1000 насінин сортів сої (Паллада – 169,1 г, Азимут – 170,4 г) був відмічений на варіантах, де проводили інокуляцію насіння препаратом Атува і застосовувалось двократне позакореневе підживлення мікродобривами Приріст до контролю складав, відповідно 7,9 та 8,4 г або 4,9 та 5,2%.

Ряд науковців відмічають, що на масу 1000 насінин впливають сортові особливості, ґрунтово–кліматичні умови та агротехнічні заходи вирощування культури, в тому числі бактеризація насіння та умови мінерального живлення [195, 196].

Максимальні значення показника елементів структури врожаю сої у сортів Сігалія і Кордоба були отримані за умови позакореневого внесення препаратів на посівіви перед цвітінням, в якості мікродобрив науковці використали мікродобриво Реаком–СР–Бобові (4 л/га). За таких умов кількість бобів зросла на 1,9–2,1 шт./росл., а частка насінин у бобі зросла на 0,2–0,3 шт. при цьому маса 1000 насінин виросла на 2,4–7,9 г. [197].

Зроблені висновки знайшли своє позитивне відображення у результатах ідентифікації факторів дослідження поставлених на вивчення за результатами багатофакторного дисперсійного аналізу для таких показників як кількість бобів на рослині та маса насіння з рослини (рис. 6.1, дод. М.4–М.5).

За результатами даної оцінки домінуючим факторами впливу як на формування кількості бобів на рослині, так і на формування вагової індикації насіння на рослину є поєднання фактора застосування інокуляції та позакореневих



*Рисунок 6.1 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником кількості бобів на рослині у сортів сої (верхня позиція) та маси насіння з рослини (нижня позиція) (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку М. 4–М. 5).*

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневе підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

підживлень на сумарну частку яких припадає для обох показників подач 60% частки впливу.

Разом із тим вплив генотипових властивостей сортів був на рівні 7–9%, а гідротермічних умов року понад 15%, що зумовлює результуючий вплив адаптивності сорту на формування вказаних показників.

З огляду на такий характер формування результуюча дія застосованих факторів досліджує буде максимальною за поєднання високого рівня адаптивності сорту та сприятливості погодніх умов, особливо у період закладення плодоеlementів та результуючого процесу формування і наливу зерна.

Отже, найбільш сприятливі умови для формування оптимальних параметрів індивідуальної продуктивності рослин сортів сої Паллада та Азимут створювались за умови проведення інокуляції насіння препаратом Атува + протектор Премакс та позакореневим підживленням добривами Ярило Соя + Хелпрост Соя, що в підсумку позитивно вплинуло на рівень урожаю в цілому.

## **6.2. Вплив агротехнологічних прийомів вирощування на врожайність сортів сої**

Підвищення зернової продуктивності сої пов'язані із елементами інтенсивної технології вирощування, зокрема обробіткою ґрунту, мінеральним живленням, сортами, густотою посіву, захисту посівів від бур'янової рослинності, шкідників та хвороб. Ряд науковців Чинчик О. С. [198], Прус Л. І. [108], Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В., Мартинов О.М. [199], відмічають, що серед найважливіших технологічних заходів, що впливають на врожайність і поліпшення якості зерна сої є проведення інокуляції насіння культури перед посівом та система живлення. Крім того, проведені дослідження підтверджують високу ефективність позакореневого підживлення агроценозів сої добривами, що містять комплекс мікроелементів [200].

Рівень урожайності є визначальним показником оцінки впливу різних агрозаходів у технології вирощування сої. В умовах 2023 року відмічений мінімальний показник рівня урожайності серед досліджуваних елементів

технології вирощування сої сортів Паллада та Азимут. Рівень урожайності варіював у межах 1,90–2,35 та 2,25–2,86 т/га з огляду на сортові особливості, показники урожайності на контролі становлять 1,77 і 2,05 т/га для обох сортів.

В 2024 році врожайність за рахунок сприятливих кліматичних умов збільшилась і була в межах 2,08–2,77 т/га у сорту сої Паллада, та 2,53–3,19 т/га у сорту Азимут. При цьому показники врожаю зерна на контрольних ділянках становили 2,08 і 2,38 т/га відповідно. На дослідних варіантах із проведенням бактеризації насіння сої перед посівом та позакореневим підживленням мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої спостерігалось підвищення рівня урожайності, як окремого застосування кожного з досліджуваних факторів, так і їх комплексного використання.

Проведені дослідження показали, що передпосівна бактеризація насіння сої препаратом Біоінокулянт БТУ–р та Атува сприяла підвищенню урожайності зерна нуту. Так, у 2023 році сорт сої Паллада продемонстрував приріст на 0,21–0,36 т/га, тоді як сорт сої Азимут – на 0,44–0,48 т/га у порівнянні з контрольними ділянками (без інокуляції та позакореневих підживлень). У 2024 році врожай зерна обох сортів сої збільшився на 0,38 т/га у сорту Паллада і 0,35–0,45 т/га для сорту Азимут. У 2025 році зафіксовано максимальне збільшення показників урожайності зерна сої порівняно з контролем (без інокуляції та підживленн), що склало 0,37 т/га для сорту Паллада і 0,38–0,45 т/га для сорту сої Азимут (табл. 6.4; 6.5).

Застосовуючи комплексну обробку насіння інокулянтами та дворазове позакореневе підживлення у фазах 2–3 листочка та у фазу бутонізації рослин сої мікродобривами Ярило Соя + органо-мінеральним добривом Хелпрост Соя, було отримано максимальну врожайність сої. Для сорту Паллада даний показник за обробки насіння сої препаратом Біоінокулянт–БТУ–р у 2023 році складав 2,38 т/га, у 2024 році – 2,67 т/га, а в 2025 році – 2,75 т/га, що перевищувало контрольні варіанти на 0,61 т/га, 0,59 т/га та 0,60 т/га відповідно. У сорту Азимут урожайність становила 2,76 т/га у 2023 році, 3,10 т/га у 2024 році та 3,23 т/га у 2025 році, перевищуючи контрольні показники на 0,71 т/га, 0,72 т/га та 0,76 т/га (Табл. 6.2; 6.3).

**Урожайність зерна сої сорту Паллада залежно від передпосівної інокуляції  
насіння та позакореневих підживлень, (середнє за 2023–2025 рр.)**

Фактор А, інокуляція	Фактор В, позакореневі підживлення	Роки				± до контролю
		2023	2024	2025	середнє	
Без інокуляції	Без підживлення (контроль)	1,77	2,08	2,15	2,00	–
	Ярило Соя 2,0 л/га	1,90	2,26	2,32	2,16	+ 0,16
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	1,94	2,30	2,36	2,20	+ 0,20
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	1,96	2,35	2,41	2,24	+ 0,24
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	Без підживлення	1,98	2,46	2,52	2,32	+ 0,32
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,13	2,59	2,63	2,45	+ 0,45
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,25	2,62	2,66	2,51	+ 0,51
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	2,38	2,67	2,75	2,60	+ 0,60
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без підживлення	2,13	2,46	2,52	2,37	+ 0,37
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,17	2,53	2,68	2,46	+ 0,46
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,21	2,67	2,71	2,53	+ 0,53
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	2,35	2,77	2,83	2,65	+ 0,65
НІР <sub>05</sub>	<i>А НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	–	–
	<i>ВНІР<sub>05</sub></i>	<i>0,09</i>	<i>0,08</i>	<i>0,09</i>	–	–
	<i>АВ НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,11</i>	<i>0,17</i>	<i>0,18</i>	–	–

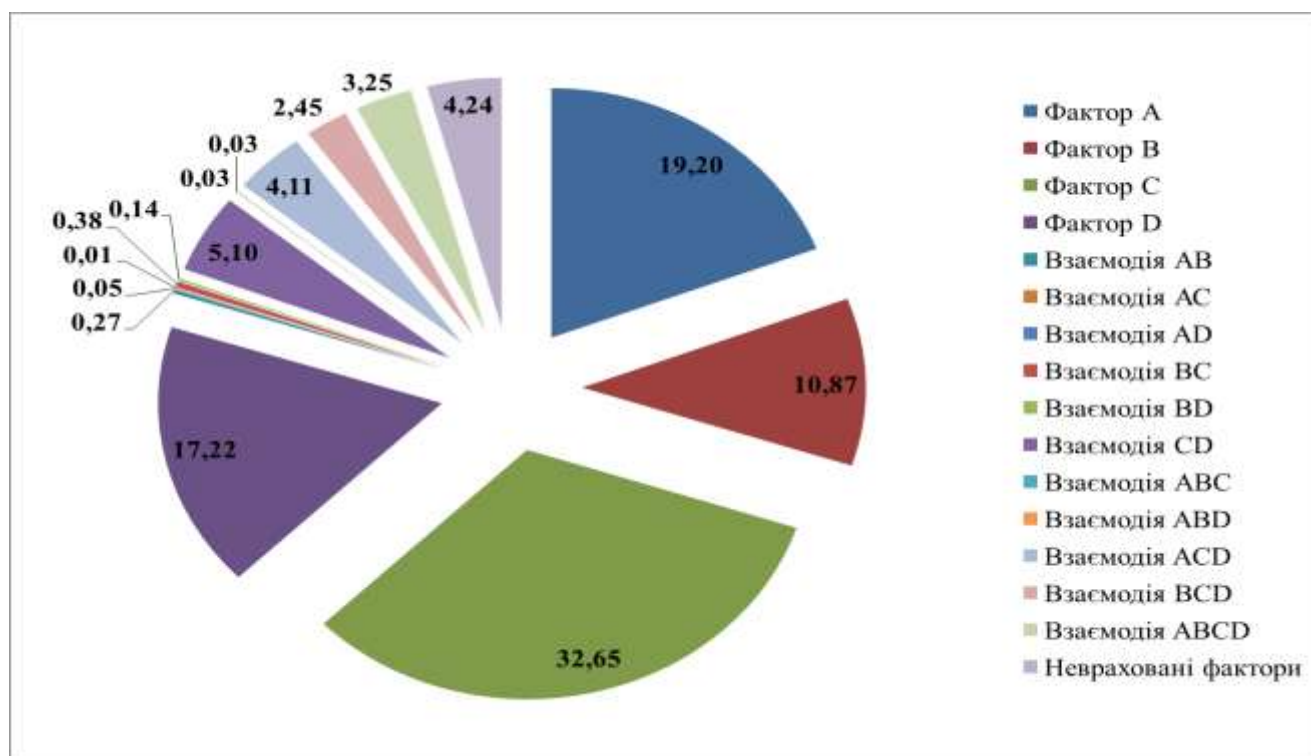
**Урожайність зерна сої сорту Азимут залежно від передпосівної інокуляції  
насіння та позакоренових підживлень, (середнє за 2023–2025 рр.)**

Фактор А, біопрепарат	Фактор В, мікродобриво	Роки				+/- до контролю
		2023	2024	2025	середнє	
Без інокуляції	Без підживлення (контроль)	2,05	2,38	2,47	2,30	–
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,25	2,53	2,63	2,47	+ 0,17
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,34	2,59	2,72	2,55	+ 0,25
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	2,42	2,66	2,81	2,63	+ 0,33
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	Без підживлення	2,49	2,73	2,85	2,69	+ 0,39
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,65	2,92	3,01	2,86	+ 0,56
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,69	3,00	3,10	2,93	+ 0,63
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	2,76	3,10	3,23	3,03	+ 0,73
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без підживлення	2,53	2,83	2,92	2,76	+ 0,46
	Ярило Соя 2,0 л/га	2,68	2,99	3,09	2,92	+ 0,62
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	2,73	3,08	3,14	2,98	+ 0,68
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	2,86	3,19	3,25	3,10	+ 0,80
HIP <sub>05</sub>	<i>A HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>	–	–
	<i>B HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,11</i>	<i>0,09</i>	<i>0,12</i>	–	–
	<i>AB HIP<sub>05</sub></i>	<i>0,17</i>	<i>0,18</i>	<i>0,20</i>	–	–

Найвищу врожайність зерна сої – 3,10 т/га, в середньому за роки досліджень відмічено у сорту сої Азимут на варіанті, де насіння сої перед посівом оброблялось біопрепаратом Атува в нормі 2,0 л/т, а в період вегетації у фазі 2–3 трійчастий листок проводилось позакореневе підживлення мікродобривом Ярило Соя, у нормі внесення 2,0 л/га, а в період бутонізації – Хелпрост Соя, 3,0 л/га. Приріст зерна на цьому варіанті до контролю склав 0,8 т/га.

Дещо нижчий урожай зерна сої – 3,03 т/га або на 0,73 т/га вищий від контролю (без препаратів) у варіанті за обробки насіння сої біопрепаратом Біоінокулянт–БТУр, і проведенням двох позакореневих підживлень (табл. 6.4).

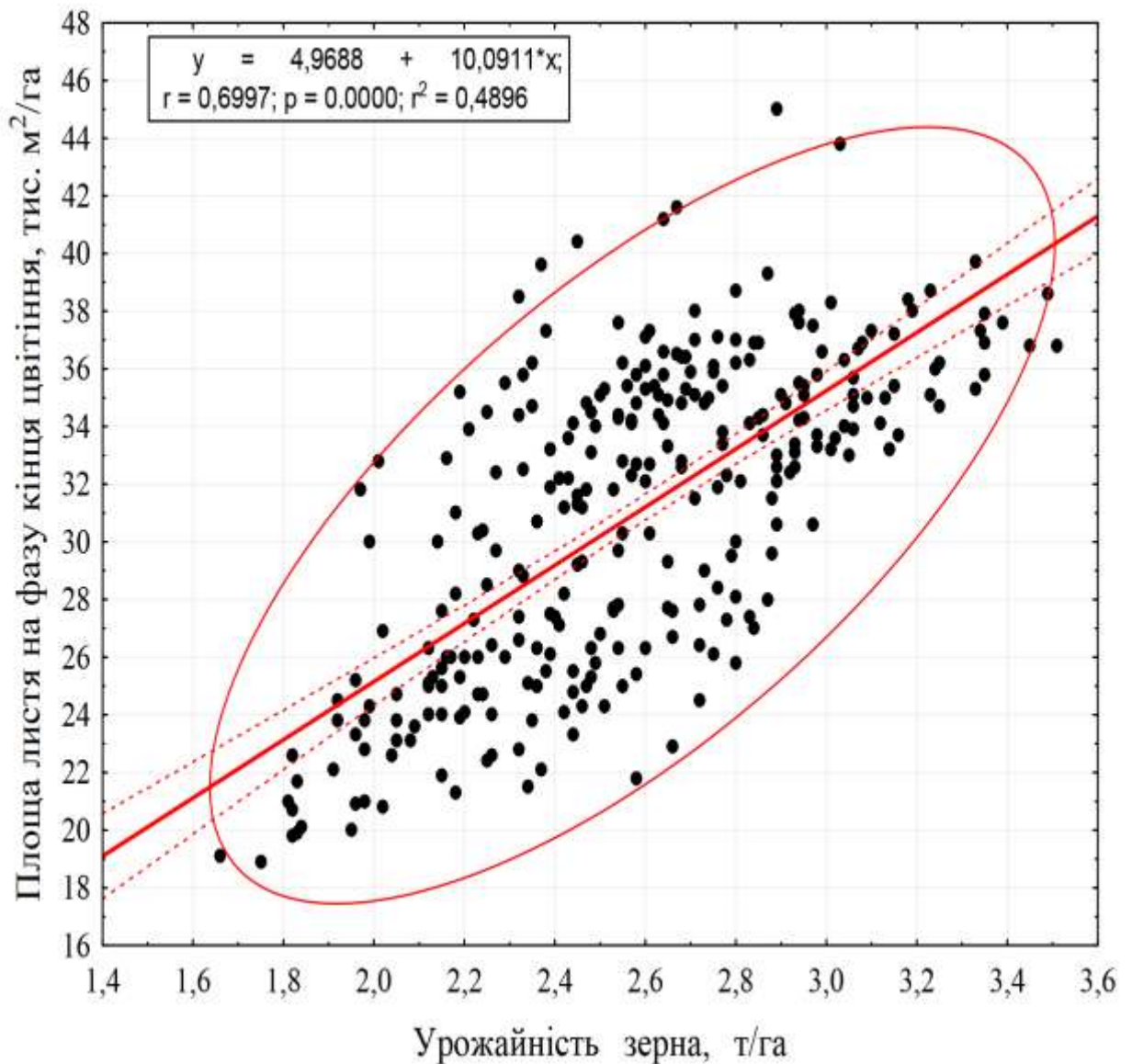
Зроблені висновки позитивно узгоджуються з факторним аналізом в рамках застосованого до системи дослідження багатофакторного дисперсійного аналізу (рис. 6.1, дод. Н).



**Рисунок 6.2 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником урожайності сортів сої (верхня позиція) та маси насіння з рослини (нижня позиція) (у масиві даних за період 2023–2025 рр., на підставі додатку Н).**

*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – сорт, С – застосування варіантів інокуляції; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Зроблені у попередніх розділах висновки щодо ролі окремих параметрів біопродуктивності рослин сої у формування урожайності сортів культури, зокрема площі листкової поверхні на фазу цвітіння сої, та маса активних бульбочок на фазу цвітіння та дозрівання – знайшли своє підтвердження у наших дослідженнях за регресійного співставлення масивів даних (повторення-варіанти-роки) (рис. 6.3–6.5).



*Рисунок 6.3 – Регресійне співставлення площі листя сортів сої на фазу кінця цвітіння зі сформованим рівнем урожайності (для єдиного масиву даних роки-повторення-варіанти, при  $N=288$ )*

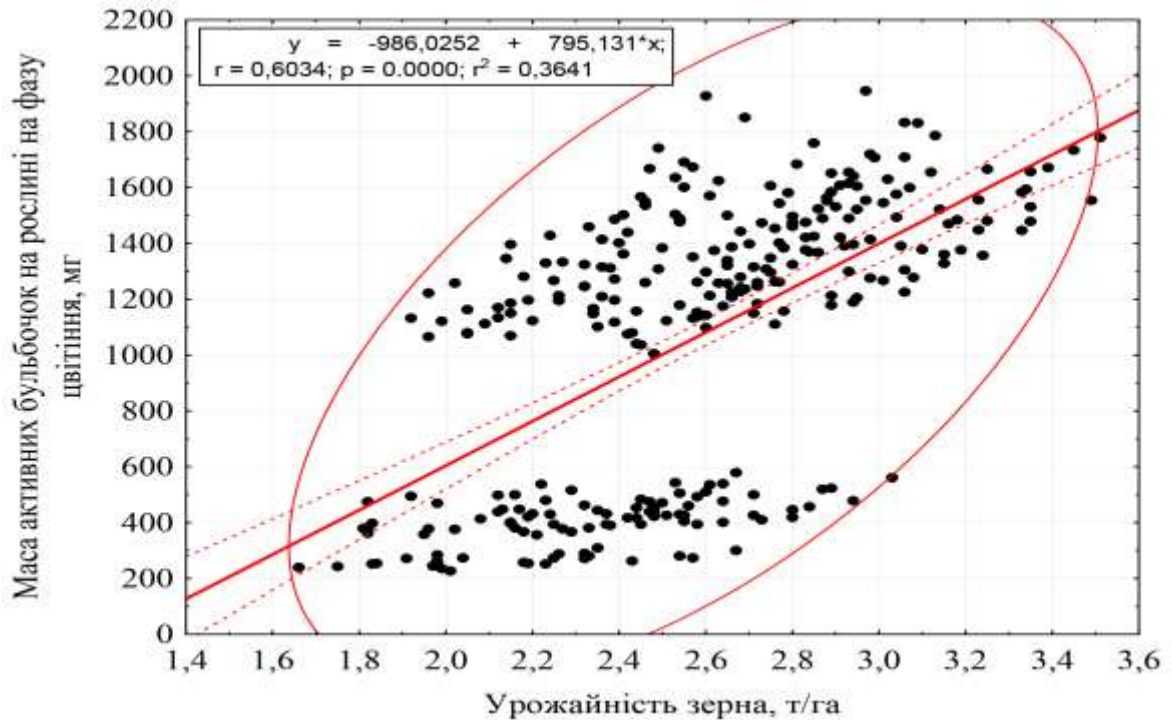


Рисунок 6.4 – Регресійне співставлення маси активних бульбочок на рослинах сортів сої на фазу цвітіння зі сформованим рівнем урожайності (для єдиного масиву даних роки-повторення-варіанти, при  $N=288$ )

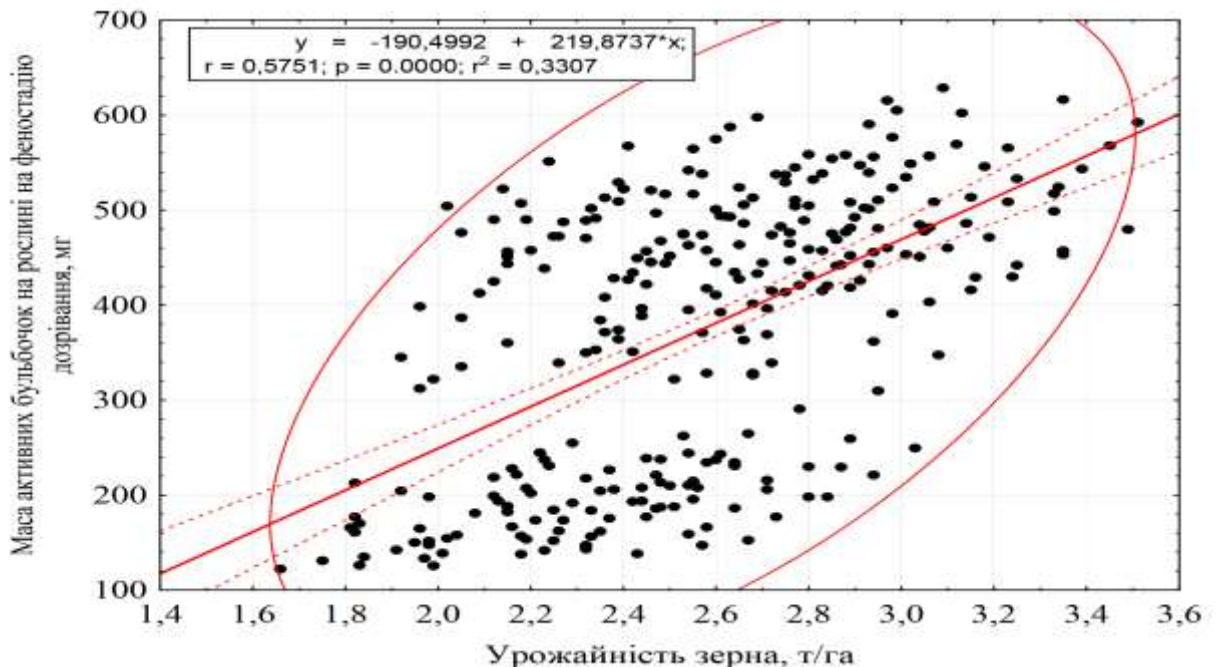


Рисунок 6.5 – Регресійне співставлення маси активних бульбочок на рослинах сортів сої на фазу дозрівання зі сформованим рівнем урожайності (для єдиного масиву даних роки-повторення-варіанти, при  $N=288$ )

Таким чином, поєднання процесу інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування сої дають значні результати із збільшення врожайності насіння культури.

### **6.3. Особливості формування якісних показників зерна сої залежно від сорту, та рівнів живлення**

Різноманітний та насичений хімічний склад насіння сої, дозволяє використовувати її у всіх галузях господарства, як універсальну кормову, харчову, продовольчу, технічну та олійну культуру. За масштабами виробництва та використання соєва олія займає передові позиції у світовому господарстві серед інших видів харчових олій. Цінний соєвий білок збалансований за амінокислотним складом білок є відмінним сурогатом продуктів тваринного походження у здоровому раціоні харчування людини [201].

Доктор сільськогосподарських наук Г.В. Панцирева відмічає, що на процес формування насіння зернобобових культур, яке містить підвищений вміст булка впливає кількість азоту [202], але за посушливих, спекотних умов процес надходження у рослини і засвоєння порушується.

За даними авторів в насінні сої вміст білка варіює на рівні 33–52 % та вміст олії на рівні 14–25 % є, здебільшого, генетично сформованою ознакою, проте дуже часто, він може змінюватися під дією зовнішніх факторів, або ж багатьох технологічних заходів, що є елементом технології вирощування цієї культури.

За результатами досліджень відмічено, що технологічні елементи вирощування сої, зокрема передпосівна бактеризація насіння та проведення позакореневих підживлень, мають дуже великий вплив на формування якісних показників урожаю, зокрема і на формування хімічного складу насіння у обох сортів сої (табл. 6.4; 6.5).

У середньому протягом років за варіантами досліджень вміст сирого протеїну у насінні сої сорту Паллада становив 38,1–39,8 %, що більше ніж на контрольних ділянках на 0,8–2,1, сорту Азимут – 38,2–39,7 %, залежно від варіанту дослідження, тоді як на контролі вміст сирого протеїну становив 37,5 %. В результаті бактеризації

насіння препаратом Біоінокулянт–БТУ–р і Атува вміст сирого протеїну сорту сої Паллада збільшився в порівнянні з контролем на 1,0–1,2%, сорту сої Азимут відповідно на 1,0–1,1 %.

Найбільш ефективним варіантом за вмістом сирого протеїну було поєднання технологічних прийомів інокуляції насіння сортів сої Паллада та Азимут препаратами Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т і внесення добрив Ярило Соя (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, (фаза бутонізації), в результаті чого вихід сирого протеїну зростав до 39,4 % та 39,7%. Приріст сирого протеїну відповідно контролю (без інокуляції та підживлення) був на рівні 2,3–2,5%. З поміж досліджуваних сортів сої більш продуктивним за рівнем накопичення сирого протеїну в насінні виявився сорт Азимут.

За даними багатьох науковців [206], вміст сирого протеїну в насінні сої в значній мірі залежить від гідротермічних умов року – недостатня кількість опадів на фоні підвищеної температури повітря сприяє зростанню його значень. Аналогічна закономірність щодо накопичення вмісту сирого протеїну в насінні сої була відмічена і в наших дослідженнях. Так, у найбільш складний за погодними умовами впродовж періоду вегетації сої 2015 р. вміст сирого протеїну був найвищим і складав у сорту Вільшанка 38,71–41,08 %, у сорту Сузір'я – 39,23–42,37 % (додаток Л).

З огляду на те, що соя не лише зернобобовою культурою, але й незамінним джерелом рослинної олії, у дослідженнях ми встановили вплив інокуляції та позакореневого підживлення на вміст жиру в насінні сої сирого жиру.

За даними вчених [207], вміст олії в насінні сої, знаходиться під генетичним контролем та залежить від біологічних особливостей сорту, однак під впливом технологічних заходів вирощування дані показники в певних межах змінювались. У нашому досліді серед досліджуваних сортів вищим вмістом жиру характеризувався сорт Азимут, в насінні якого, залежно від варіанту досліду, містилось від 20,3 % до 22,6 % олії, тоді як на контролі даний показник становив 20,1%. В насінні сорту Паллада вміст жиру складав 20,2–22,3 %. Технологічні заходи, що вивчались у досліді, впливали на значення даного показника якості. Так,

відмічено, що в результаті проведення бактеризації насіння сої перед сівбою вміст жиру, відносно варіанту без інокуляції, зростав на 1,6–1,7 % у сорту Паллада та на 1,7% у сорту Азимут. На варіантах за проведення лише позакореневого підживлення мікродобривами вміст жиру у скоростиглого сорту сої Паллада був на рівні – на 20,2–20,3 % у середньостиглого сорту Азимут відповідно 20,3–20,5 %. (табл. 6.5; 6.4).

Більшість авторів вважають, що вищий вміст олії в зерні сої накопичується в роки з великою кількістю опадів та високою температурою впродовж вегетації. Така ж закономірність спостерігалась і в наших дослідженнях.

Найвищий вміст олії, на рівні 21,32 і 23,01 % у сорту Паллада та 21,90–23,51% у сорту Азимут був сформований у 2025 р., в якому ГТК за період вегетації сої становив 1,4–1,5, залежно від варіанту дослідження (додаток М).

Таблиця 6.5

**Вміст сирого протеїну та жиру в зерні сої сорту Паллада залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), %**

Варіанти дослідження		Сирий протеїн, %	+/- до контролю	Сирий жир, %	+/- до контролю
Без інокуляції	1*	37,3	–	20,0	–
	2	38,1	+ 0,8	20,2	+0,2
	3	38,1	+ 0,8	20,2	+0,2
	4	38,3	+1,0	20,3	+0,3
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	38,4	+1,1	21,6	+1,6
	2	39,2	+1,9	21,8	+1,8
	3	39,2	+1,9	21,9	+1,9
	4	39,3	+2,0	22,1	+2,1
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	38,5	+1,2	21,7	+1,7
	2	39,3	+2,0	21,9	+1,9
	3	39,3	+2,0	22,0	+2,0
	4	39,4	+2,1	22,3	+2,3

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Визначено, що всі технологічні прийоми, що досліджувалися позитивно впливали на формування вмісту олії. На ділянках, де проводили лише бактеризацію насіння, значення даного показника перевищували контроль (без інокуляції та підживлення) сорту сої Паллада на 1,6–1,7 %, сорту Азимут 2,2%, внесення мікродобрив збільшувало вміст олії, в середньому у сорту Паллада на 0,3–2,3%, сорту Азимут на 0,2–2,5%.

Таблиця 6.6

**Вміст сирого протеїну та жиру в зерні сої сорту Азимут залежно від технологічних заходів (середнє 2023–2025 рр.), %**

Варіанти дослідів		Сирий протеїн, %	+/- до контролю	Жир, %	+/- до контролю
Без інокуляції	1*	37,5	–	20,1	–
	2	38,2	+0,7	20,3	+0,2
	3	38,2	+0,7	20,3	+0,2
	4	38,3	+0,8	20,6	+0,5
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	38,5	+1,0	21,8	+1,7
	2	39,4	+1,9	21,9	+1,8
	3	39,4	+1,9	22,0	+1,9
	4	39,5	+2,0	22,3	+2,2
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	38,6	+1,1	21,8	+1,7
	2	39,5	+2,0	22,3	+2,2
	3	39,5	+2,0	22,4	+2,3
	4	39,7	+2,2	22,6	+2,5

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

Найбільш ефективним варіантом було поєднання інокуляції насіння та послідовне двохразове внесення мікродобрив на протязі вегетації рослин сої, в результаті чого вміст олії у скоростиглого сорту Паллада зростав на 1,9–2,0 %, у середньостиглого сорту Азимут – на 2,2–2,5 % порівняно з контролем (без інокуляції та підживлень).

За результатами проведених досліджень встановлено, що якісні показники насіння сої значною мірою залежали від факторів, що поставлені на вивчення, а саме: сортових особливостей, інокуляції насіння та проведення позакорневих підживлень мікродобривами.

З'ясовано, що за умови внесення мікродобрива Ярило Соя + Хелпрост Соя, у критичні фази росту й розвитку рослин позитивно впливає на формування основних показників якості зерна, зокрема на вміст сирого протеїну та вміст сирого жиру.

Таким чином, в умовах Лісостепу правобережного України з метою покращення якісного складу насіння сої та вмісту сирого протеїну на рівні 39,4–39,7 та вмісту сирого жиру 22,3–22,6% необхідно проводити бактеризацію насіння препаратом Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т, а в період вегетації у критичні фази росту і розвитку рослин сої проводити підживлення мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок + органо-мінерального добрива Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фазі бутонізація. Такі технологічні заходи сприяють ефективному та раціональному використанню елементів живлення, зокрема надходження азоту, активізації фізіолого-біохімічних процесів у культурних рослинах, а також покращенню стійкості до стресових умов.

### **Висновки до розділу 6**

1. Найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин сортів сої Паллада та Азимут: кількість бобів на одній рослині – 26,1-26,6, кількість насіння – 42,6-43,7, маса насіння з однієї рослини – 9,0-9,1 г, а маса 1000 насінин – 169,1-170,4 г були отримані при проведенні інокуляції насіння сої препаратом Атува та проведення двох позакорневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазі 2-3 трійчастого листка сої + Хелпрост Соя, у фазі фаза бутонізації.

2. У середньому за 2023-2025 рр. проведення досліджень найвищі показники урожайності сої 2,65 т/га у сорту Паллада та 3,10 т/га у сорту Азимут забезпечили моделі технології вирощування, які передбачали проведення бактеризації насіння біопрепаратом Атува та проведення двох позакорневих підживлень

мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

3. Підтверджено, що технологічні елементи вирощування сої, зокрема передпосівна обробка насіння біопрепаратом Атува + протектор Премакс, (2,0 л/т + 0,5 л/т) та застосування позакореневих підживлень мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої мають суттєвий позитивний вплив на покращення якісних показників зерна сої. Проведення даних агрозаходів забезпечує покращення якісних показників зерна сортів сої Паллада і Азимут за вмістом сирого протеїну на рівні 39,4-39,7%, сирого жиру – 22,3-22,6%, що більше за контрольні ділянки без проведення інокуляції та позакореневих підживлень відповідно на 2,1-2,2% та 2,3-2,5%.

## РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ

### 7.1. Економічна ефективність вирощування сортів сої

Підвищена увага до сої на світовому ринку та зростання вартості бобів стало вагомою причиною збільшення посівних площ під культурою, особливо у зоні Лісостепу [208, 209].

Багато науковців підкреслюють важливість інтеграції економічного та енергетичного аналізу при оцінюванні технологій вирощування різних культур чи впровадженні окремих агротехнічних заходів. Такий підхід дозволяє не лише зіставити економічний ефект, але й розглянути енергетичні аспекти проблеми. Порівняльний аналіз енергетичних затрат на проведення агротехнічних заходів сприяє створювати технології вирощування сільськогосподарських культур, які забезпечують отримання високого врожаю при мінімальних витратах енергетичних ресурсів [210, 211].

В теперішній час, за ринкових відносин вирощування зернобобових культур потребує аналіз економічної та енергетичної ефективності запропонованих технологічних заходів [212]. Для ефективного впровадження у виробництво технології вирощування сої необхідно не лише реалізувати потенціал продуктивності сорту, але й забезпечити прибуткове вирощування культури. Тому створений та запропонований комплекс агротехнічних прийомів вирощування сої неодмінно перевіряють за економічними показниками [213].

Економічний аналіз технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур дозволяє не лише оцінити його ефективність, але й виявити конкретні шляхи можливої економії ресурсів. Виробництво сої характеризується високою економічною ефективністю завдяки продажі зерна сої, продуктів її переробки [214, 215, 216]. Щодо розрахункових показників ефективності вирощування сої першочергове місце належить вартості зерна культури, витратам на технологічні заходи по вирощуванні сої, чистого прибутку, рівня рентабельності тощо [217]. За рахунок пропозицій збоку експорту,

виробничих переробних підприємств з кожним роком збільшується ціна на соєві боби. Так, на протязі 2020-2021 років ціна на зерно сої в Україні підвищилась з 425 доларів до 520–550 доларів за тонну, що спонукало більшість сільськогосподарських господарств збільшити посівні площі під культурою [218]. Ціна на соєві боби у великій мірі залежить від якісних показників зерна. Найбільш економічно ефективними технологічними прийомами вважається високий рівень рентабельності, зменшені витрати на вирощування сої та підвищений коефіцієнт енергетичної оцінки технології [219].

Основним визначним чинником інтенсивних технологій вирощування зернобобових культур є конкурентоспроможність агрозаходів. Труднощі розрахунків економічної ефективності технологій полягають у ціновій зміні та нестабільності на паливо, мінеральні добрива, заробітну плату працівників, вирощене зерно. Для підрахунку економічної ефективності запропонованих технологічних заходів було взято до уваги показники врожайності насіння сої, виробничі витрати тощо. Для розрахунків було взято середню ринкову ціну – 18 000 грн/т.

В результаті економічних розрахунків була відмічена найбільш ефективна технологічна система, яка містила передпосівну бактеризацію насіння сої та дворазове листове підживлення мікродобривами. Такі технологічні заходи сприяли підвищеному формуванню врожайності та якості зерна сої, забезпечуючи помірний прибуток при невеликих витратах.

Результати розрахунків економічної ефективності вирощування сої сорту Паллада свідчать, що на контрольному варіанті (без інокуляції та підживлень) виробничі витрати становили 21700 грн/га, тоді як вартість валової продукції - 34000 грн/га. В результаті розрахунків чистий прибуток склав - 12300 грн/га, собівартість однієї тони зерна сої - 10850 грн, відповідно рівень рентабельності був найменшим і становив 56,7 %, що свідчить про незначну економічну ефективність технології вирощування сої без додаткових агрозаходів.

Передпосівна обробка насіння сої біопрепаратами Біоінокулянт–БТУр і Атува сприяла позитивній зміні показників економічної ефективності вирощування

культури. Вартість валової продукції збільшилась до показників 39440–40290 грн/га, в результаті розрахунків чистий прибуток зріс до рівня 17540–17940 грн/га. У даних варіантах рівень рентабельності збільшився на 23,4–23,6% порівняно з контролем і досягнув 80,1–80,3%, що підтверджує необхідність і доцільність проведення бактеризації насіння сої для підвищення врожайності та рентабельності вирощування культури.

При поєднанні передпосівної інокуляції біопрепаратом Біоінокулянт–БТУ–р, із одноразовим позакореневим підживленням мікродобривами Ярило Соя у фазі 2–3 трійчастого листка сої виробничі витрати становили 22200 грн/га, а вартість валової продукції збільшилась до 41650 грн/га, в результаті чого рівень рентабельності сягнув показника - 87,6%, що демонструє ефективність проведення підживлення мікродобривами.

У результаті проведення економічних розрахунків, найбільш прибутковим виявився варіант із передпосівною бактеризацією насіння сої біопрепаратом Атува + протектор Премакс у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням рослин сої у фазі 2–3 трійчастого листка та у фазі бутонізації. Виробничі витрати були найвищі на рівні 23100 грн/га, при цьому вартість валової продукції була на рівні 45050 грн/га. Проведення даних технологічних агрозаходів сприяло підвищенню показника рентабельності до 95%, що більш на 38,3 % ніж на контролі.

Слід відмітити, що рівень урожайності, прибутку та рентабельності виявилися вищими у сорту сої Атува ніж у сорту Паллада. При вирощуванні сорту нуту Азимут на контрольному варіанті досліді (без інокуляції та підживлень) виробничі витрати становили 21700 грн/га, тоді як вартість отриманої продукції склала 39100 грн/га. Це забезпечило чистий прибуток у розмірі 17400 грн/га. При цьому собівартість 1 т насіння становила 9435 грн, а рівень рентабельності – 80,2%. Застосування передпосівної інокуляції насіння окремо препаратами Біоінокулянт–БТУ–р та Атува дало підвищений економічний ефект, зокрема виробничі витрати збільшились до показників 21900–22350 грн/га, а вартість валової продукції до 45730–46920 грн/га. У результаті розрахунків чистий прибуток зріс до 23830–24570

– грн/га, а рівень рентабельності досягнув 108,8–109,9%. Це підтверджує доцільність застосування біопрепаратів у технології вирощування сої (табл. 7.2).

Таблиця 7.1

**Економічна ефективність вирощування сої сорту Паллада залежно від застосування інокулянтів і позакоренових підживлень (середнє за 2023–2025 рр.)**

Варіанти		Показники					
		Урожайність т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т. зерна, грн.	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Без інокуляції	1*	2,00	34000	21700	10850	12300	56,7
	2	2,16	36720	22000	10185	14720	66,9
	3	2,20	37400	22150	10068	15250	68,9
	4	2,24	38080	22450	10022	15630	69,6
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	2,32	39440	21900	9440	17540	80,1
	2	2,45	41650	22200	9061	19450	87,6
	3	2,51	42670	22350	8904	20320	90,9
	4	2,60	44200	22650	8712	21550	95,1
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	2,37	40290	22350	9430	17940	80,3
	2	2,46	41820	22650	9207	19170	84,6
	3	2,53	43010	22800	9012	20210	88,6
	4	2,65	45050	23100	8717	21950	95,0

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Економічна ефективність вирощування сої сорту Азимут залежно від застосування інокулянтів і позакоренових підживлень (середнє за 2023–2025 рр.)**

Варіанти		Показники					
		Урожайність т/га	Вартість валової продукції,	Витрати на 1 га, грн.	Собівартість 1 т. зерна, грн.	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Без інокуляції	1*	2,30	39100	21700	9435	17400	80,2
	2	2,47	41990	22000	8907	19990	90,9
	3	2,55	43350	22150	8686	21200	95,7
	4	2,63	44710	22450	8536	22260	99,2
Біоінокулянт– БГУ–р, 3,0 л/т	1	2,69	45730	21900	8141	238300	108,8
	2	2,86	48620	22200	7762	26420	119,0
	3	2,93	49810	22350	7628	27460	122,9
	4	3,03	51510	22650	7475	28860	127,4
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	1	2,76	46920	22350	8098	24570	109,9
	2	2,92	49640	22650	7757	26990	119,2
	3	2,98	50660	22800	7651	27860	122,2
	4	3,10	52700	23100	7452	29600	128,1

Примітка:\* Фактор А – фактор гідротермічних умов року: 1. Без підживлення; 2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок); 3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації); 4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

В дослідженнях Квасніцької Л. С., Власюк О. С. [218] найвищі показники умовно чистого прибутку – 19212,0 грн/га – отримали за поєднання передпосівної

обробки насіння сої стимуляторами росту з обробкою посівів у фазі 2–3 справжніх листків та початку бутонізації комплексними універсальними мікродобривами.

Варіанти із комбінацією передпосівної інокуляції насіння окремо Біоінокулянт– БТУ–р та Атува за одноразового листового підживлення органічно-мінерального добрива Хелпрост Соя у фазі бутонізації відзначався збільшенням виробничих витрат – 22350–22800 грн/га. Проте вартість продукції зросла до 49810–50660 грн/га, а рівень рентабельності зріс до 122,9–122,2%. Проведені дослідження підтверджують доцільність додаткового підживлення мікродобривами, що сприяло підвищенню врожайності насіння сої, однак підвищення вартості витрат дещо зменшило економічний ефект.

Найвищі показники економічної ефективності були відмічені у варіанті з передпосівною бактерізацією насіння сої сорту Азимут у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2–3 трійчастий листок сої + Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фазі бутонізації. За рахунок додаткових технологічних заходів виробничі витрати збільшились і склали 23100 грн/га, тоді як вартість продукції досягла 52700 грн/га. Це забезпечило найвищий рівень чистого прибутку та рентабельності, яка була на рівні 128,1 %, що на 47,9% більше контрольного варіанту. Таким чином, поєднання бактерізації насіння сої перед посівом та дворазових проведенням позакорневих підживлень мікродобривами є найбільш економічно доцільною технологічною схемою вирощування сої сортів Паллада та Азимут.

## **7.2 Енергетична оцінка вирощування сортів сої**

Визначення енергетичної оцінки вирощування сортів сої — це встановлення на скільки сумарна енергія отриманого врожаю перевищує витрати сукупної енергії на його вирощування. Енергетична оцінка дозволяє нам співставити різні сорти, добрива або ж технології та обрати найбільш енергоефективні, щоб зменшити витрати пального та добрив. Безпосередньо для виробництва сої як однієї з провідних зернобобових культур можна запропонувати використання

високопродуктивних сортів вітчизняної селекції, що дають високі врожаї за низьких матеріальних затрат та незначних затрат праці.

Економічний аналіз ефективності їх застосування за умов нестабільності в ціновій оцінці виробленої продукції, не завжди достатньо об'єктивний [221].

Ряд авторів Іванів М.О., Ганжа відмічають, доцільність проведення енергетичної оцінки технологічних заходів, який включає кількість енергії, яка витрачається на вирощування продукції [222].

Тому, в останні роки все частіше проводять енергетичний аналіз технологічного процесу вирощування культур, який дозволяє найбільш точно врахувати та співставити витрати сукупної енергії, затраченої на технологічні процеси й операції, та енергію, акумульовану в різних засобах виробництва і вирощеній продукції [223, 224].

Проведення енергетичної оцінки технологічних заходів вирощування культури дає можливість порівняти їх ефективність та визначити доцільність застосування [225]. а також сприяє найбільш точно врахувати та порівняти витрати сукупної енергії, затраченої на технологічні процеси й операції, та енергію, накопичену в різних засобах виробництва і зібраній продукції [221, 226].

Цінним інтегральним результатом якісних показників насіння сої є аналіз і оцінка виробництва сирого протеїну з одиниці площі та визначення чисельності витрат обмінної енергії (МДж) на його одержання [227]. Тому даний чинник дає можливість розрахувати потенційну енергетичну продуктивність зерна сої і забезпечити об'єктивне порівняння додаткових технологічних прийомів.

Енергетичний аналіз формується з оцінки витрат усіх видів технологічних прийомів при вирощуванні сої, а також включає живу працю працівників, які переводяться при допомозі нормативних еквівалентів у ГДж і співставляються з енергетичним прибутком вирощеного зерна, також переведеною в ГДж/га. Енергетичний підхід сприяє кількісно розглядати енергетичну вартість вирощеної продукції і зіставляти різні сільськогосподарські культури за витратами енергії, що затрачена на одиницю вирощеної продукції при різних технологіях вирощування.

Для аналізу та оцінки рівня енергетичної ефективності вирощування сортів сої в дослідженнях задіяли показники, які відтворювали технологічні заходи та вирощену продукцію: прямі і непрямі, сукупні енергетичні витрати; сукупна енергія, накопичена у вирощеній продукції; енергетичний прибуток і коефіцієнт енергетичної ефективності запропонованої технологічної схеми вирощування сої.

На основі вивчаємих додаткових технологічних агрозаходів визначені інтервали нормативних значень коефіцієнта енергетичної ефективності:  $K_{ee} > 3,5$  – високе виробництво продукції; 2–3 – середнє; 1–2 – низький рівень ефективності яке потребує удосконалення і  $K_{ee} < 1$  – виробництво не ефективне.

За сприяння енергетичного аналізу були визначені складові компоненти балансу енергії при вирощуванні сої в умовах правобережного Лісостепу. Даний аналіз проведений з урахуванням технологічної карти, яка була розроблена для вивчаємих варіантів досліду, з наступними розрахунками приросту енергії з урожаєм зерна сої (в перерахунку 1 кг зерна = 20,57 МДж енергії), коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва продукції.

Виконаний аналіз дав можливість детально оцінити ефективність додаткових технологічних заходів у формуванні енергетичної ефективності вирощування сої, зокрема проведення передпосівної бактеризації насіння та позакореневих підживлень мікродобривами в період вегетації культурних рослин. Запроваджені технологічні агрозаходи сприяли суттєвому зростанню врожайності і забезпечували підвищення енергетичного коефіцієнта, що свідчить про доцільність їх використання в системі ресурсозберігаючих технологій.

Для сортів сої Паллада і Азимут витрати енергії на контрольних ділянках (без інокуляції та підживлень) були у межах 23,64 ГДж/га. У варіантах, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальні препарати Біоінокулянт–БТ–р та Атува енерговитрати збільшились і були в межах 23,94 ГДж/га. Водночас прихід енергії з урожаєм сорту сої Паллада був у межах 41,10–42,90 ГДж/га, а сорту Азимут 48,69–49,96 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності у даних варіантах відповідно становив 1,72–1,79 і 2,03–2,09 (табл. 7.3; 7.4).

**Енергетична ефективність вирощування сої залежно від застосування інокулянтів і позакореневого підживлення, т/га (середнє за 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Прихід енергії з урожаєм, ГДж/га	Енерго– затрати, ГДж/га	Енергоєм– ність урожаю, ГДж/т	Коефіцієнт енергетичної ефективності К <sub>еє</sub>
<b>Сорт Паллада (Фактор А)</b>					
Без інокуляції	Без підживлення (контроль)	36,2	23,64	11,92	1,53
	Ярило Соя 2,0 л/га	39,10	24,14	12,18	1,62
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	39,82	24,14	11,96	1,65
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	40,55	24,64	11,75	1,65
Біоінокулянт –БТУ–р, 3,0 л/т	Без підживлення	41,10	23,94	10,32	1,72
	Ярило Соя 2,0 л/га	44,35	24,44	10,78	1,82
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	45,44	24,44	10,52	1,86
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	47,06	24,94	10,16	1,89
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без підживлення	42,90	23,94	10,10	1,79
	Ярило Соя 2,0 л/га	44,53	24,44	10,74	1,82
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	45,80	24,44	10,44	1,87
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	47,97	24,94	9,97	1,92

**Енергетична ефективність вирощування сої залежно від застосування інокулянтів позакореневого підживлення, т/га (середнє за 2023–2025 рр.)**

Фактор В інокуляція	Фактор С позакореневі підживлення	Прихід енергії з урожаєм, ГДж/га	Енерго– затрати, ГДж/га	Енергоєм– ність урожаю, ГДж/т	Коефіцієнт енергетичної ефективності К <sub>е</sub>
<b>Сорт Азимут (Фактор А)</b>					
Без інокуляції	Без підживлення (контроль)	41,63	23,64	10,37	1,76
	Ярило Соя 2,0 л/га	44,71	24,14	10,65	1,85
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	46,16	24,14	10,32	1,91
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	47,61	24,64	10,00	1,93
Біоінокулян т–БТУ–р, 3,0 л/т	Без підживлення	48,69	23,94	8,90	2,03
	Ярило Соя 2,0 л/га	51,77	24,44	9,23	2,12
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	53,04	24,44	9,01	2,17
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	54,85	24,94	8,72	2,20
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т	Без підживлення	49,96	23,94	8,67	2,09
	Ярило Соя 2,0 л/га	52,86	24,44	9,05	2,16
	Хелпрост Соя 3,0 л/га	53,94	24,44	8,86	2,21
	Ярило Соя + Хелпрост Соя (2,0 + 3,0 л/га)	56,12	24,94	8,52	2,25

Коефіцієнт енергетичної ефективності для цього варіанту становить 2,25, що свідчить про високий рівень енергетичної віддачі. За показником коефіцієнта енергетичної ефективності вивчаємі сорти сої відображають високі показники

Таким чином, для підвищення продуктивності сої та енергетичного прибутку виправдано вирощувати сорти сої Паллада і Азимут з проведенням інокуляції насіння та комбінованим підживленням мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої.

### **Висновки до розділу 7:**

1. При вирощуванні сої сорту Азимут найбільш економічно вигідним виявився варіант із комбінацією передпосівної інокуляції насіння Атува у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2-3 трійчастий листок сої + Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фаза бутонізації. За рахунок додаткових технологічних заходів виробничі витрати збільшилися і склали 23100 грн/га, тоді як вартість продукції досягла 52700 грн/га. Проведені технологічні заходи забезпечило найвищий рівень чистого прибутку – 29600 грн/га та рентабельності, яка була на рівні 128,1 %, що на 47,9% більше контрольного варіанту.

2. Для сортів сої Паллада і Азимут витрати енергії на контрольних ділянках (без інокуляції та підживлень) були у межах 23,64 ГДж/га. У варіантах, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальні препарати Біоінокулянт-БТ-р та Атува енерговитрати збільшилися і були в межах 23,94 ГДж/га. Водночас прихід енергії з урожаєм сорту сої Паллада був у межах 41,10-42,90 ГДж/га, а сорту Азимут 48,69-49,96 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності у даних варіантах відповідно становив 1,72-1,79 і 2,03-2,09.

3. Найвищі показники енергозатрат та приходу енергії з урожаєм та досягаються у варіанті із передпосівною обробкою насіння інокулянтом Атува у поєднанні із двома позакореневими підживленнями у сорту сої Азимут (24,94 ГДж/га та 56,12 ГДж/га відповідно). Коефіцієнт енергетичної ефективності для цього варіанту становить 2,25, що свідчить про високий рівень енергетичної віддачі.

## ВИСНОВКИ

1. В агроценозах сої сорту Паллада на контрольних ділянках (без інокуляції та) показники польової схожості насіння сої були найменшими на рівні 84,0%. За проведення інокуляції насіння сої препаратом Біоінокулянт-БТУ-р польова схожість збільшилась на 4,5% в порівнянні з контрольними ділянками (без обробки) і була на рівні 88,5%, а за умови проведення інокуляції насіння біопрепаратом Атува відповідно на 5,7% і була на рівні 89,7%.

2. Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої сорту Азимут відмічений за інокуляції насіння сої препаратами Атува + протектор Премакс, (2,0+0,5 л/т) і проведення двох позакореневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазі 2–3 трійчастий листок і Хелпрост Соя, і у фазі бутонізація рослин сої – 93,7%.

3. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежала від сортових особливостей, передпосівної обробки, позакореневих підживлень та гідротермічних умов регіону вирощування і становила у сорту сої Паллада згідно варіантів досліду 103-116 діб, сорту Азимут від 109 до 122 діб. Найдовший період вегетації відмічений на варіантах досліду, де проводили бактеризацію насіння сої перед посівом препаратом Атува + протектор Премакс і проводили два позакореневі підживлення у фазу 3-й трійчастий листок мікродобривами Ярило Соя, в нормі витрати 2,0 л/га та у фазі бутонізація Хелпрост Соя, в нормі – 3,0 л/га.

4. Висота рослин сої сорту Азимут у фазі повної стиглості коливалася від 68,1 до 82,3 см, залежно від варіантів досліду. Найменша висота – 68,1 см була зафіксована на контрольному варіанті (без обробки), тоді як інокуляція препаратом Біоінокулянт-БТУ-р сприяло підвищенню висоти рослин сої до 74,5 см, а за інокуляції препаратом Атува до 78,1 см. Максимальна висота – 82,3 см спостерігалася на варіанті за інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Атува та проведенням позакореневих підживлень мікродобривам Ярило Соя + Хелпрост Соя.

5. Найвищі показники площі листової поверхні сортів сої Паллада та Азимут формувалися за комплексного застосування передпосівної бактеризації насіння препаратом Атува у поєднанні з двома позакореневими підживленнями

мікродобривами Ярило Соя у фазу 2-3 трійчастий листок + Хелпрост Соя, у фазу бутонізації сої. За таких умов у фазі дозрівання зерна площа листкової поверхні перевищувала контроль на 5,9-6,9%, що свідчить про формування оптимального асиміляційного апарату та подовження періоду його активного функціонування.

6. Фотосинтетичний потенціал посівів сої в період повні сходи - початок цвітіння становив на контрольних варіантах (без інокуляції та позакорневих підживлень) у сортів Паллада та Азимут 0,628 та 0,762 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ , а на кінець цвітіння 0,744 та 0,862 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ , відповідно. Найвищий фотосинтетичний потенціал за період повні сходи – формування і початок дозрівання зерна (Паллада – 3,322 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ , Азимут – 3,460 млн  $\text{м}^2 \cdot \text{діб/га}$ ) відмічено за умови поєднання бактеризації насіння Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т і позакорневих підживлень мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації). За всіх періодів аналізування вищий фотосинтетичний потенціал властивий сорту Азимут.

7. Бактеризація насіння сортів сої Паллада та Азимут біопрепаратом Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5 л/т у поєднанні з підживленням мікродобрив Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації) забезпечило максимальні значення: 2,30-2,38  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (третій трійчастий листок-гілкування), 4,11-4,20  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (початок цвітіння), 4,98-5,08  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (кінець цвітіння), 4,69-4,77  $\text{м}^2/\text{м}^2$  (формування і початок дозрівання зерна), що перевищує контроль на 29,2-30,8 %, 15,4-16,0%, 10,2-11,2 % і 18,4- 19,6% відповідно.

8. Максимальний показник чистої продуктивності фотосинтезу отримано за бактеризації насіння сої сорту Азимут препаратом Атува та підживленням дослідних рослин сої мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації). Так, період повні сходи-гілкування був на рівні 3,19  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу, що більше за контрольні ділянки (без інокуляції і підживлень) на 31,8 %; повні-сходи-початок цвітіння був на рівні 1,08  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу, (на 25,6 %); повні сходи-кінець цвітіння – 1,25  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу (на 21,4 %), повні сходи-дозрівання зерна – 0,66  $\text{г}/\text{м}^2$  за добу (на 40,4 %).

9. Проведення інокуляції насіння сої мікробіологічними препаратами та позакореневого підживлення посівів сої мікродобривами показали найкращу ефективність щодо кількості бульбочок і їх стану. Порівняльний аналіз сортів засвідчив, що сорт сої Азимут формував дещо більшу кількість бульбочок порівняно із сортом Паллада. Зокрема, проведення інокуляції біопрепаратом Атува + два підживлення у фазі досягання різниця між сортами становила 1,3 шт./рослину, або 7,5%, на користь сорту Азимут. Натомість на контрольному варіанті відмінності між сортами були мінімальними й не перевищували 0,5 шт./рослину, або 5,8%, що свідчить про обмежену реалізацію сортового потенціалу за відсутності інтенсифікуючих елементів технології вирощування сої.

10. Найвищі показники маси бульбочок у досліджувальні фази розвитку сої сорту Азимут були відмічені за поєднання передпосівної бактеризації насіння сої препаратом Атува із двома позакорневими підживленнями. Так у фазі цвітіння маса бульбочок становила 1865,7 мг/рослину, з них маса активних була в межах 1668,07 мг/рослину, тоді як на контрольних ділянках даний показник був в межах 635,2-264,0 мг/рослину, відповідно у фазу дозрівання маса бульбочкових бактерій зменшувалась ці була на рівні 740,2 з них активних 567,5 мг/рослину.

11. Максимальні значення тривалість та загального симбіозу відмічено у сорту сої Азимут на варіанті за інокуляції біопрепаратом Атува та дворазового комплексного позакореневого підживлення Ярило Соя + Хелпрост Соя: тривалість симбіозу була в межах 94 доби (загального) і 82 доби (активного), із симбіотичним потенціалом 36,0 і 27,0 тис. кг·діб/га відповідно, що перевищує контроль на 125 % (загальний) і 141,1% (активний).

12. Інокуляція насіння подовжувала тривалість як загального, так і активного симбіозу у сорту Паллада на 5-6 та 4-6 доби, а у сорту Азимут на 6-8 та 3-6 доби, відповідно. Серед варіантів досліду найбільш ефективними для формування тривалого періоду симбіозу були ті, що включали інокуляцію насіння біопрепаратом Атува + протектор Премакс і дворазове внесення мікродобрив у фазу 2-3 трійчастого листка Ярило Соя + Хелпрост Соя у фазу бутонізації. Завдяки агрозаходам отримано найвищі показники тривалості ЗСП і АСП у досліді у фазу

завершення цвітіння у сорту Паллада - 92 доби та 78 діб відповідно, а у сорту Азимут – 94 доби та 82 доби.

13. Показники індивідуальної продуктивності рослин сортів сої Паллада та Азимут: кількість бобів на одній рослині – 26,1-26,6, кількість насіння – 42,6-43,7, маса насіння з однієї рослини – 9,0-9,1 г, а маса 1000 насінин – 169,1-170,4 г були отримані при проведенні інокуляції насіння сої препаратом Атува та проведення двох позакорневих підживлень мікродобривами Ярило Соя у фазі 2-3 трійчастого листка сої + Хелпрост Соя, у фазі фаза бутонізації.

14. У середньому за 2023-2025 рр. проведення досліджень найвищі показники урожайності сої 2,65 т/га у сорту Паллада та 3,10 т/га у сорту Азимут забезпечили моделі технології вирощування, які передбачали проведення бактеризації насіння біопрепаратом Атува та проведення двох позакорневих підживлень мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2-3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

15. Підтверджено, що технологічні елементи вирощування сої, зокрема передпосівна обробка насіння біопрепаратом Атува + протектор Премакс, (2,0 л/т + 0,5 л/т) та застосування позакорневих підживлень мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої мають суттєвий позитивний вплив на покращення якісних показників зерна сої. Проведення даних агрозаходів забезпечує покращення якісних показників зерна сортів сої Паллада і Азимут за вмістом сирого протеїну на рівні 39,4-39,7%, сирого жиру – 22,3-22,6%, що більше за контрольні ділянки без проведення інокуляції та позакорневих підживлень відповідно на 2,1-2,2% та 2,3-2,5%.

16. При вирощуванні сої сорту Азимут найбільш економічно вигідним виявився варіант із комбінацією передпосівної інокуляції насіння Атува у поєднанні з дворазовим позакорневим підживленням Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2-3 трійчастий листок сої + Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фаза бутонізації. За рахунок додаткових технологічних заходів виробничі витрати збільшилися і склали 23100 грн/га, тоді як вартість продукції досягла 52700 грн/га. Проведені технологічні заходи забезпечило найвищий рівень чистого прибутку – 29600 грн/га та

рентабельності, яка була на рівні 128,1 %, що на 47,9% більше контрольного варіанту.

17. Для сортів сої Паллада і Азимут витрати енергії на контрольних ділянках (без інокуляції та підживлень) були у межах 23,64 ГДж/га. У варіантах, де у передпосівну обробку насіння використовували бактеріальні препарати Біоінокулянт-БТ-р та Атува енерговитрати збільшились і були в межах 23,94 ГДж/га. Водночас прихід енергії з урожаєм сорту сої Паллада був у межах 41,10-42,90 ГДж/га, а сорту Азимут 48,69-49,96 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності у даних варіантах відповідно становив 1,72-1,79 і 2,03-2,09.

18. Найвищі показники енергозатрат та приходу енергії з урожаєм та досягаються у варіанті із передпосівною обробкою насіння інокулянтом Атува у поєднанні із двома позакореневими підживленнями у сорту сої Азимут (24,94 ГДж/га та 56,12 ГДж/га відповідно). Коефіцієнт енергетичної ефективності для цього варіанту становить 2,25, що свідчить про високий рівень енергетичної віддачі.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах правобережного Лісостепу для одержання врожайності зерна сої на рівні 3,10 т/га рекомендуємо висівати середньостиглі морфотипи сорту сої Азимут, який адаптований до зони вирощування. Проводити передпосівну обробку насіння бактеріальним препаратом Атува у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривом Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2-3 трійчастий листок сої + органо-мінеральне добриво Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фаза бутонізації, при цьому рівень рентабельності становитиме - 128,1 %, а коефіцієнт енергетичної ефективності - 2,25, що свідчить про високий рівень енергетичної віддачі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця, 2020. 276 с.
2. Несмачна М. Експерт порадив, як оптимізувати витрати на вирощування сої в сезоні–2025. *Суперагроном*. URL : <https://superagronom.com/news/20604-ekspert-poradiv-yak-optimizuvati-vitrati-na-viroschuvannya-soyi-v-sezoni-2025> (дата звернення 12.05.2026)
3. Мізерник Д. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі і Україні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 2024. № 76 (1), С. 36–47. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-4)
4. Сендецький В. М. Продуктивність сої залежно від сумісного застосування. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 123–127.
5. Toward a “green revolution” for soybean / S. Liu et al. *Molecular plant*. 2020. Vol. 13, issue 5. P. 688–697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.03.002>.
6. Історія та поширення сої. URL : <https://agrosience.com.ua/plant/istoriya-ta-poshyrennya-soi> (дата звернення 23.02.26)
7. Цікаві факти про сою. URL : [https://tetraagro.com.ua/news/cikavi\\_aktiprosoyuusvitytavukrayinii](https://tetraagro.com.ua/news/cikavi-aktiprosoyuusvitytavukrayinii) (дата звернення 20.02.26)
8. Вишнякова М. Л. Соя – історія культури. *Агроном*. 2004. №3 (5). С. 82–83.
9. Жуковський П.М. Культурні рослини і їх родичі. 3 вид. Л.: Колос, 1971. 751 с.
10. Котович Х. Соя: походження та користь найдавнішої їстівної культури. *АгроЕліта*. 2022. № 4 (111). URL: <https://agroelita.info/soia-pokhodzhennia-ta-korystnaydavnishoi-istivnoi-kultury/>
11. Рослинництво. Біологія і технологія виробництва польових культур. URL : <https://pidru4niki.com/75643/agropromislovist/soya> (дата звернення 20.12.25)
12. Мазур К.В., Кубай О.Г. Менеджмент аграрного підприємства: навч. посібник. Вінниця: «Твори», 2020. 284 с.

13. Бабич А. О., Бабич–Побережна А. А. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.
14. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. К.: ІТІ. 1995. 298 с.
15. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посилаєва, П. В. Чернишенко : монографія / НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Х., 2016. 400 с.
16. Івасик М.В., Бахмат М.В. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка Сільськогосподарські науки*. 2022. № 2 (37). С. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>
17. Коробко А.А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 125–134.
18. Івасик М.В. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133 С. 19–24. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.3>
19. Бабич А.О., Бабич–Побережна А.А. Соевий пояс і розміщення виробництва сої в Україні. *Пропозиція*. 2019. № 4. С. 52–56.
20. Лиса А. Україна утримує позиції у топ–10 світових виробників сої. URL: <https://landlord.ua/news/ukrainautrymuiepozytsiiutop10svitovykhvyrobnyki vsoi> . (дата звернення 18.02.26)
21. Логвиненко В.В. Причини поширення і заходи боротьби з чертополохівкою (*Vanessa Cardui* L.) на посівах сої в Полтавській області. *Таврійський науковий вісник* № 137. С. 135–143. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.17>
22. Огурцов Є. М., Белінський Ю. В., Глущенко Р. Ф. Історія культури сої і сучасний стан її виробництва. *Матеріали наук.–практ. конф., присвяченої 100-річчю харківського періоду агроуніверситету ім. В.В. Докучаєва (1914–2014 рр.)*. ХНАУ, 2014 С. 111–115.

23. 150 років вирощування сої в Європі. 2025. URL : <https://lidea-seeds.com.ua/news/soya/150-rokiv-vyroshchuvannya-svoyeyi-v-yevropi> (дата звернення 18.02.26)
24. Артим А. Вирощування сої: аналіз економічної вигоди. Агроеліта. 2024. URL : <https://agroelita.info/vyroshchuvannya-soi-analiz-ekonomichnoi-vyhody/> (дата звернення 18.02.26)
25. Павленко О. Абсолютний соєвий максимум. *Аграрний тиждень*. Україна. 2015. № 6. С. 22–25.
26. Ратошнюк В.І., Савчук О.І., Ратошнюк В.В. Особливості формування продуктивності сої на дерновопідзолистому ґрунті в лізіметричних дослідженнях. *Вісник аграрної науки*. 2023. №7(844) С. 5–13 ORCID: 10000–0001–6937–7541, 20000–0002–0197–3053
27. Гадзала Я.М., Сташука В.А., Рокочинського А.М. Меліорація та облаштування Українського Полісся: монографія; за ред.. Херсон: ОЛДІПЛЮС, 2018. Т. 2. 854 с.
28. Польовий В.М., Фурман В.М., Мороз О.С., Люсак А.В. Моніторинг продуктивності сої за різних систем удобрення в умовах Західного Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 92–98. doi: 10.32851/2226–0099.2022.126.13
29. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Наукове забезпечення виробництва кормів в умовах воєнного стану. *Корми і кормовиробництво*. 2022. Вип. 93. С. 10–20. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202293–01
30. Beliavskaaya, L. (2017). The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*. 15 (2), 247 – 251. doi:10.1016/j.aasci.2017.05.003
31. Ходаніцька О. О., Погоріла, Л. Г., Шевчук, О. А., Ткачук О. О., Матвійчук, О. А. Врожайність та якість насіння сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2024. Вип. 98, С. 120–128. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202498–11>

32. Пригоди сербської сої в Україні. Агроексперт. 2020. URL : <https://agroexpert.ua/pryhody-serbskoi-soi-v-ukraini/> (дата звернення 05.11.2025)
33. Білявська Л.Г., Присяжнюк О.І. Модель ранньостиглого сорту сої. *Новітні агротехнології*. 2018. № 6. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/165365>  
Doi: 10.21498/na.6.2018.165365
34. Цехмейструк М. Г., Шеляків В. О., Шевніков М. Я., Литвиненко О. С. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.05>
35. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і урожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Вип. 4. С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09>
36. Дудка А. А., Романько Ю. О. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сер. «Сільськогосподарські науки»*. Херсон, 2022. № 128. С. 77–83. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.11>
37. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., О. С., Панченко С. С. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 45–52. doi: 10.31210/visnyk2020.04.05
38. Іванів М. О., Возняк В. В. Біометричні показники та урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.11>
39. Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 74–92. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-7>
40. Діянова А.О. Кулик М.І. Формування урожайності сої залежно від сортового складу та умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2025. № 30. С. 197–203. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.28>
41. Хоміна В.Я., Олійник Ю.А. Урожайність різностиглих сортів сої залежно від способів сівби та норм висіву насіння в умовах Лісостепу Західного.

*Таврійський науковий вісник*. 2025. № 146. Ч.2. С. 91–96. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.2.12>

42. Кравченко В.С., Акінчиц Д.Л., Гинга Д.Е. Формування якості насіння сої залежно від сортового складу, захисту рослин та зрошення у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 145. Ч.1. С. 174–180.

43. Новохацький М., Таргоня В., Бабинець Т., Городецький О. Величина та структура біологічної врожайності сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та заходів з оптимізації режиму живлення. *Техніко–технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. № 27. С. 41. DOI: [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27\(41\)-16](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-16)

44. Тараненко С.В. Коба Р.Г. Вплив видів обробітку ґрунту та способів сівби на урожайність сої. *Таврійський науковий вісник*. № 141. Ч. 2. С. 92–102. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.13>

45. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської держ. аграрної академії*. 2018. № 3. С. 25–32.

46. Messina C.D., Jones J.W., Boote K.J., Vallejos C.E. A gene-based model to simulate soybean development and yield responses to environment. *Crop Sci*. 2006. Vol. 46, Issue. 1. P. 456–466. DOI: 10.2135/cropsci2005.04-0372

47. Білявська Л. Г., Діянова А. О. Сучасні моделі продуктивності нових перспективних сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2026. № 41. С.170–184. DOI: 10.37128/2707-5826-2026-2-14

48. Білявська Л.Г. Господарсько–цінні ознаки, їх рівень та кореляційні зв'язки у потомствах гібридних популяцій сої. *Scientific Progress & Innovations*, 2024. Вип. 27 (2). С. 6–11. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024>

49. Толмачова А. В. Вплив кліматичних змін на агрокліматичні умови вирощування сої в степовій зоні України. *Кліматичні зміни та сталий розвиток сільського господарства* : зб. матеріалів Міжнар. наук.–практ. конф. (Одеса, 19 верес. 2025 р.) Одеса : Ін-т клімат. орієнт. сіл. госп-ва НААН, 2025. С. 88–91.

50. Діянова А.О., Кулик М.І. Формування насіннєвої продуктивності сої залежно від біометричних показників рослин та умов року вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2024. № 32. С. 93–103. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.32.2024.326050>
51. Mazur O., Mazur O., Zayka K., Didur I., Biliavska L., Tsyhanskyi V., Verheles P. Variability of soybean varieties in terms of yield components and yield in the conditions of the Forest–Steppe of Right–Bank Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025, Vol. 26, Issue 7. P. 186–195. DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/205208>
52. Sichkar V., Orekhivskyi V., Bilyavskaya L., Kryvenko A., Solomonov R., Diyanova A. Use of soybean genetic resources to create highly adaptive varieties. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol.12, Issue 1. P. 3–14. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.1>
53. Кравченко Н. В., Можарівська І. А., Гнітецький М. О., Галицький В. О., Швець Б. С. Реакція сортів сої на кліматичні виклики в умовах північно–східного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 356–360. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.57>
54. Що таке інокуляція і для чого вона застосовується на сою. URL : <https://consumerhm.gov.ua/3716-shcho-take-inokulyatsiya-i-dlya-chogo-vona-zastosovuetsya-na-soyu> 2025. (дата звернення 11.01.2026)
55. Ефективне рішення для інокуляції сої. *Агроном*. 2022. URL : <https://www.agronom.com.ua/efektyvne-rishennya-dlya-inokulyatsiyi-soyi/> (дата звернення 11.01.2026)
56. Панцирева Г.В. Особливості формування урожайності та якості насіннєвої продукції сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 1 (32). С. 40–49. DOI: 10.37128/2707–5826–2023–3–10
57. Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природніх процесів

грунтово–імобілізаційного характеру. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 107–112. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.24.15>

58. Vessey J.K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*. 2003. Vol. 255. Issue 2. P. 571–586. URL: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026037216893>

59. Черешнюк В.В. Ефективність застосування інокулянтів на сої. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів VII Міжнародної науково–практичної конференції, 25 жовтня 2022 р., Науково–методичний центр ВФПО. Київ, 2022. С. 144–146.

60. Дробітько А.В., Коковіхін С.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність сортів сої в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. №1. С.40–45. DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2020.1.6>

61. Шепілова Т. П. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 117–123. URL: <http://jnas.nbuв.gov.ua/article/UJRN-0000443405>

62. Бабаяров М.Х. Вплив азотних добрив в ризоторфіну на урожайність сої. *Технічні культури*. 1991. № 5. С. 37–40.

63. Титова Л. В., Дубинська О. Д. Продуктивність сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими й ендofітними бактеріями в умовах зрошення південного Степу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67. С. 228–239. DOI: 10.32636/01308521.2020–(67)–2–15

64. Демяненко В.В. Ключові елементи сучасної технології вирощування сої. *Агроскоп*. 2014. №1. С. 26–30.

65. Яровий Ярослав. Продуктивність сої залежно від удобрення та інокуляції. 2025. URL : <https://ifarming.ua/itehnologii/produktyvnist-soyi-zalezho-vid-dobrennya-ta-inokulyaciyi> (дата звернення 15.02.2026).

66. Чорна В.М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 82. С. 69–77.

67. Крижанівський М. В., Бахмат О. М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. Випуск 2 (37). С. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-4>
68. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018 р. № 1 (64). С.23–28.
69. Гаврик С.В. та Цюк О.А. Формування врожаю і продуктивності сої залежно від основного обробітку ґрунту та інокулювання. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. Ч. 1 С. 31–37. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.5>
70. Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Накопичення та баланс азоту в ґрунті при вирощуванні сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. Ч. 1 С.72–77. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.1.10>
71. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 48–60.
72. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 5. P. 177–182. DOI: 10.15421/2020\_206
73. Молдован Ж.А., Молдован В.Г. Вплив позакореневого підживлення на формування показників індивідуальної продуктивності сої. *Корми і кормовиробництво*. 2025. № 100. С. 45–56. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo2025100-04
74. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 69–81. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-6> .
75. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та інші Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 392 с.

76. Складові технології вирощування сої : навч. Посібник. Г. М. Господаренко, О. М. Бахмат, І. В. Прокопчук, Л. В. Вишневська ; за заг. ред. Г.М. Господаренка. Умань : Сочінський М.М., 2019. 205с.

77. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. Вип. № 18. С. 5–17.

78. Заболотний Г.М. Вплив мінеральних добрив та мікродобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. *Агробіологія*. 2015. Вип. 2 (121). С. 130–133.

79. Бахмат О. М. Агроекологічні умови вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу вирощування сої на зрошуваних землях Півдня України. *Пропозиція*. 2015. № 2. С. 52–57.

80. Маслак О. Прибуткова соя. *The Ukrainian Farmer*. квітень 2020. С. 50–51.

81. Патика В.П., Гнатюк Т.Т., Булець Н.М., Кириленко Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 12–20.

82. Душко П. М. Оцінювання удобрень сої в технології її вирощування за адаптивним потенціалом. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 205–210 URL : [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8256/1/VAN\\_2016\\_33-37.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8256/1/VAN_2016_33-37.pdf)

83. Олександр Карпенко. Соя готується до реваншу. URL : <https://www.zerno-ua.com/journals/2022/%E2%84%9612-2022/soya-gotu%D1%94tsya-do-revanshu-2/2023> (дата звернення 24.01.2024)

84. Молдован Ж.А., Молдован В.Г. Оцінка конкурентоздатності допосівної обробки насіння та позакореневих підживлень сої за різних рівнів мінерального живлення. *Корми і кормовиробництво*. 2022. № 94. С. 27–36. DOI: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202294-03>.

85. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 1. С. 13–18.

86. Бербенець О.В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С.41–45.

87. Красій М. А., Міщенко І. А. Ринок сої стан та перспективи. *Сучасний менеджмент: виклики та можливості*. Матеріали II Міжнародної наук.–практ. онлайн–конф. студентів, аспірантів і молодих вчених (Київ, 27 квітня 2021 р.). Київ: НУБіП України, 2021. С. 78–81.

88. Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. Вип. 26(1). С. 9–16.

89. Смага І. С., Черлінка В. Р., Дмитрук Ю. М. Землеробство. Фактори життя рослин і родючість ґрунту : навч. посібник. Чернівці : Чернівець. нац. ун–т ім. Ю. Федьковича, 2022, 128 с.

90. Воронянський С. І., Гарбузов Ю. Є., Білявська Л. Г. Сучасна селекція сої в Україні та її проблеми. *Селекційні досягнення в Україні: проблеми правової охорони та перспективи вдосконалення захисту* : зб. матер. всеукр. наук.–практ. конф. Полтава : ПДАА, 2018. Вип. 1. С. 46–48.

91. Агрокліматичне районування півдня України і їх раціональне використання: монографія / Лимар О.А., Лимар А.В., Домаруцький К.О. Херсон: Грень В.С., 2014. 245 с.

92. Пасічник О. І. Виробництво сої та соєвої олії в Україні. *Вісник студентського наукового товариства «Ватра»: зб. наукових праць IX Всеукраїнської студентської наук.–практ. конф.* 2020. Випуск 94. С. 173–178.

93. Рябошапка К.С. Селекція сої. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2015. 90 с.

94. Міленко А.Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. *Сільськогосподарські науки*. № 6 (21) Частина 1 червень, 2015 р. С. 52–54.

95. Голодна А.В, Грицюк Я. В. Культура соя та її значення у сучасному світовому і вітчизняному агровиробництві. *Збалансоване природокористування*. 2024. № 2. С. 100 – 109. DoI:10.33730/2310–4678.2.2024.309929
96. Петриченко В.Ф., Бабич А.О. Соя. URL : <https://geoknigi.com/bookview.Php?id=533> (дата звернення 20.01.2024)
97. Гаврилюк А. Рекомендовано українські сорти сої для вирощування у різних регіонах. URL : <https://agrotimes.ua/agronomiya/rekomendovano-ukrayinski-sorty-soyi-dlya-vyroshhuvannya-u-riznyh-regionah-2021>. (дата звернення 11.01.2024)
98. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту / І. С. Поліщук та ін. *Сільське господарство та лісівництво. Рослинництво, сучасний стан та перспективи розвитку*. 2018. № 11. С. 36–43. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/January2020/RHYYNRtliJ3BAzAuOzp5.pdf> (дата звернення: 02.02.2024).
99. Нетіс В.І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошувальних землях півдня України. *Таврійський Вісник*. Херсон, 2018. С.77–83.
100. Рибальченко А.М. Сучасне виробництво сої: світові тренди та вітчизняні реалії. *Discovering New Horizons in Science and Prospects for Implementation of Innovations: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference*, July 7 – 8. Dnipro, 2022. С. 124.
101. Цехмейструк М.Г., Шелякін В.О., Глибокий О.М., Шелякіна Т.А. Вплив фонів мінерального живлення на урожайність та якість сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2020. Випуск 117. С. 206–214. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207183>.
102. Searchinger T., Waite R., Hanson C. Ranganathan J. Creating a sustainable food future. Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050. *World resources report. Final report, july*. 2019. URL: [https://wrrfood.wri.org/sites/default/files/2019-07/WRR\\_Food\\_Full\\_Report\\_0.pdf](https://wrrfood.wri.org/sites/default/files/2019-07/WRR_Food_Full_Report_0.pdf)
103. Що краще посіяти після сої? URL : <https://reporter.zp.ua/shho-krashhe-siyaty-pislya-soyi.html> (дата звернення 07.01.2024)

104. Місце сої в сівозміні. URL : <https://posivna.com.ua/ua/zamitky-ahronoma/mistse-soji-v-sivozmini> (дата звернення 24.01.2024)
105. Вирощування сої. URL : <https://www.donausoja.org/uk/s%D1%96lske-gospodarstvo/virosuvannja-soi/> (дата звернення 20.01.2024)
106. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД»,2022. 220 с.
107. Прус Л.І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. *Агроекологічний журнал*. 2017.1 С. 62– 67.
108. Плаксюк Л.Б., Вдовиченко А.В., Терновий Ю.В. Оцінка гербологічної ситуації на посівах сої у перехідному періоді до органічного землеробства в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 123–127.
109. Перетятко С.Г., Рудік О.Л. Сучасний стан та прикладні аспекти перспектив розвитку виробництва сої в Україні. *Зрошуване землеробство. Серія : Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2021. 76 С. 49–53. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.10>
110. Крикунов В.Г. Грунти і їх родючість: Підручник. К.: Вища шк., 1993. 287 с.
111. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / ред. С.А. Балюк., В.В. Медведєв, О.Г. Тараріко., В.О. Греков., А.Д. Балаєв. Київ, 2010. 112 с.
112. Дєдов О.В., Стефанков Л.І. Ґрунтові ресурси Вінницької області: використання, стан та перспективи оптимізації. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія «Географія»*. Випуск 31. 2019, № 1–2. С.61–67.
113. Mudrak O.V., Mudrak H.V., Semeniv V.S., Antoniuk Y.P., Riabokon O.V., Herasimova O.V. Environmental monitoring of the agrosphere: theory, methodology, practice. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 3. С. 26–37. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311178>
114. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Грунти Вінницької області. Навчальний посібник. Вінниця. 2004. 46 с.

115. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Екологічний моніторинг агроландшафтів України як основа їх оптимізації та ефективного використання. *Збірник наукових праць “Сільське господарство та лісівництво” Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця. 2019. №14. С. 231–244.

116. Черноморець Є.В. Екологічна оцінка ґрунтів Вінницької області. URL : [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://docs.academia.vn.ua/bitstream/handle/123456789/1928/%25D0%25A7%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25BD%25D0%25BE%25D0%25BC%25D0%25BE%25D1%2580%25D0%25B5%25D1%2586%25D1%258C\\_compressed.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwiz2\\_O34qaUAxXS0wIHHS\\_OHyYQFnoECCIQAQ&usg=AOvVaw3udIww0AMkeZiAbDuPXQCU](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://docs.academia.vn.ua/bitstream/handle/123456789/1928/%25D0%25A7%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25BD%25D0%25BE%25D0%25BC%25D0%25BE%25D1%2580%25D0%25B5%25D1%2586%25D1%258C_compressed.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwiz2_O34qaUAxXS0wIHHS_OHyYQFnoECCIQAQ&usg=AOvVaw3udIww0AMkeZiAbDuPXQCU) (дата звернення 07.04.2026)

117. Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2017. 452 с.

118. Разанов С.Ф., Мельник В.О., Назарук Б.В., Куценко М.І.. Оцінка агроекологічного складу сірих лісових ґрунтів за різного сільськогосподарського використання. *Збалансоване природокористування*. 2021. №1. С.146–153. DOI: 10.33730/2310–4678.1.2021.231901

119. Формування продуктивності сої за завчасної обробки насіння фунгіцидами Стандак Топ і Февер та інокуляції ризобіями в день посіву / С. Я. Коць та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 29–43. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997–3004.34.29–43> .

120. Effects of plant density, nitrogen rate and supplemental irrigation on photosynthesis, root growth, seed yield and water–nitrogen use efficiency of soybean under ridge–furrow plastic mulching / Z. Liao et al. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 268. Article no. 107688. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107688.

121. Tkachuk O., Telekalo N. Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine. Integration of traditional and innovation processes of development of modern science : collective monograph. Chapter «Agricultural sciences». Riga, 2020. P. 91–108. DOI: <https://doi.org/10.30525/978–9934–26–021–6–33>

122. Ревтьо О.Я., Золін О.О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 105–112. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15>

123. Пилипенко О.В. Вплив погодних умов та площі живлення на формування врожайності насіння сортів сої у посушливих умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 142. Ч. 2. С 50–58. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.7>

124. Соя: модель сорту, новостворені неопушені лінії, насінництво, фітосанітарний стан посівів: колективна монографія /За ред. Л. Г. Білявської. Полтава : ПДАУ. 2023. 187 с.

125. Екологічний паспорт Вінницької області. 2024. URL : [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.vin.gov.ua/images/UPRTER/2024/ogoloshennya/Ekologichnuy%2520pasport%25202024\\_%2520.pdf&ved=2ahUKEwjCgvjJkLaUAxUmAxAIHZ4tINMQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw06kVVwNOzI9097qyuu9NqZ](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.vin.gov.ua/images/UPRTER/2024/ogoloshennya/Ekologichnuy%2520pasport%25202024_%2520.pdf&ved=2ahUKEwjCgvjJkLaUAxUmAxAIHZ4tINMQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw06kVVwNOzI9097qyuu9NqZ) (дата звернення 12.12.2024)

126. Шевченко О.Г., Сніжко С.І. Зміна клімату та українські міста: прояви та проєкції на XXI століття на основі RCP-сценаріїв. *Вісник Київського університету. Серія географія*. 2019. Вип. 2 (75). с. 11–18.

127. Хохлов В.М., Боровська Г.О., Уманська О.В., Тенетко М.С. Зміна погодних умов на території України в умовах зміни клімату. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. № 17. С. 31–37.

128. Shevchenko O., Snizhko S., Zapototskyi S., Svintsitska H., Matviienko M., Matzarakis A. Long-term analysis of thermal comfort conditions during heat waves in Ukraine. *Geographia Polonica* 2022. Vol. 95, Is.1. pp.53–70.

129. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проєкту). Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2021. 68 с.

130. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліджу : навч. посібник. Херсон: С. 2014. 448 с.

131. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. За ред. В.В. Волкодав; Держ. коміс. України по випробовуванню та охороні сортів рослин. Київ: Технопр., 2000. Вип. 1. 100 с.

132. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина / Ткачик С.О., Присяжнюк О.І., Лещук Н.В. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 119 с.

133. Методика проведення експертизи сортів рослин картоплі та груп овочевих, баштанних, пряно–смакових на придатність до поширення в Україні. Вінниця: Український інститут експертизи сортів рослин. 2016. 95 с.

134. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : НІЧЛАВА, 2003. 320 с

135. Мойсейченко В.Ф., Єщенкою В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа. 1994. 334 с.

136. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Дія, 2005. 288 с.

137. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Херсон: Грінь Д.С. 2014. 286 с.

138. Volkogon V.V., Nadckernichna O.V., Tokmakova L.M. (2010). [Experimental Soil Microbiology: Monograph. for sciences Ed. V V. Volkogon. К. : Agrar. Sciences. P. 154–156.

139. Майсурян М.А. Практикум по рослинництві. Колос. 1970. 446 с.

140. ДСТУ 2240–93. Насіння сільськогосподарських культур сортів та посівні якості. С. 107–109.

141. Куперман Ф.М. Біологія розвитку рослин. Вища школа., 1952. 424 с.

142. Тринько Р. Методика економічних досліджень. Львів: Українські технології. 1999. 355 с.

143. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай. 1988. 208 с.

144. Ушкаренко В.О. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант. 2008. 272 с.
145. Панцирева Г.В. Особливості водоспоживання рослин люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. 2020. Вип. 24. С. 72–78. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy.2020.01.072>.
146. Булигін Д.О., Суздаль О.С., Мишукова Л.С., Влащук О.С. Ефективність вирощування сої за різних умов зволоження та густоти стояння рослин на півдні України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 21, С 75-79
147. Дробітько О.М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2007. Вип. 2. С. 240–245.
148. Petrychenko V.F., Kobak S.Ya., Chorna V.M., Kolisnyk S.I., Likhochvor V.V., Pyda S.V. Formation of the Nitrogen–Fixing Potential and Productivity of Soybean Varieties Selected at the Institute of Feeds and Agriculture of Podillia of NAAS. *Mikrobiol. Z.* 2018. 80(5). 63–75. <https://doi.org/10.15407/mikrobiolj80.05.063>.
149. Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Волинець Є.О., Федюк В.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на густоту стояння та висоту рослин сої в умовах правобережного лісостепу України. *Український журнал природничих наук*. 2024. №7. С. 168–174. DOI [https://doi.org/10.32782/natura\\_ljournal.7.2024.18](https://doi.org/10.32782/natura_ljournal.7.2024.18)
150. Бахмат О.М. Використання фотосинтетичної активної радіації та формування урожайності сортами сої залежно від способу сівби та удобрення в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 118–123
151. Фурман В.А., Фурман О.В., Свистунова І.В. Динаміка густоти стояння та виживаність рослин сої, залежно від мінерального удобрення та інокуляції в умовах Лісостепу правобережного. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2022. № 5. С. 110–115. URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.004>

152. Дідора В.Г., Деробон І.Ю., Стоцька С.В. Продуктивність сої в умовах полісся залежно від ЕМ–препаратів. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Вип. 1 (46). С.42–52. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706–9052–2025–1.5>

153. Чинчик О.С. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку сої залежно від сортових особливостей та удобрення. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 133–137.

154. Голобородько С.П., Іутинська Г.О., Титова Л.В., Дубинська О.Д. Продуктивність сортів сої за інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення Півдня України. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 1. С. 122–130. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202001–221>

155. Міхеєва О.О. Тривалість періоду вегетації сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Вісн. ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2018. №2. С. 171–182. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/14860>

156. Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Тривалість вегетаційного періоду, фаз росту та розвитку сої залежно від строків сівби. *Корми і кормовиробництво*. 2021. № 92. С. 72–81. DOI: [https://doi.org/10.31073/kormo\\_vyrobnytstvo202192–07](https://doi.org/10.31073/kormo_vyrobnytstvo202192–07)

157. Вишнівський П.С., Фурман О.В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. № 1. С. 13–22. <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>

158. Мазур О.В. Вивчення зв'язку тривалості вегетаційного періоду з урожайністю сортів рослин сої. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Вип. 10 (50). С. 100–105.

159. Грабовський М.Б., Мостипан О.В., Панченко Т.В., та ін. Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від гідротермічних умов та застосування ґрунтових і післясходових гербіцидів. *Агробіологія*. 2024. № 1. С. 109–119.

160. Собко З.З., Вознюк Н.М. Залежність врожайності сільськогосподарських культур від кліматичних та агрометеорологічних чинників. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 3 (73). URL : <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.03.6/9498>  
<https://dx.doi.org/10.31548/dopo>
161. Нагорний В.І. Урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від доз азотних добрив в умовах північно–східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2010. Вип. 4 (19). С. 115–120.
162. Молдован В.Г., Молдован Ж.А., Собчук С.І. Формування врожаю сої залежно від технологічних елементів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2015. № 2 (50), т. 1. С. 279–285.
163. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: Українські технології, 2008. 623 с.
164. Black J.N. The interrelationship of solar radiation and leaf area index in dynamics during the vegetative period affects yields of narrow – row, late – determining the rate of dry matter proution of sward of subterranean clover. *Austr. J.Agric Rec.* 1963. Vol. 5. P. 2 –38.
165. Fahrizal I., Rahayu A., Rochman N. The response of soybean plants of mycorrhizal abuscules and application of phosphorus fertilizers in acid soils. *Journal Agronida*. 2017. № 3(2). pp. 95–105.
166. Стоцька С.В. Динаміка наростання листкової поверхні та концентрація хлорофілу в конюшині лучній залежно від впливу агротехнічних прийомів вирощування в умовах Полісся. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 62. С. 112–118.
167. Дідора В.Г., Ступніцька О.С. Фотосинтетична активність та урожайність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах полісся України. *Вісник ЖНАЕУ Рослинництво, селекція та насінництво*. 2014. № 2 (42), т. 1. С. 106–112.

168. Hanter M.N. Response of nine soybean line to soil moisture conditions close to saturation. *Austr.J. Exptl. Agris. Anim.Yusb.*, 1980. V. 20. P. 339.

169. Бабич А.О., Новохацький М.Л. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листкового індексу посівів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2001. Вип. 12. С. 179–184.

170. Колісник С.І., Венедіктов О.М., Петриченко Н.М. Ефективність застосування різних штамів бактеріальних препаратів при вирощуванні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 122–125.

171. Шовкова О.В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. Житомир*, 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 465–471.

172. Петриченко В.Ф., Дробітько О.М. Формування продуктивності сої залежно від впливу способу механізованого догляду за посівами в умовах південно–західного. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2009. Вип. 38. С. 60–66.

173. Шевніков М.Я. Наукові основи вирощування сої в умовах лівобережного Лісостепу України: Монографія. Полтава, 2007. 208 с.

174. Furman O.V. Formation of soybean leaf surface area under the influence of inoculation and level of fertilizing. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»*. Київ, 2019. Вип. 1–2. С. 71–80.

175. Бабич А.О., Венедіктов О.М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. № 53. С. 83–88

176. Zhang J., Liu J., Yang C., Du S., Yang W. Photosynthetic performance of soybean plants to water deficit under high and low light intensity. *South African Journal of Botany journal*. 2016. Vol. 105,

177. Бабич А.О., Підпалій І.Ф., Козяр О.М. Особливості фотосинтетичного процесу зрошуваних травосумішок залежно від складу та режиму кореневого живлення. *Корми і кормовиробництво*. К., 1998. № 4. С. 18–23.

178. Аралов О.В. Особливості формування листкової поверхні та її вплив на продуктивність сухої речовини у сортів вики ярої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 87–91

179. Гутянський Р.А., Ільченко Н. К., Шелякіна Т.А., Посиляєва О.О. Урожайність і якість насіння гороху, нуту, сої за впливу забур'яненості, інокуляції та гербіциду. *Селекція і насінництво*. 2018. № 113. С. 179–188.

180. Львовський О.О. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі та Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. Вип. №: 4 (39). С. 177–184.

181. Патица В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. Біологічний азот. Київ : Світ, 2003. 422 с.

182. Панчишин В.З., Мелешко А.А., Корево Н.І., та ін. симбіотична активність бактерій роду *Bradyrhizobium* на рослинах *Glicine hispida* залежно від досліджуваних факторів. *Український журнал природничих наук*. 2025. № 12. С. 200–210. DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.20>

183. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 89–97. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.13>

184. Довбиш Л.Л., Можарівська І.А., Корбут Б.О., та ін. Вплив борвмісних добрив на продуктивність зерна сої в мовах Лісостепу Житомирської області. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 53–58. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.8>

185. Дідур І.М. Вплив інокуляції насіння та позакорневих підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 50–56. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.8>

186. Головащук Є.О., Ситар О.В., Таран Н.Ю., Каленська С.М. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. *Вісник аграрної науки*. Київ, № 1. 2008. С. 17–19.
187. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : Урожай, 1993. 429 с.
188. Lavrynenko Y.O., Kuzmich V.I., Klubuk V.V. Regression and correlation analysis of soybean productivity elements. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2015. № 92. С. 60–64.
189. Баранов А.І., Ступіцька О.С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2014. Вип. 7. С. 118–121.
190. Григоренко С.В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача. *Plant varieties studying and protection*. Київ, 2019. Т. 15. № 2. С. 143–154.
191. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів : Українські технології, 2008. 623 с.
192. Бикін А.В., Генгало Н.О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому малогумусному. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2011. № 162. С. 137–144.
193. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Дворецька С.П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. *Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. Київ, 2004. Вип 2. С. 45–48.
194. Іванюк С.В. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 21. С. 50–55.
195. Іванюк С.В., Вільгота М.В., Жаркова О.Ю. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивності сої в Умовах лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 21–28.
196. Чинчик О.С. Вплив способів удобрення на формування структури та врожайності сої (*Glycine max (L.) Merr.*) в умовах Лісостепу Західного. *Наукові праці*

*Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2016. Вип. 24. С. 35–41.

197. Гень С.П. Врожайність і структура врожаю сої залежно від елементів технології вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (2). С.100–111.

198. Чинчик О.С. Основні показники якості насіння сортів сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 49–51.

199. Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В., Мартинов О.М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник*. № 111. 2020. С. 44–48. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.5>

200. Sydiakina O., Ivaniv M. Productivity of soybean varieties of different maturity groups depending on plant density under drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. No. 11. P. 100–110. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.100>

201. Бахмат М.І., Бахмат О.М., Трач І.В. Сортова продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 146–150.

202. Панцирева Г.В. Фотосинтетична і насіннева продуктивність люпину білого залежно від інокуляції та стимулятора росту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. Вип. 29. С. 47–53.

203. Кобизєва Л.Н., Тимчук С.М., Тимчук Н.Ф. Вміст білка та олії в насінні сортів сої різного еколого–географічного походження. *Селекція і насінництво*. Харків : Магда LTD, 2005. Вип. 90. С. 229–238.

204. Новохацький М.Л. Оптимізація умов фотосинтезу агроценозів сої та використання рослинами його продуктів. *Техніко–технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. Дослідницьке, 2017. Вип. 21. С. 258–267.

205. Хорсун І.А., Січкара В.І. Вплив метеорологічних факторів і генотипу сорту на вміст білка в насінні сої. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків : Магда LTD, 2011. Вип. 11. С. 197–204.
206. Андрієць Д.В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2013. 23 с.
207. Сінгх Г. Соя: біологія, виробництво, використання. Київ : Зерно, 2014. 656 с.
208. Беляєв О.В. Економічна ефективність зон, придатних для вирощування сої в Україні. *Вісник Сумського НАУ*. 2005. № 1 (18). С. 225–229.
209. Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф., та ін. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С.138–146.
210. Григор'єва О.М., Черячукін М.І., Алмаєва Т.М. Технологія вирощування сої з елементами біологізації в умовах ризикованого землеробства Правобережного Степу України. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 87–95.
211. Вожегова Р.А., Коковіхіна О.С. Економічна та енергетична ефективність вирощування насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 129–134.
212. Крайняк О.К. Економічний та біоенергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. *Інноваційна економіка. Економічна діагностика підприємства*. Тернопіль, 2008. № 3. С. 109–113.
213. Костецький Я.І. Статистичний аналіз витрат виробництва і собівартості продукції в аграрному секторі. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2012. Вип. 5. Т. 2. С. 145–150.
214. Діденко Н. І. Виробництво сої в умовах інтеграційних процесів в Україні. *Економіка АПК*. 2017. № 1. С. 31–36.
215. Чехова І.В., Чехов С.А. Оцінка ефективності виробництва сої в Україні. *Економічний простір*. 2019. Вип. 144. С. 63–70.

216. Mazur Victor, Aliksieieva Olha, Mazur Kateryna, Aliksieiev Oleksiy. Ecological and Economic Aspects of the Formation of Highly Productive Soybean Crops. *Journal of Ecological Engineering*, 2023, 24(12), 124–129.

217. Підлубна О., Концеба С. Економічна ефективність виробництва насіння сої на регіональному рівні. *Економіка АПК*. 2015. № 1. С. 14–20.

218. Як низьке виробництво сої в 2020 році вплине на переробну галузь – «Дунайська Соя». АПК–Інформ. 2021. URL : <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/opinion/1517303> (дата звернення: 07.09.2024 р.).

219. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель–Веселяка. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.

220. Квасніцька Л.С., Власюк О.С. Економічна та енергетична доцільність екологічно безпечних елементів технології вирощування сої. *Аграрні інновації*. 2022. №13. С. 66–71.

221. Бойко П.І., Коваленко Н.П., Гангур В.В., Корецький О.Є. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2010. № 3. С. 14–18.

222. Іванів М.О., Ганжа В.В. Біометричні показники та урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 54–64.

223. Тараріко Ю О., Несмашна О.Є, Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: метод. рек. Київ : Нора–прінт, 2001. 60 с

224. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 192 с.

225. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1991. 206 с.

226. Темрієнко О.О. Економічна та енергетична ефективність технологій вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85 С 142– 149.

227. Didur I., Pansyryeva H. Prospects for the development of seed production in Ukraine taking into account economic and environmental efficiency. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2025. Vol. 11, Issue 2. P. 191–196. <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-2-191-196>

## ДОДАТКИ

**ПП «БІЛЕЦЬКОГО»**  
 22163, Україна, Хмельницький р-н, Вінницька обл., село  
 Самгородок, вулиця Деснянська, будинок 19  
 Код ЄДРПОУ 41236828 тел.(068)7621291

---

Вих. № 15 від 1.11.2025 р.

**АКТ**  
**про впровадження наукових досліджень дисертаційної**  
**роботи у виробництво**

1. *Найменування наукової установи* – Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.
2. *Тема дисертації* - «Продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу правобережного»
3. *Впровадження проводилось* на базі ПП «БІЛЕЦЬКОГО» с. Самгородок, Хмельницького району, Вінницької області.
4. *Відповідальні за проведення впровадження:*
  - від Вінницького національного аграрного університету – Черешнюк Володимир Вікторович, аспірант;
  - від ПП «БІЛЕЦЬКОГО» – Білецький О.В., директор.
5. *Умови проведення впроваджень* – територія господарства у правобережному Лісостепу України – ґрунти- темно-сірі середньосуглинкові, клімат – помірно-континентальний. Площа впровадження – 5 га. Культура, на якій проводилось впровадження – соя. Період проведення впровадження – 2025 р.
6. *Результати впроваджень:* підвищення врожайності сої на 0,52-0,61т/га від застосування елементів технології вирощування сортів сої Паллада та Азимут порівняно з контрольним варіантом.

Відповідальні виконавці:  
 аспірант кафедри землеробства,  
 ґрунтознавства та агрохімії  
 Вінницького національного  
 аграрного університету

Голова ПП «БІЛЕЦЬКОГО»



*(Signature)*

*(Signature)*

Черешнюк В.В.

Білецький О.В.

**Фермерське Господарство «Про-Харвест»**  
Україна, 23300, Вінницька обл., Вінницький р-н, селище Тиврів,  
вул.Тивверська, будинок 47,  
Код ЄДРПОУ 42993764 тел.(067)4185294

Вих. № 24 від 10.11.2025 р.

**АКТ**  
**про впровадження наукових досліджень дисертаційної**  
**роботи у виробництво**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи аспіранта спеціальності 201 Агронімія кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету **Черешнюка Володимира Вікторовича** та темою дисертації «Продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу правобережного» впроваджено у ФГ «Про-Харвест».

**Сільськогосподарська культура:** соя.

**Період впровадження:** 2024-2025 рр.

**Вид впровадження:** агротехнічні заходи (передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення мікродобривами) при вирощуванні сої та їх вплив на урожайність досліджувальних сортів рослин сої.

**Характеристика масштабів впровадження:** вирощування сої за різних елементів технології вирощування відповідно до схеми досліджу дисертаційного дослідження на площі 10 га.

**Новизна наукових досліджень дисертаційної роботи:** визначено вплив інокуляції насіння біопрепаратом Атува у поєднанні із двома позакореневими підживленнями мікродобривами Ярило Соя 2,0 л/га у фазі 2-3 трійчастий листок сої + Хелпрост Соя, 3,0 л/га у фаза бутонізації на урожайність рослин сої у порівнянні з контролем.

**Результати впровадження:** підвищення врожайності сої на 20-25% від застосування елементів технології вирощування сортів сої Паллада та Азимут порівняно з контрольним варіантом.

Голова ФГ «Про-Харвест»



Овчарук І.І.

**ФГ «ГРЕЙНЛЕНД»**  
22163, Україна, Хмельницький р-н, Вінницька обл., село  
Самгородок, вулиця Деснянська, будинок 19  
Код ЄДРПОУ 43466892 тел.(068)7621291

---

Вих. № 15 від 10.10.2025 р.

**АКТ**  
**про впровадження наукових досліджень дисертаційної**  
**роботи у виробництво**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи аспіранта спеціальності 201 Агронімія кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету **Черешнюка Володимира Вікторовича** та темою дисертації «Продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Лісостепу правобережного» впроваджено у ФГ «ГРЕЙНЛЕНД» с. Самгородок Хмельницького району

**Сільськогосподарська культура:** соя.

**Період впровадження:** 2024-2025 рр.

**Вид впровадження:** агротехнічні заходи (передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення мікродобривами) при вирощуванні сої та їх вплив на урожайність досліджувальних сортів рослин сої.

**Характеристика масштабів впровадження:** вирощування сої за різних елементів технології вирощування відповідно до схеми дослідження дисертаційного дослідження на площі 20 га.

**Новизна наукових досліджень дисертаційної роботи:** вивчено вплив інокуляції та позакореневих підживлень мікродобривами у критичні періоди росту і розвитку рослин сої.

**Результати впровадження:** підвищення врожайності сої на 0,56 т/га від застосування елементів технології вирощування сортів сої Азимут порівняно з контрольним варіантом.

Голова ФГ «ГРЕЙНЛЕНД»



## Характеристика основних метеорологічних умов 2024 року

2024 р.	Температура, °С				Кількість опадів, мм			
	1 декада	2 декада	3 декада	середнє	1 декада	2 декада	3 декада	разом
січень	-1,7	-2,4	-0,9	<b>-1,7</b>	51,7	27,2	22,4	<b>101,3</b>
лютий	4,2	3,6	6,8	<b>4,9</b>	30,8	20,6	7,1	<b>58,5</b>
березень	3,2	3,0	8,5	<b>4,9</b>	0,9	47,1	3,2	<b>51,2</b>
квітень	14,4	11,3	10,8	<b>12,2</b>	3,4	52,9	73,3	<b>129,6</b>
травень	15,0	13,2	18,9	<b>15,7</b>	1,4	0,0	27,1	<b>28,5</b>
червень	20,7	20,1	22,1	<b>21,0</b>	52,3	44,3	7,4	<b>104,0</b>
липень	23,2	27,1	21,0	<b>23,8</b>	33,9	44,0	9,6	<b>87,5</b>
серпень	21,2	22,1	23,1	<b>22,1</b>	46,9	6,0	0,0	<b>52,9</b>
вересень	20,5	18,6	17,3	<b>18,8</b>	2,2	25,4	15,6	<b>43,2</b>
жовтень	13,6	8,0	7,8	<b>9,8</b>	43,1	25,5	1,4	<b>70,0</b>
листопад	4,7	2,7	0,0	<b>2,5</b>	1,5	14,1	50,3	<b>65,9</b>
грудень	0,7	1,0	0,2	<b>0,6</b>	37,8	31,9	7,6	<b>77,3</b>

\*Джерело сформовано автором за даними сайту <https://www.apk-inform.com/uk/crop/1535576>

## Характеристика основних метеорологічних умов 2025 року

2025 р.	Температура, °С				Кількість опадів, мм			
	1 декада	2 декада	3 декада	середнє	1 декада	2 декада	3 декада	разом
січень	2,3	0,5	3,6	<b>2,1</b>	4,1	14,8	4,2	<b>23,1</b>
лютий	-1,8	-5,5	3,3	<b>-3,5</b>	1,3	7,0	0,0	<b>8,3</b>
березень	5,8	6,7	7,8	<b>6,8</b>	10,6	33,9	4,7	<b>49,2</b>
квітень	4,7	11,3	14,8	<b>10,3</b>	32,9	3,3	0,0	<b>36,2</b>
травень	11,9	9,9	15,5	<b>12,4</b>	55,8	78,2	152,3	<b>286,3</b>
червень	21,7	17,7	18,6	<b>19,3</b>	17,0	0,7	3,9	<b>21,6</b>
липень	22,7	20,3	22,1	<b>21,7</b>	22,8	73,0	77,0	<b>172,8</b>
серпень	20,7	18,9	18,2	<b>19,3</b>	0,0	26,0	18,3	<b>44,3</b>
вересень	19,9	16,3	12,3	<b>16,2</b>	37,0	57,9	26,5	<b>121,4</b>
жовтень	8,7	7,7	8,4	<b>8,3</b>	54,2	17,6	25,8	<b>97,6</b>
листопад	8,2	5,7	5,1	<b>6,3</b>	8,4	12,2	13,1	<b>33,7</b>
грудень	3,2	3,8	5,0	<b>4,0</b>	15,1	12,3	10,7	<b>38,1</b>

\*Джерело сформовано автором за даними сайту <https://www.apk-inform.com/uk/crop/1535576>

Таблиця В. 1

**Вплив інокуляції насіння та позакорневих підживлень на польову  
схожість та збереження рослин сортів сої у 2023 році**

Варіант досліджу	Густота стояння рослин, тис.га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості	
	Повні сходи	Повна стиглість			
<b>Паллада</b>					
Без підживлення	1*	537,5	438,5	82,2	82,1
	2	538,1	451,2	81,8	83,4
	3	535,5	451,2	83,3	82,5
	4	531,2	458,1	82,2	84,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	574,9	495,1	85,5	88,2
	2	568,1	512,8	84,2	92,1
	3	569,2	517,1	86,1	91,7
	4	570,1	525,1	85,7	92,1
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	572,9	510,2	84,5	85,2
	2	572,5	508,9	84,5	88,1
	3	568,8	511,4	84,5	87,7
	4	571,8	525,8	85,6	87,5
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	545,1	462,9	83,5	83,4
	2	545,1	469,2	83,5	84,8
	3	544,2	470,3	82,8	84,1
	4	544,2	472,5	82,4	85,2
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	577,3	511,3	87,8	85,9
	2	577,8	525,5	87,4	86,3
	3	578,3	526,7	86,1	86,7
	4	579	530,3	85,7	87,9
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	587,5	520,4	87,6	82,2
	2	588,1	546,9	87,7	86,9
	3	587,9	547,6	87,5	86,8
	4	586,5	549,9	88,1	88,2

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Вплив інокуляції насіння та позакоренових підживлень на польову  
схожість та збереження рослин сортів сої у 2024 році**

Варіант досліджу	Густота стояння рослин, тис.га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості	
	Повні сходи	Повна стиглість			
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	542,8	452,2	82,7	83,5
	2	543,1	464,1	83,5	85,8
	3	545,2	474,8	83,4	87,6
	4	546,9	480,8	83,9	86,7
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	574,6	512,4	87,9	91,1
	2	576,1	535,5	89,2	93,2
	3	576,6	535,1	88,1	92,1
	4	576,1	539,9	90,5	93,6
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	584,6	520,5	92,1	90,6
	2	584,4	520,6	90,7	90,2
	3	585,1	522,5	90,1	92,3
	4	586,5	535,8	88,6	90,8
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	554,2	468,6	85,5	85,5
	2	555,2	484,9	85,3	86,7
	3	555,1	486,2	85,5	86,9
	4	555,9	490,5	85,9	87
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	581,2	528,5	90,1	89,1
	2	582,1	535,8	90,5	93,6
	3	582,5	537,5	91,4	93,5
	4	582,2	543,5	91	93,6
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	592,1	543,2	92,5	92,8
	2	593,2	549,9	92,5	93,6
	3	595,9	549,3	93	94,3
	4	595,2	553,9	92	94,5

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Вплив інокуляції насіння та позакорневих підживлень на польову  
схожість та збереження рослин сортів сої у 2025 році**

Варіант досліджу	Густота стояння рослин, тис.га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості	
	Повні сходи	Повна стиглість			
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	556,8	475,2	87,1	83,4
	2	557,1	487,2	86,7	85,6
	3	558,2	482,8	85,6	86,0
	4	560,5	483,1	85,9	86,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	576,4	529,1	92,1	90,6
	2	581,1	551,9	92,1	92,8
	3	583,1	553,1	91,9	92,9
	4	583,3	554,1	92,9	93,6
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	591,5	542,2	92,5	89,9
	2	592,7	557,2	93,9	90,7
	3	593,3	558,2	94,2	91,1
	4	594,3	545,8	95,5	91,7
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	562,1	480,6	86,6	86,1
	2	563,2	493,1	87,1	89,5
	3	564,2	495,5	87,6	90,9
	4	565,2	498,9	87,9	91,2
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	588,7	532,8	90,9	95
	2	589,4	544,6	91,2	95,5
	3	590,3	546,8	91,9	95,8
	4	591,1	549,5	92,4	96,9
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	598,8	549,5	93,5	97,1
	2	599,2	555,6	93,7	97,9
	3	600,6	562,1	94	97,9
	4	600,6	565,7	94,1	98,4

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Густота стояння рослин на фазу повної стиглості  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0.5}$	Sd	НІР <sub>05</sub>
А	35752,11	2	17876,06	350,73	2,70	0,841	1,65
В	11806,72	1	11806,72	173,74	3,09	0,687	1,35
С	249757,92	2	124878,96	7350,47	3,94	0,841	1,65
Д	13393,19	3	4464,40	197,08	2,70	0,972	1,90
АВ	2671,03	2	1335,51	26,20	3,09	1,190	2,33
АС	550,41	4	137,60	8,10	3,09	1,457	2,86
АД	535,72	6	89,29	3,94	3,09	1,683	3,30
ВС	2904,30	2	1452,15	14,25	2,19	1,190	2,33
ВД	26,19	3	8,73	0,39	3,94	1,374	2,69
CD	469,74	6	78,29	4,61	2,70	1,683	3,30
ABC	370,45	4	92,61	1,82	2,70	2,061	4,04
ABD	884,81	6	147,47	6,51	3,09	2,380	4,66
ACD	826,34	12	68,86	4,05	2,19	2,915	5,71
BCD	770,20	6	128,37	1,89	2,19	2,380	4,66
ABCD	965,80	12	80,48	4,74	2,70	4,122	8,08
Залишок	7237,42	213	33,98				
А – чинник умов року				В – сорт			
С – інокуляція				D – підживлення			

**Тривалість вегетації та міжфазних періодів росту і розвитку рослин сортів сої залежно від бактеризації насіння та позакореневого підживлення у 2023 році**

Варіант досліджу		Сівба– повні сходи (ВВСН 00– 09)	Повні сходи – Третій трійчастий листок (ВВСН 09–13)	Третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13–60)	Початок цвітіння– кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Кінець цвітіння – повна стиглість (ВВСН 69–89)	Повні сходи– повна стиглість зерна (ВВСН 09– 89)
<b>Паллада</b>							
Без інокуляції	1*	17	24	22	21	38	101
	2	17	24	21	22	39	104
	3	17	24	22	24	40	106
	4	17	24	19	25	42	109
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	16	23	19	25	40	105
	2	16	23	19	27	40	108
	3	16	23	21	27	41	110
	4	16	23	19	29	44	112
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	15	22	21	25	40	108
	2	15	22	19	28	41	110
	3	15	22	18	28	43	113
	4	15	22	18	31	46	116
<b>Азимут</b>							
Без інокуляції	1*	17	26	23	23	40	112
	2	17	25	22	25	42	114
	3	17	25	21	26	44	116
	4	17	24	20	27	44	115
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	16	23	21	25	44	113
	2	16	23	21	28	45	117
	3	16	24	21	30	48	123
	4	16	23	20	31	48	122
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	15	24	21	27	45	117
	2	15	24	22	30	47	123
	3	15	23	19	30	47	119
	4	15	23	19	33	49	124

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Тривалість вегетації та міжфазних періодів росту і розвитку рослин сортів сої залежно від бактеризації насіння та позакореневого підживлення у 2024 році**

Варіант досліді		Сівба– повні сходи (ВВСН 00–09)	Повні сходи – Третій трійчастий листок (ВВСН 09– 13)	Третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13– 60)	Початок цвітіння– кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Кінець цвітіння – повна стиглість (ВВСН 69–89)	Повні сходи– повна стиглість зерна (ВВСН 09–89)
<b>Паллада</b>							
Без інокуляції	1*	15	23	21	22	37	103
	2	15	23	20	24	38	105
	3	15	23	20	24	38	105
	4	15	23	19	25	41	108
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	14	22	21	25	38	106
	2	14	22	19	26	40	107
	3	14	22	18	28	40	108
	4	14	22	18	30	45	115
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	13	21	19	25	40	105
	2	13	21	19	27	43	110
	3	13	21	20	28	43	112
	4	13	21	18	32	44	115
<b>Азимут</b>							
Без інокуляції	1*	15	24	22	22	42	110
	2	15	25	21	25	42	113
	3	15	25	22	24	43	114
	4	15	26	21	25	45	117
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	14	24	21	25	42	112
	2	14	24	20	27	45	116
	3	14	23	20	28	47	118
	4	14	24	19	30	48	121
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	13	21	22	26	45	114
	2	13	21	20	28	45	114
	3	13	22	20	29	48	119
	4	13	22	20	32	49	123

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Тривалість вегетації та міжфазних періодів росту і розвитку рослин сортів сої залежно від бактеризації насіння та позакореневого підживлення у 2025 році**

Варіант досліду	Паллада						
	Сівба – повні сходи (ВВСН 00–09)	Повні сходи – Третій трійчастий листок (ВВСН 09–13)	Третій трійчастий листок – початок цвітіння (ВВСН 13–60)	Початок цвітіння – кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Кінець цвітіння – повна стиглість (ВВСН 69–89)	Повні сходи – повна стиглість зерна (ВВСН 09–	
Без інокуляції	1*	13	22	20	23	36	105
	2	13	22	19	26	37	106
	3	13	22	18	27	39	110
	4	13	22	19	28	40	110
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12	21	20	25	39	107
	2	12	21	19	28	40	109
	3	12	21	18	29	42	112
	4	12	21	17	31	43	115
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	11	20	20	28	40	108
	2	11	20	19	29	42	110
	3	11	20	19	31	43	111
	4	11	20	18	33	45	117
Азимут							
Без інокуляції	1*	13	22	21	21	41	105
	2	13	22	20	22	42	106
	3	13	22	20	25	42	109
	4	13	22	19	26	43	110
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12	22	21	25	43	111
	2	12	22	19	26	45	112
	3	12	22	19	26	46	113
	4	12	22	18	29	48	117
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	11	21	20	25	42	108
	2	11	21	18	26	46	111
	3	11	21	18	28	49	116
	4	11	21	18	31	49	119

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Тривалість періоду повні сходи–повна стиглість  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві  
даних роки–сорти–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величин а варіації	Число ступені в свобод и	Середні й квадрат	Відно- шення F <sub>ф</sub>	Відно- шення F <sub>0.5</sub>	Sd	НІР <sub>05</sub>
А	301,00	2	150,50	47,08	2,70	0,258	0,51
В	2738,00	1	2738,00	856,52	3,09	0,211	0,41
С	1497,00	2	748,50	234,15	3,94	0,258	0,51
Д	2196,00	3	732,00	228,99	2,70	0,298	0,58
АВ	849,00	2	424,50	132,79	3,09	0,365	0,72
АС	52,00	4	13,00	4,07	3,09	0,447	0,88
АД	47,00	6	7,83	2,45	3,09	0,516	1,01
ВС	13,00	2	6,50	2,03	2,19	0,365	0,72
ВД	10,00	3	3,33	1,04	3,94	0,421	0,83
СД	87,00	6	14,50	4,54	2,70	0,516	1,01
АВС	32,00	4	8,00	2,50	2,70	0,632	1,24
АВД	21,67	6	3,61	1,13	3,09	0,730	1,43
АСД	92,00	12	7,67	2,40	2,19	0,894	1,75
ВСД	11,00	6	1,83	0,57	2,19	0,730	1,43
АВСД	165,33	12	13,78	4,31	2,70	1,264	2,48
Залишок	680,89	213	3,20				
А – чинник умов року				В – сорт			
С – інокуляція				Д – підживлення			

**Висота рослин сортів сої залежно від технологічних прийомів  
вирощування у 2023 році**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
		2–3 справжній листок (ВВСН 12)	Початок цвітіння (ВВСН 50– 59)	Кінець цвітіння (ВВСН 60– 69)	Повна стиглість (ВВСН 80– 89)
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	11,5	18,8	73,5	81,1
	2	11,4	22,9	77,6	83,2
	3	11,3	24,9	79,9	83,6
	4	11,4	25,5	84,5	85,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12,2	23,4	75,1	85,2
	2	12,3	25,1	83,4	87,5
	3	12,6	25,8	84,5	88,1
	4	12,5	26,8	87,6	90,5
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	12,6	24,1	82,2	85,5
	2	12,5	26,5	86,5	88,5
	3	12,5	27,7	86,7	90,5
	4	12,6	27,9	92,9	92,1
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	10,8	18,3	56,2	66,1
	2	11,1	20,2	59,9	68,1
	3	10,3	20,9	62,2	71,2
	4	10,1	21,6	63,3	72,2
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	10,5	21,1	62,7	71,1
	2	10,2	21,5	63,3	73,2
	3	10,2	22,1	64,6	74,8
	4	10,1	23,9	67,9	76,3
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	11,1	20,3	65,1	72,4
	2	10,9	21,1	66,4	75,9
	3	10,5	22,6	67,6	76,3
	4	10,6	23,9	72,1	78,4

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

Таблиця Д.2

**Висота рослин сортів сої залежно від технологічних прийомів  
вирощування у 2024 році**

Варіант досліджу		Період росту і розвитку рослин сої			
		2–3 справжній листок (ВВСН 12)	Початок цвітіння (ВВСН 50–59)	Кінець цвітіння (ВВСН 60–69)	Повна стиглість (ВВСН 80– 89)
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	12,1	22,1	76,1	84,2
	2	12,1	26,1	82,5	85,9
	3	12,4	26,0	85,8	86,2
	4	12,1	27,6	87,4	87,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12,6	25,1	82,1	84,6
	2	12,4	26,1	85,5	88,6
	3	12,4	27,7	86,5	90,1
	4	12,3	28,1	92,8	93,3
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	12,7	25,5	84,1	86,4
	2	12,8	26,2	87,1	90,3
	3	12,7	28,4	88,8	93,4
	4	12,8	29,6	90,1	95,5
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	12,1	19,8	59,9	68,1
	2	11,8	22,5	63,1	74,2
	3	12,4	22,9	64,1	74,3
	4	12,1	23,3	66,9	76,3
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12,2	22,8	64,2	74,5
	2	12,4	22,8	66,5	75,9
	3	12,4	23,1	67,4	77,1
	4	12,3	24,4	68,9	78,1
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	12,0	23,1	66,1	75,7
	2	12,1	24,3	68,4	77,5
	3	12,1	24,5	69,3	79,7
	4	12,3	25,3	74,1	82,9

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Висота рослин сортів сої залежно від технологічних прийомів  
виращування у 2025 році**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	2–3 справжній листок (ВВСН 12)	Початок цвітіння (ВВСН 50– 59)	Кінець цвітіння (ВВСН 60– 69)	Повна стиглість (ВВСН 80– 89)	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	13,9	23,3	78,4	85,2
	2	14,3	28,1	86,2	88,9
	3	14,1	28,9	87,8	89,1
	4	14,3	29,1	89,1	90
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	14,8	27,1	89,1	88,8
	2	14,9	28,0	91,8	90,6
	3	14,9	29,0	94,2	92,1
	4	15,1	29,4	95,6	96,7
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	15,5	28,4	86,3	89,1
	2	15,5	28,9	88,9	92,4
	3	15,6	29,4	93,3	96,6
	4	15,7	31,3	95,4	99,5
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1	13,1	22,2	63,9	70,1
	2	13,1	24,5	65,4	75,5
	3	13,6	24,9	66,6	77,1
	4	14,1	25,9	68,4	78,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	14,5	23,3	65,1	77,9
	2	14,9	24,7	71,8	78,9
	3	14,9	25,3	73,2	80,3
	4	15,1	25,8	74,7	84,4
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	15,0	25,6	67,1	79,9
	2	15,1	26,9	70,1	80,9
	3	15,2	27,6	72,2	82,5
	4	15,2	27,9	75,5	85,6

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Висота рослин сої на фазу повної стиглості  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сорти–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0,5}$	Sd	НІР <sub>05</sub>
A	1933,42	2	644,47	5576,25	2,70	0,049	0,10
B	11034,79	1	5517,39	47738,80	3,09	0,040	0,08
C	1807,26	2	1807,26	15637,19	3,94	0,049	0,10
D	1382,00	3	691,00	5978,80	2,70	0,057	0,11
AB	106,57	2	35,52	307,36	3,09	0,069	0,14
AC	20,70	4	10,35	89,56	3,09	0,085	0,17
AD	20,32	6	5,08	43,94	3,09	0,098	0,19
BC	4,74	2	0,79	6,83	2,19	0,069	0,14
BD	25,28	3	12,64	109,35	3,94	0,080	0,16
CD	79,08	6	26,36	228,06	2,70	0,098	0,19
ABC	0,91	4	0,15	1,31	2,70	0,120	0,24
ABD	48,16	6	12,04	104,17	3,09	0,139	0,27
ACD	37,12	12	6,19	53,53	2,19	0,170	0,33
BCD	76,47	6	6,37	55,14	2,19	0,139	0,27
ABCD	51,15	12	8,53	73,77	2,70	0,240	0,47
Залишок	24,62	213	0,12				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Формування площі листової поверхні сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування у 2023 році, тис. м<sup>2</sup>/га**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	9,8	27,3	42,5	19,5
	2	10,1	28,9	44,6	20,4
	3	9,9	28,6	45,3	21,3
	4	10,3	28,1	45,6	23,3
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	10,4	27,9	43,7	23,8
	2	11,1	26,6	46,7	24,5
	3	11,7	29,1	46,2	24,3
	4	11,6	29,7	46,9	26,8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	11,2	28,7	45,6	25,5
	2	10,9	29,3	44,9	26,1
	3	11,8	28,9	46,2	29,1
	4	11,1	30,2	46,1	31,3
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	11,1	30,2	44,4	31,2
	2	11,3	30,5	45,9	32,3
	3	11,6	30,8	46,6	33,8
	4	11,6	31,7	45,8	37,7
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12	30,8	46,7	32,5
	2	11,6	31,4	47,3	33,6
	3	12,1	32,9	46,9	34,1
	4	12,3	32,4	46,4	34,2
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	11,7	31,4	46,8	32,9
	2	12,2	31,8	47,5	33,4
	3	12,4	32,7	47,6	34,7
	4	17,7	33,9	48,2	35,2

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Формування площі листової поверхні сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування у 2024 році, тис. м<sup>2</sup>/га**

Варіант дослідів	Період росту і розвитку рослин сої				
		Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	10,3	28,7	46,6	21,7
	2	11,2	29,1	46,7	22,6
	3	10,9	29,2	46,1	24,6
	4	11,4	30,1	46,5	25,5
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	11,3	29,8	47,9	22,2
	2	11,8	29,6	47,3	25
	3	12,6	29,8	47,4	26,6
	4	12,6	31,3	47,6	28,7
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	12	30,6	47,5	25,9
	2	11,7	31,5	48,9	28,2
	3	12,9	30,9	47,7	30,6
	4	12,8	31,7	47,5	35,5
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	11,9	32,1	47,1	33,5
	2	12,9	32,6	46,9	34,1
	3	12,1	32,9	47,5	35,5
	4	12,6	32,7	47,8	38,5
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	11,9	33	48,3	33,6
	2	12,9	32,1	48,3	34,7
	3	12,9	33,7	49	35,3
	4	13,7	34,6	49,9	35,1
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	12,8	32,8	48,5	34,4
	2	13	33,2	48,2	34,4
	3	13,3	34,1	49,1	34,6
	4	19,9	35,6	49,8	36,1

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Формування площі листової поверхні сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування у 2025 році, тис. м<sup>2</sup>/га**

Варіант дослідів	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	13,2	32,8	49,5	23,3
	2	12,3	31,4	48,2	24,8
	3	13,4	31,9	49,3	25,5
	4	13,1	32,1	49,5	26,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	12,5	32,3	49,4	26,9
	2	13,1	35,3	48,5	27,6
	3	13,2	33,2	49,8	28,6
	4	14,8	32,3	49,8	31,2
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	12,8	31,6	49,4	28,4
	2	14,6	31,3	49,6	31,2
	3	13,7	32,9	50,1	33,3
	4	15,1	34,1	51,6	36,4
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	12,4	33,1	49,5	35,8
	2	13,3	33,8	49,1	36,2
	3	13,5	33,8	48,4	36,9
	4	13,6	34,9	49,8	42,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	14,2	33,7	50,5	36,2
	2	14,5	35,5	50,5	35,5
	3	14,6	34,2	51,1	36,2
	4	14,5	35,9	51,9	37,8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	13,6	34,5	51,1	36,5
	2	14,1	35,2	51,3	36,6
	3	14,2	35,2	51,2	36,9
	4	20,9	37,9	51,1	36,1

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Площа листя сортів сої на фазу повної стиглості  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сорти–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величин а варіації	Число ступені в свобод и	Середні й квадрат	Відно- шення F <sub>φ</sub>	Відно- шення F <sub>0.5</sub>	Sd	НІР <sub>05</sub>
А	621,99	2	207,33	165,44	2,70	0,162	0,32
В	5408,87	1	2704,43	2158,06	3,09	0,132	0,26
С	487,32	2	487,32	388,87	3,94	0,162	0,32
D	699,33	3	349,67	279,02	2,70	0,187	0,37
AB	9,17	2	3,06	2,44	3,09	0,229	0,45
AC	11,91	4	5,95	4,75	3,09	0,280	0,55
AD	7,51	6	1,88	1,50	3,09	0,323	0,63
BC	658,69	2	109,78	87,60	2,19	0,229	0,45
BD	55,42	3	27,71	22,11	3,94	0,264	0,52
CD	33,81	6	11,27	8,99	2,70	0,323	0,63
ABC	16,35	4	2,73	2,17	2,70	0,396	0,78
ABD	22,48	6	5,62	4,48	3,09	0,457	0,90
ACD	31,46	12	5,24	4,18	2,19	0,560	1,10
BCD	152,34	6	12,70	10,13	2,19	0,457	0,90
ABCD	11,93	12	1,99	1,59	2,70	0,792	1,55
Залишок	266,93	213	1,25				
А – чинник умов року				В – сорт			
С – інокуляція				D – підживлення			

**Індекс листової поверхні сортів сої залежно від технологічних заходів  
вирощування у 2023 році, м<sup>2</sup>/ м<sup>2</sup>**

Варіант дослідів	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	1,54	2023	3,91	3,79
	2	1,66	3,23	4,11	3,98
	3	1,64	3,34	4,55	4,11
	4	1,61	3,46	4,67	4,15
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1,75	3,59	4,44	4,01
	2	1,88	3,42	4,49	4,18
	3	1,96	3,45	4,53	4,33
	4	2,07	3,56	4,71	4,43
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1,98	3,56	4,42	3,67
	2	2,01	3,51	4,57	4,21
	3	2,09	3,62	4,59	4,21
	4	2,16	3,74	4,81	4,54
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	1,63	3,41	4,24	3,42
	2	1,71	3,56	4,33	3,96
	3	1,84	3,67	4,54	3,99
	4	1,87	3,71	4,46	4,01
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1,86	3,57	4,41	4,03
	2	1,97	3,56	4,51	4,23
	3	2,01	3,41	3,99	4,34
	4	2,25	3,26	3,99	4,42
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,04	3,28	4,24	4,19
	2	2,02	3,26	3,85	4,32
	3	2,11	3,28	4,57	4,4
	4	2,34	3,45	4,04	4,67

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Індекс листової поверхні сортів сої залежно від технологічних заходів  
вирощування у 2024 році, м<sup>2</sup> / м<sup>2</sup>**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	1,84	3,43	4,46	3,97
	2	1,72	3,47	4,77	4,09
	3	1,79	3,51	4,68	4,15
	4	1,85	3,69	4,77	4,24
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1,92	3,49	4,62	4,17
	2	2,12	3,76	4,67	4,31
	3	2,11	3,78	4,76	4,46
	4	2,19	4,01	4,87	4,56
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,01	3,78	4,78	4,27
	2	2,14	3,81	4,72	4,34
	3	2,22	4,06	4,87	4,54
	4	2,26	4,21	5,01	4,68
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	1,86	3,56	4,35	4,01
	2	1,87	3,75	4,68	4,16
	3	2,01	3,69	4,61	4,28
	4	1,95	3,87	4,92	4,38
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,11	3,73	4,64	4,23
	2	2,19	3,88	4,63	4,35
	3	2,17	3,72	5,06	4,41
	4	2,21	4,02	4,89	4,65
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,12	3,59	4,19	4,28
	2	2,17	3,75	5,22	4,48
	3	2,29	4,05	4,88	4,54
	4	2,36	4,14	5,01	4,61

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Індекс листової поверхні сортів сої залежно від технологічних заходів  
вирощування у 2025 році, м<sup>2</sup> / м<sup>2</sup>**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	1,96	4,02	5,19	4,12
	2	2,02	4,11	4,95	4,17
	3	2,06	4,13	5,11	4,25
	4	2,09	4,21	5,11	4,33
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,15	4,19	5,01	4,27
	2	2,18	4,25	5,09	4,44
	3	2,23	4,39	5,14	4,62
	4	2,28	4,43	5,18	4,87
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,19	4,02	5,11	4,66
	2	2,39	4,12	5,17	4,71
	3	2,41	4,11	5,24	4,75
	4	2,45	4,45	5,12	4,85
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	1,97	3,89	5,12	4,54
	2	2,21	3,91	5,12	4,21
	3	2,06	3,98	5,31	4,33
	4	2,12	4,12	5,32	4,48
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,12	4,04	5,2	4,43
	2	2,26	4,23	5,35	4,53
	3	2,33	4,78	5,65	4,63
	4	2,41	5,02	6,06	4,82
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,17	4,71	5,97	4,31
	2	2,35	4,78	5,69	4,64
	3	2,35	4,88	6,12	4,71
	4	2,44	5,01	6,19	5,03

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Фотосинтетичний потенціал сортів сої залежно від технологічних заходів  
вирощування у 2023 році, млн. м<sup>2</sup> діб /га**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	0,504	0,614	0,726	1,898
	2	0,526	0,662	0,831	1,975
	3	0,518	0,634	0,794	1,999
	4	0,535	0,694	0,879	2,192
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	0,544	0,676	0,759	2,149
	2	0,532	0,731	0,929	2,677
	3	0,564	0,715	0,945	2,789
	4	0,621	0,761	0,895	2,863
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	0,589	0,719	0,801	2,229
	2	0,645	0,734	0,871	2,714
	3	0,665	0,753	0,978	3,041
	4	0,694	0,756	1,154	3,115
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	0,559	0,741	0,844	2,444
	2	0,569	0,777	0,911	2,699
	3	0,589	0,789	0,928	2,811
	4	0,613	0,809	1,038	3,092
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	0,626	0,801	0,996	2,551
	2	0,645	0,912	1,005	2,894
	3	0,667	0,953	1,157	3,023
	4	0,677	1,008	1,195	3,146
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	0,671	0,735	1,156	2,686
	2	0,707	0,994	1,178	3,152
	3	0,725	1,039	1,266	3,126
	4	0,957	1,057	1,318	3,336

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Фотосинтетичний потенціал сортів сої залежно від технологічних заходів  
виращування у 2024 році, млн. м<sup>2</sup> діб /га**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	0,514	0,625	0,738	1,987
	2	0,533	0,669	0,802	2,124
	3	0,537	0,674	0,842	2,269
	4	0,551	0,736	0,889	2,332
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	0,559	0,697	0,798	2,347
	2	0,602	0,748	0,945	2,814
	3	0,587	0,768	0,985	2,751
	4	0,631	0,784	0,998	3,119
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	0,614	0,733	0,806	2,281
	2	0,655	0,745	0,947	3,114
	3	0,679	0,762	1,066	3,267
	4	0,702	0,796	1,198	3,312
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	0,669	0,768	0,856	2,471
	2	0,678	0,789	0,941	2,885
	3	0,669	0,797	0,952	2,841
	4	0,686	0,867	1,078	3,122
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	0,699	0,841	1,016	2,638
	2	0,736	0,947	1,017	2,978
	3	0,745	0,973	1,167	3,066
	4	0,761	1,018	1,227	3,243
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	0,762	0,986	1,208	2,781
	2	0,797	1,095	1,233	3,158
	3	0,817	1,098	1,293	3,325
	4	0,887	1,163	1,333	3,486

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Фотосинтетичний потенціал сортів сої залежно від технологічних заходів  
виращування у 2025 році, млн. м<sup>2</sup> діб /га**

Варіант дослідів	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	0,521	0,645	0,768	2,004
	2	0,555	0,682	0,827	2,225
	3	0,565	0,741	0,887	2,302
	4	0,582	0,736	0,923	2,436
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	0,577	0,742	0,846	2,239
	2	0,615	0,765	0,976	2,918
	3	0,613	0,788	0,998	2,998
	4	0,644	0,834	1,089	3,231
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	0,627	0,756	0,901	2,594
	2	0,668	0,777	1,122	3,235
	3	0,705	0,792	1,145	3,355
	4	0,719	0,818	1,254	3,539
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	0,722	0,777	0,886	2,609
	2	0,745	0,804	0,962	2,825
	3	0,767	0,826	0,973	2,958
	4	0,771	0,898	1,085	3,149
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	0,799	0,851	1,033	2,761
	2	0,815	0,997	1,047	3,002
	3	0,832	1,008	1,186	3,127
	4	0,872	1,043	1,244	3,361
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	0,871	0,994	1,326	3,035
	2	0,899	1,127	1,351	3,377
	3	0,915	1,133	1,326	3,452
	4	1,108	1,17	1,372	3,558

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів сої залежно від технологічних заходів вирощування у 2023 році, г/м<sup>2</sup> за добу**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	2,27	0,71	0,89	0,42
	2	2,29	0,75	0,96	0,5
	3	2,23	0,77	0,97	0,48
	4	2,35	0,85	0,98	0,55
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,44	0,81	1,01	0,51
	2	2,57	0,88	1,05	0,53
	3	2,69	0,88	1,04	0,55
	4	2,88	0,92	1,09	0,58
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,62	0,83	1,03	0,59
	2	2,71	0,85	1,06	0,61
	3	2,87	0,89	1,1	0,61
	4	3,01	0,97	1,14	0,64
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	2,35	0,78	1,01	0,49
	2	2,39	0,78	1,04	0,59
	3	2,45	0,83	1,06	0,62
	4	2,58	0,9	1,11	0,64
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,65	0,91	1,05	0,59
	2	2,69	0,95	1,09	0,64
	3	2,77	0,97	1,14	0,65
	4	2,96	1,01	1,17	0,66
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,84	0,89	1,09	0,59
	2	2,84	0,99	1,14	0,61
	3	3,03	1,01	1,21	0,71
	4	3,13	1,05	1,22	0,74

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів сої залежно від технологічних заходів вирощування у 2024 році, г/м<sup>2</sup> за добу**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
		Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	2,35	0,84	1,01	0,51
	2	2,45	0,85	1,04	0,58
	3	2,53	0,85	1,07	0,59
	4	2,55	0,88	1,13	0,61
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,56	0,88	1,02	0,61
	2	2,69	0,92	1,07	0,67
	3	2,86	0,95	1,14	0,71
	4	2,95	0,99	1,15	0,73
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,72	0,92	1,07	0,62
	2	2,82	0,97	1,11	0,66
	3	2,90	0,98	1,14	0,71
	4	3,05	1,03	1,19	0,77
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	2,40	0,89	1,02	0,58
	2	2,43	0,95	1,05	0,64
	3	2,53	0,91	1,09	0,67
	4	2,74	0,92	1,15	0,68
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,68	0,95	1,08	0,66
	2	2,78	0,97	1,12	0,68
	3	2,84	0,98	1,15	0,71
	4	3,01	1,03	1,19	0,81
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,77	0,98	1,11	0,73
	2	2,99	1,01	1,15	0,76
	3	3,09	1,02	1,24	0,73
	4	3,18	1,08	1,25	0,82

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів сої залежно від технологічних заходів вирощування у 2025 році, г/м<sup>2</sup> за добу**

Варіант досліджу	Період росту і розвитку рослин сої				
	Повні сходи – гілкування	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – дозрівання зерна	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	2,46	0,91	1,04	0,63
	2	2,55	0,92	1,06	0,69
	3	2,59	0,93	1,14	0,76
	4	2,63	0,91	1,19	0,73
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,71	1,01	1,06	0,74
	2	2,78	0,99	1,09	0,78
	3	2,82	1,02	1,09	0,78
	4	2,99	1,06	1,18	0,82
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,76	1,04	1,08	0,71
	2	2,96	1,06	1,16	0,77
	3	3,08	1,07	1,18	0,78
	4	3,18	1,09	1,24	0,81
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	2,51	0,91	1,06	0,64
	2	2,71	0,91	1,12	0,69
	3	2,76	0,93	1,18	0,69
	4	2,87	0,94	1,22	0,75
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	2,71	0,96	1,11	0,76
	2	2,93	0,99	1,15	0,81
	3	2,94	1,02	1,19	0,83
	4	3,06	1,05	1,24	0,84
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	2,91	1,04	1,13	0,75
	2	3,05	1,03	1,19	0,82
	3	3,12	1,06	1,24	0,81
	4	3,26	1,11	1,28	0,84

Примітка:\*

- Без підживлення
- Ярило Соя 2л/га (фаза 2–3 трійчастий листок)
- Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)
- Ярило Соя 2,0 л/га Фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації)

**Динаміка кількості бульбочок у рослин сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, шт./рослину у 2023 р.**

Варіант досліджу	Фаза вегетації				
	цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	11,4	2,9	7,2	2,4
	2	11,9	4,7	8,1	2,9
	3	12,5	4,7	8,6	3,2
	4	12,8	5,5	9,1	4
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	23,1	12,9	10,2	6,3
	2	22,8	15,2	11,7	7,1
	3	22,6	15,7	12,4	7,4
	4	26,2	17,8	12,5	8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	22,5	15,9	12,1	7,9
	2	24,5	17,4	14,2	8,3
	3	26,1	18,1	13,3	8,5
	4	26,4	17,8	13,9	8,2
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	13,1	2,5	7,7	2,5
	2	13,7	4,1	8,5	3,1
	3	14,5	4,7	9,6	3,3
	4	14,9	5,5	10,2	4,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	24,6	15,4	11,5	5,8
	2	24,6	17,2	12,9	7,1
	3	27,4	17,5	13,5	7,7
	4	28,5	20	14,9	7,9
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	25,6	15,7	12,2	8,6
	2	25,5	18,5	14,6	8,9
	3	27,6	19,6	14,7	9,6
	4	29,7	22,8	16,1	9,9

Примітка:

1. Контроль (без підживлення)
2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Динаміка кількості бульбочок у рослин сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, шт./рослину у 2024р.**

Варіант досліджу	Фаза вегетації				
	цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	13,5	3,3	7,6	2,7
	2	14,1	5,1	9,1	3,5
	3	14,4	5,3	9,8	3,9
	4	14,6	5,7	10,2	4,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	24,4	16,7	12,2	6,7
	2	25,9	17,6	12,8	7,5
	3	26,5	17,4	13,2	8,1
	4	28,5	18,7	13,5	8,2
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	25,2	16,3	13,4	8,4
	2	26,6	18,1	14,2	9,1
	3	27,3	18,7	15,7	9,1
	4	26,8	20,1	15,5	9,3
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	14,1	3,4	8,4	2,8
	2	14,6	5,1	9,5	3,6
	3	15,4	5,8	10,1	3,5
	4	15,9	6,5	11,2	4,3
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	25,7	16,5	13,3	6,6
	2	27,7	18,4	14,8	7,7
	3	28,5	18,6	14,9	8,1
	4	30,8	21,1	15,5	8,4
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	25,6	16,5	14,3	9,1
	2	27,8	20,2	15,9	9,5
	3	28,3	21,6	16,9	9,5
	4	31,9	23,4	17,2	10,8

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Динаміка кількості бульбочок у рослин сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, шт./рослину у 2025 р.**

Варіант досліджу	Фаза вегетації				
	цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції)	1*	16,2	3,4	9,2	3,3
	2	16,3	5,2	10,7	3,8
	3	16,6	5,6	10,7	4,3
	4	17,3	5,9	11,9	5,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	26,6	18,4	13,6	5,9
	2	27,8	19,1	14,8	8,2
	3	29,2	19,4	15,2	8,5
	4	32,3	19,9	16,6	8,7
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	27,9	17,9	16,5	8,9
	2	29,3	18,5	16,3	9,6
	3	28,2	19,9	17,2	9,4
	4	33,8	22,1	18,6	10,1
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	15,1	4	9,4	3,1
	2	15,2	6,1	10,2	3,8
	3	16,3	6,6	10,9	4,9
	4	16,6	6,9	12,5	5,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	29,2	18,5	14,8	7,1
	2	29,9	20,2	15,8	8,9
	3	30,2	21,2	16,3	8,8
	4	32,2	23,1	16,7	9,5
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	30,1	19,1	16,1	9,3
	2	31,6	22,8	16,9	10,1
	3	33,2	23,6	17,9	10,3
	4	33,8	25,5	18,6	11,4

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Кількість активних бульбочок на фазу цвітінні у сортів сої  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сорт–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0,5}$	Sd	HP <sub>05</sub>
A	308,20	2	102,73	178,12	2,70	0,110	0,21
B	145,49	1	72,75	126,13	3,09	0,090	0,18
C	12547,85	2	12547,85	21755,95	3,94	0,110	0,21
D	546,66	3	273,33	473,91	2,70	0,127	0,25
AB	6,85	2	2,28	3,96	3,09	0,155	0,30
AC	51,36	4	25,68	44,53	3,09	0,190	0,37
AD	1,31	6	0,33	0,57	3,09	0,219	0,43
BC	51,26	2	8,54	14,81	2,19	0,155	0,30
BD	34,51	3	17,25	29,92	3,94	0,179	0,35
CD	42,16	6	14,05	24,36	2,70	0,219	0,43
ABC	10,35	4	1,73	2,99	2,70	0,269	0,53
ABD	4,32	6	1,08	1,87	3,09	0,310	0,61
ACD	10,23	12	1,71	2,96	2,19	0,380	0,74
BCD	15,04	6	1,25	2,17	2,19	0,310	0,61
ABCD	17,04	12	2,84	4,93	2,70	0,537	1,05
Залишок	122,85	213	0,58				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Кількість активних бульбочок на фазу дозрівання у сортів сої  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сортів–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0,5}$	Sd	HP <sub>05</sub>
A	226,90	2	75,63	2700,83	2,70	0,024	0,05
B	2154,96	1	1077,48	38476,79	3,09	0,020	0,04
C	1736,44	2	1736,44	62008,33	3,94	0,024	0,05
D	154,61	3	77,30	2760,50	2,70	0,028	0,05
AB	50,39	2	16,80	599,76	3,09	0,034	0,07
AC	5,75	4	2,88	102,69	3,09	0,042	0,08
AD	4,16	6	1,04	37,14	3,09	0,048	0,09
BC	1,49	2	0,25	8,87	2,19	0,034	0,07
BD	1,57	3	0,78	27,98	3,94	0,039	0,08
CD	2,49	6	0,83	29,59	2,70	0,048	0,09
ABC	4,14	4	0,69	24,67	2,70	0,059	0,12
ABD	5,05	6	1,26	45,07	3,09	0,068	0,13
ACD	5,51	12	0,92	32,79	2,19	0,084	0,16
BCD	1,95	6	0,16	5,79	2,19	0,068	0,13
ABCD	7,18	12	1,20	42,71	2,70	0,118	0,23
Залишок	5,96	213	0,03				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Динаміка маси бульбочок у рослин сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину у 2023 р.**

Варіант досліджу	Фаза вегетації				
	цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	623,1	246,7	318,2	128,6
	2	634	368,8	325,5	157,8
	3	669,2	389,2	379,1	173,7
	4	678,9	483,6	447,8	208,5
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1407,5	1098,7	516,2	328,8
	2	1466,8	1185,4	602,7	379,2
	3	1550,8	1135,1	603,7	404,5
	4	1690,4	1355,7	608,7	429,7
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1550,2	1101,2	584,7	466,8
	2	1545,9	1221,6	629,9	480,2
	3	1654,9	1306,5	678,5	497,4
	4	1814,2	1457,4	704,2	540,2
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	578,2	239,5	331,2	134,9
	2	616,5	374,5	354,5	168,5
	3	656,6	385,8	407,9	186,3
	4	637,9	453,8	421,3	219,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1487,1	1095,5	523,5	377,5
	2	1459,2	1155,1	611,2	398,7
	3	1515,1	1236,8	613,1	421,9
	4	1666,6	1471,4	645,8	431,5
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1511,1	1057,8	598,2	453,6
	2	1545,5	1324,2	662,4	478,5
	3	1667,9	1346,8	687,9	498,2
	4	1737,2	1575,1	716,1	542,3

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
- 4.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Динаміка маси бульбочок у рослин сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину у 2024р.**

Варіант досліджу	Фаза вегетації				
	цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	635,7	266,2	354,2	144,9
	2	667,7	405,8	387,3	184,7
	3	711,2	429,2	410,4	203,1
	4	730,5	489,8	457,7	232,6
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1526,1	1189	533	345,8
	2	1580,2	1285,2	625,9	436,8
	3	1696,7	1335,1	629,1	435,3
	4	1752,1	1518,2	657,8	454,1
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1589,2	1171,8	611,8	481,8
	2	1675,9	1429,4	655,9	511,9
	3	1797,9	1506,5	719,2	531,4
	4	1829,1	1657,7	742,3	576,1
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	626,5	267,6	345,2	148,8
	2	643,3	401,4	385,8	178,6
	3	705,9	409,9	413,8	200,1
	4	752,9	509,4	445,5	231,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1516,2	1181,5	564,2	312,6
	2	1656,8	1301,8	622,1	420,4
	3	1695,1	1329,9	628,1	433,9
	4	1774,5	1500,1	654,9	461,6
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1604,5	1201,9	604,5	486,4
	2	1687,5	1418,6	667,6	513,7
	3	1857,8	1552,3	711,9	522,6
	4	1886,6	1700,1	745,2	573,4

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
- 4.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Динаміка маси бульбочок у рослин сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину у 2025 р.**

Варіант досліджу	Фаза вегетації				
	цвітіння (ВВСН69)	активних	дозрівання (ВВСН85)	активних	
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	646,8	279,1	366,5	154,6
	2	676,5	439,5	438,6	197,8
	3	721,1	439,2	459,4	226,2
	4	748,5	526,9	469,1	249,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1674,4	1219,9	601,1	356,8
	2	1699,9	1411,4	641,9	442,8
	3	1733,7	1535,1	654,2	465,8
	4	1861,5	1602,1	702,4	484,2
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1631,5	1298,5	633,8	498,9
	2	1698,5	1634,2	732,3	506,7
	3	1800,8	1706,5	729,3	527,6
	4	1953,8	1888,9	774,1	586,2
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	704,5	294,8	369,1	154,2
	2	728,3	448,1	415,9	199,9
	3	748,9	468,8	432,9	223,2
	4	775,5	550,6	523,1	251,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	1614,3	1251,9	575,2	351,2
	2	1659,7	1450,6	644,1	446,6
	3	1792,3	1449,4	652,1	457,9
	4	1875,2	1523,1	677,5	484,5
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	1689,2	1333,7	633,3	518,9
	2	1699,6	1562,2	712,7	529,7
	3	1740,2	1637,5	733,8	549,1
	4	2014,4	1744,1	775,5	598,5

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
- 4.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Маса активних бульбочок на фазу цвітінні у сортів сої  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сорти–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0,5}$	Sd	HP <sub>05</sub>
A	1787013,31	2	595671,10	817,97	2,70	3,895	7,63
B	2016,65	1	1008,33	1,38	3,09	3,180	6,23
C	63474455,67	2	63474455,67	87162,91	3,94	3,895	7,63
D	4377496,26	3	2188748,13	3005,58	2,70	4,498	8,82
AB	33561,05	2	11187,02	15,36	3,09	5,508	10,80
AC	467231,78	4	233615,89	320,80	3,09	6,746	13,22
AD	75809,48	6	18952,37	26,03	3,09	7,790	15,27
BC	136,18	2	22,70	0,03	2,19	5,508	10,80
BD	55,83	3	27,92	0,04	3,94	6,361	12,47
CD	419933,74	6	139977,91	192,22	2,70	7,790	15,27
ABC	50044,19	4	8340,70	11,45	2,70	9,541	18,70
ABD	54861,15	6	13715,29	18,83	3,09	11,017	21,59
ACD	45806,96	12	7634,49	10,48	2,19	13,493	26,45
BCD	52,29	6	4,36	0,01	2,19	11,017	21,59
ABCD	79200,41	12	13200,07	18,13	2,70	19,082	37,40
Залишок	155112,53	213	728,23				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Маса активних бульбочок на фазу дозрівання у сортів сої  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сорти–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0,5}$	Sd	HP <sub>05</sub>
A	76304,70	2	25434,90	153,18	2,70	1,860	3,65
B	938,53	1	469,26	2,83	3,09	1,519	2,98
C	5446267,93	2	5446267,93	32800,67	3,94	1,860	3,65
D	339307,98	3	169653,99	1021,76	2,70	2,148	4,21
AB	2587,48	2	862,49	5,19	3,09	2,630	5,16
AC	2181,28	4	1090,64	6,57	3,09	3,221	6,31
AD	6104,84	6	1526,21	9,19	3,09	3,720	7,29
BC	67,38	2	11,23	0,07	2,19	2,630	5,16
BD	8,85	3	4,43	0,03	3,94	3,037	5,95
CD	26555,70	6	8851,90	53,31	2,70	3,720	7,29
ABC	5109,79	4	851,63	5,13	2,70	4,556	8,93
ABD	683,72	6	170,93	1,03	3,09	5,261	10,31
ACD	7795,16	12	1299,19	7,82	2,19	6,443	12,63
BCD	72,69	6	6,06	0,04	2,19	5,261	10,31
ABCD	4435,69	12	739,28	4,45	2,70	9,112	17,86
Залишок	35366,81	213	166,04				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Динаміка формування ЗСП і АСП сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину у 2023 р.**

Варіант досліджу	Фаза цвітіння – дозрівання				
		Тривалість симбіозу, діб		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб /га	
		Загальна	Активна	Загальна	Активна
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	76	63	13,3	7,9
	2	79	66	14,1	9,1
	3	78	65	14,4	10,3
	4	82	66	15,9	10,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	82	69	25,5	17,6
	2	85	69	27,1	18,6
	3	86	71	27,1	20,2
	4	89	70	31,5	20,3
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	83	71	27,1	17,4
	2	85	70	29,2	19,1
	3	87	73	31,2	20,4
	4	89	75	34,8	21,8
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	78	66	14,6	8,9
	2	83	71	16,7	11,5
	3	83	73	17,4	11,9
	4	84	76	18,8	12,4
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	85	71	26,5	18,9
	2	86	73	28,1	22,4
	3	88	74	28,8	22,1
	4	90	73	32,4	23,7
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	87	75	29,6	20,2
	2	88	76	30,7	22,6
	3	90	75	33,9	23,2
	4	92	79	33,7	24,4

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Динаміка формування ЗСП і АСП сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину у 2024 р.**

Варіант досліджу	Фаза цвітіння – дозрівання				
		Тривалість симбіозу, діб		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб /га	
		Загальна	Активна	Загальна	Активна
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	78	67	14,1	9,7
	2	82	68	15,2	10,1
	3	82	69	16,2	11,3
	4	83	71	17,4	11,6
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	84	71	27,5	18,7
	2	86	73	27,8	20,3
	3	87	74	29,6	21,3
	4	90	78	33,4	22,4
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	85	71	28,1	19,1
	2	88	74	30,6	22,1
	3	89	76	33,3	23,5
	4	92	78	35,7	22,9
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	81	70	16,1	11,2
	2	86	75	18,9	12,6
	3	86	77	18,5	13,5
	4	85	77	20,1	14,1
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	86	73	28,2	20,6
	2	89	75	30,1	23,1
	3	90	75	32,9	24,1
	4	94	79	34,8	25,1
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	90	76	29,8	21,6
	2	92	76	34,7	23,8
	3	92	81	34,7	25,2
	4	94	82	36,6	27,1

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Динаміка формування ЗСП і АСП сортів сої залежно від передпосівної інокуляції насіння та позакоренових підживлень, мг./рослину у 2025 р.**

Варіант досліджу	Фаза цвітіння – дозрівання				
		Тривалість симбіозу, діб		Симбіотичний потенціал, тис. кг діб /га	
		Загальна	Активна	Загальна	Активна
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	83	68	15,2	10,3
	2	85	73	16	11,1
	3	86	73	17,4	12,3
	4	84	73	18,6	14,3
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	86	73	29,8	19,5
	2	90	77	29,1	21,1
	3	91	77	30,6	22,4
	4	91	80	35,6	24,5
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	87	74	31,2	20,5
	2	91	78	32	23,6
	3	91	79	34,5	23,6
	4	95	81	36,6	26,4
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	84	74	17,3	13,5
	2	86	82	19,9	13,4
	3	86	78	20,5	13,6
	4	89	81	23,2	15,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	90	75	30,2	22,9
	2	92	77	33,3	24,1
	3	92	79	34,6	27,3
	4	95	82	36,9	26,2
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	90	77	34,8	25,4
	2	93	82	35,7	25,6
	3	94	84	35,8	27,5
	4	96	85	37,7	29,5

Примітка

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
- 4.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Кількість біологічно-фіксованого азоту сої залежно від інокуляції насіння та позакоренових підживлень, 2023 р.**

Варіанти досліду		Сорт Паллада		Сорт Азимут	
		кг/га	+/- до контролю	кг/га	+/- до контролю
Без інокуляції	1*	66,1	-	69,7	-
	2	69,8	+2,6	72,8	+2,7
	3	70,5	+3,3	73,2	+3,5
	4	71,2	+5,4	74,5	+5,6
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	115,2	+56,6	132,2	+64,9
	2	128,7	+65,9	137,5	+68,3
	3	130,3	+69,0	139,9	+70,5
	4	138,2	+74,6	144,4	+76,3
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5л/т	1	127,5	+62,2	135,4	+67,5
	2	134,6	+70,8	138,7	+72,3
	3	139,8	+74,4	141,2	+75,6
	4	143,5	+77,1	151,2	+82,9

Примітка:

1. Контроль (без підживлення)
2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Кількість біологічно-фіксованого азоту сої залежно від інокуляції насіння та позакоренових підживлень, 2024 р.**

Варіанти досліду		Сорт Паллада		Сорт Азимут	
		кг/га	+/- до контролю	кг/га	+/- до контролю
Без інокуляції	1*	69,4	-	72,5	-
	2	72,0	+2,6	74,9	+2,7
	3	72,7	+3,3	75,6	+3,5
	4	74,8	+5,4	76,2	+5,6
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	126,0	+56,6	137,4	+64,9
	2	135,3	+65,9	140,2	+68,3
	3	138,4	+69,0	142,3	+70,5
	4	144,0	+74,6	148,8	+76,3
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5л/т	1	131,6	+62,2	141,1	+67,5
	2	140,2	+70,8	145,1	+72,3
	3	143,8	+74,4	148,5	+75,6
	4	146,5	+77,1	156,2	+82,9

Примітка:

1. Контроль (без підживлення)
2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Кількість біологічно-фіксованого азоту сої залежно від інокуляції насіння та позакоренових підживлень, 2025 р.**

Варіанти дослідів		Сорт Паллада		Сорт Азимут	
		кг/га	+/- до контролю	кг/га	+/- до контролю
Без інокуляції	1*	72,1	-	75,9	-
	2	74,1	+2,6	78,5	+2,7
	3	75,1	+3,3	79,8	+3,5
	4	77,9	+5,4	84,2	+5,6
Біоінокулянт– БТУ–р, 3,0 л/т	1	134,1	+56,6	143,2	+64,9
	2	141,1	+65,9	145,3	+68,3
	3	146,6	+69,0	147,4	+70,5
	4	149,6	+74,6	153,8	+76,3
Атува + протектор Премакс, 2,0 л/т + 0,5л/т	1	136,1	+62,2	144,1	+67,5
	2	145,8	+70,8	151,2	+72,3
	3	148,2	+74,4	155,2	+75,6
	4	149,4	+77,1	159,4	+82,9

Примітка:

1. Контроль (без підживлення)
2. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Структура рослин сортів сої залежно від технологічних заходів,  
мг./рослину у 2023 р.**

Варіант дослідів		Кількість бобів, шт	Кількість насіння, шт	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	14,5	26,5	4,8	159,2
	2	16,5	26,1	5,9	162,1
	3	17,1	26,8	5,8	162,1
	4	17,2	28,5	6,4	163,3
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	15,8	32,9	6,2	161,5
	2	20,3	35,8	7,9	162,4
	3	21,2	37,3	8,1	164,4
	4	23,5	39,5	8,4	165,8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	17,6	35,1	6,8	163,7
	2	20,6	39,2	7,9	163,9
	3	23,3	38,6	7,9	166,2
	4	24,4	39,8	8,1	165,8
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	14,4	25,2	4,8	158,6
	2	16,8	26,3	5,8	162,9
	3	16,6	26,8	6,1	163,4
	4	17,2	28,1	6,2	165,5
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	17,1	33,2	6,3	162,1
	2	21,9	37,1	8,2	163,5
	3	21,3	38,9	8,2	164,4
	4	23,4	39,8	8,1	166,8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	17,1	35,5	6,5	164,4
	2	22,7	37,8	8,1	166,1
	3	22,7	37,7	8,4	165,5
	4	24,6	40,5	8,2	167,2

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
- 4.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Структура рослин сортів сої залежно від технологічних заходів, мг./рослину  
у 2024 р.**

Варіант дослідів		Кількість бобів, шт	Кількість насіння, шт	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	16,5	27,1	5,7	161,2
	2	18,2	28,2	6,1	164,1
	3	18,4	28,9	6,5	164,1
	4	19,2	29,5	6,7	166,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	17,9	34,7	6,8	163,3
	2	23,5	39,8	8,5	165,5
	3	23,9	40,6	8,8	165,3
	4	25,1	41,8	8,9	169,6
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	18,4	38,2	7,1	166,2
	2	24,5	40,4	8,8	168,8
	3	24,7	41,2	8,8	167,4
	4	25,2	42,6	8,8	169,9
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	16,3	27,2	5,7	162,2
	2	18,6	28,6	7,1	166,9
	3	18,6	28,7	6,7	167,8
	4	19,6	30,1	6,5	168,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	17,8	35,7	6,1	164,3
	2	23,7	40,8	8,7	166,6
	3	24,6	40,4	8,8	167,7
	4	25,8	42,8	9,1	170,8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	18,1	38,3	7,1	166,5
	2	24,3	41,1	9,2	167,8
	3	24,7	42,4	9,2	168,6
	4	26,9	43,2	9,3	170,2

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
- 3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Структура рослин сортів сої залежно від технологічних заходів, мг./рослину  
у 2025 р.**

Варіант дослідю		Кількість бобів, шт	Кількість насіння, шт	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
<b>Паллада</b>					
Без інокуляції	1*	17,6	28,3	6,3	163,2
	2	19,6	29,7	6,9	166,1
	3	19,1	29,8	7,2	167,9
	4	20,3	30,2	7,3	168,8
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	19,7	36,5	7,4	166,6
	2	25,8	42,6	8,8	167,1
	3	25,1	42,1	8,9	167,1
	4	26,4	43,2	9,4	169,8
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	18,9	39,8	7,7	168,1
	2	26,9	41,9	9,4	169,5
	3	25,8	43,2	9,7	170,1
	4	28,7	45,4	10,1	171,6
<b>Азимут</b>					
Без інокуляції	1*	18,5	30,1	6,6	165,2
	2	19,8	31,2	7,5	168,8
	3	20,6	31,2	7,9	169,8
	4	21,1	31,8	8,3	169,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	19,1	38,8	8,3	167,1
	2	25,8	41,5	8,9	168,5
	3	26,1	42,2	9,1	169,2
	4	27,6	44,3	9,8	170,3
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	20,3	39,9	8,3	169,5
	2	25,9	44,1	9,4	169,8
	3	26,7	44,1	9,4	170,5
	4	28,3	47,4	9,8	173,2

Примітка:

- 1.Контроль (без підживлення)
- 2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);
3. Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);
4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**Кількість бобів у сортів сої**  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сортів–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відношення $F_{\phi}$	Відношення $F_{0,5}$	Sd	НІР <sub>05</sub>
A	A	616,01	2	205,34	790,72	2,70	0,074
B	B	9,68	1	4,84	18,64	3,09	0,060
C	C	1621,00	2	1621,00	6242,14	3,94	0,074
D	D	1494,24	3	747,12	2877,02	2,70	0,085
AB	AB	0,59	2	0,20	0,76	3,09	0,104
AC	AC	4,14	4	2,07	7,97	3,09	0,127
AD	AD	11,14	6	2,78	10,72	3,09	0,147
BC	BC	0,78	2	0,13	0,50	2,19	0,104
BD	BD	0,77	3	0,39	1,49	3,94	0,120
CD	CD	222,01	6	74,00	284,97	2,70	0,147
ABC	ABC	3,63	4	0,60	2,33	2,70	0,180
ABD	ABD	18,06	6	4,52	17,39	3,09	0,208
ACD	ACD	16,07	12	2,68	10,32	2,19	0,255
BCD	BCD	0,55	6	0,05	0,18	2,19	0,208
ABCD	ABCD	14,65	12	2,44	9,40	2,70	0,360
Залишок	Залишок	55,31	213	0,26			
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Маса насіння з рослини у сортів сої**  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних  
роки–сортів–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відношення $F_{\phi}$	Відношення $F_{0,5}$	Sd	НІР <sub>05</sub>
A	93,16	2	31,05	311,00	2,70	0,046	0,09
B	2,98	1	1,49	14,93	3,09	0,037	0,07
C	238,57	2	238,57	2389,32	3,94	0,046	0,09
D	130,72	3	65,36	654,58	2,70	0,053	0,10
AB	0,97	2	0,32	3,24	3,09	0,065	0,13
AC	1,72	4	0,86	8,60	3,09	0,079	0,15
AD	3,02	6	0,76	7,56	3,09	0,091	0,18
BC	0,44	2	0,07	0,73	2,19	0,065	0,13
BD	0,46	3	0,23	2,32	3,94	0,074	0,15
CD	6,36	6	2,12	21,24	2,70	0,091	0,18
ABC	2,24	4	0,37	3,73	2,70	0,112	0,22
ABD	2,59	6	0,65	6,49	3,09	0,129	0,25
ACD	3,74	12	0,62	6,25	2,19	0,158	0,31
BCD	0,27	6	0,02	0,22	2,19	0,129	0,25
ABCD	3,17	12	0,53	5,30	2,70	0,223	0,44
Залишок	21,27	213	0,10				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Урожайність сортів сої**  
**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу у єдиному масиві даних**  
**роки–сорти–інокуляція–підживлення, 2023-2025 рр.)**

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відно- шення $F_{\phi}$	Відно- шення $F_{0,5}$	Sd	НП <sub>05</sub>
A	9,61	2	3,20	109,76	2,70	0,025	0,05
B	11,20	1	5,60	191,87	3,09	0,020	0,04
C	9,31	2	9,31	318,76	3,94	0,025	0,05
D	3,48	3	1,74	59,64	2,70	0,028	0,06
AB	0,09	2	0,03	1,05	3,09	0,035	0,07
AC	0,02	4	0,01	0,27	3,09	0,043	0,08
AD	0,00	6	0,00	0,04	3,09	0,049	0,10
BC	0,13	2	0,02	0,74	2,19	0,035	0,07
BD	0,05	3	0,02	0,84	3,94	0,040	0,08
CD	0,04	6	0,01	0,40	2,70	0,049	0,10
ABC	0,01	4	0,00	0,06	2,70	0,060	0,12
ABD	0,01	6	0,00	0,08	3,09	0,070	0,14
ACD	0,04	12	0,01	0,21	2,19	0,085	0,17
BCD	0,01	6	0,00	0,04	2,19	0,070	0,14
ABCD	0,08	12	0,01	0,48	2,70	0,121	0,24
Залишок	6,22	213	0,03				
A – чинник умов року				B – сорт			
C – інокуляція				D – підживлення			

**Вміст сирого протеїну та жиру в зерні сої  
залежно від технологічних заходів, %**

Варіант дослідю	Сирий протеїн, %			Сирий жир, %			
	2023р.	2024р.	2025р.	2023р.	2024р.	2025р.	
<b>Паллада</b>							
Без інокуляції	1*	36,2	37,3	38,4	21,3	20,1	18,6
	2	36,7	38,1	39,5	21,6	20,4	18,6
	3	36,7	38,2	39,4	21,6	20,2	18,8
	4	37,1	38,3	39,5	21,6	20,3	19,0
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	37,1	38,4	39,7	23,6	21,9	19,3
	2	38,6	39,1	39,9	23,6	22,4	19,4
	3	38,6	39,2	39,8	23,8	21,8	20,1
	4	38,3	39,3	40,3	23,1	22,1	21,1
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	37,4	38,5	39,6	22,4	21,6	21,1
	2	38,7	39,3	39,9	22,7	21,8	21,2
	3	38,4	39,8	39,7	22,4	22,1	21,5
	4	38,6	39,7	39,9	22,9	22,3	21,7
<b>Азимут</b>							
Без інокуляції	1*	36,6	37,4	38,5	20,6	20,1	19,6
	2	37,6	38,2	38,8	20,9	20,3	19,7
	3	37,5	38,2	38,9	20,8	20,3	19,8
	4	37,5	38,3	39,1	21,2	20,7	19,9
Біоінокулянт БТУ– р 3.0 л/т	1	37,6	38,7	39,2	22,9	22,3	20,2
	2	37,8	39,8	40,6	22,9	22,7	20,1
	3	37,9	39,6	40,7	22,3	22,4	21,3
	4	39,2	39,1	40,2	22,9	22,6	21,4
Атува + протектор Премакс, 2.0 л/т+0,5л/т	1	37,6	38,4	39,8	22,3	21,5	21,6
	2	38,5	39,5	40,5	22,9	22,6	21,4
	3	38,2	39,8	40,5	23,1	22,5	21,6
	4	38,5	39,9	40,7	23,5	22,6	21,7

Примітка:

1.Контроль (без підживлення)

2.Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок);

3.Хелпрост Соя 3,0 л/га (фаза бутонізації);

4. Ярило Соя 2,0 л/га (фаза 2–3 трійчастий листок) + Хелпрост Соя, 3,0 л/га (фаза бутонізації).

**СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за спеціальністю 201 Агрономія  
**Черешнюка Володимира Вікторовича**

№ п/п	Назва	Назва видання та його вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання від інших	Кількість друкованих сторінок / др. арк.	Співавтор и
1	2	3	4	5
<b>Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародної наукометричної бази даних (Index Copernicus)</b>				
1	Біологічна азотфіксація як спосіб підвищення врожайності сої	<i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2023. № 3 (30). DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-6 URL: <a href="http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/sMyKsk3BPyU00J2Gvmb.pdf">http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/sMyKsk3BPyU00J2Gvmb.pdf</a>	<u>C. 72-87</u> 1,1 (0,03)	Забарна Т.А.
2	Агроекологічні аспекти вирощування сої ( <i>Glycine max L.</i> ) в Україні	<i>Агроекологічний журнал</i> . 2024. № 1. DOI: <a href="https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2024.299945">https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2024.299945</a> URL: <a href="http://journalagroeco.org.ua/article/view/299945">http://journalagroeco.org.ua/article/view/299945</a>	<u>C.108-116</u> 1,0 (0,09)	Забарна Т.А.
3	Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої та позакоренових підживлень	<i>Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки</i> . 2024. № 138. DOI <a href="https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29">https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.29</a> URL: <a href="https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/138_2024/31.pdf">https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/138_2024/31.pdf</a>	<u>C. 229-235</u> 0,55 (0,16)	Шкатула Ю.М., Забарна Т.А.
4	Формування продуктивності сої залежно від застосування інокуляції і мікробіологічних препаратів в умовах Лісостепу правобережного	<i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2025. № 1 (36). DOI: 10.37128/2707-5826-2025-1-5 URL: <a href="http://forestry.vsau.org/storage/articles/May2025/qga0O81zpTiJTC3X6avL.pdf">http://forestry.vsau.org/storage/articles/May2025/qga0O81zpTiJTC3X6avL.pdf</a>	<u>C. 55-68</u> 0,98 (0,5)	Шкатула Ю.М., Забарна Т.А.
5	Вплив симбіотичної активності бактерій на врожайність насіння сої	<i>Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки</i> . 2026. № 147. Ч. 2. DOI: <a href="https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.27">https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.27</a> URL: <a href="https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/147_2026/part_2/29.pdf">https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/147_2026/part_2/29.pdf</a>	<u>C. 209-217</u> 0,7	

1	2	3	4	5
6	Вплив елементів технології вирощування сої на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин.	<i>Аграрні інновації</i> . 2026. № 35. DOI: <a href="https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.35.53">https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.35.53</a> URL: <a href="https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/1076/1075">https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/1076/1075</a>	<u>C. 374-380</u> 0,87 (0,43)	Шкатула Ю.М.
<b>Інші видання (тези доповідей)</b>				
7	Ефективність застосування інокулянтів на сої	<i>Органічне агровиробництво: освіта і наука: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції</i> . 25 жовтня 2022 р. Київ. 2022. URL: <a href="https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/11/tezymalynka-25-10-2022_compressed.pdf">https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/11/tezymalynka-25-10-2022_compressed.pdf</a>	<u>C. 144-146</u> 0,15	-
8	Дослідження потенціалу вирощування сої відповідно до регіональних особливостей	<i>Актуальні питання науки, освіти та суспільства в умовах сучасних викликів: збірник тез доповідей Міжнародної наукової конференції</i> . 27 грудня 2022 р. Кременчук. 2022. Ч. 2. URL: <a href="https://www.economics.in.ua/2023/01/27-2.html">https://www.economics.in.ua/2023/01/27-2.html</a>	<u>C. 60-61</u> 0,13	-
9	Значення мікродобрив при вирощуванні сої	<i>Актуальні проблеми науки, освіти і суспільства: досвід та перспективи: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції</i> . 22 лютого 2023 р. Дрогобич. 2023 URL: <a href="https://drive.google.com/file/d/1uxGBLP4Q3YZ7_BX8ai9a4JjLLgE-bFe/view">https://drive.google.com/file/d/1uxGBLP4Q3YZ7_BX8ai9a4JjLLgE-bFe/view</a>	<u>C.69-70</u> 0,14	-
10	Агробіологічні аспекти вирощування сої в Україні	<i>Інноваційні еколого безпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану: збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції</i> . 31 серпня 2023 р. Київ. 2023. URL: <a href="https://www.google.com/url?sa=t&amp;source=web&amp;rct=j&amp;opi=89978449&amp;url=https://www.agroeco.org.ua/wp-content/uploads/Publications/zbirnyk_y_conferentsii/zbirnik%2520konf%252031.08.2023.pdf">https://www.google.com/url?sa=t&amp;source=web&amp;rct=j&amp;opi=89978449&amp;url=https://www.agroeco.org.ua/wp-content/uploads/Publications/zbirnyk_y_conferentsii/zbirnik%2520konf%252031.08.2023.pdf</a>	<u>C. 186-188</u> 0,15	-

11	Соя – головна складова сівозміни в органічному виробництві	<i>Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації: збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції.</i> 30 листопада 2023 р. Переяслав. 2023. Вип. 99. URL : <a href="https://confscientific.webnode.com.ua/arkhiv2/">https://confscientific.webnode.com.ua/arkhiv2/</a>	<u>C. 317-319</u> 0,15	-
12	Оцінка агрофітоценозу сої на забезпеченість мікро- та макроелементами	<i>Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві</i> матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 4-5 липня 2024 р. Київ. 2024. URL: <a href="https://drive.google.com/file/d/122tiks22ChDRSorkKWdLHHEgs5buLJ5X/view">https://drive.google.com/file/d/122tiks22ChDRSorkKWdLHHEgs5buLJ5X/view</a>	<u>C. 204-206</u> 0,15	-
13	Ефективність проведення інокуляції насіння та позакореневих підживлень в агроценозах сої.	<i>Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку:</i> матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції. 26 березня 2026 р. Біла Церква. 2026. URL: <a href="https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/2026/tezy_agrarn_aosvita_nauka_26.03.2026.pdf">https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/2026/tezy_agrarn_aosvita_nauka_26.03.2026.pdf</a>	<u>C. 149-151</u> 0,2 (0,19)	Забарна Т.А.

За результатами досліджень опубліковано 13 наукових праць загальним обсягом 6,27 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 2,97 умовн. друк. арк.) у тому числі 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus та 7 тез доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій. Основні положення дисертації пройшли апробацію на 9 науково-практичних конференціях.

Аспірант



05 2026 р.

Володимир ЧЕРЕШНЮК

Тетяна КОРПАНЮК

**АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ НА НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ  
КОНФЕРЕНЦІЯХ**

за спеціальністю 201 Агроніомія

**Черешнюка Володимира Вікторовича**

№ п/п	Тема доповіді	Назва конференції, місце проведення, дата
Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях		
1	Ефективність застосування інокулянтів на сої	VII Міжнародна науково-практична конференція «Органічне агровиробництво: освіта і наука». Київ. 25 жовтня 2022 р.
2	Дослідження потенціалу вирощування сої відповідно до регіональних особливостей	Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання науки, освіти та суспільства в умовах сучасних викликів». Кременчук. 27 грудня 2022 р.
3	Значення мікродобрив при вирощуванні сої	Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми науки, освіти і суспільства: досвід та перспективи». Дрогобич. 22 лютого 2023 р.
4	Біологічна азотфіксація, як спосіб підвищення врожайності сої	Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку». Вінниця. 24-25 травня 2023 р.
5	Соя – головна складова сівозміни в органічному виробництві	Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». Переяслав. 30 листопада 2023 р.
6	Технологічні заходи підвищення продуктивності сої	Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності». Вінниця. 23-24 травня 2024 р.
7	Оцінка агрофітоценозу сої на забезпеченість мікро - та макроелементами	Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві». Київ. 4-5 липня 2024 р.
8	Вплив біологічних препаратів на формування густоти агрофітоценозу сої в умовах Лісостепу правобережного	Всеукраїнська науково-практична конференція «Сталий розвиток України в умовах європейської інтеграції: сучасний стан, шлях відновлення та перспективи». Вінниця. 15-16 травня 2025 р.

1	2	3
9	Формування продуктивності сої залежно від застосування інокуляції і мікробіологічних препаратів в умовах Лісостепу правобережного	Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні технології збереження ґрунтів та екосистем за вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальних змін клімату» Вінниця. 22-23 травня 2025 р.

Аспірант

Вчений секретар




МП

»

05

2026 р.


 Володимир ЧЕРЕПАНЮК


 Тетяна КОПРАНЮК