

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Івасик Мирослава Володимирівна

УДК 633/635.000.57; 57.02

ДИСЕРТАЦІЯ

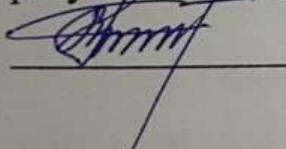
**ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД
КОМПЛЕКСУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ
ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО**

Спеціальність: 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


М.В. ІВАСИК

Науковий керівник – Хоміна Вероніка Ярославівна,
доктор сільськогосподарських наук, професор,

Кам'янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	14
Розділ 1. ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ВІД ВПЛИВУ БІОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ (Огляд літератури)	20
1.1. Сорт як один з ключових чинників формування урожайності сої	20
1.2. Біологічні особливості сої та взаємодія бульбочкових бактерій з рослинами сої	28
1.3. Залежність продуктивності сої від строку сівби та норми висіву насіння	37
Висновки до розділу 1	44
Розділ 2. ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ, ПОГОДНІ УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
2.1. Кліматичні умови	45
2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень	49
2.3. Характеристика ґрунтових умов	59
2.4. Схема дослідів, матеріал і методика їх виконання	60
Висновки до розділу 2	66
Розділ 3. МОРФОСТРУКТУРА ТА ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ	68
3.1. Біометричні показники сортів сої залежно від фону живлення та норми висіву насіння	68
3.2. Біометричні показники сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту	72
3.3. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від досліджуваних чинників	76
Висновки до розділу 3	84

Розділ 4. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕРНА РІЗНИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ	86
4.1. Урожайність зерна досліджуваних сортів сої залежно від фону живлення та норми висіву насіння	86
4.2. Урожайність зерна досліджуваних сортів сої залежно від способу сівби та стимулятора росту	103
4.3. Вміст білка та олії в зерні досліджуваних сортів сої залежно від фону живлення та норми висіву насіння	108
4.4. Вміст білка та олії в зерні досліджуваних сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту	111
Висновки до розділу 4	113
Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖН ВІД КОМПЛЕКСУ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ	117
5.1. Економічна ефективність	117
5.2. Енергетична оцінка	121
Висновки до розділу 5	125
ВИСНОВКИ	126
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	131
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	132
ДОДАТКИ	158

АНОТАЦІЯ

Івасик М.В. Формування урожайності зерна сої залежно від комплексу агротехнічних заходів в умовах Лісостепу Західного – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» – Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», Кам'янець-Подільський, 2026.

Актуальність теми полягає у порівняльній оцінці сортів сої, з метою підбору найбільш продуктивних та адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування. Важливим є дослідження впливу інокуляції насіння та системи удобрення на ріст, розвиток та формування продуктивності сої. Доцільним є застосування стимулятора росту при вирощуванні сої, як природнього способу підвищення імунітету рослин, і як наслідок – отримання вищої урожайності. Норма висіву насіння сівби сої відіграє ключову роль у формуванні урожайності та якості насіння, оскільки густина посівів впливає на конкуренцію рослин за світло, воду і поживні речовини, що в свою чергу визначає індивідуальну продуктивність рослин, висоту кріплення нижнього бобу, вміст білка й олії, а також здатність до азотфіксації. Оптимальна густина посівів повинна розглядатися в межах сорту (залежно від групи стиглості та біологічних особливостей сорту), а також залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Ці питання є актуальними і потребують детального вивчення в конкретних умовах вирощування.

Мета досліджень полягала у встановленні впливу норми висіву насіння, інокуляції насіння, фону живлення та стимулятора росту на ріст, розвиток, урожайність та якість зерна різних за біолого-морфологічними показниками сортів сої при вирощуванні в умовах Лісостепу Західного.

Дослідження виконувались упродовж 2020-2025 років на базі дослідного поля навчально-виробничої лабораторії рослинництва Відокремленого структурного підрозділу «Новоушицький фаховий коледж Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Схемою досліджень передбачено виконання двох трифакторних дослідів. *Дослід 1.* Продуктивність сої залежно від сорту, фону живлення та норми висіву насіння. Фактор А – сорт Аратта (середньоранній) і Софія (середньостиглий); фон живлення (фактор В) – без інокуляції, інокуляція, інокуляція+N₃₀P₄₀, інокуляція+ N₆₀P₄₀; норма висіву насіння (фактор С) – 400, 500, 600, 700 та 800 тис шт/га. За контроль взято варіант без інокуляції з нормою висіву насіння 600 тис. шт/га. Дослід виконувався впродовж 2020-2024 років. *Дослід 2.* Вплив способів сівби та застосування стимулятора росту на формування продуктивності різних сортів сої. Фактор А – сорт (Білявка, Сандра, Ультра), фактор В – спосіб сівби (суцільний рядковий (15 см), широкорядний (45 см), фактор С – стимулятор росту (без стимулятора (контроль), Гіберелін (у фазу розвитку 2–3 трійчастих листків сої).

В результаті виконаних досліджень виявлено вплив способу сівби, норми висіву насіння, застосування стимулятора росту рослин на біометричні показники сортів сої; визначено площу асиміляційної поверхні та фотосинтетичної діяльності агроценозу сої залежно від факторів експериментів; виявлено кореляційні зв'язки між біометричними показниками та факторами експерименту; здійснено обліки урожайності зерна сої у розрізі варіантів досліджень; встановлено залежність вмісту білка в зерна сої від досліджуваних факторів; визначено вміст олії в зерні досліджуваних сортів сої залежно від норми висіву насіння, фону живлення, способу сівби та стимулятора росту; обґрунтовано економічну та енергетичну оцінки з урахуванням факторів, що досліджувались і регіональних умов.

В результаті виконаних спостережень встановлено, що під впливом досліджуваних факторів змінювались біометричні показники рослин. Найбільш високорослими були рослини сої обох досліджуваних сортів сої: Аратта та Софія на фоні живлення: інокуляція+N₃₀P₄₀, на цих варіантах перевищення контролю склало 2-5 см. Щодо впливу норми висіву насіння – для сорту Аратта найбільш комфортні умови були за норми висіву насіння

600 тис. нас./га з показником висоти рослин 111 см, а для сорту Софія – за норми висіву насіння 500 та 600 тис. шт / га з висотою 90 см. Оптимальну кількість бобів на рослині забезпечили варіанти за проведення інокуляції $+N_{30}P_{40}$ та сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт/га., показник становив відповідно: 29,6 та 31,0 шт., що перевищило контролю на 2,0 та 1,7 штук на рослині. Серед ранньостиглих сортів найбільш високорослі рослини відмічено у сої сорту Ультра. Щодо способів сівби, для усіх сортів виявився кращим суцільний рядковий. Сорт сої Ультра також характеризувався максимальною кількістю сформованих на рослині бобів, порівняно з двома іншими сортами. Оптимальний показник 32,8 бобів на рослині був у сорту Ультра, при сівбі суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосуванні стимулятора росту Гіберелін.

Визначення площі асиміляційної поверхні та фотосинтетичного потенціалу показали значну перевагу за показниками варіанту з проведенням інокуляції $+N_{30}P_{40}$ та сівби нормами висіву 500 та 600 тис. шт / га залежно від сорту. Експериментально встановлено, що оптимальну урожайність зерна 3,12 т/га отримано у сорту Аратта за норми висіву насіння 600 тис шт / га, проведення інокуляції насіння $+ N_{30}P_{40}$. При визначенні впливу способу сівби і стимулятора росту на урожайність сортів сої встановлено, що найбільш урожайним був сорт сої Ультра з показником 2,64 т/га за сівби суцільним рядковим способом сівби з шириною міжрядь 15 см та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

При визначенні впливу фону живлення і норми висіву насіння на вміст білка та олії в зерні досліджуваних сортів сої, встановлено, що максимальний вміст білка 39,2% був на варіантах проведення інокуляції $+N_{30}P_{40}$ за норм висіву насіння 600 та 700 тис. шт / га, тоді як вміст олії 21,6% був на варіантах найменшої норми висіву насіння – 400 тис. шт / га. При визначенні хімічного складу зерна сої залежно від сорту, строку сівби і стимулятора росту спостерігалась тенденція до збільшення вмісту білка при широкорядному способі сівби, показник знаходився в межах 35,9-39,8%, тоді

як за суцільного рядкового способу сівби – 34,6-38,3%. Оптимальний вміст олії 22,3% був у сорту сої Білявка за сівби суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін.

Розрахунки економічної ефективності показали, що рівень рентабельності при вирощуванні двох досліджуваних сортів сої залежно від норми висіву насіння, інокуляції та внесення азотно-фосфорних добрив знаходився в межах 65-129%. Оптимальний рівень рентабельності отримано у сорту Аратта за сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 129%, а також у сорту Софія за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, проведення інокуляції+N₃₀P₄₀, показник склав 128%, перевищення контролів на цих варіантах склало відповідно: 27 та 29%. При визначенні економічної доцільності способу сівби і стимулятора росту доведено, що за суцільного рядкового способу сівби на усіх трьох сортах рівень рентабельності був вищим на 10-12%, порівняно із широкорядним способом. Найбільш економічно доцільним було вирощування сортів сої Сандра та Ультра за сівби суцільним рядковим способом (15 см) та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін, показник становив відповідно: 104 та 107 %.

Розрахунки енергетичної ефективності показали, що коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Софія знаходився в межах 3,46-4,57, а у сорту Аратта – 3,87-4,62, тобто за вирощування сорту Аратта енергетичний коефіцієнт був більшим на 0,05-0,41. За суцільного рядкового способу сівби вихід валової енергії знаходився в межах 30,6-31,7 МДж / га, що перевищувало варіанти широкорядного способу сівби на 0,8-1,0 МДж / га. За суцільного рядкового способу сівби відмічено тенденцію до збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності порівняно із широкорядним способом.

Ключові слова: соя, сорт, норма висіву насіння, фон живлення, інокуляція, стимулятор росту, біометричні показники, фотосинтетичний потенціал, урожайність зерна, вміст білка, вміст олії, економічні показники.

ABSTRACT

Ivasik M.V. Formation of Soybean Grain Yield Depending on a Complex of Agrotechnical Measures under the Conditions of the Western Forest-Steppe – Qualification scientific work in the form of a manuscript. Dissertation for obtaining the Doctor of Philosophy degree in specialty 201 «Agronomy» – Higher Education Institution «Podillia State University», Kamianets-Podilskyi, 2026.

The relevance of the topic lies in the comparative evaluation of soybean varieties in order to select the most productive and well-adapted to the soil and climatic conditions of the cultivation region. It is important to study the influence of seed inoculation and fertilization systems on the growth, development, and formation of soybean productivity. The use of a growth stimulant in soybean cultivation is advisable as a natural way to increase plant immunity and, consequently, obtain higher yields. The soybean seeding rate plays a key role in the formation of yield and seed quality, since crop density affects plant competition for light, water, and nutrients, which in turn determines individual plant productivity, the height of the lowest pod attachment, protein and oil content, and nitrogen fixation capacity. The optimal plant density should be considered within each variety (depending on maturity group and biological characteristics) as well as soil and climatic conditions. These issues are relevant and require detailed study under specific cultivation conditions.

The aim of the research was to determine the influence of the seeding rate, seed inoculation, nutrient background, and growth stimulant on the growth, development, yield, and grain quality of soybean varieties differing in biological and morphological characteristics when grown in the Western Forest-Steppe conditions.

The research was conducted during 2020-2025 at the experimental field of the educational and production laboratory of crop production of the Separate Structural Unit «Novoushytskyi Professional College of the Higher Education Institution «Podillia State University».

The research scheme included two three-factor experiments. *Experiment 1.* Soybean productivity depending on variety, nutrient background, and seeding rate. Factor A – variety: Aratta (mid-early) and Sofiia (mid-season). Factor B – nutrient background: without inoculation, inoculation, inoculation + N₃₀P₄₀, inoculation + N₆₀P₄₀. Factor C – seeding rate: 400, 500, 600, 700, and 800 thousand seeds/ha. The control was the treatment without inoculation with a seeding rate of 600 thousand seeds/ha. The experiment was conducted during 2020–2024.

Experiment 2. Influence of sowing methods and growth stimulant application on the productivity formation of different soybean varieties. Factor A – variety (Biliavka, Sandra, Ultra). Factor B – sowing method (narrow-row – 15 cm; wide-row – 45 cm). Factor C – growth stimulant (without stimulant – control; Gibberellin applied at the stage of 2–3 trifoliolate soybean leaves).

As a result of the conducted research, the influence of sowing methods, seeding rates, and the application of plant growth stimulants on the biometric parameters of soybean varieties was determined; the area of the assimilation surface and the photosynthetic activity of the soybean agrocenosis depending on experimental factors were established; correlations between biometric indicators and experimental factors were identified; soybean grain yield was recorded by experimental treatments; the dependence of protein content in soybean grain on the studied factors was determined; oil content in the grain of the studied soybean varieties depending on seeding rate, nutrient background, sowing method, and growth stimulant was determined; economic and energy efficiency assessments were substantiated taking into account the studied factors and regional conditions.

The observations showed that biometric parameters of plants changed under the influence of the studied factors. The tallest plants of both studied soybean varieties (Aratta and Sofiia) were observed under the nutrient background inoculation + N₃₀P₄₀; in these treatments the increase compared with the control was 2–5 cm. Regarding the effect of seeding rate, the most favorable conditions for the Aratta variety were at a seeding rate of 600 thousand seeds/ha with a plant height of 111 cm, while for the Sofiia variety the optimal rates were 500 and 600

thousand seeds/ha with a height of 90 cm. The optimal number of pods per plant was provided by the treatments with inoculation + N₃₀P₄₀ and a seeding rate of 500 thousand seeds/ha, reaching 29.6 and 31.0 pods respectively, which exceeded the control by 2.0 and 1.7 pods per plant. Among the early-maturing varieties, the tallest plants were observed in the Ultra variety. Regarding sowing methods, the narrow-row method proved better for all varieties. The Ultra variety was also characterized by the highest number of pods formed per plant compared with the other two varieties. The optimal indicator of 32.8 pods per plant was recorded in the Ultra variety when sown by the narrow-row method (15 cm) with the application of the growth stimulant Gibberellin.

Determination of the assimilation surface area and photosynthetic potential showed a significant advantage of the treatment with inoculation + N₃₀P₄₀ and seeding rates of 500 and 600 thousand seeds/ha depending on the variety. It was experimentally established that the optimal grain yield of 3.12 t/ha was obtained for the Aratta variety at a seeding rate of 600 thousand seeds/ha with seed inoculation + N₃₀P₄₀. When determining the influence of sowing method and growth stimulant on the yield of soybean varieties, it was found that the highest yield was obtained from the Ultra variety (2.64 t/ha) when sown using the narrow-row method with 15 cm row spacing and the application of the growth stimulant Gibberellin.

When determining the influence of nutrient background and seeding rate on protein and oil content in the grain of the studied soybean varieties, it was found that the maximum protein content (39.2%) occurred in treatments with inoculation + N₃₀P₄₀ at seeding rates of 600 and 700 thousand seeds/ha, while the oil content (21.6%) was highest at the lowest seeding rate of 400 thousand seeds/ha. When determining the chemical composition of soybean grain depending on variety, sowing method, and growth stimulant, there was a tendency for protein content to increase under the wide-row sowing method (35.9–39.8%), whereas under the narrow-row method it ranged from 34.6–38.3%. The optimal oil content (22.3%)

was recorded in the Biliavka variety when sown by the narrow-row method (15 cm) with the application of the growth stimulant Gibberellin.

Calculations of economic efficiency showed that the profitability level when growing the two studied soybean varieties depending on seeding rate, inoculation, and application of nitrogen-phosphorus fertilizers ranged from 65–129%. The optimal profitability level was obtained for the Aratta variety with a seeding rate of 600 thousand seeds/ha and inoculation + N₃₀P₄₀ (129%), as well as for the Sofiia variety with a seeding rate of 500 thousand seeds/ha and inoculation + N₃₀P₄₀ (128%), which exceeded the control treatments by 27% and 29% respectively. When determining the economic feasibility of sowing methods and growth stimulant application, it was proven that under the narrow-row sowing method the profitability level for all three varieties was 10-12% higher compared with the wide-row method. The most economically feasible was the cultivation of the Sandra and Ultra soybean varieties using the narrow-row sowing method (15 cm) with the application of the growth stimulant Gibberellin, with profitability levels of 104% and 107% respectively.

Energy efficiency calculations showed that the energy efficiency coefficient for the Sofiia variety ranged from 3.46-4.57 and for the Aratta variety from 3.87-4.62; thus, when growing the Aratta variety the energy coefficient was higher by 0.05–0.41. Under the narrow-row sowing method, gross energy output ranged from 30.6–31.7 MJ/ha, exceeding the wide-row sowing method treatments by 0.8-1.0 MJ/ha. Under the narrow-row sowing method there was also a tendency for the energy efficiency coefficient to increase compared with the wide-row method.

Keywords: *soybean, variety, seeding rate, nutrient background, inoculation, growth stimulant, biometric indicators, photosynthetic potential, grain yield, protein content, oil content, economic indicators.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Івасик М.В. Взаємозв'язок між нормою висіву, застосуванням регуляторів росту і урожайністю сої у Лісостепу Західному. *Таврійський науковий вісник*. №137. 2024. С.104-109. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.13>

2. Івасик М.В., Бахмат М.І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. Випуск 2 (37). С. 51-57. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2025.33.22>

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

4. Федорук І.В., Хмелянчишин Ю.В., Івасик М.В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Аграрні інновації*. 2024. №27 с. 129-132. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.27.1>

5. Івасик М.В., Хоміна В.Я. Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 4 (49). С.63-67. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.9>

6. Івасик М.В. Формування біометричних показників та показників якості насіння сортів сої залежно від технологічних факторів. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С.137-140. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2025.33.22>

Праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Івасик М.В. Аспекти вибору протруйника для передпосівної обробки насіння сої. *Матеріали IV Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві»* (10 травня 2021 р.) 2021. м. Кам'янець-Подільський. С.58-59.

8. Бахмат М.І., Івасик М.В. Вплив регуляторів росту на продуктивність сортів сої в умовах Лісостепу Західного. *Матеріали VI Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві»* (28 квітня 2023 р.) 2023. м. Кам'янець-Подільський. С.14-15.

9. Івасик М.В. Вплив регуляторів росту на урожайність зерна сої. *The 5th International scientific and practical conference «Scientific research in the modern world»* (March 9-11, 2023) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023 С.11-15.

10. Бахмат М.І., Івасик М.В. Інокуляція – незамінна умова підвищення врожайності сої. *III Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення»* Поліський національний університет (09 червня 2023 року) м. Житомир С.65-67.

11. Хоміна В., Івасик М., Кобуренко Ю. Оптимізація комплексу технологічних факторів при вирощуванні сої в умовах Західного Лісостепу. *Міжнародна науково-практична інтернет конференція «Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції»* (20-21 листопада 2025 року). 2025. м. Кам'янець-Подільський. С.235-238.

ВСТУП

Проблема виробництва білка була і є актуальною в Україні. Важливе місце у вирішенні цієї проблеми належить сої. Вміст білка в насінні сої становить 38-42%, вуглеводів – 25–30% та 18–23% жирів, а також містяться ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Соя характеризується різнобічним використанням та універсальним застосуванням, оскільки має високі показники якості. У світовому виробництві сої на США, Бразилію і Аргентину припадає 80%. Площі посівів сої в Україні постійно зростають, сягнувши рекордних показників у 2024 році – близько 2,7 млн гектарів, проте в 2025 році були дещо менші – 2,4 млн га, таке незначне скорочення площ відбулося через зміну ринкових цін на інші культури, наприклад, соняшнику.

Експорт української сої демонструє стабільний попит, особливо в ЄС та на ринках MENA (Близький Схід та Північна Африка), з Туреччиною, Нідерландами та Францією як ключовими покупцями у грудні 2025 року, за даними аналітиків Spike Brokers. Незважаючи на логістичні виклики та сезонні коливання, українська соя залишається конкурентоспроможною, а виробники активно експортують, шукаючи вигідніші ціни за кордоном, ніж на внутрішньому ринку.

З метою конкурентоспроможності сої на світових ринках та забезпечення українського споживача продукцією, необхідно підвищувати продуктивність культури.

Актуальність теми. Впродовж останнього десятиріччя спостерігається зміна кліматичних умов в усіх зонах України, тому перерозподіл опадів і теплового режиму спонукають до пошуку нових підходів ведення аграрного виробництва в цілому, зокрема і технології вирощування сої з метою підвищення продуктивності культури.

В зв'язку із затребуваністю сої для потреб населення, культура знаходить значну зацікавленість науковців в напрямку пошуку найбільш

ефективних чинників для підвищення її урожайності, покращення технологічних показників якості та хімічного складу зерна.

У зоні Лісостепу Західного останнім часом дослідженням з вивчення впливу комплексу технологічних факторів при вирощуванні сої присвятили свої дослідження: Олександр Чинчик, Олег Бахмат, Ганна Панцирева, Ігор Дідур, Інна Федорук, Леонід Прус та ін.

Важливими питаннями є порівняльна оцінка сортів сої, з метою підбору найбільш продуктивних та адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування. Не втрачають актуальності питання впливу інокулянтів та системи удобрення на ріст, розвиток та формування продуктивності сої. Доцільним є застосування регуляторів росту при вирощуванні сої, як природнього способу підвищення імунітету рослин, і як наслідок – отримання вищої урожайності.

Норма висіву насіння сівби сої відіграє ключову роль у формуванні урожайності та якості насіння, оскільки густина посівів впливає на конкуренцію рослин за світло, воду і поживні речовини, що в свою чергу визначає індивідуальну продуктивність рослин, висоту кріплення нижнього бобу, вміст білка й олії, а також здатність до азотфіксації. Оптимальна густина посівів повинна розглядатися в межах сорту (залежно від групи стиглості та біологічних особливостей сорту), а також залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Ці питання є актуальними і потребують детального вивчення в конкретних умовах вирощування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науково-дослідна робота за темою дисертації є складовою частиною тематичних планів Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», виконувалась на кафедрі рослинництва, селекції та насінництва (номер державної реєстрації 0125U004257), де автор була безпосереднім виконавцем досліджень, також виконувалась в межах тематики кафедри рослинництва, селекції та насінництва (0125U004157).

У межах теми досліджень визначено і обґрунтовано агротехнічні і біологічні заходи вирощування різних сортів сої в умовах Лісостепу Західного, спрямованих на отримання оптимальної урожайності зерна з високими показниками якості.

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягала у встановленні впливу норми висіву насіння, інокуляції насіння, норми удобрення та стимулятора росту на ріст, розвиток, урожайність та якість зерна різних за біолого-морфологічними показниками сортів сої при вирощуванні в умовах Лісостепу Західного.

Для досягнення поставленої мети було передбачено завдання:

- виявити вплив способу сівби, норми висіву насіння, застосування стимулятора росту рослин на біометричні показники сортів сої;
- визначити фотосинтетичну діяльність агроценозу сої залежно від факторів експериментів;
- виявити кореляційні зв'язки між біометричними показниками та факторами експерименту;
- здійснити обліки урожайності зерна сої у розрізі варіантів досліджень;
- виявити залежність вмісту білка в зерна сої від досліджуваних факторів;
- визначити вміст олії в зерні досліджуваних сортів сої залежно від норми висіву насіння, фону живлення, способу сівби та стимулятора росту;
- на основі обліків, спостережень та аналізів отриманих результатів розроблених елементів технології вирощування сої визначити і обґрунтувати економічну та енергетичну оцінки з урахуванням факторів, що досліджувались і регіональних умов.
- обґрунтувати оптимальну норму висіву у розрізі сортів, спосіб сівби та фон живлення і сформулювати рекомендації виробництву для умов Лісостепу Західного;

Об'єкт дослідження – сорти сої: Аратта, Софія, Білявка, Сандра, Ультра, рослини, зерно.

Предмет дослідження – сукупність прикладних аспектів формування і розвитку рослин сої, елементи технології вирощування: фон живлення, норма висіву насіння, спосіб сівби, стимулятор росту, економічні і енергетичні параметри вирощування культури.

Методи дослідження. Методологічну базу дослідження склали загальнонаукові та спеціальні методи. Теоретичний аналіз базувався на застосуванні гіпотези, аналізу та синтезу, індукції та дедукції, а також конкретизації та узагальнення. Емпірична частина реалізована через спостереження та експеримент. Спеціальні (конкретно-наукові) методи охоплювали:

- польовий – для закладання дослідів та розробки виробничих рекомендацій;
- лабораторний – для вивчення біометрії, структури врожаю та хімічного складу насіння чорнушки посівної;
- розрахунково-порівняльний – для обґрунтування економічної ефективності досліджуваних чинників;
- статистичний – для підтвердження достовірності результатів.

Всі обліки та аналізи виконано згідно з галузевими методиками для лікарських і ефіроолійних культур.

Наукова новизна одержаних результатів полягала у розв’язанні наукової проблеми – підвищення продуктивності сої шляхом підбору найбільш продуктивних та адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов регіону сортів, норми висіву насіння, способу сівби, фону живлення та застосування стимулятора росту і представленні наукових положень, що виносяться на захист, а саме:

вперше:

- в умовах Лісостепу західного проведено комплексне обґрунтування технологічних прийомів вирощування нових сортів сої;
- встановлено характер взаємодії між нормою висіву, способом сівби та фоном живлення в поєднанні з дією стимулятора росту.

- визначено закономірності формування продуктивності та адаптивного потенціалу рослин залежно від поєднання цих факторів.

удосконалено:

- принципи одержання високих і сталих урожаїв сої, що полягають у визначенні оптимальної густоти посіву;

- основні елементи технології вирощування сої в умовах Лісостепу західного України;

- показники економічної та енергетичної ефективності вирощування різних сортів сої залежно від способу сівби, норми висіву насіння, фону живлення та стимулятора росту рослин;

дістало подальший розвиток

- дослідження щодо впливу агротехнічних заходів на якісні показники зерна та економічну ефективність вирощування сої.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі порівняльних аналізів, обліків і спостережень показано, що встановлений нами кращий спосіб сівби, норма висіву насіння, застосування стимулятора росту рослин сприятимуть отриманню високих і стабільних урожаїв зерна різньостиглих сортів сої.

Результати досліджень були впроваджені в сільськогосподарських підприємствах: Хмельницької області Кам'янець-Подільського району с. Ходорівці ФГ «АГРО-СЛАВА – 2017» на площі 6,0 га впродовж 2024-2025 років; Хмельницької області м. Городок ФГ «Димок» на площі 5,8 га впродовж 2025-2026 років та Хмельницької області Хмельницького району с. Жищинці ФГ «Ваторія» на площі 4,6 га впродовж 2025-2026 років.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є завершеним самостійним дослідженням, у якому авторові належить провідна роль на всіх етапах. Здобувачем особисто розроблено програму та методологічне обґрунтування експериментів, проведено польові та лабораторні дослідження, здійснено статистичну обробку та інтерпретацію отриманих даних. Автор самостійно опрацював наукову літературу та підготував результати до публікації. У

працях, опублікованих у співавторстві, внесок здобувача полягає у проведенні дослідів, систематизації матеріалів та написанні текстів статей. Впровадження результатів у виробничий процес відбувалося за безпосередньої участі або під авторським керівництвом.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи щорічно доповідались на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» (2020-2025 рр.); IV Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві (10 травня 2021 р.) 2021. м. Кам'янець-Подільський; VI Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (28 квітня 2023 р.) 2023. м. Кам'янець-Подільський; V Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові дослідження в сучасному світі» (9-11 березня 2023 р.) Канада; III Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення» Поліський національний університет (09 червня 2023 року) м. Житомир; Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції» (20-21 листопада 2025 року). 2025. м. Кам'янець-Подільський.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 130 сторінках машинописного тексту, містить вступ, 5 розділів, 18 висновків, рекомендації виробництву та додатки. Робота містить 23 таблиці, ілюстрована 26 рисунками. Список використаних літературних джерел нараховує 239 найменувань, з яких 19 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ВІД ВПЛИВУ БІОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

(Огляд літератури)

1.1. Сорт як один з ключових чинників формування урожайності сої

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від добору сортів, які пристосовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, що є одним з найважливіших завдань сучасного землеробства [1].

Головною метою селекційної роботи та сортового добору є максимальна реалізація генетичного потенціалу рослин. Для цього необхідне впровадження у виробництво адаптованих до умов навколишнього середовища технологій вирощування сої. Вони передбачають науково обґрунтоване розміщення культури у сівозміні, формування посівів з оптимальною оптико-біологічною структурою, правильне визначення строків сівби, застосування диференційованого обробітку ґрунту, оптимізованих систем мінерального та бактеріального живлення з урахуванням потреб рослин у поживних елементах, а також ефективних методів захисту від бур'янів, шкідників і хвороб. Застосування таких заходів забезпечує отримання стабільно високих урожаїв сої [2].

На сучасному етапі актуальним є вибір перспективних сортів, які характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до посухи, ураження хворобами і шкідниками, вилягання та осипання насіння, скороченим вегетаційним періодом, високими показниками якості насіння та здатністю до інтенсивної азотфіксації [3]. Вдалий добір сорту сої є одним з основних чинників підвищення економічної ефективності її вирощування.

Раціональне використання природних ресурсів світла, тепла, вологи та родючості ґрунту можливе лише за умови вирощування сортів, здатних ефективно використовувати ці фактори. Вирощування адаптованих сортів сої за високого агрофону дає змогу підвищити продуктивність агроценозу у 1,5 рази. Таким чином, сорт як біологічна основа технології вирощування сої відіграє важливу роль як у зростанні врожайності, так і в адаптації посівів до різних природних та антропогенних умов [4].

За даними Н.Ф. Григорчук та Н.О. Шугурової, під час створення нового вихідного матеріалу та на його основі конкурентоспроможних сортів сої доцільно поєднувати в генотипі ознаки високої врожайності, належної якості насіння та стійкості до збудників хвороб. Дослідженнями встановлено, що сорти сої Галі, Дені, Рапсодія і Ранок перевищували за урожайністю сорти Васильківська та Діона на 0,53-0,77 ц/га і характеризувалися високими показниками якості насіння та стійкістю до хвороб [5].

Збільшення посівних площ і валових зборів насіння сої в Україні в останні роки зумовлює необхідність упровадження у виробництво нових сортів, адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних умов, стійких до несприятливих факторів середовища та таких, що відповідають сучасним технологічним вимогам. Сучасні сорти сої повинні забезпечувати не лише високу урожайність, а й відзначатися підвищеним вмістом білка і жиру, оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб і шкідників, технологічністю вирощування та здатністю фіксувати значні обсяги симбіотичного азоту [6-8].

Відповідно до Міжнародної класифікації ФАО всі сорти сої поділяють на 13 груп стиглості залежно від тривалості вегетаційного періоду. В умовах України для вирощування придатні лише перші п'ять груп: ультраскоростиглі сорти з тривалістю вегетації до 85 діб, ранньостиглі – 86-105 діб, середньоранньостиглі – 106-125 діб, середньостиглі – 126-135 діб та середньопізнньостиглі сорти з вегетаційним періодом 136-145 діб [9].

Незважаючи на те, що скоростиглі сорти сої поступаються середньораннім і середньостиглим за рівнем урожайності, їх досягання і збирання проходить за більш сприятливих погодних умов, що сприяє отриманню продукції високої якості.

На думку С.С. Рябухи, П.В. Чернишенка та Л.Г. Серікової, впровадження у виробництво скоростиглих сортів сої з вегетаційним періодом 95-105 діб дає змогу оптимізувати структуру посівних площ, підвищити урожайність і стабілізувати валові збори насіння сої [10].

Потенціал урожайності більшості сучасних сортів сої, занесених до Державного реєстру сортів рослин України, перевищує 3,5 т/га, однак реальний рівень середньої урожайності в країні становить близько 2 т/га. Подальше нарощування валових зборів сої в Україні можливе за рахунок підвищення урожайності, що досягається шляхом раціонального використання сортового потенціалу. Широкий асортимент сортів сої, включених до Державного реєстру та адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов, здатний забезпечити агровиробникам не лише високі, а й стабільні врожаї культури [11-12].

Виведення скоростиглих сортів сої сприяє розширенню зон її вирощування. Такі сорти забезпечують підвищений вихід товарного насіння, є кращими попередниками в сівозмінах і менш чутливі до змін фотоперіоду [13].

Під час вибору сортів сої першочергову увагу слід приділяти природно-кліматичним умовам регіону вирощування. Соя є теплолюбною культурою та водночас потребує достатнього зволоження, проте ці вимоги можуть бути частково компенсовані використанням посухостійких і відносно холодостійких сортів [14].

Добираючи сорти сої, також враховують низку агротехнічних залежностей. Ранньостиглі сорти доцільно використовувати як попередники для озимої пшениці; середньостиглі сорти обирають для збирання врожаю з оптимальною вологістю насіння без потреби додаткової досушки;

пізньостиглі сорти придатні для господарств з великими площами посівів сої, де збирання врожаю у короткі строки є ускладненим, що дає змогу зменшити втрати від осипання насіння при перестиганні рослин. Ранньостиглі сорти дозволяють знизити ризики, пов'язані з несприятливими умовами вегетації, тоді як сорти з довшим вегетаційним періодом, як правило, формують вищу урожайність [15].

Добір сортів сої для вирощування в умовах західного Лісостепу має певні особливості, оскільки природно-кліматичні умови України обмежують забезпеченість світлом і теплом, що ускладнює вирощування середньо- та пізньостиглих сортів з тривалістю вегетаційного періоду до 145 діб. Крім того, сорти повинні бути пристосовані до змін клімату, характеризуватися високою пластичністю до рівня родючості ґрунтів, як за основного, так і за передпосівного обробітку, а також забезпечувати формування врожайності з урахуванням системи живлення та ефективності інокуляції [16-18].

Результати наукових досліджень свідчать, що серед п'яти груп стиглості сортів сої, які гарантовано досягають в умовах України, саме середньоранньостиглі сорти формують найвищу урожайність насіння, яка може досягати 4 т/га і більше. Зокрема в зоні Лісостепу та Полісся середньоранньостиглі сорти повинні бути основними за площею посівів і займати у структурі посівних площ 55-65% [19].

Потенційна урожайність середньостиглих і середньопізньостиглих сортів сої становить 40-50 ц/га, що є найвищим показником серед інших груп стиглості культури в Україні. Водночас частка цих сортів у посівах вітчизняних господарств не перевищує 20%, а генетичний потенціал сучасних сортів реалізується лише на 35-50%. Для повнішої реалізації потенціалу середньостиглих і середньопізньостиглих сортів необхідно провести їх комплексну порівняльну оцінку за показниками екологічної адаптивності, технологічності, продуктивності та якості врожаю, що й обумовлює актуальність подальших досліджень [20].

Зростання частоти посух і підвищення температури повітря впродовж вегетаційного періоду спричиняє стресові умови, з яких рослини сої виходять з труднощами. За дії цих факторів кожна фаза розвитку культури може стати критичною. Тому наявність різних наукових підходів і розбіжностей у поглядах щодо цього питання є цілком обґрунтованою [21]. Скоростиглі та ранньостиглі сорти сої здатні формувати високий рівень урожайності за умови їх посухостійкості та здатності в умовах високих температур скорочувати окремі фази розвитку без втрати продуктивності [22].

Найбільш узагальненим показником посухостійкості сортів є їх продуктивність, яка зумовлюється генетичними особливостями рослин. За посушливих умов максимальний урожай формується за наявності у сортів значної вегетативної маси, навіть за зниження маси 1000 насінин, кількості бобів і насіння [23].

Дудка А.А. та Романько Ю.О. провели дослідження в умовах Сумської області на різних сортах сої за різних систем удобрення. За результатами встановлено, що в умовах північно-східного Лісостепу України найвищу кількість бобів сформував сорт Кіото – 22,77 шт., тоді як у сорту Ліссабон цей показник становив 20,61 шт. У середньому по досліді застосування добрив збільшувало кількість плодів на 6,55 шт. за рекомендованої та на 7,8 шт. за розрахункової норми порівняно з контролем. Найбільшу масу зерна з однієї рослини зафіксовано за розрахункової норми удобрення: у сорту Ліссабон – 7,52 г, у сорту Кіото – 7,32 г, у сорту Діадема Поділля – 6,97 г [24].

В умовах зони Степу результати досліджень підтверджують, що правильно підібрана система удобрення сприяє підвищенню урожайності сої на 20-30% та зростанню рентабельності її вирощування на 8-16% [25].

Дослідженнями М.Г. Цехмейструка, В.О. Шеляківа та М.Я. Шевнікова також доведено позитивний вплив удобрення на урожайність різних сортів сої з отриманням суттєвих приростів врожаю порівняно з контролем без внесення добрив [26]. За даними П.С. Вишнівського та О.В. Фурмана, в

умовах Правобережного Лісостепу приріст урожайності сої від основного внесення добрив у роки досліджень становив 0,98-1,02 т/га [27].

Подібна ситуація спостерігається і в умовах Полісся України. За результатами досліджень В.Г. Дідори, О.Є. Бондар та М.В. Власюка встановлено, що внесення рекомендованої норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з позакореневим підживленням забезпечує приріст урожайності зерна сої на рівні 0,97 т/га [28].

В умовах Лісостепу на чорноземі опідзоленому найбільшу висоту рослин (81,6 см) сформував сорт сої Лейквью. Найвищі показники висоти прикріплення нижнього бобу (11,9 см) у середньому за роками відмічено у сорту Аріса. Встановлено, що максимальна площа листової поверхні (41,4-42,4 тис. $m^2/га$) формувалася у сортів Аріса та Лейквью. Аналіз насінневої продуктивності ранньостиглих сортів сої показав, що найвищу врожайність зерна (2,30 т/га) забезпечив сорт Лейквью, який повністю реалізував сортовий потенціал і виявив високу адаптивність до конкретних умов вирощування [29].

Науковими дослідженнями доведено, що провідними чинниками формування врожаю є сортові особливості та норми висіву, частка яких у загальній структурі врожайності становить у середньому 63,8 і 27,1% відповідно. Значний вплив на продуктивність сої також мають агрометеорологічні умови. Окремі сорти характеризуються підвищеною стійкістю до стресових факторів, зокрема до дефіциту вологи. Відомо, що високорослі сорти здатні краще відновлюватися після водного стресу порівняно з низькорослими [30-32]. Дослідження, проведені в умовах богарного землеробства центральної Індії, засвідчили, що для отримання максимальних урожаїв сої доцільно висівати генотипи, у яких початок цвітіння припадає приблизно на 37 добу, дозрівання – на 92 добу, а тривалість наливання зерна становить близько 33 діб [33].

Загальновідомо, що найвищі показники продуктивності та якості формують сорти сільськогосподарських культур, у тому числі сої, створені в

місцевих ґрунтово-кліматичних умовах. Перспективність українського ринку насіння сої підтверджується активною конкуренцією між виробниками насіння та оригінаторами сортів.

Останніми роками у зв'язку зі змінами клімату зростає потреба у пошуку нових перспективних сортів сої, які поєднують високу продуктивність, стійкість до несприятливих чинників середовища та ураження шкідливими організмами. Саме правильно підібраний сорт є ключовим чинником отримання стабільних урожаїв і економічної ефективності вирощування сої [34]. У подальшому зростатиме потреба в адаптивних сортах, здатних забезпечувати економічно виправдані врожаї за умов дії стресових факторів довкілля [35].

Дослідження О.Ю. Турак та М.Ю. Козло, проведені в умовах Івано-Франківської області, передбачали порівняльну оцінку сортів сої у поєднанні зі строками сівби. Найвищі показники урожайності зафіксовано у сорту Аріса: за середнього строку сівби – 3,41 т/га, за пізнього – 3,92 т/га, що перевищувало показники раннього строку відповідно на 4,6 та 20,2%. За всіма сортами зміщення строків сівби у бік пізніших забезпечувало приріст урожайності в межах 5-26% [36].

Технологічну оцінку якості насіння низки сортів сої проводили у лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС у межах досліджень «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів». За даними В.В. Любича, В.І. Войтовської, С.О. Третьякової та Н.М. Климович встановлено, що біохімічний склад насіння сої, зокрема вміст протеїну і жиру, а також урожайність і вихід цих компонентів істотно залежать від погодних умов і сортових особливостей. В умовах Правобережного Лісостепу для стабільного формування високого виходу протеїну за різних метеорологічних умов доцільно вирощувати сорт Аріса, який поєднує високий вміст протеїну з високою урожайністю, а також сорт Аляска, що характеризується підвищеним вмістом протеїну в насінні. У роки з достатнім зволоженням сорт Аляска здатний формувати високий вихід жиру. Сорти

Вольта, Асука, Хана і Ленка доцільно вирощувати за сприятливих умов зволоження, оскільки вони забезпечують максимальний вихід протеїну. Сорти Вольта, Асука та Ленка також рекомендовані для отримання високого виходу жиру за достатнього вологозабезпечення. Сорт Сіберія доцільно використовувати для формування стабільного виходу жиру за різних погодних умов [37].

Іванів М.О. та Возняк В.В. досліджували продуктивність сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та густоти стояння рослин. За результатами досліджень встановлено, що в умовах зрошення для кожної групи стиглості визначено оптимальні строки сівби й густоту рослин. Найвищі показники урожайності зерна сої за сівби 15 квітня відмічено у сортів усіх груп стиглості за густоти 900 тис. рослин/га, де врожайність становила 2,59-3,78 т/га. За строку сівби 1 травня максимальну урожайність сорти скоростиглої групи забезпечували за густоти 700 тис. рослин/га – 2,81-3,39 т/га, тоді як сорти ранньостиглої та середньоранньостиглої груп формували найвищий урожай за густоти 500 тис. рослин/га – 3,18-4,28 т/га [38].

Таким чином, наведені дані підтверджують провідну роль сорту як одного з ключових факторів формування врожайності сої. Раціональний вибір сорту визначає рівень потенційної продуктивності культури, її адаптивність до умов вирощування, зокрема до вологозабезпечення, посушливих періодів і ґрунтових умов, а також стійкість до ураження хворобами. Крім того, сорт істотно впливає на якість кінцевої продукції – для харчового використання з підвищеним вмістом білка і олії, для кормових цілей або як цінний сидеральний компонент, що сприяє збагаченню ґрунту азотом і покращенню сівозміни. Водночас сортові особливості визначають економічну доцільність та екологічність виробництва, забезпечуючи отримання високих урожаїв за менших витрат ресурсів.

1.2. Біологічні особливості сої та взаємодія бульбочкових бактерій з рослинами сої

Соя поєднує в собі цінні біологічні властивості рослинного світу та характеризується високою пластичністю, чутливістю до ґрунтово-кліматичних умов, значним потенціалом продуктивності, різним рівнем холодостійкості й посухостійкості, особливостями водоспоживання та строками досягання.

Для нормального росту і розвитку соя потребує значної кількості тепла. Більшість дослідників зазначають, що за вегетаційний період необхідна сума активних температур повітря становить від 2200-2900 до 3200°C. Найбільша потреба в теплі спостерігається у фазах цвітіння, утворення бобів і формування насіння [39-42].

Досліджуючи умови проростання насіння та появи сходів сої, А.К. Лещенко встановила, що зі зниженням температури збільшується тривалість періоду від сівби до сходів, уповільнюється перебіг цієї фази та зменшується кількість пророслого насіння [43].

Вивчення проростання насіння різних сортів сої за постійних і змінних температур, різної вологості ґрунту та освітлення показало наявність суттєвих відмінностей між сортами за здатністю проростати за знижених температур. Найінтенсивніше проростання насіння спостерігалось за температури 5-10°C [44, 45]. За температури 20°C вже на четверту добу схожість насіння досягала 88-94%, а при 25°C проростання всіх сортів завершувалося протягом трьох діб без істотних сортових відмінностей.

Сходи сої здатні витримувати короткочасне зниження температури до -2-3°C і навіть дещо нижче. За умови збереження сім'ядоль ріст рослин може відновлюватися з бруньок, що формуються біля їх основи, у разі пошкодження центральної точки росту. Водночас такі температури у фазі трьох-чотирьох справжніх листків призводять до загибелі рослин, що відмічав А.О. Бабич [46].

За спостереженнями В.Ф. Петриченка, температура 18-19°C є сприятливою, а 21-23°C – оптимальною для формування репродуктивних органів сої. Для цвітіння мінімальною є температура 16-18, сприятливою - 19-21°C, оптимальною – 22-25°C. Для формування бобів і насіння відповідні температури становлять 13-14°C, 17-18°C та 20-23°C, а для досягання - 7-8°C, 13-16°C і 18-20°C. Можливі відхилення від цих значень зумовлюються сортовими особливостями та умовами вирощування [47].

За температури 15-19°C досягання триває 10-15 діб, тоді як за вищих температур цей процес прискорюється до 6-8 діб, що інколи спричиняє щуплість насіння та зниження його маси. При температурі 10-13°C пожовтіння листків відбувається повільно, а досягання затягується до 18-20 діб, ще тривалішим воно є за 8-9°C. За результатами спостережень встановлено, що на період від цвітіння до повної стиглості припадає понад дві третини теплових ресурсів, необхідних для розвитку рослин сої, з певними відмінностями залежно від сорту та умов вирощування.

Хоча соя належить до культур короткого світлового дня, реакція на тривалість освітлення суттєво різниться залежно від сорту і форми [48].

Під впливом одного короткого дня у фазі примордіальних листків у пізньостиглих сортів сої цвітіння прискорюється приблизно на 8 діб. Із зростанням кількості коротких діб тривалість фази цвітіння скорочується, найбільшою мірою – у пізньостиглих сортів [49].

Зміна географічної широти навіть на 1°C суттєво впливає на розвиток короткоденних сортів сої, у зв'язку з чим під час районування культури вирішальне значення має саме фактор широти, тоді як довгота відіграє меншу роль.

Найчутливішою до зміни довжини дня соя є в період від формування достатньої листової поверхні до завершення цвітіння, коли припиняються ростові процеси і поживні речовини переважно спрямовуються на формування насіння [50].

Дослідження А.О. Бабича та А.А. Бабич показали, що під впливом світла різного спектрального складу істотно змінюються характер росту рослин сої та тривалість проходження першої половини етапів органогенезу. Короткоденні рослини, до яких належить більшість форм сої, на початкових етапах розвитку є більш вимогливими до короткохвильової радіації – ультрафіолетового, фіолетового та синього спектра, ніж довгоденні. На пізніших етапах розвитку значення якості світла зменшується [51].

Визначення потреб рослин сої у кількості та якості світлового випромінювання на різних етапах органогенезу має важливе значення для цілеспрямованого регулювання їх росту і розвитку.

Існують різні підходи до оцінки посухостійкості сої. Загалом культура вважається відносно посухостійкою і здатною переносити дефіцит вологи краще, ніж багато інших польових культур. За оцінками А.О. Бабича, В.Ф. Баранова та інших дослідників, соя належить до середньопосухостійких рослин [52, 53]. Водночас Ф.Ф. Адамень та співавтори вважають, що соя є малостійкою до посухи і досить вимогливою до вологозабезпечення [54].

Потреба сої у волозі змінюється залежно від фази вегетації. Експериментально встановлено, що для проростання насіння різних сортів сої необхідна кількість вологи становить 90-160% від маси насіння. Швидкість поглинання води насінням залежить від вологості ґрунту і температури. Повне набухання за оптимальної вологості відбувалося через 24 години при 30°C, через 48 годин при 15°C та через 62 години при 10°C. Після завершення набухання і до кінця проростання вміст води в насінні змінюється незначно [55].

Досліджуючи умови проростання насіння сої, А.К. Лещенко також дійшла висновку, що підвищення температури з 8°C до 14°C сприяє дворазовому прискоренню процесу набухання. Водночас зі зростанням температури суттєво збільшується і гранична кількість води, яку здатне ввібрати насіння [56].

Від моменту винесення сім'ядоль на поверхню і до початку галуження у сої інтенсивно формується коренева система, тоді як наростання надземної маси відбувається повільно. У цей період випаровування води є найменшим порівняно з іншими фазами розвитку, проте транспіраційний коефіцієнт залишається високим. У проміжку від галуження до початку цвітіння істотно зростає приріст біомаси рослин, особливо на початку цього періоду у фазі активної бутонізації. При цьому інтенсивність випаровування води збільшується незначно, що зумовлює зниження транспіраційного коефіцієнта порівняно з фазою від сходів до галуження.

У подальший період від цвітіння до початку росту бобів спостерігається посилення випаровування води та різке зростання накопичення сухої речовини, унаслідок чого транспіраційний коефіцієнт досягає мінімального значення за весь період вегетації. Під час формування бобів і досягання насіння інтенсивність випаровування продовжує зростати, однак приріст маси рослин поступово уповільнюється і наприкінці повністю припиняється. У зв'язку з цим транспіраційний коефіцієнт знову різко підвищується і стає найбільшим упродовж вегетації, що підтверджено дослідженнями А.О. Бабича та А. К. Лещенко [56].

Соя здатна формувати врожаї на ґрунтах різного походження та механічного складу і відносно добре переносить високий рівень ґрунтових вод. Культура може рости за реакції ґрунтового розчину в межах рН 5-8, при цьому оптимальними для неї є значення рН 6,5-7,0. Ґрунти з рН вище 9,6 та нижче 3,9 без проведення кардинальних заходів щодо їх поліпшення є непридатними для вирощування сої. Хоча насіння на таких ґрунтах може проростати, подальший розвиток рослин істотно пригнічується [57].

Важливою передумовою повноцінного росту і розвитку сої є наявність у ґрунті азотфіксувальних бульбочкових бактерій, завдяки яким культура краще за багато інших росте навіть на малородючих землях, про що зазначає В.П. Патика [58]. Водночас для отримання високих урожаїв сої найбільш придатними є пухкі, добре аеровані, здатні швидко прогріватися ґрунти,

багаті на гумус, з майже нейтральною реакцією середовища, окультурені, удобрені та достатньо забезпечені кальцієм і сіркою.

Ріст кореневої системи сої за швидкістю перевищує ріст стебла і характеризується двома піками інтенсивності – перший спостерігається одразу після появи сходів, другий – у фазі галуження та на початку цвітіння. Бічні корені відходять від стрижневого кореня спочатку майже горизонтально на відстань 40-70 см, після чого змінюють напрямок росту і проникають на значну глибину, що залежить від типу ґрунту та сортових особливостей.

На початковій стадії розвитку бульбочкові бактерії існують у ґрунті як сапрофітні мікроорганізми, які відносно легко культивуються в лабораторних умовах. Під час симбіотичної стадії, у бульбочках, ризобії перетворюються на бактероїди, які відрізняються від вільноживучих форм морфологічними та фізіологічними ознаками, що зумовлено набуттям нової функції – здатності до фіксації атмосферного азоту. Водночас остаточно не з'ясовано, чи можуть бактероїди після відмирання бульбочок знову переходити у паличкоподібну вільноживучу форму [59, 60].

Оптимальні умови для розвитку більшості штамів ризобій спостерігаються при температурі 25–30 °С і кислотності середовища в межах рН 6,0–7,5 [61].

Здатність бульбочкових бактерій утворювати симбіоз із бобовими рослинами зумовлюється комплексом їхніх біологічних характеристик, серед яких важливими є специфічність, вірулентність, конкурентоспроможність і рівень азотфіксації [62].

Специфічність означає вибірккову здатність ризобій формувати бульбочки на коренях рослин певного виду або роду. Її показником вважають утворення хоча б однієї бульбочки на інокульованій рослині. Деякі штами мають вузьку специфічність і взаємодіють лише з одним видом рослин, як, наприклад, симбіонти сої (*V. japonicum*). Водночас відомі випадки, коли

окремі штами цих бактерій можуть утворювати симбіоз також із вигною (*V. japonicum* 138) чи люпином (*V. japonicum* 631) [63–66].

На думку дослідників, ефективні штами-інокулянти мають поєднувати високу конкурентоспроможність із достатньою рухливістю, що забезпечує їм здатність колонізувати не тільки головний корінь, а й бічні. Основною труднощами для інтродукованих штамів є необхідність швидко досягти кореня до втрати ним здатності до бульбочкоутворення або активації механізмів саморегуляції рослини [67].

Велика увага приділяється дослідженню азотфіксувальної активності ризобій, оскільки фіксація молекулярного азоту є ключовим елементом бобово-ризобіального симбіозу. Ця активність тісно пов'язана з іншими властивостями бактерій: більш активні штами характеризуються кращими фізіологічними показниками як у вільному, так і в симбіотичному стані [68–70].

Поширення популяцій бульбочкових бактерій сої в ґрунтах має мозаїчний і локальний характер. Навіть у межах одного господарства можуть існувати ділянки з різною щільністю аборигенних ризобій або такі, де вони зовсім відсутні. Кожна популяція зазвичай має чітко окреслені межі, і навіть тривале вирощування сої не завжди сприяє їх значному поширенню [71].

Чисельність ризобій у ґрунті значною мірою визначається наявністю рослини-господаря. У присутності бобових культур їх кількість різко зростає завдяки сприятливим умовам у ризосфері, яка простягається приблизно на 20 мм від кореня. При цьому деякі рослини можуть пригнічувати розвиток неспецифічних штамів, вибірково формуючи симбіоз із певними мікроорганізмами [72].

Більшість дослідників підкреслює важливість інокуляції бобових культур у нових регіонах вирощування, де відсутні відповідні бульбочкові бактерії. Зокрема, у західному Лісостепу застосування біопрепаратів дозволяє підвищити врожайність на 20,6–30,4% і сприяє формуванню місцевих популяцій ризобій, здатних до активного симбіозу [73, 74].

Симбіоз бобових рослин із бульбочковими бактеріями забезпечує значні обсяги фіксації атмосферного азоту протягом вегетації: до 40–70 кг/га у гороху та вики, 200–350 кг/га у люцерни та понад 70–318 кг/га у сої. Проте фактична ефективність цього процесу часто нижча за потенційно можливу [75, 76].

Дослідження ролі бобових рослин у формуванні ефективного симбіозу має важливе практичне значення. Значна мінливість за ознаками, пов'язаними з азотфіксацією (кількість і маса бульбочок, активність нітрогенази, накопичення азоту, специфічність), широко використовується в селекції для створення високопродуктивних сортів. Вважається, що за допомогою селекції інтенсивність симбіотичної азотфіксації можна збільшити до 300%, що визначає перспективність подальших досліджень у цьому напрямі [77, 78].

Сучасний рівень розвитку біологічної науки не дозволяє створювати штучні мікроорганізми із заданими властивостями, що підтверджує необхідність узгодженої селекції штамів бульбочкових бактерій і сортів бобових рослин.

Для України це має особливе значення у зв'язку з відсутністю ризобій сої у складі природної ґрунтової мікрофлори [79]. Можливість добору високоефективних штамів ризобій сої з широкою сортовою специфічністю підтверджено експериментальними дослідженнями [80]. На початку 1990-х років найефективнішим у симбіозі з більшістю районованих на півдні України сортів сої був виробничий штам 6346, який згодом був замінений штамом М-8 [81].

За результатами спостережень встановлено, що тривалий дефіцит вологи в ґрунті призводить до відмирання бульбочок. Мінімальний рівень вологості ґрунту, за якого можливий їх розвиток, становить близько 16% повної вологості (ПВ). За даними інших дослідників, критичним є діапазон 15-20% ПВ. Формування бульбочок у бобових рослин відбувається

за вологості ґрунту в межах 40-80% ПВ, а оптимальні умови складаються за 60-70% повної вологоємності [82, 83].

Температурний режим відіграє ключову роль у взаємодії бульбочкових бактерій з бобовими рослинами. Активна азотфіксація та формування високої урожайності відбуваються за температури ґрунтового субстрату 20-24°C. Зниження температурного режиму під час вирощування люцерни з 25/20°C (день/ніч) до 10/7°C на період до 13 тижнів спричиняло зменшення загальної та відносної активності нітрогенази на 50% [84-86].

Суттєвий вплив на життєдіяльність ризобій і процес утворення бульбочок має реакція ґрунтового середовища. Внесення вапна (CaCO₃) або заробка сидеральних культур у кислі ґрунти сприяє активнішому формуванню бульбочок і підвищенню рівня азотфіксації. Для ефективного утворення бульбочок у ґрунті необхідно застосовувати нейтралізуючі матеріали, які підвищують рН у перші дні росту рослин, коли процес бульбочкоутворення є найбільш чутливим до кислотності. Дослідники зазначають, що позитивний ефект вапнування на формування і розвиток бульбочок приблизно на 80% зумовлений нейтралізацією кислотності ґрунту і лише на 20% – безпосереднім впливом кальцію. За внесення вапна бульбочки розподілялися рівномірніше по ґрунтовому профілю, тоді як за поверхневого внесення вапна та сидеральних добрив їх кількість зростала переважно у верхньому шарі ґрунту [87-89].

У науковій літературі існують різні підходи щодо застосування мінерального азоту під бобові культури. Частина дослідників вважає доцільним внесення підвищених норм мінерального азоту для формування високих урожаїв, незалежно від його впливу на розвиток симбіотичного апарату [90, 91]. Інші автори рекомендують застосовувати помірні дози азоту в межах 20-30 кг/га, які є необхідними на початкових етапах росту і розвитку рослин, до початку активного функціонування бобово-ризобіального симбіозу [92, 93].

Фосфор відіграє важливу роль у рості рослин, формуванні бульбочок та підтриманні життєдіяльності бульбочкових бактерій. За недостатнього вмісту фосфору в ґрунті бактерії здатні проникати в кореневу систему, проте процес утворення бульбочок не відбувається. Дефіцит фосфору в ґрунті за умов бактеризації насіння сої пригнічує розвиток симбіотичної системи порівняно з небактеризованими варіантами.

Суттєвий вплив на процес симбіотичної фіксації азоту мають мікроелементи, серед яких особливе значення належить молібдену, кобальту, бору, міді, цинку, марганцю, ванадію та іншим. Найбільш вагому роль у формуванні високоефективних симбіотичних систем відіграють молібден і бор. Молібден безпосередньо бере участь у процесі симбіотичної азотфіксації, оскільки входить до складу ключових ферментів - нітрогенази та нітратредуктази [94].

Отже, ефективність формування і функціонування симбіотичної системи «бобова рослина – бульбочкові бактерії» визначається сукупністю чинників. Врахування особливостей дії кожного з них дає змогу розробити агротехнічні заходи, спрямовані на створення оптимальних умов для активного перебігу симбіозу в бобових культурах та повнішої реалізації їхнього біологічного потенціалу.

1.3. Залежність продуктивності сої від строку сівби та норми висіву насіння

Строки сівби та норми висіву насіння сої є критично важливими факторами, що визначають продуктивність культури. Оптимальні строки (зазвичай ранні) забезпечують кращий розвиток рослин і високу врожайність, тоді як норма висіву, залежно від сорту, ґрунту та вологості, визначає оптимальну густоту стояння рослин для формування достатньої кількості бобів, запобігаючи загущенню або надмірному прорідженню.

Для посіву використовують якісне насіння, відсортоване та вирівняне за розміром, що забезпечує рівномірне розподілення у рядку, дружнє проростання та однорідний стеблостій. Схожість насіння має становити не менше 90%, чистота – не менше 98%. За необхідності насіння протруюють у день сівби, поєднуючи обробку з бактеріальними добривами та мікроелементами (бор, молібден, кобальт). В Україні переважно вирощують скоростиглі сорти з потенційною врожайністю 30-40 ц/га [95, 96].

Соя добре реагує на різні способи посіву завдяки широкому діапазону формування елементів структури врожаю. На зерно і корм її сіють переважно широкорядковим способом: ранньостиглі сорти – з міжряддям 45 см, середньостиглі – 60 см, високорослі середньопізні та пізні – 70 см. Посіви зі звуженим міжряддям або суцільні рядкові дають врожайність на 2-3 ц/га більшу. Зменшення міжряддя до 15 см підвищує висоту прикріплення нижнього бобу, що полегшує збирання. У США посіви зі звуженим міжряддям нині займають близько третини площ [97].

Соя чутлива до глибини загортання насіння: оптимально 3-4 см, за недостатньої вологи – 5-6 см. Використовують спеціальні соєві сіялки (СПС-12, Оптима, Амазон), кукурудзяні (СПЧ-6М), овочеві (СКОН-4, 2), бурякові (ССТ-12А), для рядкового посіву – СЗ-3,6, СЗТ-3,6 [98, 99].

Оптимальна густина рослин перед збиранням залежить від зволоження та регіону: у Лісостепу – 450-550 тис шт/га за достатньої вологи, 400–450 тис шт/га за її дефіциту; на Поліссі – 400-450 тис шт/га; у Степу – 300-450 тис шт/га. Відповідно, для досягнення цих показників норму висіву змінюють залежно від сорту та міжряддя, збільшуючи її на 10-20% при суцільному посіві [100].

Дослідження Бараболі О.В. та Пашенка І.В. показали, що найбільша врожайність сої сорту «Ромашка» спостерігалася при сівбі 20 квітня з передпосівною обробкою насіння та внесенням добрива Fertigum МАКС – 2,23 т/га, що на 14,4% більше за контроль [101]. Перенесення сівби на 1 травня знижувало врожай на 10–16%.

Оптимальна висота прикріплення бобів на стеблі – 15-17 см; у загущених посівах – 3-5 см, що призводить до втрат при зборі. Польова схожість насіння може бути на 20-30-% нижчою за лабораторну, а норма висіву (залежно від маси 1000 насінин та якості насіння) коливається в межах 80-130 кг/га [102].

Мінімальна температура проростання насіння – 6-7°C, оптимальна – 12-14°C. Посів починають, коли ґрунт на глибині 10 см прогрітий до 10-14°C. Оптимальні строки сівби залежать від регіону: у північному Лісостепу – перша декада травня (до 20 травня), у південно-західному Лісостепу – остання декада квітня–початок травня, на Поліссі – перша половина травня, у південному Степу – 15-20 квітня [103, 104].

Ранні строки сівби прискорюють розвиток, але дуже ранні – у холодний ґрунт – затримують сходи, знижують польову схожість і підвищують ризик ураження фузаріозом, що зменшує врожай [105]. Запізнення із сівбою також призводить до зниження врожаю та підвищеної вологості зерна, що потребує додаткових затрат на сушіння [106, 107].

За визначенням Федорук І.В. та ін., особливості росту і розвитку сої передбачають, що кількість стебел має незначний вплив на врожай. Ранньостиглі сорти потребують більшої густоти рослин на 1 м², оскільки вони менш здатні до галуження, тоді як у середньо- та пізньостиглих сортів галуження виражене сильніше, що пов'язано з тривалою диференціацією генеративних органів і чутливістю цих процесів до умов вирощування та стресових факторів [108].

За даними De Luca et al. [109], нижча густина рослин покращує бульбоутворення (кількість і масу бульбочок), проте загалом не впливає на забезпечення азотом, що свідчить про високу адаптивність сої до різних густот сівби. Низька густина агроценозу спричиняє значні втрати насіння під час збирання, особливо за дефіциту вологи [110].

Загущені посіви створюють активнішу конкуренцію за поживні речовини як між рослинами сої, так і з бур'янами. Розріджені посіви

призводять до збільшення бур'янів, а компенсаторне гілкування рослин не може повністю замінити недобір врожаю через біологічні обмеження бобових культур [111].

Дослідження М.Я. Шевнікова та ін. показали, що норма висіву має більший вплив на врожайність сої, ніж спосіб сівби. Для сорту «Романтика» максимальна врожайність 2,41 т/га досягалася за норми висіву 700 тис. шт./га; занижені норми знижували врожай до 2,07 т/га (600 тис. шт/га) та 1,82 т/га (500 тис. шт/га), а збільшення до 800 тис. шт/га було неефективним (2,39 т/га). Для скоростиглого сорту «Устя» оптимальною була норма 700 тис. шт/га (2,48 т/га); занижені норми знижували врожай до 2,11 т/га (600 тис. шт/га) та 1,99 т/га (500 тис. шт./га), а підвищення до 800 тис. шт/га не дало результату (2,35 т/га). При зрідженому посіві боби закладалися близько до поверхні ґрунту, що спричиняло значні втрати при зборі [112].

Спостереження показали, що за дефіциту вологи посіви з шириною міжряддя 45 см та нормою 300 тис. шт/га формують низьку врожайність, тоді як у достатньо зволжених умовах максимальний урожай досягається за ширини міжряддя 45 см та норми 500 тис./га [113].

За дослідженнями Лемешик А.В. та Новицької Н.В., загущення посівів із підвищенням норми висіву насіння від 450 до 750 тис. шт./га призводило до зростання висоти рослин сої: за міжрядь 19 см – на 3,5 см, за 38 см – на 5,9 см. Зменшення густоти до 450 тис. шт./га знижувало висоту на 4,1 см (5,2%). При цьому маса рослин зменшувалася при збільшенні норми висіву: для міжрядь 19 см – на 8,9 г, 38 см – на 7,3 г, причому найбільша маса рослин спостерігалася за ширини міжрядь 38 см і норми висіву 450 тис. шт./га [114].

Експерименти Шепілова Т.П. та Петренко Д.І. показали протилежний ефект: підвищення норми висіву зменшувало висоту і масу рослин, особливо за широкорядних посівів (45 см міжряддя) через кращу освітленість. Загущення від 0,4 до 1,0 млн/га знижувало площу листової поверхні окремих рослин на 42-49%, тоді як площа листової поверхні на 1 га залишалася більшою при ширині міжрядь 15 см за норми висіву 0,8 млн/га –

61,0 тис. м², та при 45 см за 0,6 млн/га – 60,5 тис. м². Максимальна врожайність (19,7 ц/га) спостерігалася за ширини міжрядь 15 см і норми 0,8 млн/га, тоді як збільшення міжрядь до 45 см знижувало врожай на 17% [115].

Недотримання оптимальної густоти та рівномірності розміщення рослин призводить до низького закладання бобів у нижньому ярусі та значних втрат при збиранні (3–20%), тоді як оптимальна густота підвищує висоту прикріплення нижніх бобів і технологічність сорту. Оптимальна висота прикріплення нижнього бобу – 12-15 см [116, 117].

У північній підзоні Степу України найбільшу насінневу продуктивність формують:

для сорту «Оріана» – суцільний (15 см) спосіб сівби з нормою 500–600 тис. шт/га; широкорядний (45 і 70 см) – з нормою 500 і 400 тис. шт/га відповідно; для сорту «Фаетон» – оптимальна норма 500 тис. шт/га незалежно від способу сівби [118].

Висока продуктивність сої забезпечується варіюванням способу сівби та норми висіву, що залежить від біологічних особливостей сорту. Скоростиглі сорти із слабким гілкуванням краще продуктивні при широкорядному (45 см) і стрічковому (45+15+15 см) способах сівби та густоті 500–700 тис./га; при вузькорядному (7,5 см) або рядковому (15 см) – при густоті 700–950 тис./га [119, 120].

Юрченко Ю.О. досліджував вплив ширини міжрядь (15, 30, 45 см) на якість насіння: для сортів «Титан» і «Кобуко» максимальний уміст сирого протеїну (40,0–40,9%) та жиру (20,4–20,8%) спостерігався при 15 см; для сорту «Паллада» – при 30 см (41,5% протеїну, 20,1% жиру).

Найбільший збір протеїну та жиру з 1 га: «Титан» – 1,34 та 0,69 т/га, «Кобуко» – 1,25 та 0,62 т/га, «Паллада» – 1,30 та 0,63 т/га [121].

Міленко О.Г. та ін. встановили, що урожайність була вищою при сівбі в І-й декаді травня з нормою висіву 800 тис. шт/га. Для пізніх строків сівби норму висіву рекомендують збільшувати до 900 тис. шт/га [122, 123].

При вирішенні питання впливу строків сівби та норми висіву насіння сої слід враховувати, що урожай з одиниці площі визначається сумарним внеском усіх рослин, які на ній ростуть. Якщо посів рідкий і рослин на одиниці площі мало, загальний урожай буде невеликим, хоча окремі рослини розвиваються максимально і демонструють високу продуктивність. У міру загушення посіву продуктивність окремих рослин знижується, але загальний урожай певний час продовжує зростати, досягаючи максимальних значень, після чого поступово зменшується. Таким чином, як зрідженість, так і надмірна густина посівів призводять до недобору врожаю [124].

Дослідження ряду авторів показують, що при зниженні густоти рослин проявляється їх здатність до гілкування. Водночас зі збільшенням густоти рослин знижується вміст сирого протеїну в насінні, зменшується кількість бобів на рослині та насінин у бобі, зменшується маса 1000 насінин, проте водночас підвищується висота прикріплення нижніх бобів [125–127].

При виборі ширини міжрядь та норми висіву слід враховувати не лише біологічні особливості сорту, а й кліматичні умови регіону, які визначають забезпеченість рослин необхідною енергією та вологою. За високого надходження сонячної енергії доцільно звужувати міжряддя, оскільки на початкових етапах росту фотосинтетичний апарат сої не здатний повністю контролювати площу живлення та обмежувати розвиток бур'янів [128, 129].

Насіння сої сіють протравленим та інокульованим бульбочковими бактеріями. Протруювання здійснюють перед сівбою, а інокуляцію – під час сівби. Поєднувати протруювання фунгіцидом на основі беномілу з інокуляцією можна тільки у день сівби. Для сівби використовують сіялки, які забезпечують точне дотримання норми висіву [130–132].

Вирощування сої потребує обов'язкової передпосівної інокуляції насіння. Цей агротехнічний захід можна поєднувати з внесенням стартової дози мінеральних добрив або ЕМ-препаратів, що у монокультурі сої або короткоротаційній сівозміні з ячменем забезпечує істотне підвищення врожайності [133].

Дослідження Дробітько А.В. та Коковіхіна С.В. показали, що застосування препарату «Оптімайз» забезпечує приріст врожайності: у сорту «Аполлон» на 0,2 т/га, у сорту «Валюта» – 0,3 т/га. Це свідчить про значну ефективність інокуляції, що може підвищувати врожайність на 7,0–16,5 % та одночасно збільшувати вміст білку, наприклад для сорту «Аполлон» до 34,2 %, що на 2,1 % вище за контроль [134].

Крамарьов С.М. та Артеменко С.Ф. досліджували ефективність штамів бульбочкових бактерій для північного Степу України та показали, що інокуляція активізує азотфіксуючий потенціал сої, покращує морфологічні показники та підвищує врожайність на 11,2–15,2%. Найкращими штамми для сорту «Аметист» виявились Х9, 626а та 46 [135].

Клименко І.В. підкреслює, що передпосівна інокуляція повинна стати основним агротехнічним заходом у ресурсозберігаючій технології вирощування сої [136, 137].

Новицька Н.В. та Джемесюк О.В. показали, що позакореневе підживлення хелатними мікродобривами підвищує врожайність на 10–15%, а використання інокулянтів «ХайКот Супер» і «ХайКот Супер Extender» додає 2–4 ц/га [138].

Існують три основні способи застосування інокулянтів: перед сівбою разом із протруйником, під час висіву безпосередньо у сівалку та після висіву прикоренево [139].

Гадзовський Г.Л. та співавтори встановили, що високу врожайність сорту ЕС Ментор (3,11 т/га) та сорту Кассіді (3,06 т/га) забезпечує комплексне застосування інокулянту «Легум Фікс» для обробки насіння та позакореневого підживлення посівів «Вуксал Оіл Сід» на початку вегетації та у фазу повного цвітіння (ВВСН 60-66) з нормою витрати 2,0 л/га. Максимальний вміст білка та жиру в зерні спостерігався при підживленні у фазу бутонізації та на початку формування насіння хелатним мікродобривом «Квантум-Олійні» [140].

У структурі витрат на вирощування сої частка посівного матеріалу становить 10-15%, тому для отримання дружніх, рівномірних і здорових сходів із високою азотфіксуючою здатністю посівів передпосівній підготовці насіння слід приділяти особливу увагу [141, 142].

В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному середньо-суглинковому проводили дослідження формування та функціонування симбіотичного апарату сої шляхом інокуляції насіння та внесення добрив. Було встановлено, що рівень урожайності визначається ефективністю роботи симбіотичного апарату. Там, де зафіксовано максимальні показники активного симбіотичного потенціалу та кількості й маси активних бульбочок, спостерігався і найвищий урожай насіння сортів Вільшанка (2,91 т/га) та Сузір'я (3,17 т/га) [143].

Науковці відзначають, що застосування бактеріальних препаратів не виключає можливості внесення помірних доз азотних мінеральних добрив, оскільки недостатня концентрація азоту, особливо на ранніх етапах росту, часто є причиною низької інтенсивності фотосинтезу [144, 145].

Душко П.М. у своїх дослідженнях показав, що використання органо-мінеральної системи удобрення разом із інокуляцією насіння в інтенсивній технології вирощування сої дозволяє суттєво знизити антропогенне навантаження з боку хімічних забруднювачів в агроecosystemі [146].

В умовах Полтавської області досліджували різні варіанти інокуляції насіння (без обробки, «БіоМаг Соя», «БіоМаг Соя+Оракул») та рівні мінерального живлення на сортах Південна Зоря, Самородок, Різдв'яна. Фенологічні спостереження та біометричні вимірювання показали суттєвий вплив мінерального живлення та застосування інокулянтів на ріст і розвиток рослин. Найбільший ефект забезпечила інокуляція препаратом «БіоМаг Соя» [147].

Використання регуляторів росту, інокулянтів та позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі позитивно впливає на ріст, розвиток і врожайність сої, підвищуючи її на 0,5-0,8 т/га [148–150].

Існує певна розбіжність у поглядах щодо застосування інокулянтів у монокультурі сої: одна точка зору вважає, що їх не обов'язково використовувати щороку, інша – що для отримання ефекту симбіотичної фіксації азоту доцільно обробляти насіння біопрепаратами щорічно.

Висновки до розділу 1.

1. Для формування високого врожаю сої із високими показниками якості зерна необхідно здійснювати підбір сортів, адаптованих до конкретних умов вирощування.

2. Необхідно створити відповідну оптико-біологічну структуру посіву культури, що сприятиме ефективному використувати фотосинтетично-активної радіації.

3. Завдяки своїм біологічним особливостям рослини соя є досить пристосованою до ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу західного України.

4. Застосування норм висіву насіння, проведення інокуляції насіння, живлення рослин є впливовими факторами на урожайність сої, ці питання є актуальними, і потребують комплексної оцінки за вирощування культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

РОЗДІЛ 2

ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ, ПОГОДНІ УМОВИ, МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Кліматичні умови

Дослідження проводилися упродовж 2020-2025 років на базі дослідного поля навчально-виробничої лабораторії рослинництва Відокремленого структурного підрозділу «Новоушицький фаховий коледж Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

У 2020 році внаслідок адміністративно-територіальної реформи в Україні район було об'єднано з Дунаєвецьким, Чемеровецьким та Кам'янець-Подільським (1923-2020) районами у складі новоутвореного Кам'янець-Подільського району. Відтоді Новоушицький район припинив існування як окрема адміністративно-територіальна одиниця.

Територія району розташована у південно-східній частині Хмельницької області, у межах лісостепової зони України. Вся площа району належить до Подільського плато. Поверхня місцевості характеризується різноманітним рельєфом, при цьому територія дещо витягнута з півночі на південь. Для району притаманні рівнинний, але сильно розчленований рельєф, відносно теплий помірно-континентальний клімат та середньородючі ґрунти [151].

Район відзначається густою мережею річок і ставків, однак природні озера тут відсутні. Уздовж південної межі району протікає велика річка Дністер, на якій збудовано Дністровську ГЕС.

Через територію району протікають річки Ушиця, Калюс, Жванчик, Батіг, Данилівка, а також низка дрібніших водотоків – їхні притоки та притоки Дністра. Усі річки належать до басейну Дністра і течуть у південному напрямку, майже паралельно одна одній, утворюючи глибокі

каньйоноподібні долини. Рельєф Придністров'я істотно відрізняється від центральної частини Хмельницької області. Північ району представлена ландшафтом глибоко й густо розчленованого Віньковецького плато з переважно рівнинною поверхнею. Тут долини ще не мають крутих скелястих схилів, а на плоских межиріччях ерозійні процеси майже відсутні, місцями збереглися давні дочетвертинні долини. Південну частину займають сходинчасто-терасовані подністровські ландшафти, які за типом належать до лісостепових, а за морфологічними ознаками - до південно-подільських [152, 153].

Для цієї території, як і для інших природних районів придністровського (східно-подільського) типу, характерний загальний нахил поверхні у південному напрямку - до Дністра. У цьому ж напрямку збільшується глибина врізу меридіональних долин його приток, які простягаються майже паралельно. Схили стають крутішими й більш скелястими, а висота вертикальних урвищ досягає 70-90 м. У відслоненнях виявляються давні палеозойські породи (нижній силур, ордовик, кембрій), що відсутні західніше - у межах так званого Жванецького району.

Ландшафт прибережної смуги є нетиповим для Поділля й більше нагадує гірські місцевості. Поблизу Нової Ушиці вісім річок загальною протяжністю 182,8 км (Ушиця, Калюс, Жорнівка, Данилівка, Батіг, Глибочок, Хребтіїв, Матірка), утворюючи глибокі каньйоноподібні долини, впадають у повноводний Дністер. Сам Дністер уздовж південної межі району має дуже звивисте русло з численними меандрами. Крутизна його правого й лівого берегів значно варіює: круті скелясті ділянки зі схилами 40-50° («стінки») чергуються з пологими терасованими схилами. Це створює надзвичайно мальовничі пейзажі, багаті на історичні, геологічні та природні об'єкти. У давнину Дністер називали Великим, адже його довжина становить 1362 км. Після створення Дністровського водосховища річка в цій місцевості значно розширилася – поблизу сіл Куражин і Хребтіїв ширина водного плеса сягає приблизно 3 км.

Клімат району м'який, помірно континентальний, що сприяє розвитку рекреації. На місцеві кліматичні умови істотно впливають рельєф, експозиція схилів і геологічна будова. Виходи на поверхню крутих південних схилів, складених тепломісткими вапняками, формують специфічні мікрокліматичні умови, близькі до степових або навіть середземноморських.

У ґрунтовому покриві межиріч переважають різні підтипи сірих опідзолених ґрунтів, сформованих на лесах. Опідзолені чорноземи трапляються рідше. Характерною рисою території є також поширення дерново-карбонатних ґрунтів із прошарками вапняку та гіпсу.

У цій частині району клімат дещо тепліший, ніж на півночі, а ґрунтові умови сприяють вирощуванню в долинах Дністра та його лівобережних приток баштанних культур, абрикосів, персиків, винограду, тютюну та інших теплолюбних рослин. Овочі й фрукти досягають тут у середньому на два тижні раніше. Функціонування Дністровського водосховища частково змінило ландшафт. З метою підтримання екологічної рівноваги та стабільності біоценозів було здійснено низку природоохоронних заходів, зокрема заліснення терас листяними породами та чагарниками. На значних площах крутих схилів створено штучні ліси, у яких під покривом сосни звичайної та кримської переважають місцеві види - клен, ясен, граб, черешня, дуб, груша, яблуня. Рослинний покрив Придністров'я відзначається високим видовим різноманіттям, зокрема наявністю рідкісних, ендемічних і реліктових видів. Повний склад флори регіону досі вивчений недостатньо [154].

На вапнякових відслоненнях у долинах Дністра збереглися осередки ксерофітної степової рослинності. На крутих схилах вона представлена різнотрав'ям і чагарниковими заростями терену, глоду, жостеру, кизилу, дуба скельного, клокички перистої, береки лікарської та інших видів. Трав'янисті рослини щільно переплітаються, утворюючи барвистий і густий рослинний покрив.

Здавна ця місцевість відома численними джерелами, вода яких має приємний смак і лікувальні властивості. Існує багато легенд і переказів про їхню цілющу силу. Більшість із них залишаються малодослідженими й потребують подальшого наукового вивчення та охорони. У селі Браїлівка є мінеральне джерело типу «Боржомі», у селі Отроків – вода, що має лікувальний ефект при захворюваннях нирок, у Зелених Кирилівцях – джерело, подібне за властивостями до «Регіни», а в селі Куражин - джерело, яке використовують для лікування хвороб очей. Це лише частина численних виходів мінеральних вод. Новоушицьке Придністров'я – край, багатий на природні ресурси: зелені луки, гаї, родючі поля, річки, ставки та численні джерела.

Середньорічні температурні показники Новоушицького (нині Кам'янець-Подільського) району Хмельницької області відповідають умовам помірно континентального клімату. Зима тут порівняно м'яка, із середньою температурою січня близько -5°C , тоді як літо тепле - із середньою температурою липня близько $+19^{\circ}\text{C}$. Улітку температура рідко перевищує $+29^{\circ}\text{C}$, а взимку морози нижче -16°C спостерігаються нечасто. Загалом протягом року температура коливається приблизно від -7°C до $+24^{\circ}\text{C}$. Такі кліматичні умови - м'яка зима та тепле, достатньо вологе літо – є сприятливими для розвитку сільського господарства в регіоні [155].

2.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

На ріст, розвиток та формування продуктивності будь-якої рослини, в , т.ч. і сої значним чином впливають температура ґрунту, температура повітря та волога. Співвідношення між температурою та умовами зволоження називають гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який є основою у процесі формування продуктивності культурних рослин.

Досить важливим є співвідношення денної та нічної температур. Дихання рослин проходить інтенсивно, коли довший темновий період, тому,

відповідно більші і витрати енергетичного матеріалу, а урожайність за таких умов, навпаки – менша. Тому, температура впливає не тільки на життєдіяльність рослин, але й на їх продуктивність [156].

Соя – культура мусонного клімату, має підвищені вимоги до забезпечення вологою і теплом. Це культура, яка вимагає специфічних умов вирощування. Соя теплолюбива культура, але вона є досить пластична до умов вирощування, ареал поширення культури – від екватора – до 52-54° північної широти [90].

Від проростання насіння сої до з'явлення сходів потреба в теплі зростає, а далі рослини потребують тепла від початку цвітіння і до формування насіння. Під час дозрівання насіння потреба в теплі знижується. Якщо порівняти сою з іншими зернобобовими культурами, то вона є найбільш вимогливою до тепла.

Для проростання насіння сої необхідна температура на глибині закладання насіння – 6-7°C, оптимальна – 15-18°C. За встановлення у післясходовий період теплої погоди і достатньої кількості вологи, рослини формують значну вегетативну масу, і фаза цвітіння настає швидко.

Слід вказати, що рослини сої досить легко переносять весняні приморозки до мінус 2,5°C, а осінні – до мінус 3°C (істотно не впливають на урожайність насіння), тоді як приморозки мінус 4,0-4,5°C сприяють промерзання листків, квіток, а боби гинуть [157].

Якщо в період цвітіння-формування насіння бракує тепла, то розвиток рослин сповільнюється. Для формування репродуктивних органів сої сприятлива температура 18-19°C, оптимальна – 21-23°C. Проходження вегетативного і генеративного періодів сої залежить від стиглості сорту. Ультраскоростиглі сорти північного екотипу більш стійкі до холоду. Ці сорти припиняють вегетацію при сумі активних температур 1700-2000°C. Проте, ультраскоростиглі сорти сої у холодні роки можуть перейти в групу середньостиглих і навіть середньопізніх. Тому, стиглість сорту залежить від погодних умов, які припадають на час вегетації сорту. Отже, сума активних

температур за вегетаційний період сої залежно від сорту і становить 1700–3200°C [158].

Соя – вимоглива до умов вологозабезпеченості. У період цвітіння-формування бобів рослини сої потребують найбільше вологи. В період сході-початок цвітіння, вологість ґрунту повинна бути на рівні 70% НВ, у період формування і наливання насіння – 80% і досягання – 60-70% НВ, за наявності відповідної температури [159].

Для формування врожаю зерна 30 ц/га соя споживає 5,0-5,5 тис. м³ /га води. Якщо порівняти з іншими культурами, наприклад з зерновими, то ця потреба значно вища. Коефіцієнт транспірації сої є відносно високим і коливається в межах 600-700 (іноді 500-600), що означає, що рослина витрачає велику кількість води для утворення 1 г сухої речовини, але цей показник значно варіюється протягом вегетації (від 239 до 989) та залежить від фази розвитку і умов довкілля [160].

Наші дослідження закладались впродовж 2020-2025 років. Погодні умови зв цей період дещо різнилися за температурними режимами та розподілом опадів впродовж вегетаційного періоду сої.

Сівбу сої у всі роки досліджень проводили у III декаді квітня. Погодні умови у 2020 році характеризувались наступним чином: за березень місяць середня температура становила 5,5°C, тобто з перевищенням середніх багаторічних даних на 4,6°C, кількість опадів склала 27,2 мм, що знаходилось майже на рівні середньобагаторічних показників, різниця склала всього 3 мм (рис.2.1-2.2).

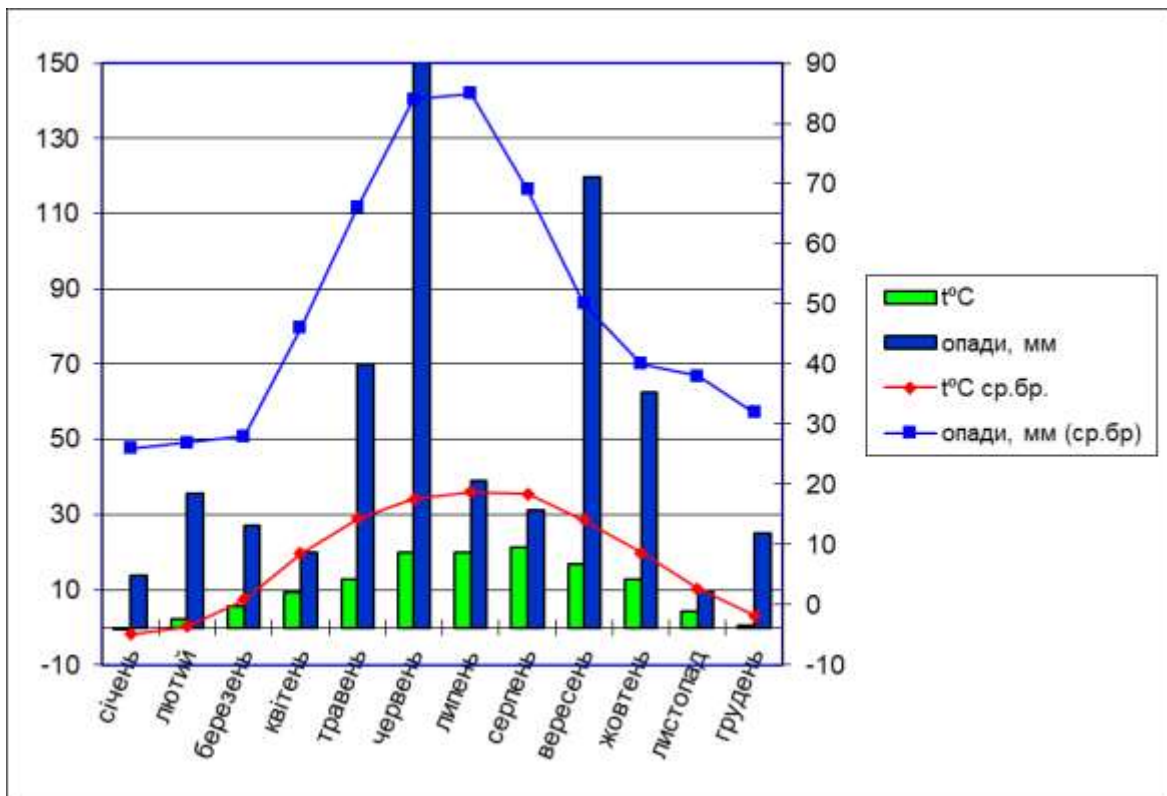


Рис.2.1. Метеорологічні умови 2020 року

(за даними Хмельницької обласної метеорологічної станції)

У квітні відмічалось поступове підвищення температур, середній показник за місяць становив $9,3^{\circ}\text{C}$, проте кількість опадів була на 43,5% менше порівняно з, середніми багаторічними показниками, місячний показник склав 20 мм, проте сівбу провели вчасно і в травні була кількість опадів 70 мм, що дозволило отримати дружні сходи і повноцінний перебіг фаз вегетативного періоду росту і розвитку рослин сої.

Максимальна кількість опадів була у червні місяці – 155 мм, тобто з перевищенням середніх багаторічних показників на 71 мм. Температура за червень і липень місяці становила в середньому 20°C , тобто вище ніж середньобогаторічні показники на 2,4 та $1,2^{\circ}\text{C}$ відповідно.

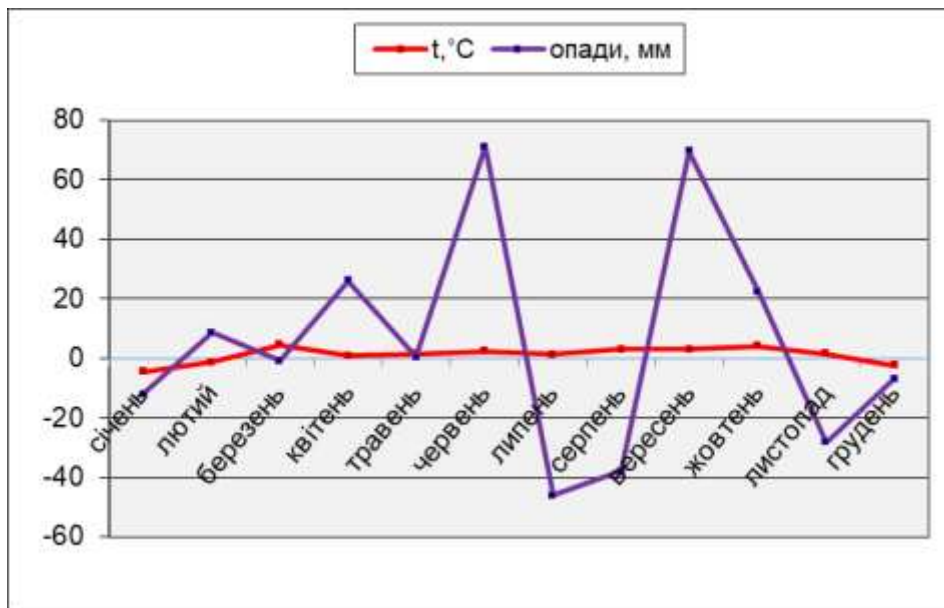


Рис.2.2. Відхилення метеорологічних показників умов 2020 року від середній багаторічних показників

У другій декаді червня розпочався генеративний період досліджуваних сортів сої. Температура і наявність вологи забезпечували перебіг фази цвітіння і формування бобів.

У липні і серпні опадів було менше, ніж за останні десять років в середньому на 44,9-45,8 мм.

Сою збирають за вологості 14-16%. У вересні випала значна кількість опадів – 119,6 мм, тоді як в середньому за 10 років цей показник був 50 мм, що спричинило деяке відтермінування із збиранням дослідів.

Погодні умови 2021 року були найбільш сприятливими за всі п'ять років досліджень. Насамперед, були достатні запаси вологи в ґрунті, за лютий їх випало 50 мм, а за березень – 73 мм, що перевищувало середні багаторічні показники на 27 та 28 мм відповідно (рис. 2.3-2.4).

Щодо температури, за весняний період відмічалось поступове наростання температур, середньомісячні температури за цей період становили від 7,1 до 19,6°C, що мало незначні відхилення від середній багаторічних даних.

Сівбу дослідів проводили у третій декаді квітня і в перших числах травня отримали дружні вирівняні сходи досліджуваних сортів сої.

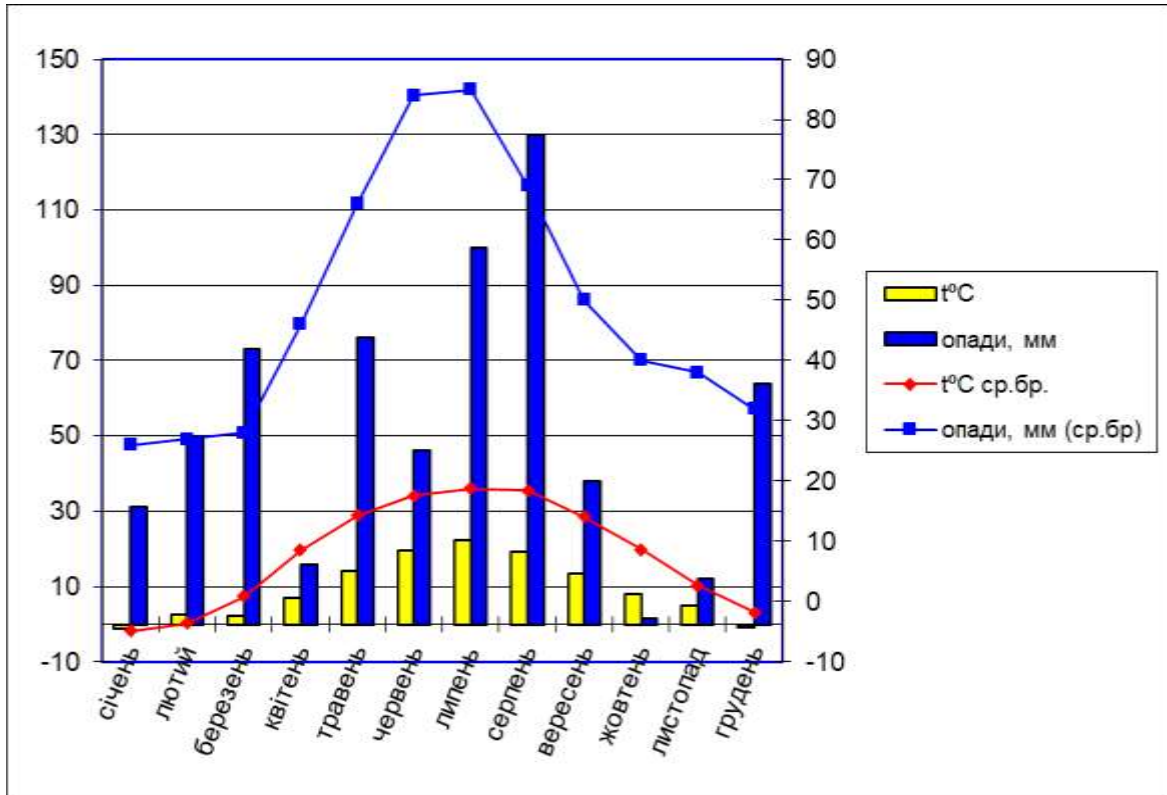


Рис.2.3. Метеорологічні умови 2021 року

(за даними Хмельницької обласної метеорологічної станції)

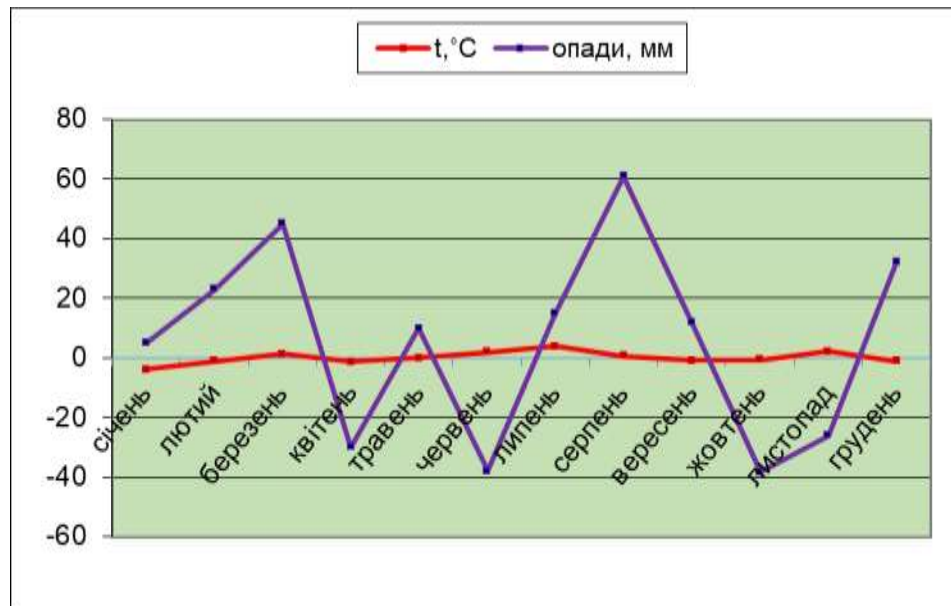


Рис.2.4. Відхилення метеорологічних показників умов 2021 року від середній багаторічних показників

Максимальна температура була у липні, в середньому за місяць показник перевищував середні багаторічні дані на 3,9°C. Максимальна кількість опадів припала на липень та серпень, значення склали відповідно: 100 та 130 мм, що на 15 і 61 мм вище, ніж в середньому за 10 років, проте у вересні опадів було на 12 мм менше, ніж показали середньобагаторічні дані. Збирання сої провели вчасно і вдалось отримати високу урожайність усіх досліджуваних сортів.

Погодні умови 2022 року для рослин сої були кращими, ніж умови 2020 року, проте менш сприятливими, ніж умови 2021 року. За січень-лютий випало 80 мм опадів і цей запас вологи був ключовим, оскільки в березні їх було дуже мало, всього 8,7 мм, тоді як за середніми багаторічними даними – 28 мм (рис.2.5-2,6).

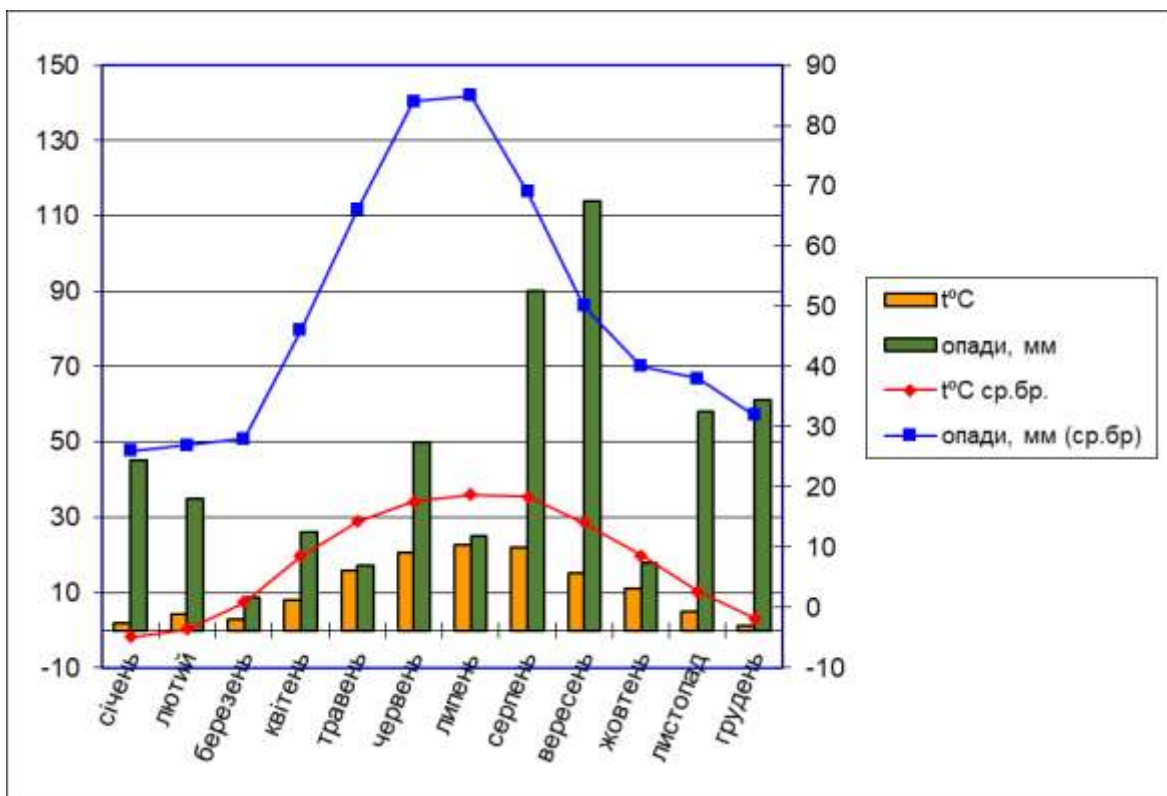


Рис.2.5. Метеорологічні умови 2022 року

(за даними Хмельницької обласної метеорологічної станції)

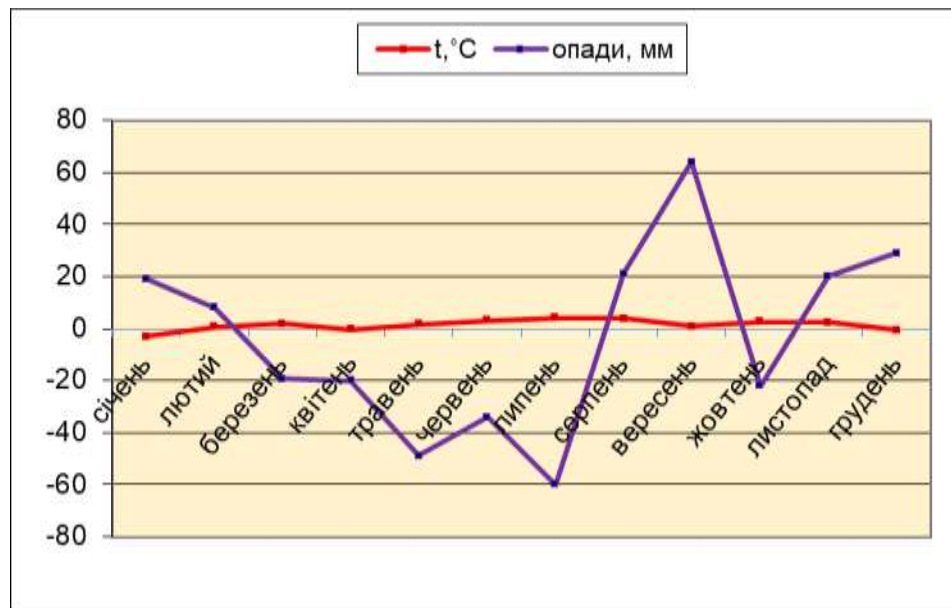


Рис.2.6. Відхилення метеорологічних показників умов 2022 року від середній багаторічних показників

У квітні погодні умови дещо покращились, кількість опадів склала 26 мм, що на 20 мм поступалося середньобогаторічним показникам. Сівбу сої проводили 30 квітня. У травні знову бракувало вологи, її кількість за місяць склала 17,2мм, що істотно поступалося значенням за багаторічними спостереженнями (на 48,8 мм). Якщо температури було достатньо, середньомісячні показники за літній період були в межах 20,7-22,8°C, то опадів за літній період бракувало, за виключенням серпня. Кількість опадів за серпень склала 90 мм, тобто з перевищенням багаторічних даних – на 21 мм.

За вересень 2022 року кількість опадів склала 114 мм, що більше ніж удвічі перевищує багаторічні показники. Такі погодні умови, що склалися восени, фактично дублюють умови 2020 року, проте урожайність була задовільною.

У 2023 році погодні умови були досить сприятливими для формування урожайності сої. Впродовж вегетаційного періоду рослин сої відмічались помірні температури, які на 0,2-2,7°C вищі за середні багаторічні показники, різких коливань температур не відмічалось. З січня до квітня кількість опадів

склала у розрізі місяців: за січень – 16,5 мм, за лютий – 42,6 мм та за березень – 40,2 мм, що перевищувало середньо-багаторічні значення (рис. 2.5, 2.6).

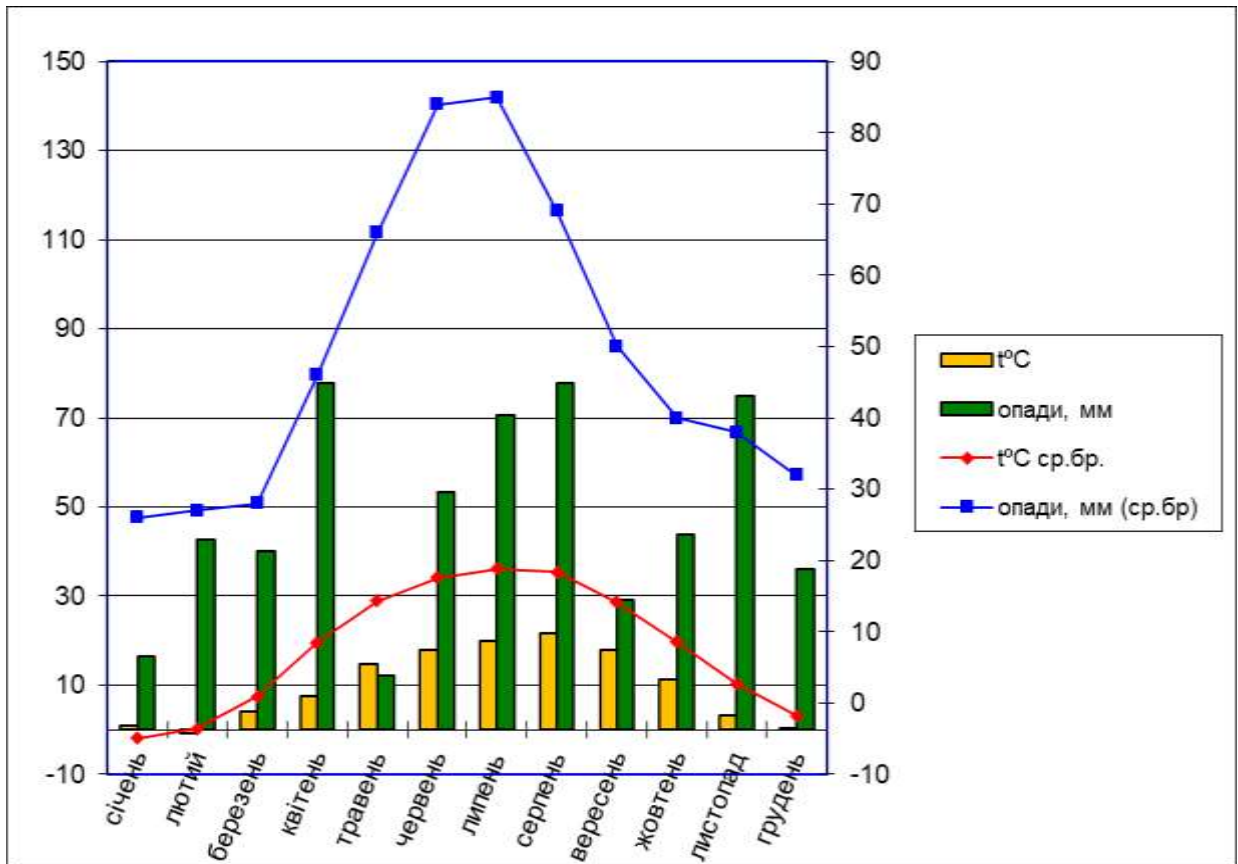


Рис.2.7. Метеорологічні умови 2023 року

(за даними Хмельницької обласної метеорологічної станції)

За квітень випало 77,8 мм опадів, тобто за середні багаторічні дані цей показник був більшим на 26,8 мм. Тому, сівбу сої провели як заплановано – на початку III декади квітня і наявність вологи та відповідної температури дали змогу отримати дружні сходи.

Під час цвітіння-формування бобів сої також була достатня кількість вологи у липні – 70,6мм, серпні – 77,8 мм.

За вересень випало 29,1 мм опадів, що дало змогу вчасно зібрати урожай сої за вологості зерна 14%.

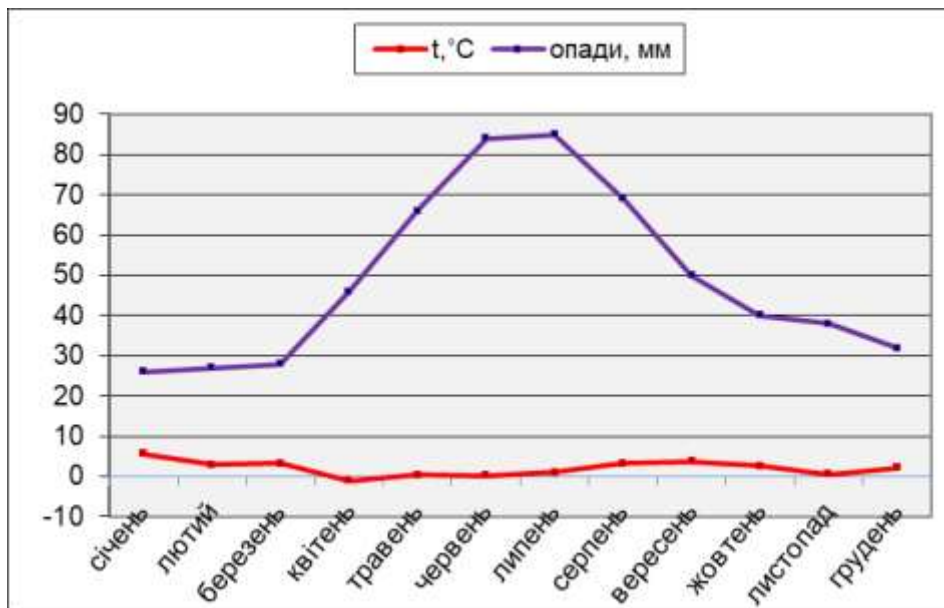


Рис.2.8. Відхилення метеорологічних показників умов 2023 року від середній багаторічних показників

Погодні умови 2024 року сприяли проведенню сівби сої у запланований строк – у III декаді квітня. Запас вологи був достатнім для отримання дружніх вирівняних сходів сої, кількість вологи за квітень склала 52,5 мм, що на 6,5 мм вище за середні багаторічні метеорологічні дані (рис. 2.7, 2,8).

У початкові періоди росту рослин температура була достатня (в середньому за травень – 16°C) та кількість опадів 66 мм. Впродовж літніх місяців середньомісячні температури становили 21,1-23,2°C, що значно вище за середні багаторічні дані, а саме – на 3,5-4,8°C.

Кількість опадів у червні склала 32,4 мм, у липні – 75,4 мм, що поступалося на 51,6 та 9,6 мм відповідно, проте такі умови цілком задовільняли рослини сої, які сформували досить непогану продуктивність.

У серпні опадів дещо бракувало, їх випало лише 12 мм, тоді як в середньому за десять років – 69 мм.

Вересень характеризувався дещо вищими температурами, порівняно з усіма роками, в які виконувались дослідження, а також середньо-

багаторічними показниками. Але, час від часу випадали дощі і рослини не пригнічувались високими температурами.

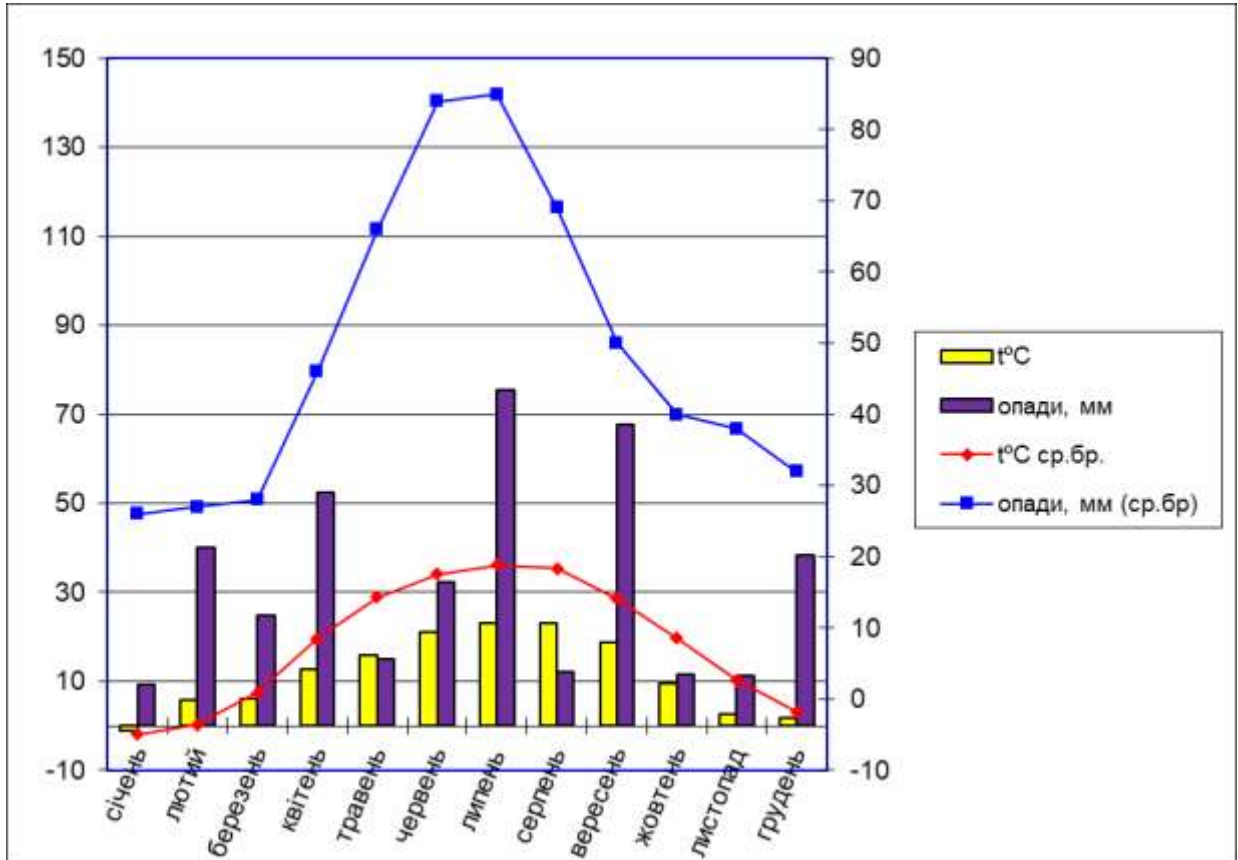


Рис.2.9. Метеорологічні умови 2024 року

(за даними Хмельницької обласної метеорологічної станції)

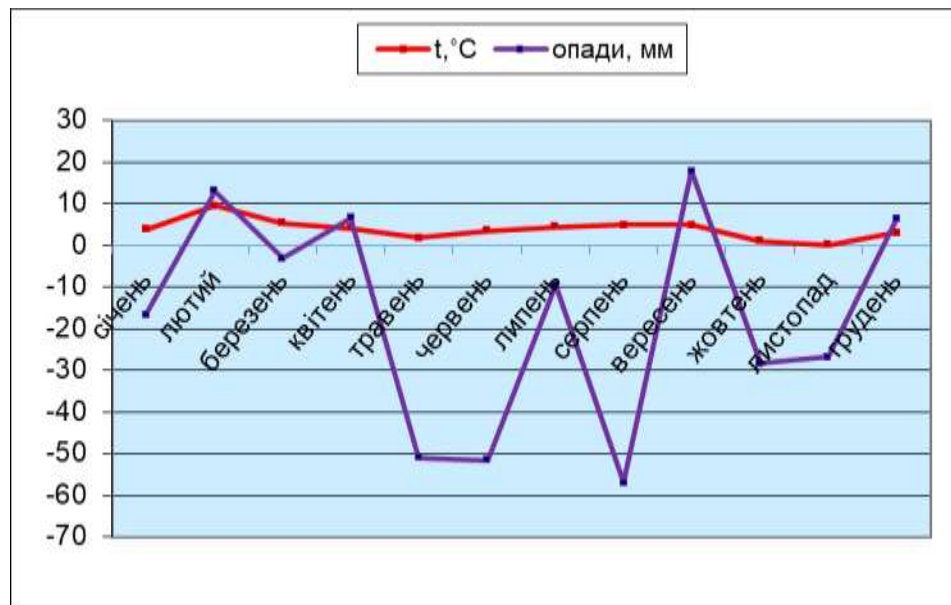


Рис.2.10. Відхилення метеорологічних показників умов 2024 року від середній багаторічних показників

2.3. Характеристика ґрунтових умов

Ґрунтовий покрив на території досліджень представлений темно-сірими опідзоленими ґрунтами. Лісова підстилка розвинена слабо і формується переважно з решток трав'янистої рослинності, тому в складі гумусу переважають гумінові кислоти.

За фізико-хімічними показниками темно-сірі опідзолені ґрунти близькі до чорноземів. Потужність гумусового горизонту (He) у середньому становить 30-40 см. Структура ґрунту грудочкувато-горіхувата. Ознаки опідзолення, представлені кремнеземною присипкою, виражені незначно. Карбонатний горизонт розташований на глибині 110-150 см.

Гумусно-ілювіальний горизонт має горіхувату структуру, яка з глибиною переходить у призматичну з наявністю присипки SiO_2 . Нижче залягає ілювіальний негумусовий горизонт із призматичною структурою. Ці ґрунти характеризуються важким гранулометричним складом і низькою водостійкістю структури. Щільність орного шару коливається в межах 1,2-1,42 г/см², тоді як в ілювіальних горизонтах вона становить 1,40-1,50 г/см². Вміст гумусу в орному шарі сягає 2,0-3,5% [161].

Якісний склад гумусу визначається як фульватно-гуматний. Гідролітична кислотність варіює в межах 0,2-3,8 мекв на 100 г ґрунту. Сума увібраних основ становить 12-22 мекв на 100 г ґрунту, а ступінь насиченості основами досягає 80-90%. Рівень забезпеченості поживними елементами оцінюється як середній: вміст валового азоту становить 0,14-0,19%, фосфору – 0,11-0,25%, калію – 2,0-2,4%. Загальний показник родючості коливається в межах 56-92 балів [162, 163].

Підвищення родючості темно-сірих опідзолених ґрунтів досягається шляхом внесення мінеральних добрив, насамперед фосфорних, оскільки фосфор у цих ґрунтах переважно представлений важкодоступними для рослин мінеральними сполуками заліза. Калієм ґрунти забезпечені достатньо,

проте застосування калійних добрив, особливо у поєднанні з фосфорними та азотними, забезпечує значний економічний ефект.

Використання азотних добрив, зокрема у формі підживлення, дає змогу зменшити дефіцит рухомого азоту, який часто спостерігається навесні через тривале прогрівання ґрунту та уповільнення процесів нітрифікації. Загалом темно-сірі опідзолені ґрунти Правобережного Лісостепу є придатними для вирощування більшості сільськогосподарських культур, районованих у цій природній зоні.

2.4. Схема дослідів, матеріал і методика їх виконання

Досягнення поставленої мети досліджень і вирішення завдань здійснювались шляхом виконання двох багатоваріантних польових дослідів, які супроводжувались спостереженнями, обліками та аналізами відповідно до наявних методик закладання польового дослідів та виконання аналізувань.

Закладались два трьохфакторних дослідів. *Дослід 1.* Продуктивність сої залежно від сорту, фону живлення та норми висіву насіння. Фактор А – сорт Аратта (середньоранній) і Софія (середньостиглий); фон живлення (фактор В) – без інокуляції, інокуляція, інокуляція+N₃₀P₄₀, інокуляція+ N₆₀P₄₀; норма висіву насіння (фактор С) – 400, 500, 600, 700 та 800 тис шт/га. За контроль взято варіант без інокуляції з нормою висіву насіння 600 тис. шт/га. Дослід виконувався впродовж 2020-2024 років.

Схема дослідів 1 мала наступний вигляд (табл.2.2).

Схема досліду 1

Фактор А – сорт	Фактор В – фон живлення	Фактор С – норма висіву насіння	Шифр варіанту
Аратта (середньоранній)	Без інокуляції (контроль)	400	A ₁ B ₁ C ₁
		500	A ₁ B ₁ C ₂
		600	A ₁ B ₁ C ₃
		700	A ₁ B ₁ C ₄
		800	A ₁ B ₁ C ₅
	Інокуляція	400	A ₁ B ₂ C ₁
		500	A ₁ B ₂ C ₂
		600	A ₁ B ₂ C ₃
		700	A ₁ B ₂ C ₄
		800	A ₁ B ₂ C ₅
	Інокуляція+ N ₃₀ P ₄₀	400	A ₁ B ₃ C ₁
		500	A ₁ B ₃ C ₂
		600	A ₁ B ₃ C ₃
		700	A ₁ B ₃ C ₄
		800	A ₁ B ₃ C ₅
	Інокуляція+ N ₆₀ P ₄₀	400	A ₁ B ₄ C ₁
		500	A ₁ B ₄ C ₂
		600	A ₁ B ₄ C ₃
		700	A ₁ B ₄ C ₄
		800	A ₁ B ₄ C ₅
Софія (середньостиглий)	Без інокуляції (контроль)	400	A ₁ B ₁ C ₁
		500	A ₁ B ₁ C ₂
		600	A ₁ B ₁ C ₃
		700	A ₁ B ₁ C ₄
		800	A ₁ B ₁ C ₅
	Інокуляція	400	A ₁ B ₂ C ₁
		500	A ₁ B ₂ C ₂
		600	A ₁ B ₂ C ₃
		700	A ₁ B ₂ C ₄
		800	A ₁ B ₂ C ₅
	Інокуляція+ N ₃₀ P ₄₀	400	A ₁ B ₃ C ₁
		500	A ₁ B ₃ C ₂
		600	A ₁ B ₃ C ₃
		700	A ₁ B ₃ C ₄
		800	A ₁ B ₃ C ₅
	Інокуляція+ N ₆₀ P ₄₀	400	A ₁ B ₄ C ₁
		500	A ₁ B ₄ C ₂
		600	A ₁ B ₄ C ₃
		700	A ₁ B ₄ C ₄
		800	A ₁ B ₄ C ₅

Характеристика сортів

Сорт сої Аратта. Оригінатор – Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України (НААН). Зареєстрований у Державному реєстрі сортів рослин України у 2013 році, середньоранній (80-90 днів) рекомендований для Лісостепу, з олійністю 20,4-21,8%, високим кріпленням нижнього стручка (10-11 см), адаптивний до різних умов і відомий високим вмістом білка та натуре зерна, що робить його привабливою для зернового напрямку використання.

Сорт сої Софія. Оригінатор – Інститут зрошуваного землеробства НААН України (м. Херсон), який зареєстрував сорт у 2015 році. Високоврожайний, універсальний сорт із середнім терміном дозрівання (115-120 днів). Він відзначається високою стійкістю до вилягання та посухи, має добру адаптацію до різних умов, олійність 20,5-21,5%. Софія є ремонтантним типом, реагує на покращення умов (добрива, зрошення) та підходить для зернового виробництва в Степу й Лісостепу, а також для силосу.

Дослід 2. Вплив способів сівби та застосування стимулятора росту на формування продуктивності різних сортів сої. Фактор А – сорт (Білявка, Сандра, Ультра), фактор В – спосіб сівби (суцільний рядковий (15 см), широкорядний (45 см), фактор С – стимулятор росту (без стимулятора (контроль), Гіберелін (у фазу розвитку 2–3 трійчастих листків сої).

Схема дослідів 2 мала наступний вигляд (табл.2.3).

Таблиця 2.3

Схема дослідів 2

Фактор А – сорт	Фактор В – спосіб сівби (В)	Фактор С – стимулятор росту	Шифр варіанту
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора	A ₁ B ₁ C ₁
		Гіберелін	A ₁ B ₁ C ₂
	Широкорядний (45 см)	Без стимулятора	A ₁ B ₂ C ₁
		Гіберелін	A ₁ B ₂ C ₂
	Суцільний рядковий	Без стимулятора	A ₂ B ₁ C ₁

Сандра	(15 см)	Гіберелін	A ₂ B ₁ C ₂
	Широкорядний (45 см)	Без стимулятора	A ₂ B ₂ C ₁
		Гіберелін	A ₂ B ₂ C ₂
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора	A ₃ B ₁ C ₁
		Гіберелін	A ₃ B ₁ C ₂
	Широкорядний (45 см)	Без стимулятора	A ₃ B ₂ C ₁
		Гіберелін	A ₃ B ₂ C ₂

Характеристика сортів

Сорт сої Білявка – це ультраранній (75-80 днів), високоврожайний сорт, що відрізняється стійкістю до розтріскування бобів, високим вмістом білка (близько 37%) та олії (20-24%), має середню висоту рослини та світло-коричневе забарвлення бобів. Він адаптується до різних умов, має білі квітки, жовте насіння та жовтий рубчик, ідеально підходить для зернового використання. Виробник – українська компанія ПП «НСНФ «Соевий вік» Рік реєстрації – 2011.

Сорт сої Сандра – це ранньостиглий (93-100 днів), пластичний сорт, стійкий до вилягання та осипання, характеризується високою кількістю бобів на рослині (до 40% 4-насінних) та високим потенціалом врожайності (80-90 ц/га). Адаптується до різних умов, має високий вміст білка, придатний для зернових цілей, рекомендований для Лісостепу та Степу. Виробник – українська компанія ПП «НСНФ «Соевий вік». Рік реєстрації – 2014.

Сорт сої Ультра – це ультраранній, посухостійкий сорт (85-90 днів), що відзначається високою енергією росту, стійкістю до хвороб (9 балів) та гербіцидів на основі гліфосату, з потенційною врожайністю 37-40 ц/га та високим вмістом білка (близько 42%) і жиру, що робить його надійним попередником для озимих культур. Виробник – американська компанія Монсанто (Monsanto). Рік реєстрації в Україні не вказано.

Загальна площа дослідної ділянки становила 36 м², облікова – 25 м². Попередником сої була пшениця озима. Мінеральні добрива вносили навесні, під передпосівну культивуацію, відповідно до схеми досліду.

Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах із застосуванням загальноприйнятих методик [164, 165]. Перед закладанням польового досліду відбирали зразки ґрунту для проведення агрохімічного аналізу згідно з вимогами ДСТУ 4287-2004. У ході аналізу визначали такі показники: вміст гумусу відповідно до ДСТУ 4287-2004; кислотність ґрунту (рН) інструментальним методом за ДСТУ ISO 10390:2001; гідролітичну кислотність – за методом Каппена в модифікації ЦІНАО; вміст лужногідролізованого азоту - за методом Корнфілда; рухомі форми фосфору та калію - за модифікованим методом Чірікова (ДСТУ 4115-2002) [166, 167].

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин проводили регулярно шляхом візуальної оцінки. У сої фіксували строки появи повних сходів, коли сім'ядолі розкривалися над поверхнею ґрунту і рядки чітко окреслювалися, початок цвітіння (розкриття пелюсток перших квіток), завершення цвітіння (коли зачатки суцвіть у пазухах верхніх листків припиняли розвиток і починали засихати, а квіти залишалися лише на окремих рослинах), а також фазу досягання (пожовтіння або побуріння перших бобів і набуття насінням характерного для сорту забарвлення). Початок фази відмічали за умови входження в неї 10-15% рослин, а повну фазу - коли показник досягав 70-75% [168].

Густоту посівів досліджуваних культур визначали у фазу повних сходів та безпосередньо перед збиранням урожаю. Облік у фазу сходів з урахуванням норми висіву давав змогу оцінити польову схожість, тоді як передзбиральний облік використовували для розрахунку виживаності рослин упродовж вегетаційного періоду.

Визначення густоти здійснювали вибірковою методом, формуючи вибірку з відрізків у всіх рядках по діагоналі через усю довжину облікової ділянки. Довжину кожного відрізка визначали шляхом ділення загальної довжини ділянки на кількість рядків. Після підрахунку рослин на всіх відрізках отриманий результат множили на кількість рядків, що дозволяло

встановити загальну кількість рослин на обліковій площі і, відповідно, густоту посіву для конкретного варіанта [169].

Висоту рослин визначали шляхом вимірювання 25 типових рослин, закріплених на кілочках, у трьох повтореннях на двох несуміжних ділянках досліду [170].

Урожай визначали методом суцільного обмолоту облікової площі із застосуванням комбайна Сампо-500. За потреби на облікових ділянках залишали виключки. Перед проведенням основного збирання спочатку обмолочували виключки та захисні смуги, щоб уникнути змішування їхнього насіння з обліковим урожаєм. Основні ділянки збирали шляхом прямого комбайнування.

Масу 1000 насінин встановлювали зважуванням двох наважок по 500 насінин із точністю до 0,01 г. Якщо різниця між отриманими результатами перевищувала 3%, додатково відбирали та зважували третю наважку [171].

Аналіз структури врожаю виконували методом пробного снопа на снопових зразках сої. Визначали загальну кількість бобів, висоту прикріплення нижніх бобів, вимірюючи відстань від кореневої шийки до нижнього бобу у 25 рослинах зі снопового зразка [170].

Площу листового апарату визначали методом висічок. На дослідних ділянках відбирали по 20 типових рослин, з яких зрізали все листя та зважували його. Далі за допомогою металевої трубки із загостреними кінцями відбирали 50 висічок загальною площею не менше 20 см². Після зважування висічок загальну площу листової поверхні в пробі обчислювали за формулою:

$$П = (М \times п \times к) / м,$$

де П – загальна площа листків у пробі, см²;

М – маса листя в пробі, г;

п – площа однієї висічки, см²;

к – кількість висічок, шт.;

м – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал визначали за загальноприйнятою методикою [172]. Елементи структури врожаю оцінювали відповідно до «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Вміст олії та білка визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора SupNir 2750.

Економічну та енергетичну ефективність технології вирощування сої оцінювали на основі методик і довідкових даних, запропонованих О.К. Медведовським, П.І. Іваненком, А.В. Черенковим, В.С. Рибкою та іншими авторами, з використанням прямих витрат згідно з технологічними картами. Енергетичний коефіцієнт розраховували як співвідношення енергії, отриманої з основної та побічної продукції, до енергії, витраченої на її виробництво [173, 174].

Вартість насінневого матеріалу, мінеральних добрив, пального та отриманої продукції визначали за оптовими цінами, чинними станом на 1.01.2025 р.

Обробку та аналіз результатів польових експериментів здійснювали з використанням дисперсійного, кореляційного й статистичного методів відповідно до вимог «Методики польового дослідження» та «Комп'ютерних методів у сільському господарстві та біології». Для статистичної обробки даних застосовували програмні пакети Statistica, Excel і Sigma [173-178].

Оцінку погодних умов упродовж 2020-2025 років проводили на основі матеріалів Хмельницької обласної метеорологічної станції.

Характеристику ґрунтових умов і їх аналітичну оцінку здійснено за інформаційними матеріалами Хмельницької філії державної установи Інститут охорони ґрунтів України.

Висновки до розділу 2:

1. Погодні та ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень були типовими для зони Західного Лісостепу з помірно-континентальним кліматом.

2. Упродовж вегетаційного періоду сої в 2020-2025 роках погодні умови загалом відповідали біологічним потребам культури, що забезпечило нормальний ріст і розвиток рослин, формування високої урожайності та належних показників якості зерна. Окремі коливання температурного режиму й кількості опадів не мали істотного впливу на рівень урожайності. Наявність років із різними погодними умовами дала змогу глибше оцінити дію досліджуваних факторів.

3. Агротехнічні заходи у досліді застосовували відповідно до загальноприйнятої для зони технології, за винятком елементів, що були предметом дослідження.

4. Методичний підхід до проведення досліджень відповідав висунутій робочій гіпотезі, а виконані спостереження, обліки й аналізи створюють підґрунтя для теоретичного обґрунтування та практичного удосконалення технології вирощування сої шляхом оптимізації вибору сорту, норми висіву насіння, рівня мінерального живлення та включення до технології регуляторів росту рослин.

РОЗДІЛ 3

МОРФОСТРУКТУРА ТА ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

3.1. Біометричні показники сортів сої залежно від фону живлення та норми висіву насіння

Класифікація сортів сої за рівнем продуктивності базується на кількості бобів: від низькопродуктивних (до 30 бобів) до високопродуктивних (300 і більше). Формування врожаю залежить як від генетики, так і від зовнішніх факторів: агротехніки, вологозабезпеченості та щільності посіву.

Особливу роль відіграє висота закладання нижнього бобу, яка в нормі становить 12–17 см. Відхилення від цього показника (через надмірну або недостатню густоту рослин) веде до технологічних втрат або недобору біомаси. Боби сої вкриті характерними волосками та різняться за довжиною (від 3 до 7 см). Кількість насінин у бобі є стабільною спадковою ознакою і зазвичай становить 2-3 штуки [179].

Формування біометричних показників сої залежить від біологічних та технологічних факторів. Рядом досліджень встановлено вплив різних чинників на структуру рослин: висоту, кількість бобів на рослині, кількість насіння з рослини, масу насіння з рослини тощо.

В. Саблук, М. Байда доводять, що оброблення рослин сої мікродобривом Yara Vita Моно Молітрак у фазі бутонізації (0,25 л/га), а також його дворазове внесення (у фазах бутонізації та цвітіння) з регулятором росту Радостим, сприяло зростанню кількості бобів у сорту Аратта на 2,8 та 3,0 шт. відповідно. Подібну ефективність Радостиму виявлено й у інших сортів [180].

Л. Титова та Д. Дубинська за результатами проведених досліджень довели ефективність передпосівної інокуляції насіння сої бульбочковими та

ендофітними бактеріями. Порівняно з контролем, застосовані препарати істотно впливали на формування кількості бобів на рослинах і насінин у бобі, що забезпечило підвищення врожайності ультраскоростиглого сорту Діона на 0,57-0,87 т/га, а середньораннього сорту Аратта – на 0,32-0,48 т/га. Найвищі показники врожайності було отримано за передпосівної обробки насіння РизобіомК + *Vacillus* sp. 4 – 3,19 т/га у сорту Діона та 2,75 т/га у сорту Аратта [181].

Біометричні показники, зокрема висота рослин сої, залежать від строків сівби та норм висіву. Так, дослідження Ж. Молдован показали, що у сорту Монада максимальна висота рослин (96,4-101,2 см) формувалася за сівби у III декаді квітня. Перенесення строків сівби на пізніший період спричиняло незначне зниження цього показника. Щодо норми висіву, її підвищення зумовлювало зменшення висоти рослин у середньому на 2,0-9,2 см залежно від строків сівби [182].

Т. Шепілова та Д. Петренко встановили, що збільшення норми висіву сої з 0,4 до 1,0 млн/га призводить до зменшення висоти й маси рослин. У широкорядних посівах із міжряддями 45 см рослини формували більшу висоту і масу порівняно зі звичайними рядковими посівами з міжряддями 15 см, що пояснюється кращими умовами освітлення [183].

Наші дослідження свідчать, що на показники структури рослин сої мали вплив сортові особливості, норма висіву насіння та фон живлення. Висота рослинної є ключовим показником продуктивності. Вона залежить від сорту, умов вирощування та густоти, впливаючи на висоту прикріплення нижніх бобів (важливо для зменшення втрат при збиранні) та загальну архітектуру посівів. Оптимальна висота забезпечує формування кращої площі листової поверхні та більшої кількості бобів.

Висота рослину сорту Аратта знаходилась в межах 97-111 см, а у сорту Софія – 80-90 см (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Біометричні показники сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння (2020-2024 рр.)

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Висота прикріплення нижнього бобу, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Маса 1000 насінин, г	
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	11,8	27,6	148	
		500	11,9	27,9	151	
		600 (К)	12,1	28,0	154	
		700	12,2	28,1	150	
		800	11,7	27,5	147	
	інокуляція	400	12,0	27,9	150	
		500	12,8	28,3	153	
		600	12,9	28,6	155	
		700	12,2	28,4	153	
		800	12,0	27,8	150	
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	12,0	28,0	154	
		500	12,9	28,8	160	
		600	13,8	29,6	165	
		700	13,2	29,3	163	
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	12,8	28,7	157	
		400	12,7	28,6	152	
		500	13,0	29,2	153	
		600	13,5	29,4	156	
	Софія (середньостиглий)	без інокуляції	700	12,9	28,8	155
			800	12,5	28,7	151
400			9,5	28,3	140	
500			10,3	28,5	142	
600 (К)			10,2	28,8	145	
інокуляція		700	10,2	28,9	145	
		800	9,9	28,2	143	
		400	9,7	29,9	142	
		500	10,2	30,2	148	
		600	9,9	29,9	147	
інокуляція + N ₃₀ P ₄₀		700	9,7	29,8	145	
		800	9,5	29,7	141	
		400	10,3	30,4	149	
		500	11,2	31,0	152	
		600	11,1	30,9	150	
інокуляція + N ₆₀ P ₄₀		700	10,7	30,6	151	
		800	10,5	30,3	148	
		400	9,6	29,6	143	
		500	10,2	30,0	147	
		600	9,9	29,3	146	
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	700	9,6	29,0	147	
		800	9,5	28,9	144	

Найбільш високорослими були рослини сої обох досліджуваних сортів на фоні живлення: інокуляція+ $N_{30}P_{40}$, на цих варіантах перевищення контролю склало 2-5 см.

Щодо впливу норм висіву насіння – для сорту Аратта найбільш комфортні умови були за норми висіву насіння 600 тис. нас./га з показником висоти рослин 111 см, а для сорту Софія – за норми висіву насіння 500 та 600 тис. шт / га з висотою 90 см.

Важливим показником є висота прикріплення нижніх бобів сої, оскільки цей показник критично впливає на втрати урожаю при збиранні, так як низьке прикріплення (нижче 10 см від поверхні ґрунту) призводить до того, що жатка комбайну не здатна зрізати нижні боби і вони залишаються в полі. Найбільша проблема з такими втратами відбувається за нерівної поверхні ґрунту. З такими проблемами аграрії вчать боротись. Наприклад, сою висівають у прогрітій ґрунт. Також витягуванню рослин сої можуть сприяти способи сівби суцільним рядковим способом або оптимальна густота рослин.

Висота прикріплення нижніх бобів певною мірою залежала від особливостей сорту та досліджуваних агротехнічних чинників. Сорт Аратта характеризувався дещо вищим прикріпленням нижніх бобів, порівняно із сортом Софія, різниця знаходилась в межах 2,3-2,6 см.

Найвищими показниками характеризувались варіанти, де проводили інокуляцію + $N_{30}P_{40}$, найменшими – варіанти без інокуляції.

Оптимальним прикріпленням нижніх бобів у сорту сої Аратта (13,8 см) характеризувався варіант фону живлення інокуляція + $N_{30}P_{40}$ і сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт/га, а у сорту Софія – варіант аналогічного фону живлення з нормою висіву насіння 500 тис. шт/га зі 11,2 см.

Кількість бобів – це показник структури врожаю, який у нашому експерименті коливався від 27,6 до 31,0 шт., показник був дещо строкатим у розрізі варіантів, проте між сортами значення були не суттєві. Оптимальну кількість бобів на рослині забезпечили варіанти за проведення

інокуляції $+N_{30}P_{40}$ та сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт/га., показник становив відповідно: 29,6 та 31,0 шт., що перевищило контролю на 2,0 та 1,7 штук на рослині.

Маса 1000 зерен – технологічний показник, що має прямий зв'язок із продуктивністю рослин сої. Маса 1000 зерен у сорту Аратта знаходилась в межах 148-165 г., у сорту Софія – 140-152 г. Тобто, серед показників продуктивності, вирішальний вплив на продуктивності, вирішальний вплив на продуктивність мала маса 1000 зерен, тоді як кількість бобів на рослині між сортами мала незначну різницю.

Щодо впливу норм висіву насіння та фону живлення на масу 1000 зерен, спостерігалась аналогічна тенденція як і з попередньо-аналізованими показниками: мінімальну масу 1000 зерен забезпечили варіанти без інокуляції, а найвищими – за проведення інокуляції $+N_{30}P_{40}$.

Таким чином, оптимальні біометричні показники: висота рослин (111 см), висота прикріплення нижніх бобів (13,8 см), кількість бобів на рослині (29,6 шт), маса 1000 зерен (165 г) були у сорту сої Аратта за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт/га та проведення інокуляції $+N_{30}P_{40}$.

3.2. Біометричні показники сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту

Складовими чинниками урожайності зерна сої є біометричні показники, зокрема висота рослин, кількість бобів на рослині та висота прикріплення нижнього бобу. Висота рослин в наших дослідженнях коливалась в досить широкому діапазоні – 68,7-88,2 см. Найбільш високорослі рослини відмічено у сої сорту Ультра. Сорт американської селекції, проте добре адаптований до ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу та Степу України (табл. 3.2).

Сорт Сандра поступався за висотою сорту Ультра на 6,0-7,4 см, а сорт Білявка був найменш високорослий, показник знаходився в межах 68,7-74,2 см. Щодо способів сівби, для усіх сортів виявився кращим суцільний рядковий. Сорт сої Ультра також характеризувався максимальною кількістю сформованих на рослині бобів, порівняно з двома іншими сортами. Оптимальний показник 32,8 бобів на рослині був у сорту Ультра, при сівбі суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосуванні стимулятора росту Гіберелін.

Таблиця 3.2

Висота рослин і кількість бобів на рослині сортів сої залежно від способу сівби на застосування стимулятора росту рослин (середнє за 2023-2025 рр.)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Висота рослини, см	Кількість бобів на рослині, шт.
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без регулятора	72,5	28,5
		Гіберелін	74,2	29,9
	Широкорядний (45 см)	Без регулятора	68,7	26,8
		Гіберелін	69,4	27,2
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без регулятора	80,5	27,4
		Гіберелін	82,2	28,5
	Широкорядний (45 см)	Без регулятора	77,1	25,3
		Гіберелін	78,6	26,5
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без регулятора	86,3	30,2
		Гіберелін	88,2	32,8
	Широкорядний (45 см)	Без регулятора	84,5	29,1
		Гіберелін	85,6	31,3
V, %			9,8	22,8

Висота прикріплення нижнього бобу залежно від сорту, способу сівби і застосування стимулятора росту рослин коливалась в досить широкому діапазоні – від 12,2 до 15,9 см (рис. 3.1).

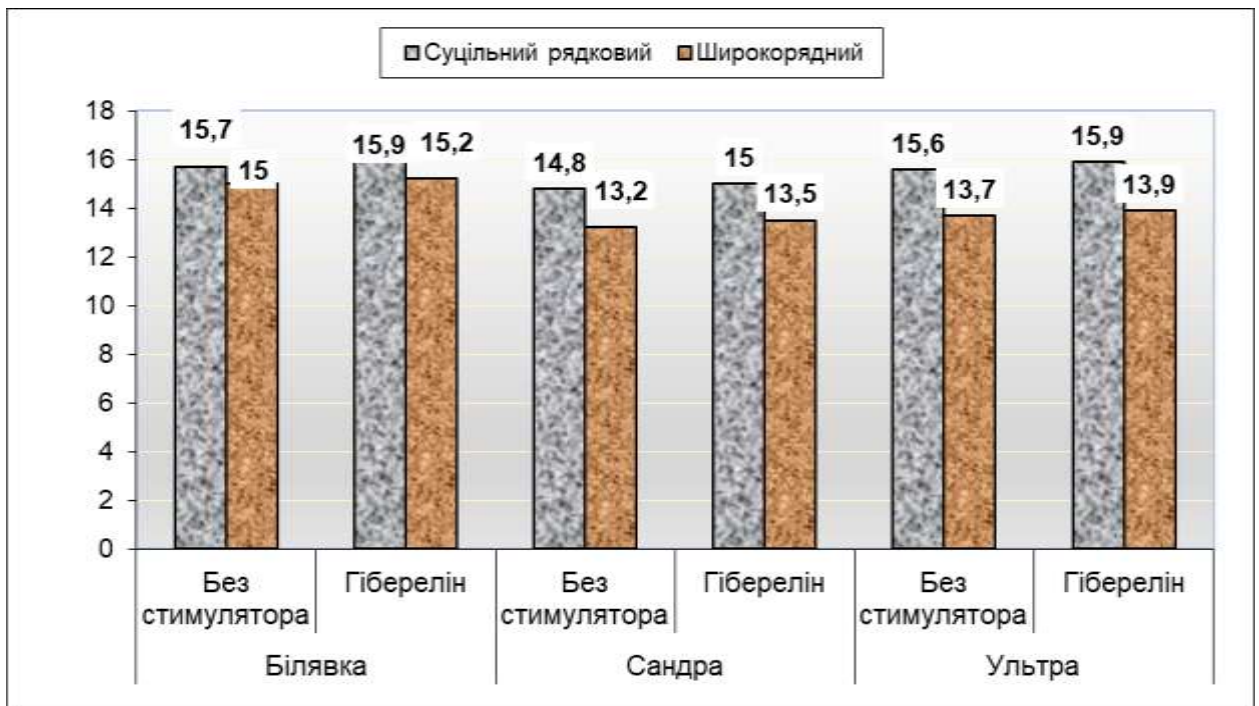


Рис. 3.1. Висота прикріплення нижнього бобу на рослині сортів сої залежно від способу сівби на застосування стимулятора росту рослин, см (середнє за 2023-2025 рр.)

У всіх досліджуваних сортів сої за суцільного рядкового способу сівби цей показник був вищим, порівняно із широко рядковим, різниця становила 0,7-2,0 см. Найкраще реагували на ширину міжрядь сорти сої Ультра та Білявка з оптимальним показником висоти прикріплення нижнього бобу – 15,9 см на варіанті суцільного рядкового способу сівби із застосуванням стимулятора росту рослин Гіберелін. На сорті сої Сандра та цьому ж варіанті показник був 15,0 см.

На варіантах застосування стимулятора росту висота прикріплення нижнього бобу неістотно збільшувалась (на 0,2-0,3 см).

Можна зробити припущення, що саме показник висоти прикріплення нижнього бобу для ранньостиглих сортів сої є дуже важливим, оскільки в умовах Лісостепу Західного ранньостиглі сорти сої характеризуються дещо нижчою урожайністю, порівняно із середньостиглими, тому зменшення втрат при збиранні істотно додає в урожайності.

Кореляційний аналіз показав, що між біометричними показниками та досліджуваними факторами існують сильні кореляційні зв'язки.

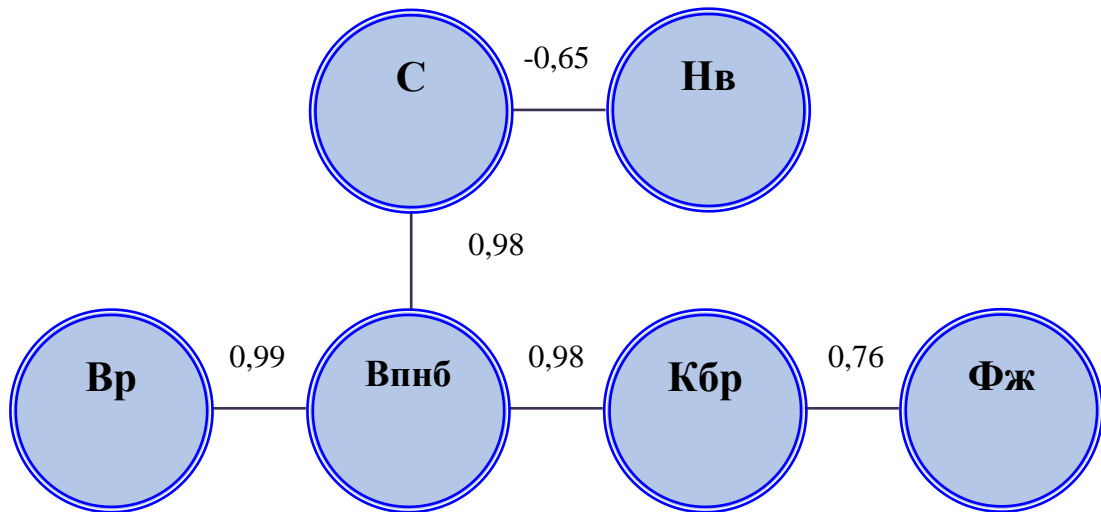


Рис.3.2. Кореляційна плеяда системи зв'язків біометричних показників сої

Зміст варіантів: С – сорт, Фж – фон живлення, Нв – норма висіву, Вр – висота рослини, Кбр – кількість бобів на рослині, Впнб – висота прикріплення нижнього бобу.

На рисунку 3.2. кореляційна плеяда системи зв'язків, яка свідчить, що між висотою рослин та висотою прикріплення нижнього бобу сильна кореляційна залежність, коефіцієнт кореляції $r=0,99$, від фону живлення залежала кількість бобів на рослині, кількість бобів на рослині корелювала із висотою прикріплення нижнього бобу, між переліченими показниками коефіцієнт кореляції був $r=0,65-0,98$.

3.3. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від досліджуваних чинників

Фотосинтетична продуктивність посівів будь-якої сільськогосподарської культури, в т.ч. і сої, залежить від багатьох агротехнічних факторів, систем удобрення, норм висіву насіння, способів сівби, особливостей сорту та ін. [184]. Площу литкового апарату можна регулювати створенням оптимальної структури посівів. Проте, фотосинтетичний апарат рослини дуже чутливий до впливу факторів оточуючого середовища [185, 186].

При формуванні площі асиміляційної поверхні важливу роль відіграють сортові особливості. Так, за даними О. В. Фурман [187], у фазу наливу бобів найбільшу площу листової поверхні формував середньостиглий сорт Сузір'я – 41,9–46,8 тис. м²/га, а найменшу – ультраранній сорт Легенда – 37,7–42,2 тис. м²/га. Сорт Вільшанка займав проміжне положення – 40,4–46,0 тис. м²/га.

Велике значення для формування площі листків у сої має система живлення рослин, особливо на пізніх фазах розвитку [188]. Під час цвітіння рослини особливо потребують макро- та мікроелементів через активне наростання біомаси [189, 190]. Позакореневе підживлення стимулює наростання біомаси, що позитивно впливає на продуктивність рослин і якість насіння [191].

А. Тарабріна та А. Панфілова встановили, що вирощування сої за технологією no-till забезпечує збільшення площі листової поверхні обох досліджуваних сортів порівняно з класичною технологією. Так, у середньому за роки досліджень площа листків сорту Беттіна була більшою при застосуванні no-till на 1,1–1,69 тис. м²/га, або на 4,6–8,6% порівняно з класичною технологією [192].

На думку [193] надто велика площа листків сої є небажаною, так як листки затінують один одного, а нижні внаслідок цього – опадають, тому решта листків працює не так інтенсивно.

Часто з метою підвищення площі асиміляційної поверхні рослин використовують ретарданти. Через інтенсивне галуження рослин, загальна площа листків може збільшуватись, але й може залишитись без змін, оскільки формується більша кількість листків, але окремі листки формуються менші за розміром [194-198].

Ряд науковців доводять, що площа асиміляційної поверхні сої істотно залежить від строків сівби, оптимальні показники формуються при сівбі за температури 10-12°C [199-201].

Для досягнення максимального врожаю сої вирішальне значення має оптимальний розмір листової поверхні. Листковий апарат сої формується у широкому діапазоні – від 20 до 70 тис. м²/га залежно від умов вирощування. Більшість сортів здатні формувати листову поверхню в межах 2500–3000 см²/рослину [202, 203].

Оптимальною площею листової поверхні для високої врожайності насіння вважається показник 40–50 тис. м²/га [204]. Структура посіву вважається не оптимальною для використання фотосинтетично активної радіації (ФАР), якщо площа листків менша або більша за цей діапазон. При недостатній площі ФАР поглинається неефективно, а при надмірній значна частина нижнього листа опадає, а решта працює менш ефективно [205].

Фотосинтетична продуктивність сільськогосподарських культур залежить не лише від розміру листового апарату, а й від вмісту в ньому хлорофілу, який безпосередньо бере участь у процесі фотосинтезу [206, 207].

У більшості культур навіть незначні зміни інтенсивності освітлення спричиняють суттєві морфологічні та анатомічні перетворення листків [208]. Встановлено, що за умов недостатнього освітлення у сої зменшуються транспірація, інтенсивність фотосинтезу, діаметр стебла, а також уповільнюється ріст кореневої системи, стебел і листків [209]. Крім того,

затінення знижує стійкість рослин до вилягання та водночас стимулює їх витягування у висоту, що ускладнює транспорт води, поживних речовин і продуктів фотосинтезу та може призводити до втрат урожаю.

Сонячне світло є ключовим фактором, який забезпечує проростання насіння, ріст листків, перебіг фотосинтезу, формування генеративних органів і поділ клітин [210]. Саме фотосинтез визначає накопичення сухої речовини та продуктивність сільськогосподарських культур [211]. Зниження його інтенсивності може бути пов'язане з обмеженням дифузії CO_2 через зменшення продихової та внутрішньої провідності листків, а також із пригніченням метаболічної активності фотосинтетичного апарату внаслідок недостатнього розвитку листкової поверхні [212].

Отже, визначення площі листкової поверхні є важливим показником оцінювання фотосинтетичної продуктивності рослин і одним із вирішальних чинників формування врожаю сої. Для досягнення максимальної врожайності зерна оптимальна площа листкової поверхні сої має становити 40–50 тис. $\text{m}^2/\text{га}$ [213].

Наші дослідження свідчать, що на формування площі листкового апарату мали вплив сорт, фон живлення та норма висіву насіння. Площа листків сої залежно від варіанту досліду коливалась у сорту сої Аратта – в межах 43,6-50,1 тис $\text{m}^2/\text{га}$, а сорту Софія – в межах 39,8-43,4 тис $\text{m}^2/\text{га}$ (табл. 3.3).

Максимальною площею листкового апарату характеризувались варіанти сорту Аратта при проведенні інокуляції насіння+ $\text{N}_{30}\text{P}_{40}$ з показниками від 48,4 до 50,1 тис. $\text{m}^2 / \text{га}$, з перевищенням контролю на 4,0-5,6 тис. $\text{m}^2 / \text{га}$. Кращою нормою висіву, яка забезпечила формування максимального листкового апарату для сорту Аратта була 600 тис. шт / га. У сорту Софія спостерігалась аналогічна тенденція підвищення площі листків з гектара за фактором В – фон живлення, проте оптимальний показник 43,4 тис. $\text{m}^2 / \text{га}$ забезпечила норма висіву насіння 500 тис. насінин / га.

**Площа листкового апарату сої залежно від сорту, фону живлення і
норми висіву насіння у фазі цвітіння рослин (ВВСН 65),
тис. м²/га (2020-2024 рр.)**

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	фактично	± до контролю
Аратга (середньоранній)	без інокуляції	400	43,6	-0,8
		500	44,2	-0,2
		600 (К)	44,4	-
		700	45,5	1,1
		800	43,8	0,6
	інокуляція	400	48,2	3,8
		500	48,2	3,8
		600	48,6	4,2
		700	48,2	3,8
		800	48,0	3,6
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	48,4	4,0
		500	48,6	4,2
		600	50,1	5,7
		700	49,8	5,4
		800	49,2	4,8
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	48,0	3,6
		500	48,3	3,9
		600	49,0	4,6
		700	48,4	4,0
		800	47,5	3,1
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	39,8	-0,4
		500	40,3	0,1
		600 (К)	40,2	-
		700	40,1	-0,1
		800	40,0	-0,2
	інокуляція	400	40,0	-0,2
		500	42,1	1,9
		600	41,9	1,7
		700	41,7	1,5
		800	40,9	0,7
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	42,5	2,3
		500	43,4	3,2
		600	43,2	3,0
		700	43,0	2,8
		800	42,8	2,6
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	40,0	-0,2
		500	41,9	1,7
		600	40,8	0,6
		700	40,6	0,4
		800	40,0	-0,2

Найменшою площею листків характеризувались варіанти без інокуляції за сівби нормою 400 тис. шт / га, показник складав у розрізі сортів: Аратта – 43,6 тис. м² / га та Софія – 39,8 тис. м² / га.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) сої – це показник загальної роботи листової поверхні, що визначає врожайність. Високопродуктивні посіви досягають ФП понад 3,0-3,5 млн м²/га за добу за умов інокуляції та оптимізації живлення. Максимальна площа листків формується під час цвітіння-наливу бобів.

Для отримання високих врожаїв (понад 3 т/га) важливо досягти значень ФП вище 2–3 млн м²/га діб.

У наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал залежав від досліджуваних чинників. У сорту сої Аратта показник варіював від 3,05 до 3,5 млн м² днів / га (рис. 3.3).

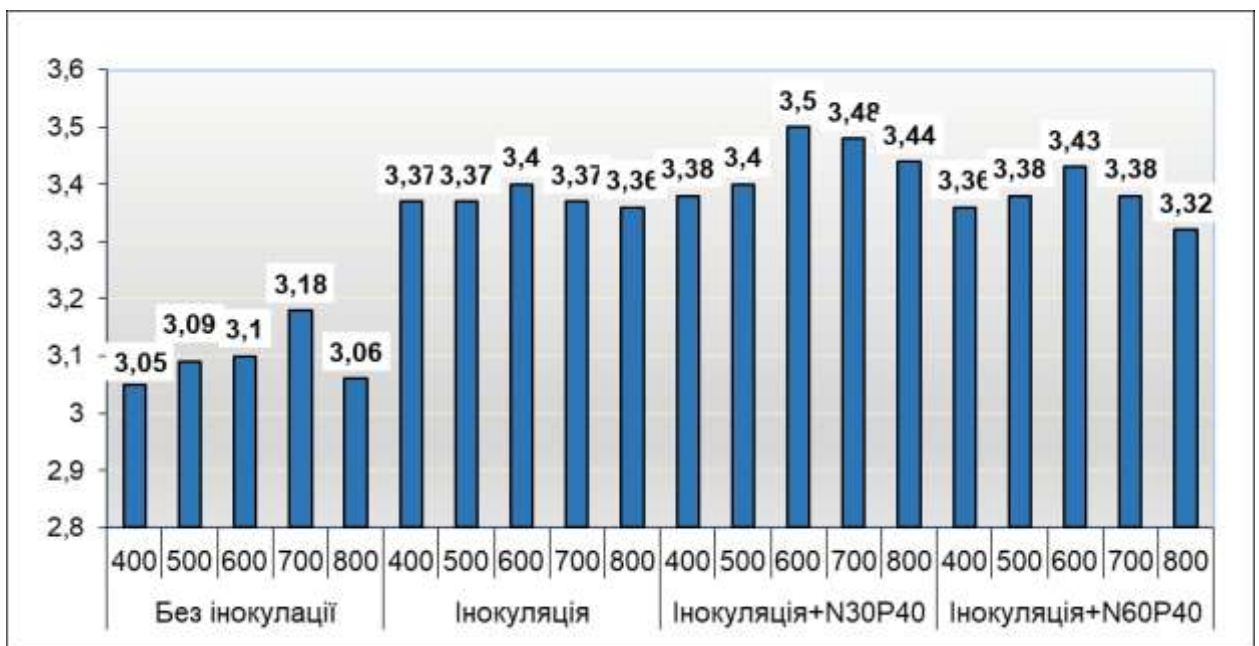


Рис.3.3. Фотосинтетичний потенціал сої сорту Аратта залежно від фону живлення і норми висіву насіння (повні сходи ВВСН 10 – початок цвітіння ВВСН 60), млн м² днів / га (2020-2024 рр.)

Найвищими значення характеризувався фон живлення – інокуляція +N₃₀P₄₀ з показниками 3,05-3,5 млн м² днів / га. Щодо норм висіву насіння,

потенціалу сорту Софія 2,97-3,03 млн м² днів / га були на варіантах інокуляція + N₃₀P₄₀. Показник 3,03 млн м² днів / га у сорту Софія був за норми висіву насіння 600 тис. шт / га, що перевищило контрольний варіант на 0,1 млн м² днів / га.

Дослід 2 включав встановлення впливу способу сівби і стимулятора росту на площу листків різних сортів сої та формування фотосинтетичного потенціалу посівів. Дослідженнями встановлено, що в умовах 2023-2025 року площа листків ранніх сортів сої була порівняно не велика, значення знаходились в межах 35,3-36,7 тис. м²/га (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Площа листкового апарату сої залежно від способу сівби і застосування стимулятора росту у фазі цвітіння рослин (ВВСН 65), тис. м²/га (середнє за 2023-2025 рр.)

Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	фактично	± до контролю
сорт Білявка (А)			
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (К)	35,3	-
	Гіберелін	35,9	0,6
Широко рядковий (45 см)	Без стимулятора (К)	33,6	-
	Гіберелін	33,8	0,2
сорт Сандра (А)			
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (К)	35,7	-
	Гіберелін	36,0	0,3
Широко рядковий (45 см)	Без стимулятора (К)	33,9	-
	Гіберелін	34,2	0,3
сорт Ультра (А)			
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (К)	36,2	-
	Гіберелін	36,7	0,5
Широко рядковий (45 см)	Без стимулятора (К)	34,3	-
	Гіберелін	34,6	0,3

Суцільний рядковий спосіб сівби характеризувався дещо вищими показниками, порівняно із широкорядним. До того ж стимулятор проявляв більший ефект, перевищення становили 0,3-0,6 тис. м²/га.

Оптимальна площа листків 36,7 тис. м²/га був у сорту Ультра за суцільного рядкового способу сівби із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

Суцільний рядковий спосіб сівби забезпечував більш рівномірне розміщення рослин на площі поля, що сприяло кращому використанню сонячного світла та формуванню вищого листкового індексу.

Щодо фотосинтетичного потенціалу досліджуваних сортів, найвищими показниками 2,06-2,26 млн м² діб / га характеризувався сорт Ультра, найменшими – в межах 2-2,2 млн м² діб / га – сорт Білявка (рис. 3.5)



Рис.3.5. Фотосинтетичний потенціал сої залежно від способу сівби і застосування стимулятора росту (повні сходи ВВСН 10 – початок цвітіння ВВСН 60), млн м² діб / га (середнє за 2023-2025 рр.)

Стимулятор росту Гіберелін забезпечив підвищення фотосинтетичного потенціалу на 0,02-0,17 млн м² днів / га.

Опубліковані праці за матеріалами розділу [214-217].

Висновки до розділу 3:

1. Оптимальні біометричні показники: висота рослин (111 см), висота прикріплення нижніх бобів (13,8 см), кількість бобів на рослині (29,6 шт), маса 1000 зерен (165 г) були у сорту сої Аратта за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт/га та проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀.

2. Щодо впливу способів сівби і стимулятора росту, у всіх досліджуваних сортів сої за суцільного рядкового способу сівби цей показник був вищим, порівняно із широкорядним, різниця становила 0,7-2,0 см. Найкраще реагували на ширину міжрядь сорти сої Ультра та Білявка з оптимальним показником висоти прикріплення нижнього бобу – 15,9 см на варіанті суцільного рядкового способу сівби із застосуванням стимулятора росту рослин Гіберелін. На сорті сої Сандра та цьому ж варіанті показник був 15,0 см.

3. Між висотою рослин та висотою прикріплення нижнього бобу існує сильна кореляційна залежність, коефіцієнт кореляції $r=0,99$, від фону живлення залежала кількість бобів на рослині, кількість бобів на рослині корелювала із висотою прикріплення нижнього бобу, між переліченими показниками коефіцієнт кореляції був $r=0,65-0,98$.

4. На формування площі листкового апарату мали вплив сорт, фон живлення та норма висіву насіння. Максимальною площею листкового апарату характеризувались варіанти сорту Аратта при проведенні інокуляції насіння+ N₃₀P₄₀ з показниками від 48,4 до 50,1 тис. м² / га, з перевищенням контролю на 4,0-5,6 тис. м² / га. Кращою нормою висіву, яка забезпечила формування максимального листкового апарату для сорту Аратта була 600 тис. шт / га. У сорту Софія спостерігалась аналогічна тенденція підвищення площі листків з гектара за фактором В – фон живлення, проте оптимальний показник 43,4 тис. м² / га забезпечила норма висіву насіння 500 тис. насінин / га.

5. Фотосинтетичний потенціал залежав від досліджуваних чинників. Найвищими значення характеризувався фон живлення – інокуляція +N₃₀P₄₀ з

показниками 3,05-3,5 млн м² днів / га. Щодо норм висіву насіння, оптимальний ФП забезпечила норма 500 тис. насінин / га. Саме така норма забезпечила необхідну густоту посіву, яка є ключовою для оптимізації цього показника.

6. При встановленні впливу способу сівби і стимулятора росту на площу листків різних сортів сої та формування фотосинтетичного потенціалу посівів, встановлено, що в умовах 2023-2025 років оптимальна площа листків 36,7 тис. м²/га була у сорту Ультра за суцільного рядкового способу сівби із застосуванням стимулятора росту Гіберелін. Найвищими показниками 2,06-2,26 млн м² діб / га характеризувався сорт Ультра, найменшими – в межах 2-2,2 млн м² діб / га – сорт Білявка. Стимулятор росту Гіберелін забезпечив підвищення фотосинтетичного потенціалу на 0,02-0,17 млн м² днів / га.

Опубліковані праці за розділом 3:

214. Івасик М.В., Бахмат М.І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. Випуск 2 (37). С. 51-57. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>

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

216. Івасик М.В. Формування біометричних показників та показників якості насіння сортів сої залежно від технологічних факторів. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С.137-140. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.22>

217. Бахмат М.І., Івасик М.В. Вплив регуляторів росту на продуктивність сортів сої в умовах Лісостепу Західного. *Матеріали VI Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві»* (28 квітня 2023 р.) 2023. м. Кам'янець-Подільський. С.14-15. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЗЕРНА РІЗНИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ

4.1. Урожайність зерна досліджуваних сортів сої залежно від фону живлення та норми висіву насіння

Урожайність – це той основний показник, який показує доцільність застосування всіх досліджуваних факторів.

Погодні умови в роки виконання польових досліджень були різними, вони між собою відрізнялись за кількістю опадів та температури, а також їх розподілом впродовж вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої, проте в усі роки було отримано досить високу урожайність зерна сої, яка коливалась в межах 2,20-3,19 т/га залежно від умов року, сорту, інокуляції насіння та підживлень азотно-фосфорними добривами та норми висіву насіння.

В умовах 2020 року отримано найнижчі показники урожайності, порівняно з чотирма іншими роками, в які виконувались дослідження, залежно від варіанту середні за повтореннями дані були в межах 2,20-3,10 т/га (табл. 4.1).

Сорт Аратта за усіма варіантами забезпечив дещо вищі показники урожайності, порівняно із сортом Софія, значення перевищували показник на 0,2-0,3 т/га.

Щодо впливу добрив та інокуляції насіння – для обох сортів сої кращий вплив на урожайність забезпечило проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀. На варіантах без інокуляції була найнижча урожайність у обох досліджуваних сортів.

Таблиця 4.1

**Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву
насіння, т/га (2020 рік)**

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність	
			фактична	± до контролю
Аратга (середньоранній)	без інокуляції	400	2,41	-0,09
		500	2,46	-0,04
		600 (К)	2,50	-
		700	2,48	-0,02
		800	2,42	-0,08
	інокуляція	400	2,73	0,23
		500	2,74	0,24
		600	2,96	0,46
		700	2,84	0,34
		800	2,71	0,21
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,83	0,33
		500	2,85	0,35
		600	3,10	0,6
		700	2,99	0,49
		800	2,94	0,44
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,76	0,26
		500	2,76	0,26
		600	2,96	0,46
		700	2,79	0,29
		800	2,62	0,12
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	2,39	-0,07
		500	2,50	0,04
		600 (К)	2,46	-
		700	2,40	-0,06
		800	2,41	-0,05
	інокуляція	400	2,39	-0,07
		500	2,56	0,1
		600	2,50	0,04
		700	2,44	-0,02
		800	2,41	-0,05
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,69	0,23
		500	2,98	0,52
		600	2,89	0,43
		700	2,77	0,31
		800	2,71	0,25
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,28	-0,18
		500	2,46	-
		600	2,39	-0,07
		700	2,34	-0,12
		800	2,20	-0,26
НІР ₀₅	A – 0,03; B – 0,04; C – 0,05; AB – 0,06; AC – 0,07; BC – 0,10; ABC – 0,13			

Так, у сорту сої Аратта на варіанті з інокуляцією урожайність становила 2,74-2,96 т/га, що на 0,33-0,46 т/га перевищувало варіант з інокуляцією, у сорту Софія цей показник був в межах 2,39-2,56 т/га, тобто з перевищенням варіантів без інокуляції на 0,01-0,06 т/га.

Щодо впливу норми висіву насіння в обох сортів сої на всіх варіантах інокуляції+ N₃₀P₄₀. Найнижчу урожайність отримано за норми висіву насіння 400 та 800 тис. шт/га. Максимальний рівень урожайності зерна сої у сорту Аратта був за норми висіву насіння 600 тис. шт/га, а для сорту Софія – 500 тис шт/га, з показниками відповідно: 3,1 та 2,98 т/га.

Тобто, залежно від габітусу рослин сої, біологічних особливостей, різні сорти потребують різної площі живлення. Отже, середньоранній сорт Аратта потребує більшої норми висіву насіння, а середньостиглий – дещо меншої.

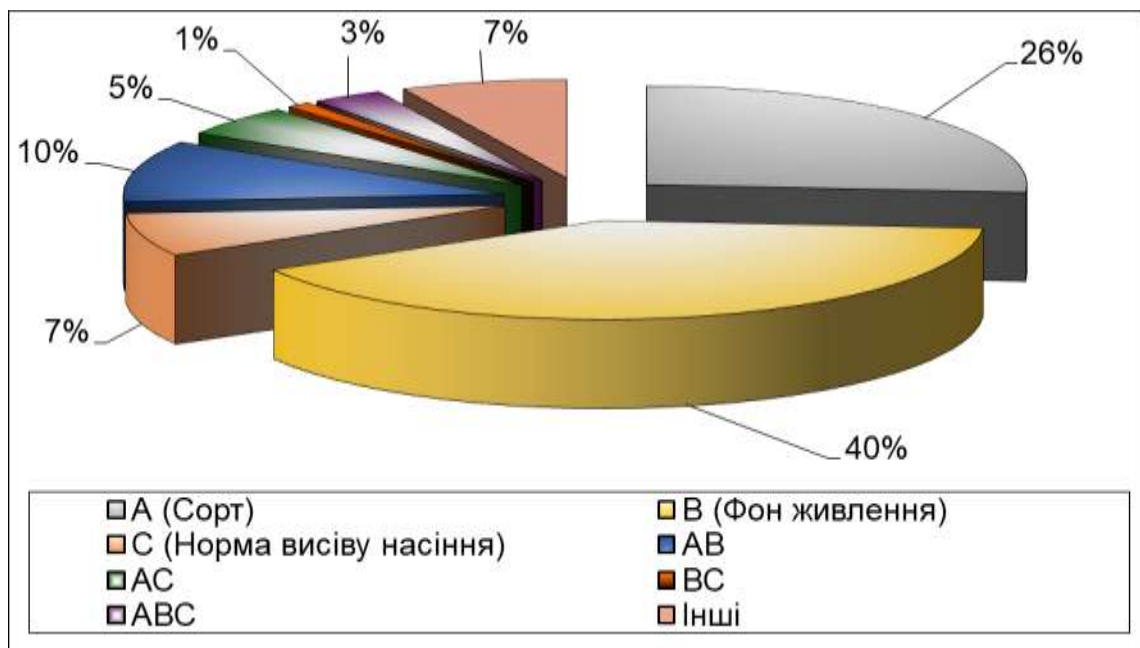


Рис. 4.1. Сила впливу факторів на урожайність сої (2020 рік)

На рис. 4.1 результати дисперсійного аналізу, які свідчать, що сила найбільш впливовим чинником на урожайність сої був фон живлення, частка впливу склала 40%, на 26% впливав сорт, а фактор С (норма висіву насіння) впливав на 7%, у взаємодії фактори впливали на 1-10%, та інші, не досліджувані фактори впливали на 7%.

**Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву
насіння, т/га (2021 рік)**

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність	
			фактична	± до контролю
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	2,69	-0,09
		500	2,74	-0,04
		600 (К)	2,78	-
		700	2,76	-0,02
		800	2,70	-0,08
	інокуляція	400	2,92	0,14
		500	2,95	0,17
		600	3,10	0,32
		700	2,99	0,21
		800	2,90	0,12
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,99	0,21
		500	3,06	0,28
		600	3,19	0,41
		700	3,11	0,33
		800	3,08	0,3
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,88	0,1
		500	2,91	0,13
		600	3,08	0,3
		700	2,97	0,19
		800	2,84	0,06
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	2,47	-0,11
		500	2,62	0,04
		600 (К)	2,58	-
		700	2,52	-0,06
		800	2,49	-0,09
	інокуляція	400	2,52	-0,06
		500	2,69	0,11
		600	2,63	0,05
		700	2,57	-0,01
		800	2,54	-0,04
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,83	0,25
		500	3,11	0,53
		600	3,02	0,44
		700	2,91	0,33
		800	2,85	0,27
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,56	-0,02
		500	2,70	0,12
		600	2,64	0,06
		700	2,59	0,01
		800	2,49	-0,09
HIP ₀₅	<i>A – 0,02; B – 0,02; C – 0,02; AB – 0,03; AC – 0,03; BC – 0,05; ABC – 0,07</i>			

В умовах 2021 року отримано максимальні показники урожайності досліджуваних сортів сої за усі роки проведення експерименту. Залежно від варіанту значення знаходились в межах 2,47-3,19 т/га (табл. 4.2).

В умовах 2021 року був достатній осінньо-зимовий запас вологи, а також за березень місяць випало 73 мм опадів, добре прогрітий ґрунт і поступове наростання температур забезпечили гарні стартові умови для з'явлення дружніх сходів та належного проходження усіх фаз росту рослин у вегетативний період.

Відповідали біологічним вимогам культури і погодні умови червня-липня, під час цвітіння сої та формування бобів. Тому, такі некеровані чинники, як погодні умови стали запорукою отримання високої урожайності зерна досліджуваних сортів сої.

Оптимальні значення урожайності при проведенні інокуляції⁺ N₃₀P₄₀ для обох сортів. При збільшенні норми азоту, урожайність сої дещо зменшувалась.

Інокуляція сої бактеріями *Rhizobium* суттєво підвищує врожайність, бо дозволяє рослині ефективно фіксувати атмосферний азот, замість того щоб покладатися на мінеральні добрива, що знижують симбіоз, забезпечує рослину необхідними ресурсами для кращого росту та розвитку, формуючи потужну кореневу систему та листову поверхню [218].

Бульбочки сої – це невеликі нарости на коренях, які формуються завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями (ризобіями), що фіксують атмосферний азот, перетворюючи його на доступну для рослини форму, що є критично важливим для росту сої. Ці бульбочки з'являються через 7-10 днів після сходів і є ознакою початку азотфіксації, яка триває до старіння рослини. Важливими факторами для їх розвитку є оптимальний рН ґрунту (нейтральний), наявність кальцію та магнію, а також температура [219].

Варто зазначити, що чим більша загальна маса бульбочок, тим ефективніша їхня робота й більше азоту буде доступно для рослини. Вони повинні мати забарвлення від рожевого до яскраво-червоного, що свідчатиме

про факт їхньої активної життєдіяльності. Бліді, зеленкуваті, із водяним виділенням бульбочки неактивні, відмерлі або ж перебувають у процесі відмирання. [220].

Щодо норм висіву насіння, як і в умовах 2020 року, у 2021 році для сорту Аратта оптимальну урожайність 3,19 т/га отримано за норми висіву насіння 600 тис. шт/га, а для сорту Софія – 2,69 т/га за норми 500 тис. шт/га.

На рис. 4.2 сила впливу досліджуваних факторів на формування урожайності зерна сої. Аналіз показав, що найбільш впливовим був фактор В, частка його впливу склала 41%, сорт вплинув на 39%, норма висіву насіння – на 7%. У взаємодії фактори впливали на 1-5%, а інші чинники – на 10%.

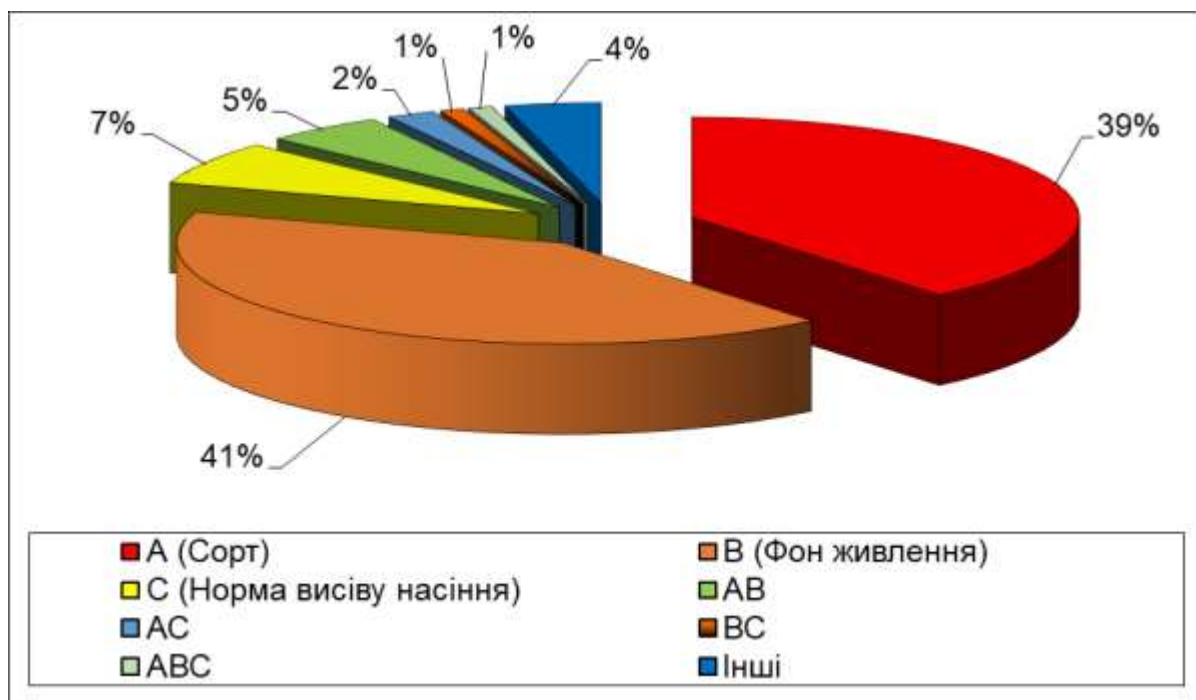


Рис. 4.2. Сила впливу факторів на урожайність сої (2021 рік)

Урожайність досліджуваних сортів сої в умовах 2022 року коливалась в межах 2,29-3,07 т/га, тобто була вищою ніж у 2020 році, але на 0,07-0,20 т/га меншою за урожайність умов 2021 року (табл. 4.3).

**Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву
насіння, т/га (2022 рік)**

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність	
			фактична	± до контролю
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	2,53	-0,09
		500	2,57	-0,05
		600 (К)	2,62	-
		700	2,60	0,02
		800	2,55	-0,07
	інокуляція	400	2,80	0,18
		500	2,80	0,18
		600	2,98	0,36
		700	2,88	0,26
		800	2,75	0,13
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,88	0,26
		500	2,96	0,34
		600	3,07	0,45
		700	3,03	0,41
		800	3,01	0,39
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,79	0,17
		500	2,81	0,19
		600	3,04	0,42
		700	2,84	0,22
		800	2,71	0,09
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	2,42	-0,08
		500	2,56	0,14
		600 (К)	2,50	-
		700	2,45	-0,05
		800	2,43	-0,07
	інокуляція	400	2,43	-0,07
		500	2,61	0,11
		600	2,54	0,04
		700	2,48	-0,02
		800	2,45	-0,05
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,75	0,25
		500	3,02	0,52
		600	2,94	0,44
		700	2,82	0,32
		800	2,76	0,26
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,35	-0,15
		500	2,59	0,09
		600	2,54	0,04
		700	2,46	-0,06
		800	2,29	-0,21
HIP ₀₅	<i>A – 0,07; B – 0,09; C – 0,10; AB – 0,13; AC – 0,15; BC – 0,21; ABC – 0,30</i>			

В цілому спостерігалась аналогічна тенденція щодо впливу досліджуваних факторів, що і в попередні роки досліджень, а саме: найменші значення урожайності були на варіантах без проведення інокуляції, сорт Аратта забезпечив дещо вищі показники, оптимальний вплив на урожайність сої обох сортів мав варіант проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ та кращі норми висіву

Отже, в умовах в 2022 року досліджень, оптимальні значення урожайності у сортів сої були отримані за проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ та норми висіву насіння для сорту Аратта – 600 тис. шт/га (з урожайністю 3,07 т/га), а для сорту Софія – 500 тис. шт/га (з урожайністю 3,02 т/га).

Як бачимо з результатів досліджень, достатньою нормою азоту є 30 кг. д. р на гектар. Відомо, що зайвий азот для сої шкідливий, оскільки він пригнічує роботу бульбочкових бактерій, які фіксують атмосферний азот, знижує ефективність інокуляції та може призвести до надмірного росту вегетативної маси на шкоду урожаю, натомість фосфор – для коректної роботи симбіозу. Надлишок азотних добрив не підвищує врожайність сої після певного порогу, а може навіть знизити її, особливо при використанні інокулянтів.

За результатами дисперсійного аналізу даних урожайності сої умов 2022 року встановлено, що фактор А (сорт) впливав на 29%, максимальний вплив – на 41% мав фон живлення, а норма висіву насіння впливала найменше – на 7%, проте досліджувані чинники впливали у взаємодії – на 2-7%, інші, недосліджувані чинники становили частку впливу 9% (рис. 4.3).

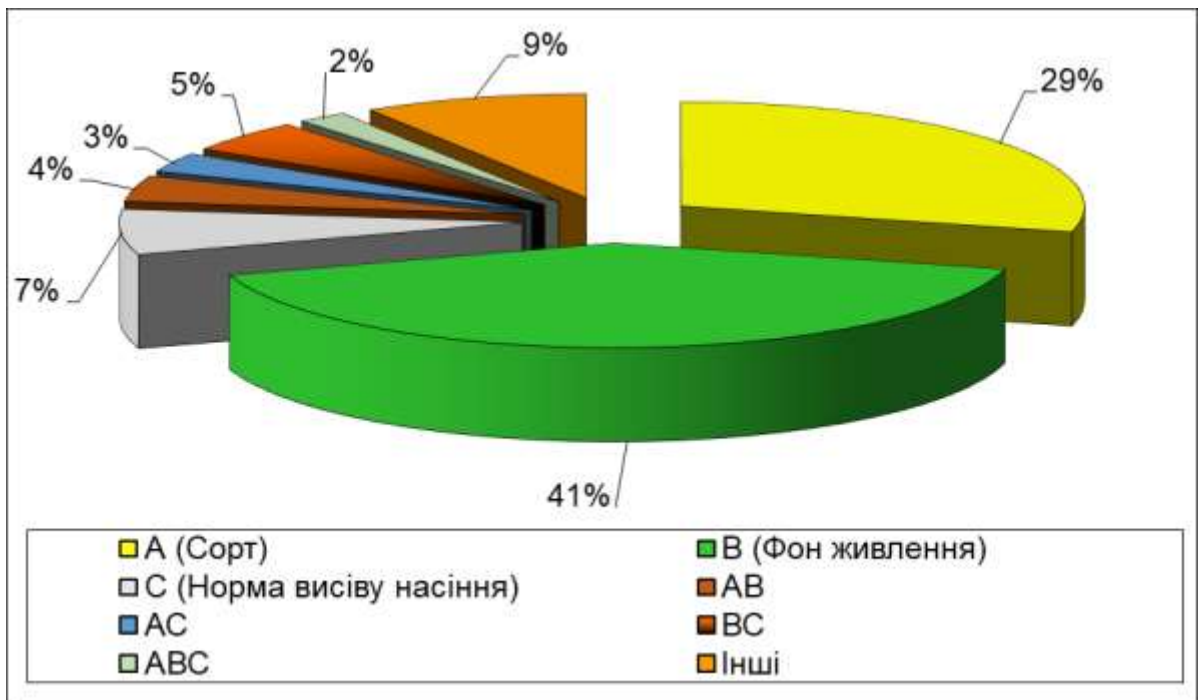


Рис. 4.3. Сила впливу факторів на урожайність сої (2022 рік)

В умовах 2023 року соя сформувала досить високу урожайність сої, яка знаходилась в межах 2,46-3,14 т/га, тобто на 0,01-0,05 т/га нижча, ніж було отримано в умовах найбільш сприятливого 2021 року (табл. 4.3).

Як і в попередні роки досліджень оптимальні значення урожайності було отримано у сорту Аратта на варіанті проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ та сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт/га, а сорту Софія на варіанті проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ та сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт/га, урожайність становила відповідно: 3,14 і 3,09 т/га, тобто на 0,41 та 0,57 т/га більше ніж на контролях.

Проведення інокуляції сої, як це вже не одноразово доведено цілою низкою авторів: Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Баранов А.І Жуйков О.Г, Іванів М.О., Колісник С.І., Венедіктов О.М та ін. і відображено в наукових працях [221-229], сприяє істотному підвищенню урожайності культури зазвичай на 10-30%, а в умовах дефіциту азоту – до 50% порівняно з контролем, залежно від ґрунту та препарату, забезпечуючи рослини азотом з повітря через симбіоз із бульбочковими бактеріями та сприяючи кращому росту та якості зерна.

**Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву
насіння, т/га (2023 рік)**

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність	
			фактична	± до контролю
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	2,64	-0,09
		500	2,69	-0,04
		600 (К)	2,73	-
		700	2,70	0,03
		800	2,66	-0,07
	інокуляція	400	2,88	0,15
		500	2,90	0,17
		600	3,06	0,33
		700	2,95	0,22
		800	2,86	0,13
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,94	0,21
		500	3,02	0,29
		600	3,14	0,41
		700	3,08	0,35
		800	3,04	0,31
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,86	0,13
		500	2,88	0,15
		600	3,06	0,33
		700	2,95	0,22
		800	2,81	0,08
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	2,45	-0,07
		500	2,60	-0,08
		600 (К)	2,52	-
		700	2,50	-0,02
		800	2,47	-0,05
	інокуляція	400	2,50	-0,02
		500	2,66	0,14
		600	2,61	0,09
		700	2,55	0,03
		800	2,52	0,02
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,80	0,28
		500	3,09	0,57
		600	2,99	0,47
		700	2,89	0,37
		800	2,83	0,31
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,52	-
		500	2,67	0,15
		600	2,61	0,09
		700	2,56	0,04
		800	2,46	-0,06
HIP ₀₅	<i>A – 0,01; B – 0,02; C – 0 02; AB – 0,02; AC – 0,03; BC – 0,04; ABC – 0,06</i>			

У препараті Ризоактив+, який використовувався в наших дослідженнях, поєднано три високоактивні штами азотфіксувальних бактерій *Bradyrhizobium japonicum*. Вони, крім симбіотичних властивостей (вірулентність, конкурентоздатність, нітрогеназна активність), характеризуються рядом специфічних ознак, що сприяють кращому розвитку кореневої системи. Різні швидкості росту біоагентів підвищують ймовірність утворення симбіотичного апарату (бульбочок) протягом вегетації культури. Крім того, ці штами володіють високою адаптивністю до різних ґрунтових і погодних умов [230].

За результатами дисперсійного аналізу підтверджено істотно різницю досліджуваних факторів, проте вони мали різну силу впливу. Так, максимальну частку впливу мав фактор – фон живлення, застосування інокуляції із різними нормами азотних добрив 30 та 60 кг д.р. / га у поєднанні із фосфором (40 кг д.р. / га), а саме – 45%, 36% становив фактор А, норма висіву – 5%, а взаємодія факторів мала вплив 2-6% (рис. 4.4).

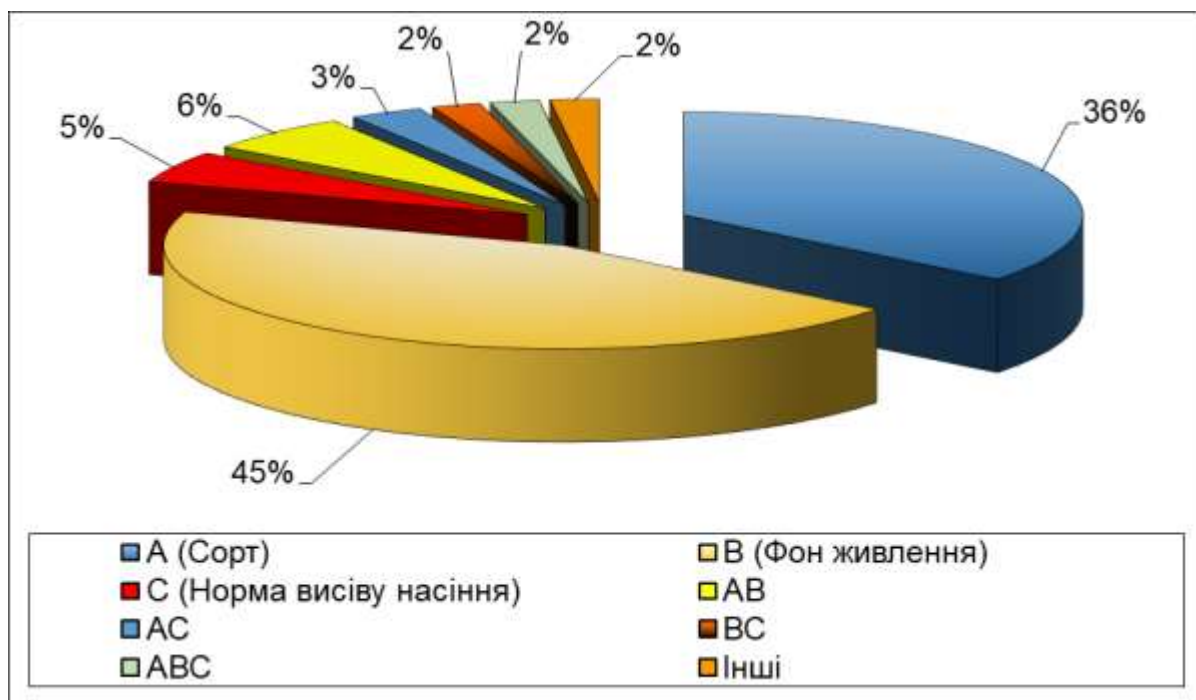


Рис. 4.4. Сила впливу факторів на урожайність сої (2023 рік)

Аналіз урожайних даних умов 2024 року свідчить про прирости урожайності від досліджуваних чинників в межах 0,01-0,51 т/га (табл. 4.4).

**Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву
насіння, т/га (2024 рік)**

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність	
			фактична	± до контролю
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	2,58	-0,09
		500	2,64	-0,03
		600 (К)	2,67	-
		700	2,66	-0,01
		800	2,57	-0,1
	інокуляція	400	2,82	0,15
		500	2,86	0,19
		600	3,0	0,33
		700	2,89	0,22
		800	2,78	0,11
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,91	0,24
		500	2,96	0,29
		600	3,1	0,43
		700	3,04	0,37
		800	2,98	0,31
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,81	0,14
		500	2,84	0,17
		600	3,01	0,34
		700	2,90	0,23
		800	2,77	0,1
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	2,42	-0,12
		500	2,57	0,03
		600 (К)	2,54	-
		700	2,48	-0,06
		800	2,45	-0,09
	інокуляція	400	2,46	-0,08
		500	2,63	0,09
		600	2,57	0,03
		700	2,51	-0,03
		800	2,48	-0,06
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,78	0,24
		500	3,05	0,51
		600	2,96	0,42
		700	2,86	0,32
		800	2,80	0,26
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,49	-0,05
		500	2,63	0,09
		600	2,57	0,03
		700	2,50	-0,04
		800	2,41	-0,13
HIP ₀₅	<i>A – 0,02; B – 0,03; C – 0,04; AB – 0,04; AC – 0,05; BC – 0,07; ABC – 0,10</i>			

Отже, прирости коливались в досить широкому діапазоні, що говорить про значну різницю між варіантами досліджень. Проте, в усі п'ять років встановлено аналогічну тенденцію у формуванні урожайності досліджуваних сортів сої. У розрізі сортів оптимальними нормами висіву насіння були 500 та 600 тисяч насінин на гектар, проведення інокуляції насіння та внесення $N_{30}P_{40}$, що забезпечувало формуванню оптимальних біометричних показників, зокрема: кількості бобів, кількості насіння з рослини, маси 1000 насінин тощо, що в свою чергу сприяло отриманню високої урожайності зерна – 2,09 та 3,14 т/га. Дещо меншу урожайність отримано за такого ж фону живлення за підвищення норм добрив для сорту Аратта – до 700 тис шт/га, а для сорту Софія – до 600 тис шт/га, з різницею в урожайності відповідно: 0,06 та 0,1 т/га.

Слід зауважити, що на варіанті без інокуляції та добрив за норми висіву насіння 800 тис шт/га в усі роки досліджень було отримано дещо нижчу урожайність зерна сої, ніж на варіанті із проведенням інокуляції та норми внесення $N_{60}P_{40}$, тобто в загущених посівах висока норма азоту була зайвою.

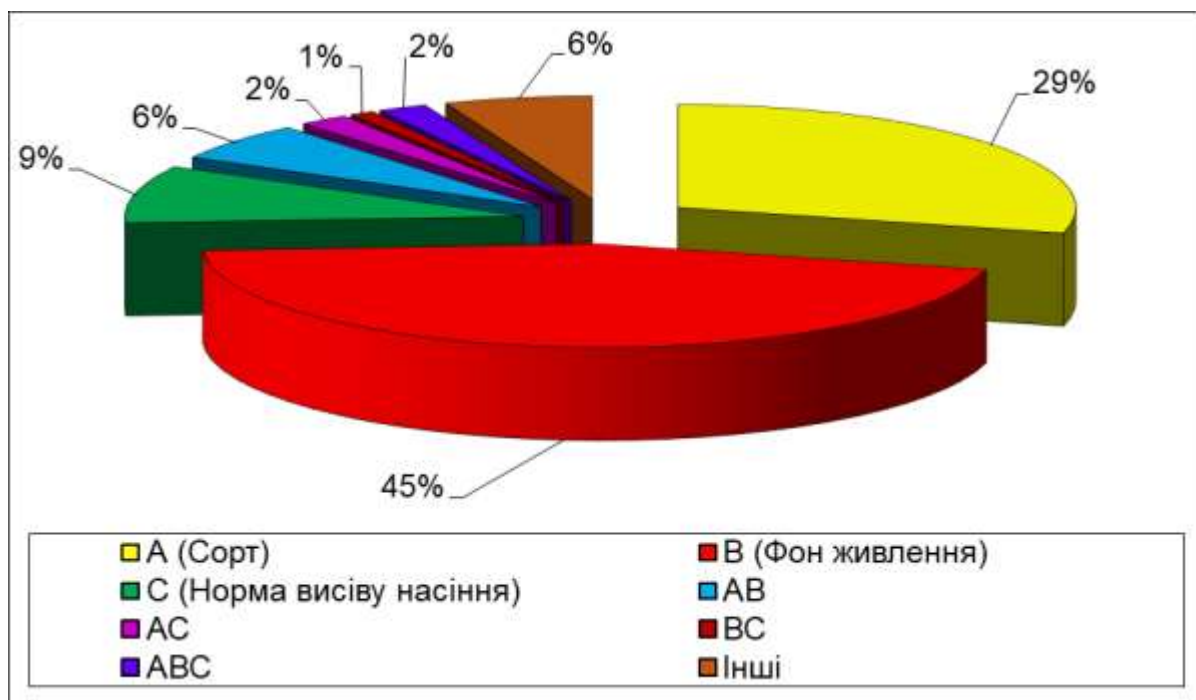


Рис. 4.5. Сила впливу факторів на урожайність сої (2024 рік)

На рис. 4.5 відображено частку впливу факторів експерименту на урожайність сої в умовах досліджень 2024 року. Аналіз показав аналогічну тенденцію, що й в усі попередньо проаналізовані роки, але відсотки мали незначні відхилення. Частка впливу фактора А становила 29%, фактору В – 45%, фактору С – 9%. Інші не досліджувані фактори впливали на 6%.

Для достовірності виявлення впливу того чи іншого фактору, слід відобразити середні дані урожайності за роки досліджень.

Результати наших досліджень показали, що в середньому за 2020-2024 роки урожайність сорту Аратта знаходилась в межах 2,57-3,12 т/га, а сорту Софія – 2,43-3,05 т/га (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння, т/га (середнє за 2020-2024 рр.)

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність	
			фактична	± до контролю
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	2,57	-0,09
		500	2,62	-0,04
		600 (К)	2,66	-
		700	2,64	-0,02
		800	2,58	-0,08
	інокуляція	400	2,83	0,02
		500	2,85	0,08
		600	3,02	0,17
		700	2,91	0,19
		800	2,80	0,36
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,91	0,25
		500	2,97	0,31
		600	3,12	0,46
		700	3,05	0,39
		800	3,01	0,35
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,82	0,16
		500	2,84	0,18
		600	3,03	0,37
		700	2,89	0,23
		800	2,75	0,09
	без інокуляції	400	2,43	-0,09
		500	2,57	0,05
		600 (К)	2,52	-
		700	2,47	-0,05
		800	2,45	-0,07

Софія (середньостиглий)	інокуляція	400	2,46	-0,06
		500	2,63	0,1
		600	2,57	0,05
		700	2,51	-0,01
		800	2,48	-0,04
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,77	0,25
		500	3,05	0,53
		600	2,96	0,44
		700	2,85	0,3
		800	2,79	0,27
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,44	-0,08
		500	2,61	0,09
		600	2,55	0,03
		700	2,49	-0,03
		800	2,37	-0,15
<i>НІР₀₅</i>	<i>A – 0,02; B – 0,03; C – 0,03; AB – 0,04; AC – 0,05; BC – 0,07; ABC – 0,09</i>			

Слід відмітити, що найбільш сприятливі умови для формування продуктивності сої склалися в умовах 2021 року, проте усі досліджувані роки цілком відповідали повноцінному росту і розвитку рослин, що в кінцевому результаті дало змогу сформувати достатньо високу урожайність зерна досліджуваних сортів сої.

У розрізі варіантів спостерігалась тенденція до підвищення урожайності за збільшення норми висіву насіння з 400 до 500-600 тис шт/га та зниження урожайності у більш загущених посівах (норми висіву 700 та 800 тис шт/га). Інокуляція насіння сприяла підвищенню урожайності у сорту Аратта на 0,17-0,36 т/га, а у сорту Софія – на 0,05-0,1 т/га за норми висіву відповідно 600 та 500 тис шт/га, проте за норм висіву 400, 700 та 800 тис шт/га відмічено порівняно з контрольним варіантом (без інокуляції) нищу урожайність.

Оптимальну урожайність у сорту Аратта в середньому за роки досліджень забезпечила норма висіву насіння 600 тис шт/га, інокуляція насіння+ N₃₀P₄₀, показник становив 3,12 т/га. Для сорту сої Софія кращим виявився аналогічний фон живлення та норма висіву насіння 500 тис шт/га. Тому, слід констатувати факт потреби більшої площі живлення середньостиглого сорту, порівняно із середньораннім.

Мінімальні значення урожайності відмічено на варіантах без інокуляції насіння за норм висіву 400 та 800 тис шт/га з урожайністю 2,43-3,01 т/га (залежно від сорту та фону живлення).

Проведений нами тест Дункана показав, що різниця за урожайністю зерна сої у досліді за фактором А (сорт) була істотна, оскільки значення розподілились за різними гомогенними групами (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Залежність урожайності зерна сої залежно від сорту за тестом Дункана
(2020-2024 рр.)**

Сорт (А)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи	
		I	II
Аратга	2,84	***	
Софія	2,60		***

За тестом Дункана фактор В (фон живлення) показав наступний розподіл за гомогенними групами: у першій групі був варіант без інокуляції з середньою урожайністю 2,95 т/га, у другій групі – інокуляція без добрив та інокуляція+N₆₀P₄₀ із показниками відповідно: 2,7 та 2,68 т/га, між якими різниця виявилась не істотна, у третій групі був контрольний варіант (табл.4.7).

Таблиця 4.7

**Залежність урожайності зерна сої залежно від фону живлення за тестом
Дункана (2020-2024 рр.)**

Фон живлення (В)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи		
		I	II	III
без інокуляції	2,55			***
інокуляція	2,68		***	
інокуляція +N ₃₀ P ₄₀	2,95	***		
інокуляція +N ₆₀ P ₄₀	2,70		***	

Різниця в урожайності за фактором С (норма висіву насіння) була істотна між варіантами 400 та 800 тис. шт/га (знаходяться в одній гомогенній групі) та 500 і 700 тис. шт/га (знаходяться в одній гомогенній групі) та 700 тис. шт/га, тобто приріст більше 0,3 т/га вже був істотним (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Залежність урожайності зерна сої залежно від норми висіву насіння за тестом Дункана (2020-2024 рр.)

Норма висіву насіння (С)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи		
		I	II	III
400	2,65			***
500	2,77		***	
600	2,80	***		
700	2,73		***	
800	2,65			***

Отже, подібна урожайність спостерігалася як за зріджених, так і загущених посівів. Різниця в урожайності при нормах висіву 500 та 600 тис. насінин на гектар була неістотною.

Для підвищення врожайності сої важливу роль відіграє кожний агротехнічний захід, проте сівба залишається ключовою ланкою в технології вирощування культури. Саме вона дозволяє створити оптимальні умови на початкових етапах росту та розвитку рослин, що стає запорукою майбутнього врожаю. Неправильно обраний хоча б один із критеріїв сівби — норма висіву, густота рослин, спосіб сівби — змушує агронома на всіх наступних етапах росту й розвитку рослин виправляти допущені помилки.

4.2. Урожайність зерна досліджуваних сортів сої залежно від способу сівби та стимулятора росту

Дослід 2 включав вивчення поєднання трьох факторів на урожайність сої (сорт, способу сівби та стимулятора росту). Для дослід було взято ранні сорти: Білявка та Ультра – ультра ранні, а сорт сої Сандра – ранньостиглий. Урожайність досліджуваних сортів різнилась залежно від року досліджень. Так, в умовах 2023 року показник коливався в межах 2,56-2,73 т/га, у 2024 – в межах 2,46-2,73 т/га та в умовах 2025 року – від 2,39 до 2,57 т/га (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Урожайність сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, т/га (2023-2025 рр.)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Рік досліджень		
			2023	2024	2025
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	2,69	2,55	2,41
		Гіберелін	2,72	2,59	2,44
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	2,56	2,46	2,39
		Гіберелін	2,6	2,51	2,42
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	2,67	2,58	2,49
		Гіберелін	2,69	2,6	2,52
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	2,58	2,48	2,42
		Гіберелін	2,62	2,53	2,45
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	2,7	2,62	2,53
		Гіберелін	2,73	2,64	2,57
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	2,61	2,51	2,54
		Гіберелін	2,63	2,54	2,57
<i>НІР₀₅</i>	<i>2023р.: А – 0,03; В – 0,02; С – 0,02; АВ – 0,04; АС – 0,04; ВС – 0,03; АВС – 0,05 2024р.: А – 0,02; В – 0,02; С – 0,02; АВ – 0,03; АС – 0,03; ВС – 0,03; АВС – 0,04 2025р.: А – 0,01; В – 0,01; С – 0,01; АВ – 0,02; АС – 0,02; ВС – 0,02; АВС – 0,03</i>				

Отже, найбільш сприятливими були умови 2023 року, за квітень місяць випало 77,8 мм опадів, відмічалось поступове підвищення температур, що забезпечило гарний старт для повноцінного росту і розвитку рослин сої. Найбільшу урожайність 2,61-2,73 т/га отримано на сорті сої Ультра. Щодо впливу способів для усіх досліджуваних сортів, що вивчались у досліді, був суцільний рядковий спосіб сівби (на 15 см), який за урожайністю перевищував широкорядний спосіб сівби на 0,07-0,12 т/га.

Регулятор росту Гіберелін сприяв деякому підвищенню урожайності сортів сої, а саме – на 0,02-0,04 т/га.

Урожайність сої умов 2024 року поступалась показникам умов 2023 року на 0,08-0,14 т/га.

Способи сівби на урожайність досліджуваних сортів сої впливали аналогічним чином, як і в умовах 2023 року, тобто кращий ефект забезпечив суцільний рядковий спосіб сівби, за якого отримано урожайність на 0,07-0,11 т/га більшу, ніж за широкорядного способу сівби.

В умовах 2025 року отримано досить високу урожайність сої, яка знаходилась в межах 2,39-2,51 т/га, проте вона поступалась за урожайністю умов 2023 та 2024 років.

Щодо впливу факторів, відмічалась схожа тенденція у всі роки досліджень, проте частка впливу факторів дещо різнилась. Так, в умовах 2023 року фактор А (сорт) впливав на 16% в умовах 2024 року – на 23%, а в 2025 році – на 28% (рис. 4.6).

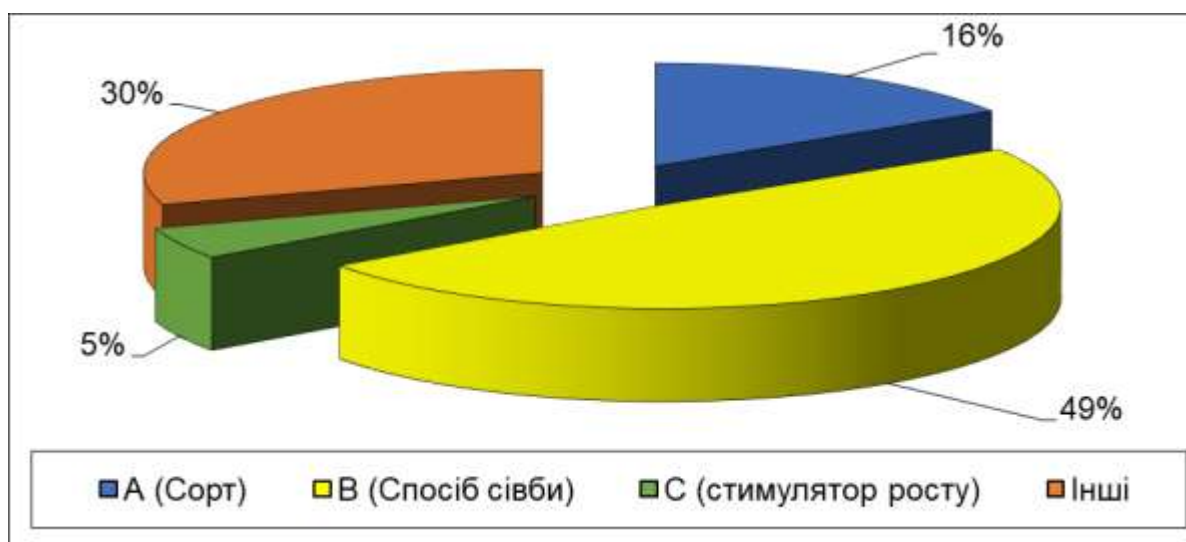


Рис.4.6. Частка впливу факторів на урожайність досліджуваних сортів сої (2023 рік)

Максимальний вплив забезпечив фактор В (спосіб сівби), сила впливу якого коливалась в межах 40-49%, а частка впливу фактора С (стимулятор росту) становила 5-14%. Досить істотний вплив мали інші, не враховані чинники, в т.ч. погодні умови року, частка становила 18-30%.

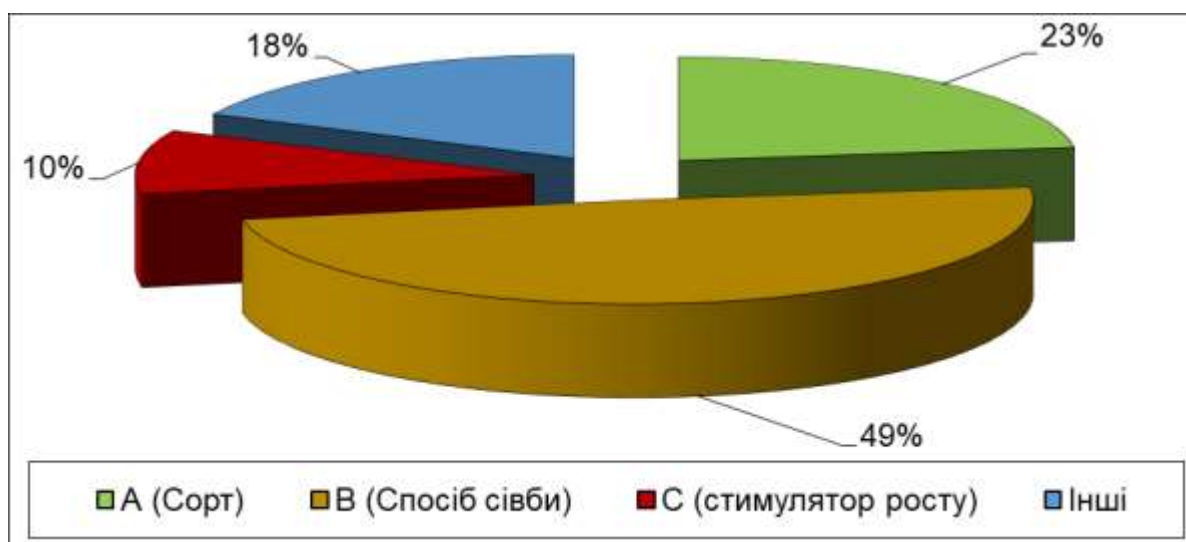


Рис. 4.7. Частка впливу факторів на урожайність досліджуваних сортів сої (2024 рік)

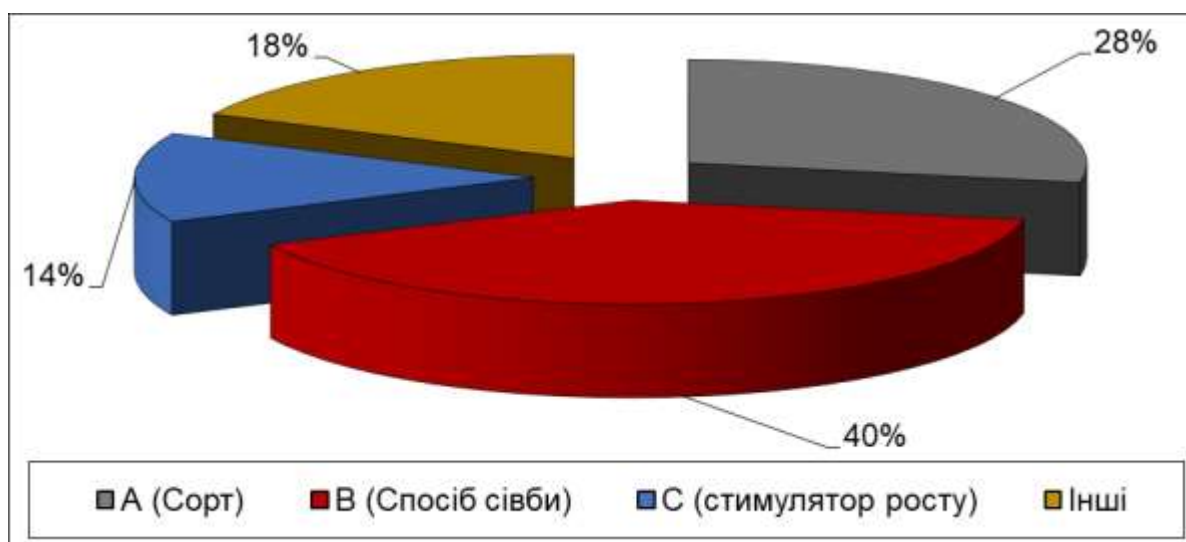


Рис. 4.8. Частка впливу факторів на урожайність досліджуваних сортів сої (2025 рік)

Усереднені дані урожайності за три роки показали, що значення урожайності коливались в межах 2,47-2,64 т/га. Найбільш урожайним був сорт сої Ультра з урожайністю 2,55-2,64 т/га, дещо поступався йому, а саме – на 0,04-0,06 т/га сорт Сандра (рис. 4.9).

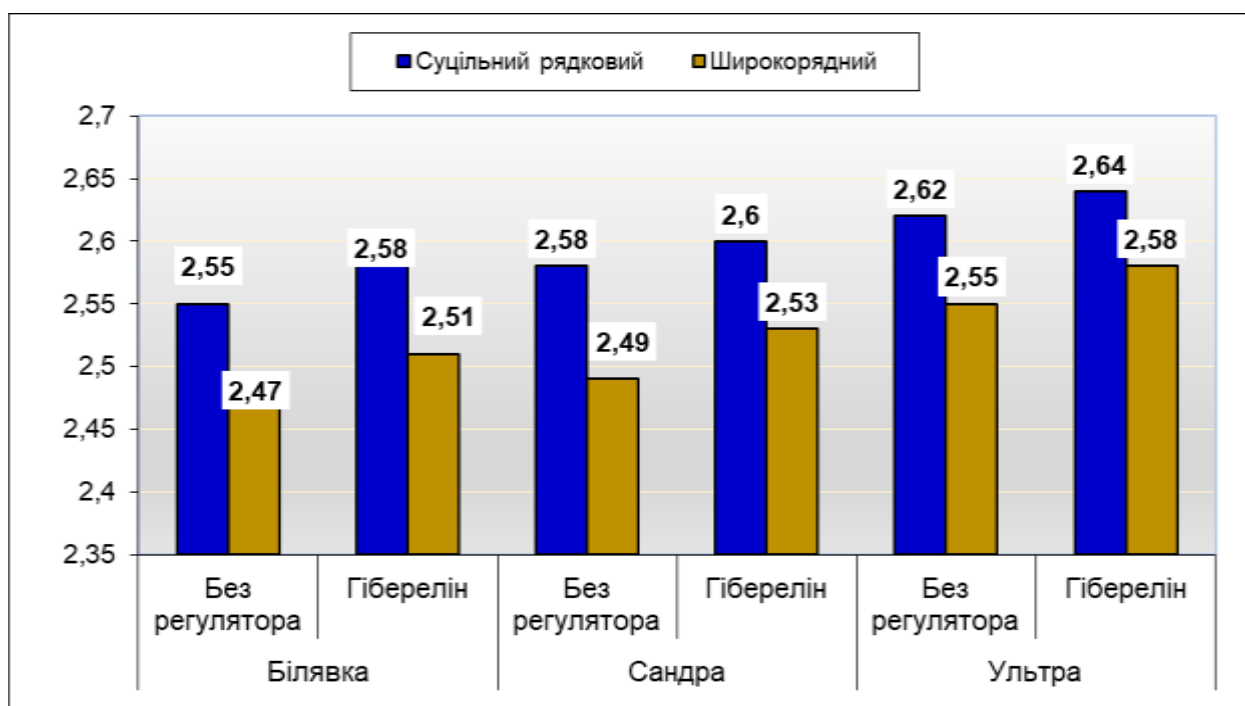


Рис.4.9. Урожайність сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)

Кращий варіант – суцільний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

Проведений тест Дункана показав істотну різницю за урожайністю між сортом сої Ультра та двома сортами: Білявка та Сандра, які розподілено за двома гомогенними групами (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Залежність урожайності зерна сої залежно від сорту за тестом Дункана (2023-2025 рр.)

Сорт (А)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи	
		I	II
Білявка	2,53		***
Сандра	2,55		***
Ультра	2,60	***	

При встановленні залежності урожайності зерна сої від способу сівби виявлено істотну різницю між варіантами, яка за усередненими даними склала 0,07 т/га. Показники урожайності розподілено за двома різними гомогенними групами (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Залежність урожайності зерна сої залежно від способу сівби за тестом Дункана (2023-2025 рр.)

Спосіб сівби (В)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи	
		I	II
Суцільний рядковий (15 см)	2,52		***
Ширококорядний (45 см)	2,59	***	

Щодо впливу регулятора росту гіберелін на урожайність сої, встановлено істотну різницю між контрольним варіантом (без стимулятора росту) та застосуванням Гібереліну, різниця становила 0,04 т/га (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Залежність урожайності зерна сої залежно від стимулятора росту за тестом Дункана (2023-2025 рр.)

Стимулятор росту (С)	Урожайність, т/га	Гомогенні групи	
		I	II
Без стимулятора (контроль)	2,53		***
Гіберелін	2,57	***	

Дія гібереліну полягає в стимуляції росту та розвитку рослин через подовження клітин і поділ, що призводить до швидшого росту пагонів, листя та плодів, значно підвищуючи врожайність та якість культур.

Основними складовими індивідуальної продуктивності рослини є кількість гілок, міжвузлів, бобів, насінин у бобі, вага насіння та маса 1000 насінин. Ці ознаки визначаються генетичною особливістю сорту, проте можуть змінюватися на 26–40% залежно від проведених агротехнічних заходів. Максимальна і стабільна врожайність формується завдяки компенсаційній дії цих складників.

4.3. Вміст білка та олії в зерні досліджуваних сортів сої залежно від фону живлення та норми висіву насіння

Зерно сої є важливою сировиною для виготовлення цілої низки харчових продуктів, оскільки воно збагачене білком, вітамінами і мікроелементами. Особливо широко застосовується соя як замітник м'яса та молочних продуктів. Крім цього, соя є важливою олійною культурою і також вважається світовим лідером за обсягами виробництва олії, що

використовується в харчовій та технічній промисловості, а також є цінним кормом для тварин (шрот, макуха).

Тому, виробники намагаються отримати не лише максимальний урожай, але й високу якість зерна сої.

Якісні показники зерна сої наведені в ДСТУ 4964:2008. Стандарт поширюється на насіння, яке використовується на продовольчі, кормові та технічні потреби, а також на експортування [230].

Хімічний склад зерна сої може варіювати залежно від агротехнічних чинників.

Г. Гадзовський, Н. Новицька в результаті отриманих експериментальних даних, встановили, що істотному підвищенню вмісту білка і жиру сприяє підживлення посівів у фазу бутонізації та на початку формування насіння хелатним мікродобривом «Квантум-Олійні» [231].

Н. Новицька, Джемесюк О. доводять, що інокуляція насіння «ХайКот Супер» + «ХайКот Супер Extender» дає додатковий приріст врожайності 2-4 ц/га [232].

Наші дослідження доводять, що при встановленні впливу фону живлення і норми висіву насіння на вміст білка в зерні досліджуваних сортів сої спостерігалась наступна тенденція: мінімальні показники були на варіанті без проведення інокуляції, у сорту Аратта значення становили в межах 37,0-37,9%, у сорту Софія – 37,2-38,1% (табл. 4.13).

При проведенні інокуляції та внесенні добрив показники підвищувались від 37,4 до 39,8%. Із збільшенням норми висіву насіння від 400 до 500 вміст білка збільшувався, а від 500 до 800 тис шт / га – знижувався.

Оптимальні показники у сорту сої Аратта 39,2% були за проведення Інокуляції +N₃₀P₄₀ за норми висіву насіння 600-700 тис. шт / га, у сорту Софія – 39,8% на цих самих варіантах дослідів. При більш загущених посівах, як і за мінімальної норми висіву відмічалось зниження вмісту білка.

Вміст білка та олії в зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння, т/га (середнє за 2020-2024 рр.)

Сорт (А)	Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Вміст білка, %	Вміст олії, %
Аратта (середньоранній)	без інокуляції	400	37,0	21,4
		500	37,2	21,5
		600 (К)	37,6	21,2
		700	37,8	20,7
		800	37,9	20,5
	інокуляція	400	37,4	21,6
		500	37,6	21,5
		600	39,0	21,1
		700	38,6	21,0
		800	38,5	21,0
	Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	38,8	21,7
		500	39,1	21,5
		600	39,2	21,3
		700	39,2	21,2
		800	39,0	21,0
	Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	38,6	21,6
		500	39,0	21,3
		600	38,9	21,0
		700	38,6	21,1
		800	38,5	21,1
Софія (середньостиглий)	без інокуляції	400	37,2	22,0
		500	37,4	22,2
		600 (К)	37,7	22,3
		700	38,0	22,0
		800	38,1	21,6
	інокуляція	400	38,8	22,2
		500	39,3	22,4
		600	39,2	22,7
		700	39,2	22,2
		800	39,0	21,8
	інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	39,0	22,6
		500	39,6	22,8
		600	39,8	22,4
		700	39,8	22,3
		800	39,3	21,9
	інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	38,8	22,5
		500	39,0	22,4
		600	39,3	22,2
		700	39,2	22,0
		800	39,0	21,5

Щодо вмісту олії в зерні сої, показник коливався у сорту Аратта – в межах 20,5-21,6%, у сорту Софія – 21,5-22,8%, тобто у сорту Софія показник коливався в широкому діапазоні, різниця між варіантами була більшою. Слід відмітити, що в цілому спостерігалась тенденція до меншого вмісту олії в зерні на варіантах зі збільшенням вмісту білка.

Отже, більший вміст олії був на варіантах з меншою нормою висіву і навпаки, проте на варіантах з проведенням інокуляції та внесення добрив вміст олії за усіх норм висіву був вищим, порівняно з варіантами без інокуляції.

Оптимальний показник вмісту олії у зерні сої сорту Аратта 21,7% був на варіантах проведення інокуляції+ $N_{30}P_{40}$ за норми висіву насіння 400 тис. шт / га, що перевищувало контроль на 0,05%.

Максимальний вміст олії в зерні сої сорту Софія 22,8% був на варіанті інокуляції+ $N_{30}P_{40}$ за норми висіву насіння 500 тис. шт / га.

4.4. Вміст білка та олії в зерні досліджуваних сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту

Аналізування хімічного складу зерна ранньостиглих сортів сої за впливу способу сівби і стимулятора росту показало тенденцію до збільшення показника при широкорядному способі сівби, показник знаходився в межах 35,9-39,8%, тоді як за суцільного рядкового способу сівби – 34,6-38,3% (рис.4.10).

Отже, вміст білка більший був за широкорядного способу сівби, проте при визначенні вмісту білка помічено іншу тенденцію, тобто більшими показниками характеризувались посіви суцільного рядкового способу сівби. Вміст олії за суцільного способу сівби знаходився в межах 19,3-22,3%, а за широкорядного – 19,0-21,8% (рис. 4.11).

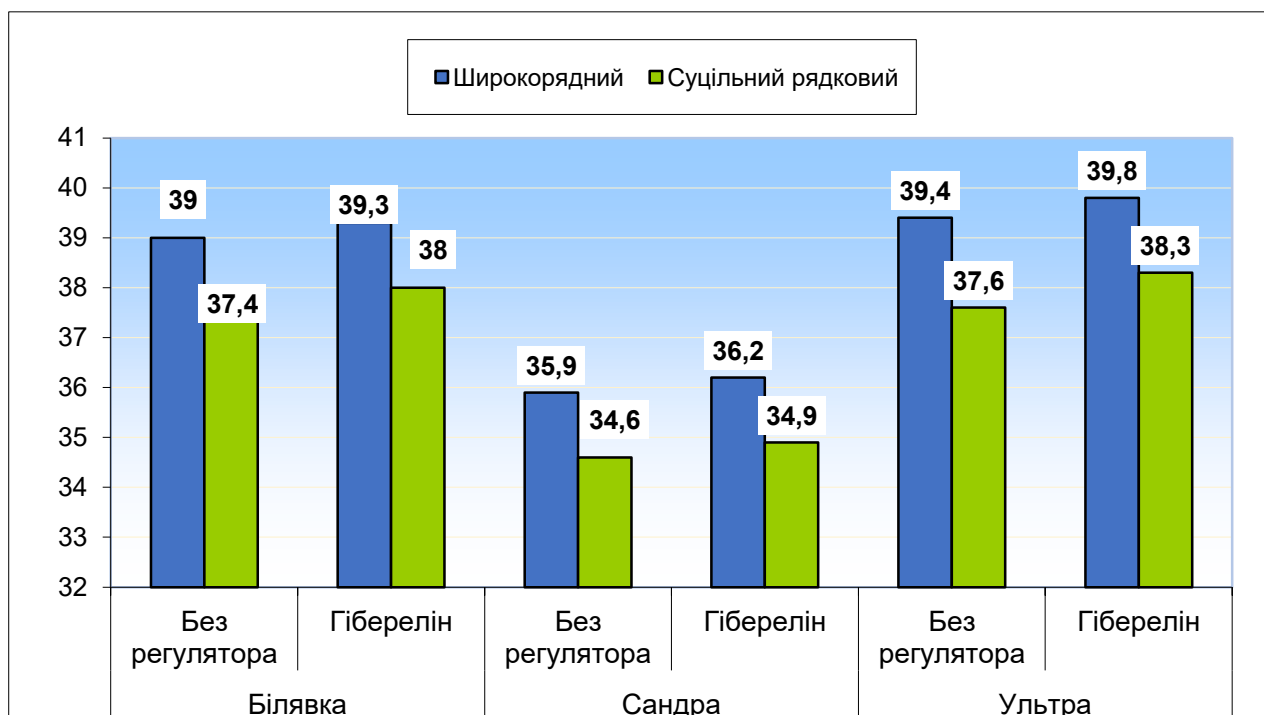


Рис. 4.10. Вміст білка в насінні сої залежно від сорту, способу сівби та застосування стимулятора росту, % (середнє за 2023-2025 рр.).

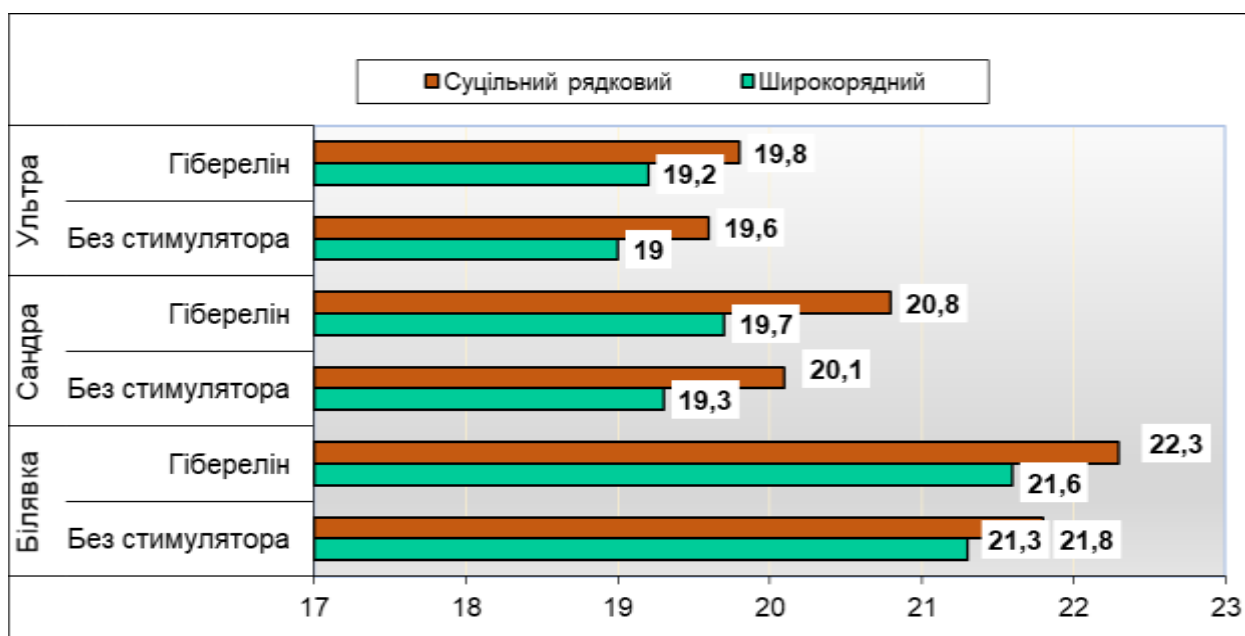


Рис. 4.11. Вміст олії в насінні сої залежно від сорту, способу сівби та застосування стимулятора росту, % (середнє за 2023-2025 рр.).

Оптимальний вміст олії 22,3% був у сорту сої Білявка за сівби суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін.

Опубліковані праці за матеріалами розділу [233-239].

Висновки до розділу 4:

1. У розрізі варіантів спостерігалась тенденція до підвищення урожайності за збільшення норми висіву насіння з 400 до 500-600 тис шт/га та зниження урожайності у більш загущених посівах (норми висіву 700 та 800 тис шт/га). Інокуляція насіння сприяла підвищенню урожайності у сорту Аратта на 0,17-0,36 т/га, а у сорту Софія – на 0,05-0,1 т/га за норми висіву відповідно 600 та 500 тис шт/га, проте за норм висіву 400, 700 та 800 тис шт/га відмічено в порівнянні до контролю (без інокуляції) нищу урожайність.

2. Оптимальну урожайність у сорту Аратта в середньому за роки досліджень забезпечила норма висіву насіння 600 тис шт/га, інокуляція насіння+ $N_{30}P_{40}$, показник становив 3,12 т/га. Для сорту сої Софія кращим виявився аналогічний фон живлення та норма висіву насіння 500 тис шт/га.

3. Проведений нами тест Дункана показав, що різниця за урожайністю зерна сої у досліді за фактором А (сорт) була істотна, оскільки значення розподілились за різними гомогенними групами. Фактор В (фон живлення) показав наступний розподіл за гомогенними групами: у першій групі був варіант без інокуляції, у другій групі – інокуляція без добрив та інокуляція+ $N_{60}P_{40}$, між якими різниця виявилась не істотна, у третій групі був контрольний варіант. Різниця в урожайності за фактором С (норма висіву насіння) була істотна між варіантами 400 та 800 тис. шт/га (знаходяться в одній гомогенній групі) та 500 і 700 тис. шт/га (знаходяться в одній гомогенній групі) та 700 тис. шт/га, тобто приріст більше 0,3 т/га вже був істотним.

4. Облік урожайності зерна сої залежно від впливу способу сівби і стимулятора росту показав, що найбільш урожайним був сорт сої Ультра з

урожайністю 2,55-2,64 т/га, дещо поступався йому, а саме – на 0,04-0,06 т/га сорт Сандра. Кращий варіант – суцільний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

5. Проведений тест Дункана показав істотну різницю за урожайністю між сортом сої Ультра та двома сортами: Білявка та Сандра, які розподілено за двома гомогенними групами. При встановленні залежності урожайності зерна сої від способу сівби виявлено істотну різницю між варіантами, яка за усередненими даними склала 0,07 т/га. Показники урожайності розподілено за двома різними гомогенними групами. Щодо впливу стимулятора росту Гіберелін на урожайність сої, встановлено істотну різницю між контрольним варіантом (без стимулятора росту) та застосуванням Гібереліну, різниця становила 0,04 т/га.

6. При встановленні впливу фону живлення і норми висіву насіння на вміст білка в зерні досліджуваних сортів сої спостерігалась наступна тенденція: при проведенні інокуляції та внесенні добрив показники підвищувались від 37,4 до 39,8%. Із збільшенням норми висіву насіння від 400 до 500 вміст білка збільшувався, а від 500 до 800 тис шт / га – знижувався. Оптимальні показники у сорту сої Аратта 39,2% були за проведення Інокуляції +N₃₀P₄₀ за норми висіву насіння 600-700 тис. шт / га, у сорту Софія – 39,8% на цих самих варіантах дослідіду.

7. Щодо вмісту олії в зерні сої, показник коливався у сорту Аратта – в межах 20,5-21,6%, у сорту Софія – 21,5-22,8%, тобто у сорту Софія показник коливався в широкому діапазоні, різниця між варіантами була більшою. Слід відмітити, що в цілому спостерігалась тенденція до меншого вмісту олії в зерні на варіантах зі збільшенням вмісту білка. Оптимальний показник вмісту олії у зерні сої сорту Аратта 21,7% був на варіантах проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ за норми висіву насіння 400 тис. шт / га, що перевищувало контроль на 0,05%.

8. Аналізування хімічного складу зерна ранньостиглих сортів сої за впливу способу сівби і стимулятора росту показало тенденцію до збільшення

вмісту білка при широкорядному способі сівби, показник знаходився в межах 35,9-39,8%, тоді як за суцільного рядкового способу сівби – 34,6-38,3%. Оптимальний вміст олії 22,3% був у сорту сої Білявка за сівби суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін.

Опубліковані праці за розділом 4:

233. Івасик М.В. Взаємозв'язок між нормою висіву, застосуванням регуляторів росту і урожайністю сої у Лісостепу Західному. *Таврійський науковий вісник*. №137. 2024. С.104-109. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.13>

234. Федорук І.В., Хмелянчишин Ю.В., Івасик М.В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Аграрні інновації*. 2024. №27 с. 129-132 DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.27.1>

235. Івасик М.В., Хоміна В.Я. Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 4 (49). С.63-67. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.9>

236. Івасик М.В. Аспекти вибору протруйника для передпосівної обробки насіння сої. *Матеріали IV Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві»* (10 травня 2021 р.) 2021. м. Кам'янець-Подільський. С.58-59.

237. Івасик М.В. Вплив регуляторів росту на урожайність зерна сої. *The 5th International scientific and practical conference «Scientific research in the modern world»* (March 9-11, 2023) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023 С.11-15.

238. Бахмат М.І., Івасик М.В. Інокуляція – незамінна умова підвищення врожайності сої. *III Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення»* Поліський національний університет (09 червня 2023 року) м. Житомир С.65-67.

239. Хоміна В., Івасик М., Кобуєнко Ю. Оптимізація комплексу технологічних факторів при вирощуванні сої в умовах Західного Лісостепу. Міжнародна науково-практична інтернет конференція *«Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції»* (20-21 листопада 2025 року). 2025. м. Кам'янець-Подільський. С.235-238.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖН ВІД КОМПЛЕКСУ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ

5.1. Економічна ефективність

Розрахунки економічної ефективності показали істотну різницю за досліджуваними факторами. Вартість валової продукції коливалась в межах 41310-53040 грн / га (табл. 5.1).

Реалізаційна ціна зерна склала 17000 грн / т. Максимальний показник був у сорту Аратта на варіанті проведення інокуляції насіння + N₃₀P₄₀, на якому врожайність склала 3,12 т/га.

Витрати на вирощування урожаю включали витрати на всі технологічні операції, в т.ч. вартість насіння, яка залежно від норм висіву насіння різнилась між варіантами на 420-1680 грн / га. Враховувались також витрати на проведення інокуляції та внесення добрив. Витрати на проведення інокуляції склали 220 грн, а на удобрення – 650 грн /га.

Умовно чистий прибуток вирощування культури, в даному випадку сої – це різниця між вартістю отриманої валової продукції (врожаю) та прямими виробничими витратами на її вирощування. Цей показник оцінює ефективність досліджуваних агротехнічних заходів, не враховуючи загальні адміністративні та постійні витрати.

У розрізі варіантів умовно чистий прибуток коливався від 15890 до 29830 грн / га. Слід аргументувати, що при вирощуванні сорту Аратта отримано вищий прибуток, різниця порівняно із сортом Софія були в межах 1940-2720 грн / га. Оптимальний умовно чистий прибуток при вирощуванні сорту Аратта 29830 грн / га отримали на варіанті проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ та сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння (середнє за 2020-2024 рр.)

Фон живлення (В)	Норма висіву насіння, тис шт/га (С)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Витрати на вирощування, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Півень рентабельності, %
Сорт Аратта (А)						
без інокуляції	400	2,57	43690	21500	22190	103
	500	2,62	44540	21920	22620	103
	600 (К)	2,66	45220	22340	22880	102
	700	2,64	44880	22760	22120	97
	800	2,58	43860	23180	20680	89
інокуляція	400	2,83	48110	21720	26390	121
	500	2,85	48450	22140	26310	118
	600	3,02	51340	22560	28780	127
	700	2,91	49470	22980	26490	115
	800	2,80	47600	23400	24200	103
Інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,91	49470	22370	27100	121
	500	2,97	50490	22790	27700	122
	600	3,12	53040	23210	29830	129
	700	3,05	51850	23630	28220	119
	800	3,01	51170	24050	27120	113
Інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,82	47940	22720	25220	111
	500	2,84	48280	23140	25140	107
	600	3,03	51510	23560	27950	118
	700	2,89	49130	23980	25150	105
	800	2,75	46750	24400	22350	92
Сорт Софія (А)						
без інокуляції	400	2,43	41310	21500	19810	92
	500	2,57	43690	21920	21770	99
	600 (К)	2,52	42840	22340	20500	92
	700	2,47	41990	22760	19230	84
	800	2,45	41650	23180	18470	80
інокуляція	400	2,46	41820	21720	20100	93
	500	2,63	44710	22140	22570	102
	600	2,57	43690	22560	21130	94
	700	2,51	42670	22980	19690	86
	800	2,48	42160	23400	18760	80
інокуляція + N ₃₀ P ₄₀	400	2,77	47090	22370	24720	111
	500	3,05	51850	22790	29060	128
	600	2,96	50320	23210	27110	117
	700	2,85	48450	23630	24820	105
	800	2,79	47430	24050	23380	97
інокуляція + N ₆₀ P ₄₀	400	2,44	41480	22720	18760	83
	500	2,61	44370	23140	21230	92
	600	2,55	43350	23560	19790	84
	700	2,49	42330	23980	18350	77
	800	2,37	40290	24400	15890	65

Максимальний умовно чистий прибуток при вирощуванні сорту Софія був за цього ж фону живлення та сівби нормою висіву насіння 500 тис шт / га.

Вирішальним показником економічної ефективності є рівень рентабельності, що визначається у відсотках. Розрахунки показали, що рівень рентабельності при вирощуванні двох досліджуваних сортів сої залежно від норми висіву насіння, інокуляції та внесення азотно-фосфорних добрив знаходився в межах 65-129%. При вирощуванні сорту Аратта рівень рентабельності був в межах 89-129%, сорту Софія – 65-128%. Вищим рівнем рентабельності обох досліджуваних сортів характеризувались варіанти проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ за усіх норм висіву насіння.

Оптимальний рівень рентабельності отримано у сорту Аратта за сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 129%, а також у сорту Софія за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 128%, перевищення контролів на цих варіантах склало відповідно: 27 та 29%.

Розрахунки економічної ефективності вирощування ранніх сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту Гіберелін показали, що вартість валової продукції коливалась в межах 41990-44880 грн / га (табл. 5.2).

Щодо впливу способу сівби, для усіх досліджуваних сортів сої кращі результати забезпечив суцільний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см. Максимальний показник 44880 грн / га отримано при вирощуванні сорту сої Ультра суцільним рядковим способом із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

Виробничі витрати у досліді знаходились в межах 21600-22316 грн / га. Витрати за сівби сої широкорядним способом включали вартість міжрядних обробітків.

Мінімальний умовно чистий прибуток був на варіанті з найменшою урожайністю 2,47 т / га у сорту Білявка за сівби широкорядним способом без

застосування стимулятора росту. Оптимальний прибуток 23164 грн / га був за вирощування ультра раннього сорту Ультра суцільним рядковим способом із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність вирощування сої залежно від сорту, способу сівби а стимулятора росту (середнє за 2023-2025 рр.)

Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Витрати на вирощування, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Півець рентабельності, %
сорт Білявка (А)						
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	2,55	43350	21600	21750	101
	Гіберелін	2,58	43860	21716	22144	102
Широко рядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	2,47	41990	22200	19790	89
	Гіберелін	2,51	42670	22316	20354	91
сорт Сандра (А)						
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	2,58	43860	21600	22260	103
	Гіберелін	2,6	44200	21716	22484	104
Широко рядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	2,49	42330	22200	20130	91
	Гіберелін	2,53	43010	22316	20694	93
сорт Ультра (А)						
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	2,62	44540	21600	22940	106
	Гіберелін	2,64	44880	21716	23164	107
Широко рядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	2,55	43350	22200	21150	95
	Гіберелін	2,58	43860	22316	21544	97

Рівень рентабельності у досліді 2 залежно від досліджуваних факторів був у межах 89-107 %. За суцільного рядкового способу сівби на усіх трьох сортах рівень рентабельності був вищим на 10-12%, порівняно із широкорядним способом.

Таким чином, найбільш економічно доцільним було вирощування сортів сої Сандра та Ультра за сівби суцільним рядковим способом (15 см) та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін, показник становив відповідно: 104 та 107 %.

5.2. Енергетична оцінка

Виробничі витрати у сільськогосподарському виробництві можливо точно визначити в енергетичних еквівалентах і це дасть змогу матеріально-технічні засоби та працю звести до одного показника – Ккал або Дж., МДж і з його допомогою визначити вагу кожного елемента у формуванні урожаю тієї чи іншої культури.

Для того, щоб вирощування будь-якої культури, в т.ч. і сої мало енергоощадний характер, слід чітко дотримуватись виконання всіх технологічних операцій з вирощування культури, кожену операцію робити максимально якісно та у чітко визначені строки.

Розрахунки енергетичної ефективності вирощування сортів сої залежно від фону живлення і норми висіву насіння показали тенденцію до збільшення виходу валової енергії за проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, на цих варіантах показник у розрізі сортів становив: у сорту Аратта – 34,9-37,4 ГДж/га, у сорту Софія – 32,8-36,6 МДж/га (табл. 5.3).

Оптимальні значення були у сорту Аратта – за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, а у сорту Софія – нормою висіву насіння 600 тис. шт / га.

Таблиця 5.3

Енергетична оцінка вирощування сортів сої залежно від фону живлення і норми висіву насіння (середнє за 2020-2024 рр.)

Фон живлення (B)	Норма висіву насіння (C)	Урожайність, т/га	Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	Вихід валової енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
сорт Аратта (A)					
Без інокуляції	400	2,57	7,8	30,8	3,94
	500	2,62	7,8	31,4	4,02
	600 (K)	2,66	7,9	31,9	4,03
	700	2,64	7,9	31,7	4,01
	800	2,58	8,0	30,9	3,87
Інокуляція	400	2,83	7,9	33,9	4,29
	500	2,85	7,9	34,2	4,32
	600	3,02	8,0	36,2	4,52
	700	2,91	8,0	34,9	4,36
	800	2,80	8,1	33,6	4,14
Інокуляція+ N ₃₀ P ₄₀	400	2,91	8,0	34,9	4,36
	500	2,97	8,0	35,6	4,46
	600	3,12	8,1	37,4	4,62
	700	3,05	8,1	36,6	4,52
	800	3,01	8,2	36,1	4,40
Інокуляція+ N ₆₀ P ₄₀	400	2,82	8,0	33,8	4,22
	500	2,84	8,0	34,1	4,26
	600	3,03	8,1	36,3	4,48
	700	2,89	8,1	34,7	4,28
	800	2,75	8,2	33,0	4,02
сорт Софія (A)					
Без інокуляції	400	2,43	7,8	29,1	3,73
	500	2,57	7,8	30,8	3,95
	600 (K)	2,52	7,9	30,2	3,82
	700	2,47	7,9	29,6	3,75
	800	2,45	8,0	29,4	3,67
Інокуляція	400	2,46	7,9	29,5	3,73
	500	2,63	7,9	31,5	3,99
	600	2,57	8,0	30,8	3,85
	700	2,51	8,0	30,1	3,76
	800	2,48	8,1	29,7	3,67
Інокуляція+ N ₃₀ P ₄₀	400	2,77	8,0	32,8	4,11
	500	3,05	8,0	36,6	4,57
	600	2,96	8,1	35,5	4,38
	700	2,85	8,1	34,2	4,22
	800	2,79	8,2	33,4	4,07
Інокуляція+ N ₆₀ P ₄₀	400	2,44	8,0	29,3	3,66
	500	2,61	8,0	31,3	3,91
	600	2,55	8,1	30,6	3,77
	700	2,49	8,1	29,9	3,69
	800	2,37	8,2	38,4	3,46

Коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Софія знаходився в межах 3,46-4,57, а у сорту Аратта – 3,87-4,62, тобто за вирощування сорту Аратта енергетичний коефіцієнт був більшим на 0,05-0,41.

Найвищим коефіцієнтом енергетичної ефективності 4,62 характеризувався сорт Аратта за фону живлення Інокуляція+ N₃₀P₄₀ та сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, що перевищувало контрольний варіант на 0,59. У сорту Софія максимальний показник 4,57 був за такого ж фону живлення за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, тобто з перевищенням контролю на 0,75.

Розрахунки енергетичної ефективності вирощування сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту показали, що витрати на вирощування дещо різнились, вони знаходились в межах 7,8-8,1 ГДж / га (табл. 5.4).

Вихід валової енергії залежав від урожайності сої під впливом досліджуваних факторів. За суцільного рядкового способу сівби вихід валової енергії знаходився в межах 30,6-31,7 ГДж / га, що перевищувало варіанти широкорядного способу сівби на 0,8-1,0 ГДж / га. Застосування стимулятора росту сприяло незначному підвищенню виходу валової енергії на 0,3-0,6 ГДж / га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності у варіантах дослідження знаходився в межах 3,70-4,02. За суцільного рядкового способу сівби відмічено тенденцію до збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності порівняно із широкорядним способом.

Енергетична оцінка вирощування сортів сої залежно від способу сівби і застосування стимулятора росту (середнє за 2023-2025 рр.)

Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Урожайність, т/га	Витрати енергії на вирощування, ГДж/га	Вихід валової енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
сорт Білявка (А)					
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (К)	2,55	7,8	30,6	3,92
	Гіберелін	2,58	7,9	31,0	3,92
Широкорядний (45 см)	Без стимулятора (К)	2,47	8,0	29,6	3,70
	Гіберелін	2,51	8,1	30,1	3,72
сорт Сандра (А)					
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (К)	2,58	7,8	30,9	3,95
	Гіберелін	2,60	7,9	31,2	3,95
Широкорядний (45 см)	Без стимулятора (К)	2,49	8,0	29,8	3,72
	Гіберелін	2,53	8,1	30,4	3,74
сорт Ультра (А)					
Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (К)	2,62	7,8	31,4	4,02
	Гіберелін	2,64	7,9	31,7	4,02
Широкорядний (45 см)	Без стимулятора (К)	2,55	8,0	30,6	3,82
	Гіберелін	2,58	8,1	30,9	3,82

Оптимальний коефіцієнт енергетичної ефективності був у сорту Ультра за сівби суцільним рядковим способом, показник склав 4,02.

Висновки до розділу 5:

1. Розрахунки економічної ефективності показали, що оптимальний рівень рентабельності отримано у сорту Аратта за сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 129%, а також у сорту Софія за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 128%, перевищення контролів на цих варіантах склало відповідно: 27 та 29%.

2. Розрахунки економічної ефективності вирощування ранніх сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту Гіберелін показали, що вартість валової продукції коливалась в межах 41990-44880 грн / га. Найбільш економічно доцільним було вирощування сортів сої Сандра та Ультра за сівби суцільним рядковим способом (15 см) та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін, показник становив відповідно: 104 та 107 %.

3. Найвищим коефіцієнтом енергетичної ефективності 4,62 характеризувався сорт Аратта за фону живлення Інокуляція+ N₃₀P₄₀ та сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, що перевищувало контрольний варіант на 0,59. У сорту Софія максимальний показник 4,57 був за такого ж фону живлення за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, тобто з перевищенням контролю на 0,75.

4. Розрахунки енергетичної ефективності вирощування сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту показали, що коефіцієнт енергетичної ефективності у варіантах дослідження знаходився в межах 3,70-4,02. За суцільного рядкового способу сівби відмічено тенденцію до збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності порівняно із широкорядним способом.

ВИСНОВКИ

Проведені наукові дослідження з узагальнення теоретичних положень та практичних рекомендацій щодо особливостей формування продуктивності сортів сої залежно від їх біологічного потенціалу, фону живлення, норми висіву насіння, способу сівби та застосування стимулятора росту Гіберелін в умовах Лісостепу західного дозволили зробити основні висновки:

1. Упродовж вегетаційного періоду сої в 2020-2025 роках погодні умови загалом відповідали біологічним потребам культури, що забезпечило нормальний ріст і розвиток рослин, формування високої урожайності та належних показників якості зерна. Окремі коливання температурного режиму й кількості опадів не мали істотного впливу на рівень урожайності. Наявність років із різними погодними умовами дала змогу глибше оцінити дію досліджуваних факторів.

2. Аналіз структури рослин сої показав, що оптимальні біометричні показники: висота рослин (111 см), висота прикріплення нижніх бобів (13,8 см), кількість бобів на рослині (29,6 шт), маса 1000 зерен (165 г) були у сорту сої Аратта за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт/га та проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀.

3. Щодо впливу способів сівби і стимулятора росту, у всіх досліджуваних сортів, найкраще реагували на ширину міжрядь сорти сої Ультра та Білявка з оптимальним показником висоти прикріплення нижнього бобу – 15,9 см на варіанті суцільного рядкового способу сівби із застосуванням стимулятора росту рослин Гіберелін.

4. Між висотою рослин та висотою прикріплення нижнього бобу існує сильна кореляційна залежність, коефіцієнт кореляції $r=0,99$, від фону живлення залежала кількість бобів на рослині, кількість бобів на рослині корелювала із висотою прикріплення нижнього бобу, між переліченими показниками коефіцієнт кореляції був $r=0,65-0,98$.

5. На формування площі листкового апарату мали вплив сорт, фон живлення та норма висіву насіння. Максимальною площею листкового апарату характеризувались варіанти сорту Аратта при проведенні інокуляції насіння+ N₃₀P₄₀ з показниками від 48,4 до 50,1 тис. м² / га, з перевищенням контролю на 4,0-5,6 тис. м² / га. Кращою нормою висіву, яка забезпечила формування максимального листкового апарату для сорту Аратта була 600 тис. шт / га. У сорту Софія спостерігалась аналогічна тенденція підвищення площі листків з гектара за фактором В – фон живлення, проте оптимальний показник 43,4 тис. м² / га забезпечила норма висіву насіння 500 тис. шт / га.

6. Фотосинтетичний потенціал залежав від досліджуваних чинників. Найвищими значення характеризувався фон живлення – інокуляція +N₃₀P₄₀ з показниками 3,05-3,5 млн м² днів / га. Щодо норм висіву насіння, оптимальний ФП забезпечила норма 500 тис. нас / га. Саме така норма забезпечила необхідну густоту посіву, яка є ключовою для оптимізації цього показника.

7. При встановленні впливу способу сівби і стимулятора росту Гіберелін на площу листків різних сортів сої та формування фотосинтетичного потенціалу посівів, встановлено, що оптимальна площа листків 36,7 тис. м²/га була у сорту Ультра за суцільного рядкового способу сівби із застосуванням стимулятора росту Гіберелін. Найвищим фотосинтетичним потенціалом 2,06-2,26 млн м² діб / га характеризувався сорт Ультра. Стимулятор росту Гіберелін забезпечив підвищення фотосинтетичного потенціалу на 0,02-0,17 млн м² днів / га.

8. У розрізі варіантів спостерігалась тенденція до підвищення урожайності за збільшення норми висіву насіння з 400 до 500-600 тис шт/га та зниження урожайності у більш загущених посівах (норми висіву 700 та 800 тис шт/га). Інокуляція насіння сприяла підвищенню урожайності у сорту Аратта на 0,17-0,36 т/га, а у сорту Софія – на 0,05-0,1 т/га за норми висіву відповідно 600 та 500 тис шт/га, проте за норм висіву 400, 700 та 800 тис шт/га відмічено порівняно з контрольним варіантом (без інокуляції) нищу

урожайність. Оптимальну урожайність у сорту Аратта забезпечила норма висіву насіння 600 тис шт/га, інокуляція насіння+ N₃₀P₄₀, показник становив 3,12 т/га. Для сорту сої Софія кращим виявився аналогічний фон живлення та норма висіву насіння 500 тис шт/га.

9. Проведений нами тест Дункана показав, що різниця за урожайністю зерна сої у досліді за фактором А (сорт) була істотна, оскільки значення розподілились за різними гомогенними групами. Фактор В (фон живлення) показав наступний розподіл за гомогенними групами: у першій групі був варіант без інокуляції з середньою урожайністю 2,95 т/га, у другій групі – інокуляція без добрив та інокуляція+N₆₀P₄₀ із показниками відповідно: 2,7 та 2,68 т/га, між якими різниця виявилась не істотна, у третій групі був контрольний варіант. Різниця в урожайності за фактором С (норма висіву насіння) була істотна між варіантами 400 та 800 тис. шт/га (знаходяться в одній гомогенній групі) та 500 і 700 тис. шт/га (знаходяться в одній гомогенній групі) та 700 тис. шт/га, тобто приріст більше 0,3 т/га вже був істотним.

10. Облік урожайності зерна сої залежно від впливу способу сівби і стимулятора росту Гіберелін показав, що найбільш урожайним був сорт сої Ультра з урожайністю 2,55-2,64 т/га, дещо поступався йому, а саме – на 0,04-0,06 т/га сорт Сандра. Кращий варіант – суцільний рядковий спосіб сівби з шириною міжрядь 15 см та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін.

11. Проведений тест Дункана показав істотну різницю за урожайністю між сортом сої Ультра та двома сортами: Білявка та Сандра, які розподілено за двома гомогенними групами. При встановленні залежності урожайності зерна сої від способу сівби виявлено істотну різницю між варіантами. Щодо впливу стимулятора росту Гіберелін на урожайність сої, встановлено істотну різницю між контрольним варіантом (без стимулятора росту) та застосуванням Гібереліну, різниця становила 0,04 т/га.

12. При встановленні впливу фону живлення і норми висіву насіння на вміст білка в зерні досліджуваних сортів сої спостерігалась наступна

тенденція: при проведенні інокуляції та внесенні добрив показники підвищувались від 37,4 до 39,8%. Із збільшенням норми висіву насіння від 400 до 500 вміст білка збільшувався, а від 500 до 800 тис шт / га – знижувався. Оптимальні показники у сорту сої Аратта 39,2% були за проведення Інокуляції +N₃₀P₄₀ за норми висіву насіння 600-700 тис. шт / га, у сорту Софія – 39,8% на цих самих варіантах досліду.

13. Щодо вмісту олії в зерні сої, показник коливався у сорту Аратта – в межах 20,5-21,6%, у сорту Софія – 21,5-22,8%. В цілому спостерігалась тенденція до меншого вмісту олії в зерні на варіантах зі збільшенням вмісту білка. Оптимальний показник вмісту олії у зерні сої сорту Аратта 21,7% був на варіантах проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀ за норми висіву насіння 400 тис. шт / га, що перевищувало контроль на 0,05%.

14. Аналізування хімічного складу зерна ранніх сортів сої за впливу способу сівби і стимулятора росту показало тенденцію до збільшення вмісту білка при широкорядному способі сівби, показник знаходився в межах 35,9-39,8%, тоді як за суцільного рядкового способу сівби – 34,6-38,3%. Оптимальний вміст олії 22,3% був у сорту сої Білявка за сівби суцільним рядковим способом (на 15 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін.

15. Розрахунки економічної ефективності показали, що оптимальний рівень рентабельності отримано у сорту Аратта за сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 129%, а також у сорту Софія за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, проведення інокуляції+ N₃₀P₄₀, показник склав 128%, перевищення контролів на цих варіантах склало відповідно: 27 та 29%.

16. Розрахунки економічної ефективності вирощування ранніх сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту Гіберелін показали, що найбільш економічно доцільним було вирощування сортів сої Сандра та Ультра за сівби суцільним рядковим способом (15 см) та із застосуванням стимулятора росту Гіберелін, показник становив відповідно: 104 та 107 %.

17. Найвищим коефіцієнтом енергетичної ефективності 4,62 характеризувався сорт Аратта за фону живлення Інокуляція+ N₃₀P₄₀ та сівби нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, що перевищувало контрольний варіант на 0,59. У сорту Софія максимальний показник 4,57 був за такого ж фону живлення за сівби нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, тобто з перевищенням контролю на 0,75.

18. Розрахунки енергетичної ефективності вирощування сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту показали, що коефіцієнт енергетичної ефективності знаходився в межах 3,70-4,02. За суцільного рядкового способу сівби відмічено тенденцію до збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності порівняно із широкорядним способом.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі отриманих результатів досліджень, їх економічного і енергетичного обґрунтування та з метою підвищення урожайності зерна сої агроформуванням Лісостепу Західного рекомендуємо:

1). Сівбу ранньостиглого сорту сої Аратта проводити з нормою висіву насіння 600 тис. шт / га, середньостиглого сорту Софія – з нормою висіву насіння 500 тис. шт / га, проводити інокуляцію насіння та внесення $N_{30} P_{40}$, що забезпечує урожайність зерна на рівні 3,05-3,12 т/га.

2). Серед ранньостиглих сортів сої надавати перевагу ультраранньому сорту Ультра, сівбу проводити суцільним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см та проводити обприскування посіву стимулятором росту Гіберелін у фазу розвитку 2–3 трійчастих листків сої.

Список використаних літературних джерел

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові ресурси рослинного білка. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 96. С. 215–222.
2. Рекомендації з технологічного процесу виробництва сої на богарних землях / за ред. А. В. Пилипенка, В. Н. Тимченка, М. Б. Піскового, В. А. 72 Сонця. Глобине: Науково-дослідний інститут сої, 2014. 3 с
3. Черенков А. В. Сортова реакція сої різних груп стиглості на способи сівби і норми висіву прирізних погодних умовах. *Зб. наук. праць Вінницького ДАУ*. 2004. Вип. 52. С. 114-116.
4. Соя. Технологічні аспекти вирощування на насіння /В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. І. Колісник [та ін.]. *Насінництво*. 2008. № 6 (66). С. 5-9.
5. Григорчук Н. Ф., Шугурова Н. О. Створення врожайних сортів сої з високою олійністю зерна та стійкістю до ураження збудниками хвороб. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 20. С.101-106.
6. Андрієць Д.В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. К., 2013. 20 с.
7. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 12–27.
8. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56
9. Як вибрати насіння сої? <https://kurkul.com/spetsproekty/779-yak-vibrati-nasinnya-soyi>
10. Рябуха С.С., Чернищенко П.В., Серікова Л.Г., Непочатова Н.І. Перспективні напрями селекції сої у східній частині Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2011. Випуск 99. С.123-129.

11. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2024 році. 2024. 324 с
12. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні в 2025 році. 2025. 420 с
13. Петриченко В. Ф. Агроекологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України. *Зб. наук. праць Вінницького ДАУ*. 2002. Вип. 11. –С. 3-7.
14. Гунтянський Р.А. Конкуентоспроможність сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду у відношенні до бур'янів. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 266–272.
15. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В. Сортові ресурси сої в Україні. Вінниця. ТОВ «ТВОРИ», 2023. 220 с. (6,31 друк. арк.).
16. 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 / ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. I. С. 9-16.
17. Бахмат О. М., Федорук І. В. Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. Актуальні питання 185 сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : *зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф.*, 15-16 черв. 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 59-62
18. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія = Agrobiology* : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. № 2 (161). С. 178-184.
19. Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в Правобережному Лісостепу України. *Міжнародна науково-практична конференція «Використання інноваційних технологій в агрономії»*, 3-4 червня 2020 р., Вінниця, ВНАУ. С. 1-2.

20. Бабич А.О., Іванюк С.В., Коханюк Н.В. Ідентифікація рослин за вегетативними ознаками в селекції сої. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 3–7.

21. Січкач В. І., Коруняк О. П. Біохімічний склад насіння деяких сортів сої. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Сільськогосподарські науки. Полтава, 2005. Т. 4 (23). С. 11–15.

22. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 91–95.

23. Бабич А. О., Колісник С. І., Іванюк С. В., Білявська Л. Г. та ін. Продуктивний потенціал сортів сої для регіонів України. *Пропозиція*, 2000. № 11. С. 33–35.

24. Дудка А.А., Романько Ю.О. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північносхідного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С.77-83.

25. Дудкіна А. П., Бондарєва О. Б. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої в умовах південно-східного Степу України. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 133–143.

26. 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.

27. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *PLANT AND SOIL SCIENCE*. 2020. Vol. 11, № 1. С. 14–22.

28. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти*. 2019. № 1 (74). С. 33–39.

29. Стоцька С.В., Коткова Т.М., Клименко Т.В., Панчишин В.З. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С.132-138.
30. Al-Assily K. A., Mohamed K. A. Soil moisture deficit effect on some soybean genotypes production in Upper Egypt. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*. 2002. Vol. 10. P. 153–163
31. Genotypic variation for three physiological traits effecting drought tolerance in soybean / Hufstetler E. V., Woerma H. R., Carter T. E., Earl H. J. *Crop Science*. 2007. Vol. 47. P. 25–35.
32. Міхєєв В. Г. Урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від по- годних умов року та різних норм висіву в східній частині Лісостепу України. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської обл.* 2013. Вип. 14. С. 95–100.
33. Bhatia V. S., Ramesh A. Matching soybean (*Glycine max*) phenology for opti- mum yield under rainfed production system of central India. *Developing a Global Soy Blueprint for a Safe Secure and Sustainable Supply : Abstracts for oral presentations and posters of the World Soybean Research Conference VIII (Beijing, China, August 10–15, 2009)*. Beijing, China : Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2009. P. 26.
34. Ревтьо О.Я., Золін О.О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату (оглядова). 2023. *Таврійський науковий вісник*. № 133. С.105-112.
35. Рибальченко А.М. Особливості формування сортових ресурсів та урожай- ності сої в Україні. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 18–25.
36. Турак О.Ю., Козло М.Ю. Вплив строків посіву на продуктивність ранніх сортів сої в умовах Івано-Франківської області. *Український журнал природничих наук*. 2024. №7. С.182-189.
37. Любич В.В., Войтовська В.І. Третьякова С.О. Климович Н.М. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. №2. С.32-37.

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.
39. Волкогон В.В., Дімова С.Б., Волкогон К.І., Бурулько В.О., Бердніков О.М. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25-28.
40. Патица Т.І., Кандибін М.В., Тихонович І.А., Патица В.П. Використання ентомопатогенних бактерій групи *Bacillus thuringiensis* у фітозахисті від комах-шкідників. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 11. С.26-29.
41. Крутило Д.В., Надкернична О.В., Колісник С.І., Балан М.О. Штам *Bradyrhizobium japonicum* 46 як основа ефективних препаратів для сої. *Вісник аграрної науки*. 2010. №12. С.20-22.
42. Шестобаєва О.В., Вусатий Р.О., Матвєєва О.Ю., Білявська Л.Г. Сортова чутливість сої до бактеризації за різних погодних умов. *Агроекологічний журнал*. 2010. № 3. С.68-74.
43. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазер П.Н., Вергунова І.Н. Агробіологічні особливості вирощування сої в Україні. Київ : Аграрна наука, 2006. 456 с.
44. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив гідротермічних умов на прояв основних господарсько цінних ознак сої в Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 12. С. 15-17.
45. Забарна Т., Пелех Л. Продуктивність сортів сої залежно від впливу ґрунтово-кліматичних умов правобережного Лісостепу України. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 39. Vol.1. Р.6-11.
46. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 432 с.
47. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. №3. С 24- 27.
48. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та

шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 276 с.

49. Гуртовий Ю.А. Основи екологічного зрівноваженої інтенсифікації технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С.189-194.

50. Дерев'янський В.П. Агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сої: Монографія. Хмельницький: Хмельницький ЦНП, 2011. 438 с.

51. Бабич А.О., Бабич А.А. Селекція і зональне розміщення сої в Україні. *Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення*. 2010. Вип.15 (55). С. 25-32.

52. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. К: Аграрна наука, 1996. 570 с.

53. Баранов А. І., Ступніцька О.С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2014. Вип. 7. С.118-121.

54. Адамень Ф.Ф., Турін Є.М. Взаємодія сортів сої зі штамми бульбочкових бактерій / Бюл. Інституту зернового господарства. 2005. № 23–24. С. 103-106.

55. Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.Я., Панасюк О.Я., Венедіктов О.М., Балан М.О. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113-121

56. Лещенко А.К., Бабич А.О. Соя. К.: Урожай, 1997. 104 с.

57. Бабич А.О. Соя: агроекологічні основи вирощування, переробки і використання: навч. Посібник. Кам'янець-Подільський, 2013. С. 5-18.

58. Патика В.П. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. В.П. Патика, В.Ф. Петриченко. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця: 2004. Вип. 53. С. 3-11.

59. Jimenes J., Casadesus J. An altruistic model of Rhizobium-legume association. *J.Hered.* 1989. 80. P. 335-337.

60. Werner D. Physiology of nitrogen-fixing legume nodules: compartments and functions. *Biological Nitrogen Fixation*. New York; London: Acad. Press, 1992. P. 399-431.

61. Маліченко С.М. Фізіологічні та функціональні особливості при формуванні азотфіксуючого симбіозу бобових рослин. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. К.: Логос, 2001. С.5-23.

62. Головатюк Е.О. Ситар О.В., Таран Н.Ю., Новицька Н.В., Каленська С.М. Ефективність Ризогуміну при вирощуванні сої. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 1. С.25-29.

63. Шевніков М. Я. Особливості вирощування сої в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України. *Матеріали III науковопрактичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва»*. Полтавська державна аграрна академія, 2014. С. 7-12.

64. Крутило Д.В., Ковалевська Т.М. Бульбочкові бактерії сої як складова мікробіоти ґрунтів України. *Живлення рослин: теорія і практика: зб. наук. пр.* К.: Логос, 2005. С. 346-355.

65. Крутило Д.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М., Патица В.П. Біологічна різноманітність бульбочкових бактерій сої в ґрунтах України. *Мікробіол. журн.* 2008. Т. 70, № 6. С.27-34.

66. Willems A. The taxonomy of rhizobia: an overview. *Plant and Soil*. 2006. Vol. 287. P. 3-14.

67. Zahran H.H. Rhizobia from wild legum: diversity, taxonomy, ecology, nitrogen fixation and biotechnology. *J. Biotechnol.* 2001. Vol. 91, No 2-3. P.143-153.

68. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісн. аграр. науки*. 1996. № 2. С.34-39.

69. Патики В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. Біологічний азот / За ред. В.П.Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.

70. Комок М.С., Волкогон В.В., Косенко Л.В. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої в залежності від впливу біопрепарату. *Сільськогосподарська мікробіологія: Міжв. темат. зб. м.Чернігів: ЦНТІ*, 2010. Вип. 11. С. 7-19.

71. Крутило Д.В. Біологічні властивості бульбочкових бактерій сої з різною швидкістю росту. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2010. Том 10. С.50-64.

72. Pijnenborg Jan W.M., Lie T.A., Zehnder A.I.B. Nodulation of lucerne (*Medicago sativa* L.) in an acid soil: pH dynamics in the rhizotrons. *Plant and Soil*. 1990. 126. № 2. P. 161-168.

73. Дерев'янський В.П., Власбк О.С., Крутило Д.В., Ковалевська Т.М., Надкерничний С.П., Копилов Є.П. Вплив мікробних препаратів та мінеральних добрив на стійкість до захворювань і продуктивність сортів сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 59-69.

74. Гуменюк І.І., Грузинський С.Ю., Бровко І.С., Чабанюк Я.В. Скринінг аборигенних бактерій *Bradyrhizobium* з ґрунту та їх симбіотичні властивості. *Агроекологічний журнал*. 2018. №3. С.77-81.

75. Бабич А.О., Петриченко А.О., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісн. аграр. науки*. 1996. № 2. С.34-39.

76. Біологічний азот / В.П. Патики, С.Я. Коць, В.В. Волкогон та ін. / За ред. В.П. Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.

77. Leggett M., Diaz-Zorita M., Koivunen M. et al. Soybean Response to Inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* in the United States and Argentina. *Agronomy journal*. 2017. Vol. 109, Issue 3. P. 1031-1038.

78. De Meyer S.E., Vekeman B., Braeckman T. et al. Genetic diversity of rhizobia associated with indigenous legumes in different regions of Flanders (Belgium). *Soil Biol. Bioch.* 2011. Vol. 43, Issue 12. P. 2384-239.

79. Мікробні препарати у землеробстві: Теорія і практика: Монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, Л.М. Токмакова та ін. / За ред. В.В. Волкогона.К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.

80. Толкачев Н.З. Можливості підвищення генетичного потенціалу симбіотичної азотфіксації сої шляхом внутрішньо сортової селекції. *Бюл. Інституту сільськогосподарської мікробіології*. 2001. № 1. – С.8-12.

81. Маринова П. Потужна фабрика альтернативного азоту. *Пропозиція*. 2011 № 2. С.64-65.

82. Толкачев М. З. Рациональне використання симбіотичного азоту в сучасних агротехнологіях вирощування бобових культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Х., 2002. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА : у 3-х кн. Кн. 3. С. 291–293.

83. Омельчук С.В., Михалків Л.М., Караушу О.В. Формування і функціонування симбіозу сої з бульбочковими бактеріями за дії гомологічного лектину та фунгіцидів. *Фізіологія рослин і генетика*. 2024. Т. 56. № 2 с.151-165.

84. Мостов'як І.І., Кравченко О.В. Симбіотичний апарат сої на фоні використання різних видів фунгіцидів та мікробного препарату. *Тавр. наук. вісн.* 2019. Вип. 108. С. 72-77.

85. Kyrychenko O.V., Kots S.Ya., Khrapova A.V., Omelchuk S.V. Biological activity of soybean seed lectin at the spraying of Glycine max plants against the background of seed treatment with pesticide containing fiprolin, thiophanate -methyl., pyraclostrobin as active substances and rhizobial bacterization. *Regul. Mech. Bio.* 2022. 13, № 2. P. 12-20.

86. Arfaonil A., Sifi B., Boudabous A. et al. Identification of Rhizobium isolates possessing antagonistic activity against Fusarium oxysporum sp. ciceris, the causal agent of Fusarium wilt of chickpea. *J. Plant Pathol.* 2006. 88, N 1. P. 67-75

87. Коць С.Я., Кукол К.П. Вплив пестицидів на бульбочкові бактерії у чистій культурі та реалізацію їх симбіотичного потенціалу. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. 53, № 3. С. 240-261.

88. Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *ЗНП Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 3-4. С. 19-24.

89. Грановська Л.М., Резніченко Н.Д., Рой С.С. Забур'яненість посівів сої (*Glycine max*) за різних систем основного обробітку ґрунту та сидерації. *Агроекологічний журнал*. 2023. №1. С.127-135.

90. Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М., Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 180 с.

91. Бабич А.О., Дерев'янський В.П., Кізяков В.Є. Ефективність позакореневого підживлення сої макро- і мікроелементами в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 48. С. 143-147.

92. Бахмат М.І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах західного регіону України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* 2010. Вип. 66. С. 103-108.

93. Бахмат О.М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю: монографія. Кам'янець-Подільський: ПП Мошак М. І., 2009. 208 с.

94. Бенцаровський Д.М., Дацько Л.В., Кирієнко М.В. Баланс азоту в землеробстві України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ: ПП «ЕКМО». 2006. Спецвипуск. С. 23–25.

94. Василенко М.Г., Бондар Г.М., Бондар К. П. Вплив нових видів добрив і стимуляторів росту на урожайність і якість продукції. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. Спецвипуск*. Київ, 2006. С. 192-197.

95. Система сучасних інтенсивних технологій: навч. посібник. [В.Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, Л. М. Єрмакова та ін.]. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.

96. Bebyakin V., Starichkova N., Dorogobed A. Quality of wheat grain depending on variety and its growing conditions. *Zernovoye khozyaystvo*. 2003. 3. 22-24.

97. Stabilnost prinosa i sadrsay ulja i proteina u novim i gajenim genotipovima soje. [M. Hrustie, M. Vidie, J. Miladinovie, Zb. Rad]. Nane. Inst. Ratarstvo Povrtartvo. Novi Sad, 2002. Sv. 36. S. 115–124.

98. Шеретобоева О.В. Демянюк О.С., Шустерук Т.З. Оцінка впливу агротехнологій на стан ґрунтів агроєкосистем за біодіагностичними показниками. К., 2007. 25 с.

99. Щетина Н.П. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої в північному Лісостепу. Інноваційний розвиток систем землеробства та агротехнологій в Україні: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, 10–12 груд. 2007 р. Чабани, 2007. С. 77-78.

100. В.М. Нижеголенко, Проценко К.С., Поляков О.І., Нікітенко О.В. Вплив строків сівби та норм висіву на продуктивність сої в умовах богари та зрошення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2009. №14. С.196-206.

101. Бараболя О.В., Пащенко І.В. Вплив строків сівби та мікродобрив на продуктивність сої в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С.10-20.

102. Тищенко Л.Є. Комора повноцінного білка. *Насінництво*. 2005. № 12. С. 10

103. Хвороби сої: діагностика, особливості розвитку та заходи захисту. [М. Кирик, М. Піковський, Ю. Тарануха, С. Лич]. *Пропозиція*. 2013. № 12. С. 88–90

104. Технології вирощування нового скоростиглого сорту сої. [С.І. Попов, Р.Д. Магомедов, В.О. Матушкін, М.Ф. Бомско]. *Агроном*. 2003. № 2. С. 27.

105. Технологічний процес вирощування сої для ультра ранніх та ранньостиглих сортів з міжряддями 15 см при використанні нових технічних засобів: рекомендації. [О.П. Головашич, М.П. Білоткач, А.С. Півень та ін.]. К: Академпрес, 2007. 19 с.

106. Мазур О.В. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво». 2018. Вип.11. С. 45–52.

107. Заболотний Г.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. - Наукові доповіді НУБІП. 2018. №5. С. 25–34.

108. Федорук І. В., Хмельянчишин Ю. В., Городинська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 33. С. 54–61.

109. De Luca M. I., Hungiria M. Plant densities and modulation of symbiotic nitrogen fixation in soybean. *Scientia Agricola*, 2014. 71. P. 181–187.

110. Rebilas K., Vaciorec M., Klimek-kopyra A., Zajac T. A mode for the yield losses estimation in on early soybean (*Glycine max* L. Merr.) cultivar depending on the cutting neight at harvest. *Field Crops Research*. 2020. 254. P. 107846.

111. Сенік І. І. Вплив норми висіву та ширини міжрядь на урожайність сої в умовах Лісостепу Західного. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11. №3. С. 43-50.

112. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Т. 3. № 3. С. 15-21.

113. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. Ч. 1. С. 54–63.

114. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування біометричних параметрів посівів сої «Сірелія» залежно від площі живлення на чорноземах типових. *Новітні агротехнології*. 2024. Т. 12. № 1.

115. Шепілова Т.П., Петренко Д.І. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток сої. *Агроном*. 2020. <https://www.agronom.com.ua/vplyv-sposobu-sivby-i-normy-vysivu-nasinnya-na-rist-i-rozvytok-soyi/>

116. Чорна В.М. Вплив норми висіву на урожайність насіння сої в умовах Лісостепу. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (с. Центральне, 20 квітня 2018 р.). Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 90.

117. Кобак С., Колісник С., Чорна В. Соя: норма висіву, густина рослин і ширина міжрядь. *Агробізнес сьогодні*. 2020. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriadi.htm>.

118. Либідь Е.М., Черенков А.В., Дудка М.І., Ільєнко О.В. Способи сівби і норми висіву сої різних груп стиглості в умовах північної підзони Степу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2006. Вип. 58. С. 241-249.

119. Бабич А.О., Бахмат О.М. Особливості росту і розвитку сої в умовах західного регіону України. *зб. наук, праць ПДАТА «Аграрна наука селу»*. Кам'янець-Подільський, 1998. № 6. С 8-10.

120. Заверюхін В.І., Левандовський І.Л., Бардадименко О.С. Способи сівби та норми висіву насіння нових сортів сої. *Матеріали респ. координац.-*

метод. ради з проблем кормових ресурсів і кормовиробництва по темі «Зернофуражні, зернобобові і кормові культури». Вінниця, 1997. С. 38. 9.

121. Юрченко Ю.О. Вплив способу сівби на формування якості насіння сої. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. №48. С. 126-130.

122. Міленко О.Г., Соломон Ю.В., Вегеренко В.С. Вплив агротехнічних факторів на урожайність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С.119-126.

123. Міленко О. Г. Вплив норм висіву насіння на урожайність сої. *Матеріали науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу ПДАА*. Ч. 2. Полтава. 2014. С. 45–46.

124. Вожегова, Р. А., Коковіхін, С. В., Заєць, С. О., Нетіс, В. І., Онуфран, Л. І. (2019). Ефективність використання сонячної енергії посівами сої в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*, №71, С.23–27.

125. Глушак А.Г. Урожайність зерна сої залежно від норм висіву в умовах південної частини західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2006. Вип. 14. С. 66-68.

126. Гойсюк Ю.В. Структура врожаю та продуктивність сої сорту Золотиста залежно від традиційної та альтернативної технологій її вирощування. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2009. Вип. 17. С. 37-42.

127. Гуртовий Ю.А. Основи екологічно врівноваженої інтенсифікації технології вирощування сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 189-194.

128. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Соєва потужність. *The Ukrainian farmer*. 2010. Березень. С. 10-13.

129. Бахмат О.М., Чинчик О. С. Агротехнічні заходи при вирощуванні сої на насіння в умовах Поділля. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2010. Вип. 74. С. 159-164

130. Щетина Н.П. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої в північному Лісостепу. *Інноваційний розвиток систем землеробства та агротехнологій в Україні: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів*, 10-12 груд. 2007 р. Чабани, 2007. С. 77-78.

131. Стрихар А.Є. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. № 116. С. 118-123.

132. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. [А.О. Бабич, С.І. Колісник, С.Я. Кобак та ін.]. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.

133. Редько А. Ефективність добрив та біопрепаратів при вирощуванні сої в умовах північного Степу України. *Збірник тез доповідей Всеукраїнської студентської конференції «Інтенсивні технології в рослинництві»* 2012. Вип. 5 С. 25-27.

134. 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.

135. Крамарьов С.М, Артеменко С.Ф. Вплив інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами на продуктивність її агроценозів в умовах північної частини степової зони України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. №4(12). С.72-75.

136. Клименко І.В. Вплив регуляторів росту рослин, мінеральних добрив на врожайність сої залежно від сортів та краплинного зрошення. – Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво» / І.В. Клименко. Харків, 2016. 20 с.

137. Клименко І.В. Продуктивність сої залежно від застосування природних регуляторів росту у Східному Лісостепу України. *Матеріали XIII з'їзду українського ботанічного товариства*. Львів, 2011. С. 226-228.

138. Новицька Н.В., Джемесюк О.В., Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1-2. С.43-47.

139. Нідзельський В.А., Новицький Н.В., Шутий О. Спрямування технологічних заходів на стабілізацію урожаїв сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Серія «Агрономія»*. 2012. Вип. 176. С. 100-105.

140. Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В., Мартинов О.М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С.44-48.

141. Коць С.Я., Петерсен Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2005. 150 с.

142. Дідора В.Г. Деробон І. Ю., Саврасих Л.Д. Фактори підвищення родючості ґрунту за вивчення елементів технології вирощування сої. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 132–140.

143. Фурман О.В. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С.200-205.

144. Крутило Д.В. та ін. Симбіоз штамів *Bradyrhizobium japonicum* із соєю за різних ґрунтово-кліматичних. *Агроекологічний журнал*. 2008. № 3. С. 70–74.

145. Osborne S.L, Riedell W.E. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the Northern Great Plains. *Agron*. 2006. Vol. 98. № 6. P. 1569–1574.

146. Душко П.М. Оцінювання удобрень сої в технології її вирощування за адаптивним потенціалом. *Агроекологічний журнал*. 2017. №2. С.205-210.

147. Четверик О.О., Шакалій С.М., Марініч Л.Г. Вплив елементів технології на фотосинтетичну продуктивність посівів сої. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С.200-206.

148. 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. №46. С.42-51.

149. Бабич А.О., Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 108–112.

150. Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Каленська С.М. Агроекологічні особливості вирощування сої. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції*, 15 травня 2018 р. Кам'янець-Подільський : Подільський держ. аграрно-технічний ун-т, 2018. С. 134–136.

151. Гільберг Т. Загальні відомості про Хмельницьку область. Рідний край – Хмельниччина: посібник. Хмельницький, 2013. С. 5-14.

152. Говорун В., Тимошук О. Річки Хмельниччини: навчальний посібник. Видання друге. Хмельницький: Поліграфіст, 2010. 240 с.

153. Водний фонд Хмельницької області: Довідник. Хмельницький, 2007.86 с.

154. Природа Хмельницької області. Під ред. К.І .Геренчука. Львів: Вища школа.Вид-во при Львів ун-ті, 1980. С.152.

155. Клімат України / за ред. В. М. Липінського та ін. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

156. Алексєєв О.О. Влив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. *Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво»*. 2016. Вип. 4. С. 187–196. 3

157. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. [В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко, П.В. Іващук, О.В. Корнійчук]. Львів: Укр. технології, 2010. 1088 с.

158. Марущак П.Г., Михайлов В.Г., Драч Ю.О. Урожай зерна скоростиглих сортів сої в залежності від строків сівби і норм висіву на чорноземах опідзолених Південного Лісостепу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали III Всеукр. конф.*, 3 серп. 2000 р. Вінниця, 2000. С. 36–38.

159. Дідора В.Г. ДЕРЕБОН І. Ю., САВРАСИХ Л.Д. Фактори підвищення родючості ґрунту за вивчення елементів технології вирощування сої. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 132–140.

160. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 2. С. 19–23

161. Ґрунти Хмельницької області. Львів : Каменярь, 1968. 64 с.

162. Ґрунти Хмельницької області. URL : <https://ukrtur.narod.ru/turizm/regionukr/hmel/gruntyhmel/grunthmelobl.htm>.

163. Гаврилюк В. Б., Галищук В. І., Стрілецький О. В. Ґрунти Хмельниччини. Сучасний якісний стан: збереження, відтворення та поліпшення їх родючості. Кам'янець-Подільський, 2010. 164 с.

164. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.

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

166. ДСТУ 4115–2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 5 с. (Національний стандарт України).

167. ДСТУ 4729:2007 Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 5 с. (Національний стандарт України).

168. Жатова Г.О. Загальне насіннєзнавство: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2009. 273 с.

169. Ушкаренко В.О., Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Голобородько С.П. Методика польового досліджу (зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448с.

170. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. Київ : Вища школа, 1994. 334 с. : іл.

171. ДСТУ:4232 2003. Методи визначання маси 1000 насінин та маси однієї посівної одиниці. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 5 с. (Національний стандарт України).

172. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури); за ред. В. В. Вовкодава. К., 2001. 69 с.

173. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.

174. Науково-практичний довідник по обґрунтуванню по елементних нормативів трудових, грошово-матеріальних та енергетичних витрат на виробництво зернових культур / Черенков А. В. та ін. Дніпропетровськ : ДУ Ін-т с.-г. степової зони НААН України, 2014. 180 с.

175. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

176. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistika 6.0. : методичні вказівки. Київ, 2007. 56 с.

177. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навчальний посібник / Царенко О. М. та ін. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.

178. Боровиков В.П., Боровиков І. П. Statistika. Статистичний аналіз і обробка даних в середовищі Windows. Київ, 1997. 608 с.

179. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Купчук І.М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД», 220 с.
180. Саблук В.Т., Байда М.П. Морфологічні особливості рослин сої залежно від застосування мікродобрив та регуляторів росту. *Новітні агротехнології*, 2025, Т. 13, № 1. С.75-83.
181. Титова Л.В., Д. Дубинська. 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 (II) С.228-239.
182. Молдован Ж.А. Формування біометричних показників залежно від строків сівби та норм висіву сортами сої з різним вегетаційним періодом. *Вісник ЖНАЕУ*, 2017, № 2 (61), т. 1. С. 60-67.
183. Шепілова Т.П., Петренко Д.І. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток рослин сої. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. №. 1. С. 74–77.
184. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Фабіянський Д. О. Особливості формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності ранньостиглих сортів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2009. Вип. 64. С. 55–61.
185. 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 (40). С. 240–245.
186. Jahns P., Holzwarth A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2012, Vol. 1817. Is. 1. P. 182–193.
187. Фурман О. В. Динаміка формування площі листової поверхні сої під впливом технологічних факторів вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 101–106.

188. Петриченко В.Ф. Обґрунтування технологій вирощування кормових культур та енергозбереження в польовому кормовиробництві. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. Спецвипуск С. 6–10.

189. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах Західного Лісостепу / В. В. Лихочвор та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 88–96.

190. Заболотний Г.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. - Наукові доповіді НУБІП. 2018. №5. С. 25–34.

191. Дідур І.М. Динаміка формування площі листкової поверхні сої залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. №1 (24). С. 192-204.

192. Тарабріна А.-М. О., Панфілова А. В. Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №140. С. 285 – 292.

193. Камінський В.Ф. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 67. С. 45–50.

194. Дідур І.М., Циганський В.І. Удосконалення технологічних прийомів вирощування соняшника в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. №4 (23). С. 36-51.

195. Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природніх процесів ґрунтово-імобілізаційного характеру. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 107-112.

196. Malhotra R. S., Singh K. B., & Saxena M. C. Effect of Irrigation on Winter-Sown Chickpea in a Mediterranean Environment. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 1997. №178 (4). P. 237-243.

197. Patyka V.P., Omelyanets T.G., Hrynyk I.V., Petrychenko V.F. 2007. Ecology of microorganisms. Kyiv: Osnova. 192 p.
198. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої. [М.Г. Цехмейструк, В.О. Шеляків, М.Я. Шевніков, О.С. Литвиненко]. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*: 2018. № 1. С. 10–21.
199. Марущак П.Г., Михайлов В.Г., Драч Ю.О. Урожай зерна скоростиглих сортів сої в залежності від строків сівби і норм висіву на чорноземах опідзолених Південного Лісостепу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали III Всеукр. конф.*, 3 серп. 2000 р. Вінниця, 2000. С. 36–38.
200. Петриченко В.Ф., Середа Л.М. Наукові основи формування урожаю при ранніх строках сівби в умовах Лісостепу України. *ЗНП ВДАУ*. Вінниця. 2001. Вип. 9. С. 3–10.
201. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Фабіянський Д. О. Особливості формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності ранньостиглих сортів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2009. Вип. 64. С. 55–61.
202. 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 (40). С. 240–245.
203. Jahns P., Holzwarth A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2012, Vol. 1817. Is. 1. P. 182–193.
204. Фурман О. В. Динаміка формування площі листкової поверхні сої під впливом технологічних факторів вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 101–106.
205. Петриченко В.Ф. Обґрунтування технологій вирощування кормових культур та енергозбереження в польовому кормовиробництві. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. Спецвипуск С. 6–10.

206. Лихочвор В.В. та ін. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 88–96.

207. Заболотний Г.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. *Наукові доповіді НУБІП*. 2018. №5. С. 25–34.

208. Дідур І.М. Динаміка формування площі листкової поверхні сої залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. №1 (24). С. 192-204.

209. Камінський В.Ф. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 67. С. 45–50.

210. 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*. 2004. Вип. 53. С. 83–88.

211. Мостов'як І.І., Кравченко О.В. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за використання різних видів фунгіцидів та інокулянта у Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. №. 2. С. 21–24.

212. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Вплив елементів технології на формування площі листкової поверхні рослин сої за органічного вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 155–163.

213. Івасик М.В., Бахмат М.І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. Випуск 2 (37). С. 51-57. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>

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

215. Івасик М.В. Формування біометричних показників та показників якості насіння сортів сої залежно від технологічних факторів. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С.137-140. DOI
<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.22>

216. Бахмат М.І., Івасик М.В. Вплив регуляторів росту на продуктивність сортів сої в умовах Лісостепу Західного. *Матеріали VI Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві»* (28 квітня 2023 р.) 2023. м. Кам'янець-Подільський. С.14-15.

217. Інокуляція – це основа азотного живлення сої. AgroPortal.
<https://agroportal.ua/agrocheck/special-projects/inokulyaciya-ce-osnova-azotnogo-zhivlennya-soji>

218. Вирощування сої з інокулянтами. АгроЕліта. 2024.
<https://agroelita.info/vyroschuvannya-soji-z-inokulyantamy-2/>

219. Роль інокулянтів у технології вирощування сої. *Агроном*. 2026.
<https://www.agronom.com.ua/rol-inokulyantiv-u-tehnologiyi-vyroschuvannya-soyi/>

220. Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Черешнюк В.В. Динаміка кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої та позакореневих підживлень. *Таврійський науковий вісник*. 2024. 138. С. 229-235

221. Перетяцько С.Г., Рудік О.П. Сучасний стан та прикладні аспекти перспектив розвитку виробництва сої в Україні. *Зрошуване землеробство*. Вип. 76. С. 49–53.

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

223. Від хорошого до кращого. Інокулянти компанії BASF. *Агробізнес сьогодні*. 2015. 06 берез. С. 20–22. URL : <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2231-vid-khoroshoho-do-krashchoho-inokuliantykompaniibasf.html>

224. Мостипан О.В., Грабовський М.Б. Формування урожайності та якості зерна сортами сої. *Матеріали Міжнародної наукової конференції: «Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення»*, м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 року, С. 142–143.

225. Баранов А.І., Ступіцька О.С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2014. Вип. 7. С. 118–121.

226. Жуйков О.Г., Іванів М.О., Марченко Т.Ю., Возняк В.В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. Частина 1. С.54–63.

227. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Кобак С. Я. Шляхи оптимізації системи удобрення сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 74. С. 100–106.

228. Коляда В. Джерела стабілізації та підвищення врожайності сої в Україні. *Агроном*. 2011. № 1. С. 144–149.

229. Ваша грядка. <https://gradka.com.ua/inokuljant-rizoaktiv-na-soju-1-1-bionorma.html>

230. ДСТУ 4964:2008 Соя. Технічні умови. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=74237

231. Гадзовський Г.Л., Новицька Н.В., Мартинов О.М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник*. № 111. С.44-48.

232. Новицька Н.В., Джемесюк О.В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2017. № 1–2. С. 43–47.

233. Івасик М.В. Взаємозв'язок між нормою висіву, застосуванням регуляторів росту і урожайністю сої у Лісостепу Західному. *Таврійський науковий вісник*. №137. 2024. С.104-109. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.13>

234. Федорук І.В., Хмелянчишин Ю.В., Івасик М.В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Аграрні інновації*. 2024. №27 с. 129-132 DOI <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.27.1>

235. Івасик М.В., Хоміна В.Я. Урожайність зерна сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. Випуск 4 (49). С.63-67. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.9>

236. Івасик М.В. Аспекти вибору протруйника для передпосівної обробки насіння сої. *Матеріали IV Всеукраїнської наукової інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві»* (10 травня 2021 р.) 2021. м. Кам'янець-Подільський. С.58-59.

237. Івасик М.В. Вплив регуляторів росту на урожайність зерна сої. *The 5th International scientific and practical conference «Scientific research in the modern world»* (March 9-11, 2023) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023 С.11-15.

238. Бахмат М.І., Івасик М.В. Інокуляція – незамінна умова підвищення врожайності сої. *III Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення»* Поліський національний університет (09 червня 2023 року) м. Житомир С.65-67.

239. Хоміна В., Івасик М., Кобуєнко Ю. Оптимізація комплексу технологічних факторів при вирощуванні сої в умовах Західного Лісостепу. *Міжнародна науково-практична інтернет конференція «Інноваційні підходи ведення аграрного виробництва в умовах Євроінтеграції»* (20-21 листопада 2025 року). 2025. м. Кам'янець-Подільський. С.235-238.

ДОДАТКИ

Метеорологічні умови за 2020 рік

(за даними спостережень Хмельницького обласного центру з
гідрометеорології)

Місяць	Показники					
	Середня температура повітря, °С	Середньо-багаторічна температура повітря, °С	Відхилення від норми	Опадів всього, мм	Середньо-багаторічні опади, мм	Відхилення від норми, мм
Січень	-0,3	-4,9	-4,6	13,9	26	-12,1
Лютий	2,3	-3,6	-1,3	35,6	27	8,6
Березень	5,5	0,9	4,6	27,2	28	-0,8
Квітень	9,3	8,5	0,8	20	46	26
Травень	12,7	14,3	1,6	70	66	0,4
Червень	20	17,6	2,4	155	84	71
Липень	20	18,8	1,2	38,9	85	-46,1
Серпень	21,4	18,4	3,0	31	69	-38
Вересень	17	14,1	2,9	119,6	50	69,6
Жовтень	12,7	8,6	4,1	62,4	40	22,4
Листопад	4,3	2,7	1,6	9,7	38	-28,3
Грудень	0,6	-1,8	-2,4	25,1	32	-6,9

Метеорологічні умови за 2021 рік

(за даними спостережень Хмельницького обласного центру з
гідрометеорології)

Місяць	Показники					
	Середня температура повітря, °С	Середньо-багаторічна температура повітря, °С	Відхилення від норми	Опадів всього, мм	Середньо-багаторічні опади, мм	Відхилення від норми, мм
Січень	-1,1	-4,9	-3,8	31	26	5
Лютий	-2,6	-3,6	-1	50	27	23
Березень	2,1	0,9	1,2	73	28	45
Квітень	7,1	8,5	-1,4	16	46	-30
89====Травень	14,2	14,3	-0,1	76	66	10
Червень	19,6	17,6	2,0	46	84	-38
Липень	22,4	18,8	3,9	100	85	15
Серпень	19,1	18,4	0,7	130	69	61
Вересень	13,3	14,1	-0,8	38	50	12
Жовтень	8,0	8,6	-0,6	1,7	40	-38,3
Листопад	4,8	2,7	2,1	12	38	-26
Грудень	-0,7	-1,8	-1,1	64	32	32

Метеорологічні умови за 2022 рік

(за даними спостережень Хмельницького обласного центру з
гідрометеорології)

Місяць	Показники					
	Середня температура повітря, °С	Середньо-багаторічна температура повітря, °С	Відхилення від норми	Опадів всього, мм	Середньо-багаторічні опади, мм	Відхилення від норми, мм
Січень	1,8	-4,9	-3,1	45	26	19
Лютий	4,2	-3,6	0,6	35	27	8
Березень	2,8	0,9	1,9	8,7	28	-19,3
Квітень	8,1	8,5	-0,4	26	46	-20
Травень	15,8	14,3	1,5	17,2	66	-48,8
Червень	20,7	17,6	3,1	50	84	-34
Липень	22,8	18,8	4,0	25	85	-60
Серпень	22,1	18,4	3,7	90	69	21
Вересень	15,0	14,1	0,9	114	50	64
Жовтень	11,1	8,6	2,5	18	40	-22
Листопад	5,1	2,7	2,4	58	38	20
Грудень	1,1	-1,8	-0,7	61	32	29

Метеорологічні умови за 2023 рік

(за даними спостережень Хмельницького обласного центру з
гідрометеорології)

Місяць	Показники					
	Середня температура повітря, °С	Середньо-багаторічна температура повітря, °С	Відхилення від норми	Опадів всього, мм	Середньо-багаторічні опади, мм	Відхилення від норми, мм
Січень	0,8	-4,9	5,7	16,5	26	-9,5
Лютий	-0,7	-3,6	2,9	42,6	27	15,6
Березень	4,2	0,9	3,3	40,2	28	12,2
Квітень	7,5	8,5	-1,0	77,8	46	31,8
Травень	14,7	14,3	0,4	12,1	66	-53,9
Червень	17,9	17,6	0,3	53,4	84	-30,6
Липень	19,9	18,8	1,1	70,6	85	-14,4
Серпень	21,7	18,4	3,3	77,8	69	8,8
Вересень	17,8	14,1	3,7	29,1	50	-20,9
Жовтень	11,3	8,6	2,7	43,8	40	3,8
Листопад	3,3	2,7	0,6	78,8	38	40,8
Грудень	0,3	-1,8	2,1	36	32	0,4

Метеорологічні умови за 2024 рік

(за даними спостережень Хмельницького обласного центру з
гідрометеорології)

Місяць	Показники					
	Середня температура повітря, °С	Середньо-багаторічна температура повітря, °С	Відхилення від норми	Опадів всього, мм	Середньо-багаторічні опади, мм	Відхилення від норми, мм
Січень	-1,1	-4,9	3,8	9,3	26	-16,7
Лютий	5,9	-3,6	9,5	40	27	13
Березень	6,2	0,9	5,3	24,9	28	-3,1
Квітень	12,6	8,5	4,1	52,5	46	6,5
Травень	16	14,3	1,7	15	66	-51
Червень	21,1	17,6	3,5	32,4	84	-51,6
Липень	23,2	18,8	4,4	75,4	85	-9,6
Серпень	23,2	18,4	4,8	12	69	-57
Вересень	18,9	14,1	4,8	67,8	50	17,8
Жовтень	9,6	8,6	1,0	11,6	40	-28,4
Листопад	2,6	2,7	0,1	11,2	38	-26,8
Грудень	1,2	-1,8	3,0	38,3	32	6,3

Висота рослин сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, см (2023 рік)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Показник
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	76,1
		Гіберелін	78,3
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	72,0
		Гіберелін	72,9
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	83,0
		Гіберелін	82,2
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	80,0
		Гіберелін	82,2
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	88,4
		Гіберелін	89,3
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	86,1
		Гіберелін	87,4

Висота рослин сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, см (2024 рік)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Показник
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	71,3
		Гіберелін	73,0
	Широко рядковий (45 см)	Без стимулятора (контроль)	67,3
		Гіберелін	68,1
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	79,8
		Гіберелін	80,1
	Широко рядковий (45 см)	Без стимулятора (контроль)	76,2
		Гіберелін	77,2
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	85,7
		Гіберелін	88,9
	Широко рядковий (45 см)	Без стимулятора (контроль)	84,6
		Гіберелін	86,1

Висота рослин сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, см (2025 рік)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Показник
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	70,1
		Гіберелін	71,3
	Широко рядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	66,8
		Гіберелін	67,2
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	78,7
		Гіберелін	79,2
	Широко рядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	75,1
		Гіберелін	76,4
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	84,8
		Гіберелін	86,4
	Широко рядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	82,8
		Гіберелін	83,3

Кількість бобів на рослині у сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, см (2023 рік)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Показник
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	30,0
		Гіберелін	30,8
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	27,8
		Гіберелін	28,2
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	27,4
		Гіберелін	29,7
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	26,5
		Гіберелін	27,8
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	30,2
		Гіберелін	34,2
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	30,1
		Гіберелін	32,2

Кількість бобів на рослині у сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, см (2024 рік)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Показник
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	28,3
		Гіберелін	29,8
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	26,7
		Гіберелін	27,3
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	27,4
		Гіберелін	28,6
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	25,4
		Гіберелін	26,6
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	30,4
		Гіберелін	32,7
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	29,2
		Гіберелін	31,5

Кількість бобів на рослині у сортів сої залежно від способу сівби та застосування стимулятора росту, см (2025 рік)

Сорт (А)	Спосіб сівби (В)	Стимулятор росту (С)	Показник
Білявка	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	27,2
		Гіберелін	29,1
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	25,9
		Гіберелін	26,1
Сандра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	26,8
		Гіберелін	27,2
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	24,0
		Гіберелін	25,1
Ультра	Суцільний рядковий (15 см)	Без стимулятора (контроль)	30,0
		Гіберелін	31,5
	Ширококорядний (45 см)	Без стимулятора (контроль)	28,0
		Гіберелін	30,2

Додаток Г

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю,
2020 рік

Фактори			Повторення, X, т			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,51	2,40	2,32	2,41
1	1	2	2,52	2,44	2,42	2,46
1	1	3	2,61	2,49	2,4	2,50
1	1	4	2,53	2,47	2,44	2,48
1	1	5	2,34	2,43	2,49	2,42
1	2	1	2,70	2,76	2,74	2,73
1	2	2	2,75	2,68	2,79	2,74
1	2	3	2,98	2,88	3,02	2,96
1	2	4	2,88	2,90	2,74	2,84
1	2	5	2,71	2,66	2,76	2,71
1	3	1	2,82	2,79	2,88	2,83
1	3	2	2,86	2,90	2,79	2,85
1	3	3	2,94	3,20	3,16	3,1
1	3	4	2,98	3,05	2,94	2,99
1	3	5	2,93	3,01	2,88	2,94
1	4	1	2,77	2,69	2,72	2,76
1	4	2	2,75	2,81	2,72	2,76
1	4	3	2,95	3,02	2,91	2,96
1	4	4	2,78	2,81	2,78	2,79
1	4	5	2,51	2,66	2,69	2,62
2	1	1	2,33	2,43	2,41	2,39
2	1	2	2,54	2,49	2,47	2,50
2	1	3	2,41	2,47	2,5	2,46
2	1	4	2,32	2,42	2,46	2,40
2	1	5	2,37	2,42	2,44	2,41
2	2	1	2,38	2,42	2,37	2,39
2	2	2	2,51	2,58	2,59	2,56
2	2	3	2,43	2,51	2,56	2,50
2	2	4	2,39	2,43	2,50	2,44
2	2	5	2,37	2,42	2,44	2,41
2	3	1	2,70	2,63	2,74	2,69
2	3	2	2,97	2,96	3,01	2,98
2	3	3	2,86	3,04	2,77	2,89
2	3	4	2,76	2,83	2,72	2,77
2	3	5	2,72	2,80	2,61	2,71
2	4	1	2,24	2,29	2,13	2,28
2	4	2	2,41	2,47	2,5	2,46
2	4	3	2,38	2,44	2,35	2,39
2	4	4	2,31	2,38	2,33	2,34
2	4	5	2,19	2,20	2,21	2,20

Середнє по фактору А

1	2,75
2	2,49

Середнє по фактору В

1	2,44
2	2,63
3	2,88
4	2,55

Середнє по фактору С

1	2,55
2	2,66
3	2,72
4	2,63
5	2,55

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	7,59	119	-	-
Повторень	0,00	2	-	-
Фактору А	1,99	1	1,99	294,25
Фактору В	3,07	3	1,02	151,35
Фактору С	0,52	4	0,13	19,33
Взаємодії АВ	0,75	3	0,25	36,97
Взаємодії АС	0,39	4	0,10	14,49
Взаємодії ВС	0,09	12	0,01	1,15
Взаємодії АВС	0,24	12	0,02	2,98
Помилка Cz	0,53	78	0,01	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,26	0,03
Фактору В	0,40	0,04
Фактору С	0,07	0,05
Взаємодії АВ	0,10	0,06
Взаємодії АС	0,05	0,07
Взаємодії ВС	0,01	0,10
Взаємодії АВС	0,03	0,13
Помилка Cz	0,07	

Точність досліджу = 1,81% Варіація даних = 9,63%

Додаток Г1

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю,
2021 рік

Фактори			Повторення, X, т			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,64	2,70	2,73	2,69
1	1	2	2,67	2,75	2,80	2,74
1	1	3	2,72	2,79	2,83	2,78
1	1	4	2,71	2,75	2,82	2,76
1	1	5	2,68	2,70	2,72	2,70
1	2	1	2,88	2,91	2,97	2,92
1	2	2	2,91	2,95	2,99	2,95
1	2	3	3,00	3,11	3,19	3,10
1	2	4	2,91	3,00	3,06	2,99
1	2	5	2,81	2,91	2,98	2,90
1	3	1	2,94	2,98	3,05	2,99
1	3	2	3,01	3,07	3,10	3,06
1	3	3	3,17	3,21	3,19	3,19
1	3	4	3,08	3,12	3,13	3,11
1	3	5	3,05	3,10	3,09	3,08
1	4	1	2,84	2,89	2,91	2,88
1	4	2	2,87	2,92	2,94	2,91
1	4	3	3,01	3,11	3,12	3,08
1	4	4	2,91	3,01	2,99	2,97
1	4	5	2,79	2,84	2,89	2,84
2	1	1	2,48	2,43	2,51	2,47
2	1	2	2,63	2,49	2,65	2,62
2	1	3	2,55	2,47	2,60	2,58
2	1	4	2,53	2,42	2,57	2,52
2	1	5	2,47	2,42	2,49	2,49
2	2	1	2,51	2,42	2,57	2,52
2	2	2	2,74	2,58	2,65	2,69
2	2	3	2,58	2,51	2,68	2,63
2	2	4	2,57	2,43	2,63	2,57
2	2	5	2,54	2,42	2,49	2,54
2	3	1	2,82	2,63	2,89	2,83
2	3	2	3,09	2,96	3,10	3,11
2	3	3	2,97	3,04	3,08	3,02
2	3	4	2,91	2,83	2,88	2,91
2	3	5	2,79	2,80	2,91	2,85
2	4	1	2,57	2,29	2,65	2,56
2	4	2	2,71	2,47	2,64	2,70
2	4	3	2,63	2,44	2,62	2,64
2	4	4	2,58	2,38	2,57	2,59
2	4	5	2,52	2,20	2,49	2,49

Середнє по фактору А

1	2,93
2	2,67

Середнє по фактору В

1	2,64
2	2,78
3	3,02
4	2,77

Середнє по фактору С

1	2,73
2	2,85
3	2,88
4	2,80
5	2,74

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	5,48	119	-	-
Повторень	0,07	2	-	-
Фактору А	2,11	1	2,11	1207,70
Фактору В	2,25	3	0,75	428,12
Фактору С	0,41	4	0,10	57,86
Взаємодії АВ	0,29	3	0,10	55,58
Взаємодії АС	0,14	4	0,03	19,32
Взаємодії ВС	0,04	12	0,00	1,88
Взаємодії АВС	0,03	12	0,00	1,51
Помилка Cz	0,14	78	0,00	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,39	0,02
Фактору В	0,41	0,02
Фактору С	0,07	0,02
Взаємодії АВ	0,05	0,03
Взаємодії АС	0,02	0,03
Взаємодії ВС	0,01	0,05
Взаємодії АВС	0,01	0,07
Помилка Cz	0,04	

Точність досліджу = 2,81% Варіація даних = 11,67%

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю,
2022 рік

Фактори			Повторення, X, т			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,58	2,52	2,49	2,53
1	1	2	2,61	2,51	2,59	2,57
1	1	3	2,71	2,61	2,54	2,62
1	1	4	2,52	2,59	2,69	2,60
1	1	5	2,52	2,58	2,55	2,55
1	2	1	2,75	2,81	2,84	2,80
1	2	2	2,82	2,84	2,74	2,80
1	2	3	3,02	2,95	2,97	2,98
1	2	4	2,85	2,89	2,90	2,88
1	2	5	2,71	2,82	2,72	2,75
1	3	1	2,83	3,01	2,80	2,88
1	3	2	3,91	2,95	3,02	2,96
1	3	3	3,02	3,08	3,11	3,07
1	3	4	2,98	3,02	3,09	3,03
1	3	5	2,74	2,81	3,48	3,01
1	4	1	2,77	2,82	2,78	2,79
1	4	2	2,88	2,82	2,73	2,81
1	4	3	3,00	3,10	3,02	3,04
1	4	4	2,90	2,83	2,79	2,84
1	4	5	2,72	2,76	2,65	2,71
2	1	1	2,43	2,47	2,36	2,42
2	1	2	2,57	2,61	2,50	2,56
2	1	3	2,52	2,56	2,42	2,50
2	1	4	2,46	2,51	2,38	2,45
2	1	5	2,44	2,47	2,38	2,43
2	2	1	2,42	2,47	2,40	2,43
2	2	2	2,61	2,67	2,55	2,61
2	2	3	2,53	2,57	2,52	2,54
2	2	4	2,47	2,53	2,44	2,48
2	2	5	2,46	2,50	2,39	2,45
2	3	1	2,74	2,78	2,73	2,75
2	3	2	3,00	2,98	3,08	3,02
2	3	3	2,93	2,98	2,91	2,94
2	3	4	2,81	2,86	2,79	2,82
2	3	5	2,77	2,81	2,70	2,76
2	4	1	2,34	2,39	2,32	2,35
2	4	2	2,58	2,62	2,57	2,59
2	4	3	2,54	2,58	2,50	2,54
2	4	4	2,45	2,49	2,44	2,46
2	4	5	2,33	2,28	2,26	2,29

Середнє по фактору А

1	2,82
2	2,55

Середнє по фактору В

1	2,52
2	2,67
3	2,90
4	2,64

Середнє по фактору С

1	2,57
2	2,74
3	2,78
4	2,70
5	2,64

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	8,94	119	-	-
Повторень	0,04	2	-	-
Фактору А	2,19	1	2,19	67,18
Фактору В	2,22	3	0,74	22,69
Фактору С	0,67	4	0,17	5,14
Взаємодії АВ	0,36	3	0,12	3,72
Взаємодії АС	0,27	4	0,07	2,04
Взаємодії ВС	0,43	12	0,04	1,10
Взаємодії АВС	0,21	12	0,02	0,54
Помилка Cz	0,54	78	0,03	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,29	0,03
Фактору В	0,41	0,03
Фактору С	0,07	0,03
Взаємодії АВ	0,04	0,05
Взаємодії АС	0,03	0,05
Взаємодії ВС	0,05	0,08
Взаємодії АВС	0,02	0,10
Помилка Cz	0,09	

Точність досліджу = 3,89% Варіація даних = 10,21%

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю,
2023 рік

Фактори			Повторення, X, т			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,61	2,68	2,63	2,64
1	1	2	2,63	2,71	2,73	2,69
1	1	3	2,69	2,76	2,74	2,73
1	1	4	2,74	2,68	2,68	2,70
1	1	5	2,69	2,63	2,66	2,66
1	2	1	2,84	2,92	2,88	2,88
1	2	2	2,91	2,88	2,91	2,90
1	2	3	3,08	3,02	3,08	3,06
1	2	4	2,97	2,91	2,97	2,95
1	2	5	2,85	2,90	2,83	2,86
1	3	1	2,96	2,94	2,92	2,94
1	3	2	2,97	3,01	3,08	3,02
1	3	3	3,13	3,15	3,14	3,14
1	3	4	3,04	3,09	3,11	3,08
1	3	5	2,98	3,06	3,08	3,04
1	4	1	2,84	2,88	2,86	2,86
1	4	2	2,86	2,91	2,87	2,88
1	4	3	3,01	3,10	3,07	3,06
1	4	4	2,94	2,99	2,92	2,95
1	4	5	2,77	2,81	2,81	2,81
2	1	1	2,77	2,47	2,47	2,45
2	1	2	2,57	2,61	2,54	2,60
2	1	3	2,52	2,51	2,50	2,52
2	1	4	2,46	2,49	2,47	2,50
2	1	5	2,44	2,49	2,47	2,47
2	2	1	2,42	2,54	2,45	2,50
2	2	2	2,61	2,63	2,70	2,66
2	2	3	2,53	2,65	2,56	2,61
2	2	4	2,47	2,51	2,57	2,55
2	2	5	2,46	2,56	2,49	2,52
2	3	1	2,74	2,78	2,81	2,80
2	3	2	3,00	3,11	3,08	3,09
2	3	3	2,93	3,01	2,99	2,99
2	3	4	2,81	2,86	2,88	2,89
2	3	5	2,77	2,85	2,82	2,83
2	4	1	2,34	2,49	2,54	2,52
2	4	2	2,58	2,71	2,64	2,67
2	4	3	2,54	2,61	2,64	2,61
2	4	4	2,45	2,59	2,56	2,56
2	4	5	2,33	2,49	2,44	2,46

Середнє по фактору А

1	2,89
2	2,65

Середнє по фактору В

1	2,60
2	2,76
3	2,98
4	2,74

Середнє по фактору С

1	2,72
2	2,81
3	2,83
4	2,77
5	2,72

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	5,10	119	-	-
Повторень	0,01	2	-	-
Фактору А	1,82	1	1,82	1582,25
Фактору В	2,29	3	0,76	664,26
Фактору С	0,26	4	0,07	56,67
Взаємодії АВ	0,29	3	0,10	83,63
Взаємодії АС	0,15	4	0,04	31,62
Взаємодії ВС	0,11	12	0,01	8,31
Взаємодії АВС	0,08	12	0,01	6,10
Помилка Cz	0,09	78	0,00	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,36	0,01
Фактору В	0,45	0,02
Фактору С	0,05	0,02
Взаємодії АВ	0,06	0,02
Взаємодії АС	0,03	0,03
Взаємодії ВС	0,02	0,04
Взаємодії АВС	0,02	0,06
Помилка Cz	0,02	

Точність досліджу = 1,71% Варіація даних = 7,48%

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю,
2024 рік

Фактори			Повторення, X, T			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,52	2,45	2,62	2,58
1	1	2	2,61	2,51	2,66	2,64
1	1	3	2,62	2,60	2,71	2,67
1	1	4	2,63	2,53	2,68	2,66
1	1	5	2,53	2,49	2,61	2,57
1	2	1	2,81	2,50	2,80	2,82
1	2	2	2,81	2,67	2,92	2,86
1	2	3	3,04	2,53	2,98	3,0
1	2	4	2,85	2,60	2,92	2,89
1	2	5	2,75	2,47	2,75	2,78
1	3	1	2,91	2,75	2,96	2,91
1	3	2	2,95	2,99	3,02	2,96
1	3	3	3,12	2,99	3,20	3,1
1	3	4	3,03	2,84	3,01	3,04
1	3	5	2,97	2,79	2,96	2,98
1	4	1	2,78	2,52	2,80	2,81
1	4	2	2,83	2,62	2,81	2,84
1	4	3	3,02	2,61	2,93	3,01
1	4	4	2,95	2,99	2,88	2,90
1	4	5	2,70	2,81	2,77	2,77
2	1	1	2,37	2,47	2,44	2,42
2	1	2	2,62	2,61	2,58	2,57
2	1	3	2,55	2,51	2,47	2,54
2	1	4	2,42	2,49	2,49	2,48
2	1	5	2,46	2,49	2,40	2,45
2	2	1	2,45	2,54	2,43	2,46
2	2	2	2,64	2,63	2,58	2,63
2	2	3	2,60	2,65	2,58	2,57
2	2	4	2,55	2,51	2,38	2,51
2	2	5	2,52	2,47	2,45	2,48
2	3	1	2,83	2,75	2,76	2,78
2	3	2	3,08	2,99	3,08	3,05
2	3	3	2,95	2,99	2,94	2,96
2	3	4	2,89	2,84	2,85	2,86
2	3	5	2,85	2,79	2,76	2,80
2	4	1	2,46	2,52	2,49	2,49
2	4	2	2,66	2,62	2,61	2,63
2	4	3	2,54	2,61	2,56	2,57
2	4	4	2,52	2,48	2,50	2,50
2	4	5	2,46	2,38	2,39	2,41

Середнє по фактору А

1	2,84
2	2,62

Середнє по фактору В

1	2,56
2	2,72
3	2,94
4	2,69

Середнє по фактору С

1	2,66
2	2,77
3	2,80
4	2,76
5	2,66

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	5,09	119	-	-
Повторень	0,00	2	-	-
Фактору А	1,47	1	1,47	391,48
Фактору В	2,30	3	0,77	205,10
Фактору С	0,44	4	0,11	29,553
Взаємодії АВ	0,32	3	0,11	28,23
Взаємодії АС	0,11	4	0,03	7,42
Взаємодії ВС	0,06	12	0,01	1,40
Взаємодії АВС	0,09	12	0,01	1,90
Помилка Cz	0,29	78	0,00	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,29	0,02
Фактору В	0,45	0,03
Фактору С	0,09	0,04
Взаємодії АВ	0,06	0,04
Взаємодії АС	0,02	0,05
Взаємодії ВС	0,01	0,07
Взаємодії АВС	0,02	0,10
Помилка Cz	0,06	

Точність досліджу = 1,79% Варіація даних = 7,58%

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю, 2023 рік

Фактори			Повторення, X, T			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,55	2,62	2,51	2,56
1	1	2	2,63	2,60	2,57	2,60
1	2	1	2,66	2,73	2,68	2,69
1	2	2	2,76	2,71	2,69	2,72
2	1	1	2,62	2,59	2,58	2,58
2	1	2	2,69	2,60	2,57	2,62
2	2	1	2,66	2,73	2,62	2,67
2	2	2	2,68	2,73	2,66	2,69
3	1	1	2,66	2,60	2,57	2,61
3	1	2	2,67	2,63	2,59	2,63
3	2	1	2,73	2,69	2,68	2,70
3	2	2	2,78	2,72	2,69	2,73

Середнє по фактору А

1	2,64
2	2,64
3	2,67

Середнє по фактору В

1	2,60
2	2,70

Середнє по фактору С

1	2,64
2	2,67

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	0,14	35	-	-
Повторень	0,02	2	-	-
Фактору А	0,00	2	0,00	2,37
Фактору В	0,09	1	0,09	84,39
Фактору С	0,01	1	0,01	6,62
Взаємодії АВ	0,00	2	0,00	2,13
Взаємодії АС	0,00	2	0,00	0,14
Взаємодії ВС	0,00	1	0,00	0,00
Взаємодії АВС	0,00	2	0,00	0,08
Помилка Cz	0,02	22	0,00	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,13	0,03
Фактору В	0,49	0,02
Фактору С	0,05	0,02
Взаємодії АВ	0,03	0,04
Взаємодії АС	0,00	0,04
Взаємодії ВС	0,00	0,03
Взаємодії АВС	0,00	0,05
Помилка Cz	0,30	

Точність досліду = 1,69% Варіація даних = 2,43%

Додаток Д1

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю, 2024 рік

Фактори			Повторення, X, T			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,45	2,49	2,44	2,46
1	1	2	2,51	2,53	2,49	2,51
1	2	1	2,59	2,56	2,50	2,55
1	2	2	2,58	2,63	2,56	2,59
2	1	1	2,47	2,51	2,46	2,48
2	1	2	2,52	2,55	2,52	2,53
2	2	1	2,59	2,56	2,59	2,58
2	2	2	2,57	2,61	2,62	2,60
3	1	1	2,48	2,53	2,52	2,51
3	1	2	2,54	2,57	2,51	2,54
3	2	1	2,63	2,66	2,57	2,62
3	2	2	2,65	2,62	2,65	2,64

Середнє по фактору А

1	2,53
2	2,55
3	2,58

Середнє по фактору В

1	2,51
2	2,60

Середнє по фактору С

1	2,53
2	2,57

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	0,13	35	-	-
Повторень	0,01	2	-	-
Фактору А	0,02	2	0,01	11,49
Фактору В	0,00	1	0,08	114,35
Фактору С	0,01	1	0,01	16,67
Взаємодії АВ	0,00	2	0,00	0,60
Взаємодії АС	0,00	2	0,00	0,45
Взаємодії ВС	0,00	1	0,00	0,95
Взаємодії АВС	0,00	2	0,00	0,15
Помилка Cz	0,01	22	0,00	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,23	0,02
Фактору В	0,49	0,02
Фактору С	0,09	0,02
Взаємодії АВ	0,01	0,03
Взаємодії АС	0,00	0,03
Взаємодії ВС	0,00	0,03
Взаємодії АВС	0,00	0,04
Помилка Cz	0,18	

Точність досліду = 1,58% Варіація даних = 2,34%

Результати дисперсійного аналізу урожайних даних сої трьохфакторного дослідю, 2025 рік

Фактори			Повторення, X, T			Середнє
A	B		I	II	III	
1	1	1	2,36	2,41	2,40	2,39
1	1	2	2,54	2,57	2,54	2,55
1	2	1	2,41	2,43	2,39	2,41
1	2	2	2,45	2,48	2,39	2,44
2	1	1	2,42	2,44	2,40	2,42
2	1	2	2,48	2,44	2,43	2,45
2	2	1	2,49	2,52	2,46	2,49
2	2	2	2,52	2,54	2,50	2,52
3	1	1	2,55	2,57	2,50	2,54
3	1	2	2,57	2,60	2,54	2,57
3	2	1	2,53	2,56	2,50	2,53
3	2	2	2,56	2,60	2,55	2,57

Середнє по фактору А

1	2,45
2	2,47
3	2,55

Середнє по фактору В

1	2,49
2	2,48

Середнє по фактору С

1	2,46
2	2,52

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Fф
Загальна	0,16	35	-	-
Повторень	0,01	2	-	-
Фактору А	0,07	2	0,04	127,40
Фактору В	0,00	1	0,00	1,39
Фактору С	0,03	1	0,03	88,93
Взаємодії АВ	0,02	2	0,01	35,52
Взаємодії АС	0,01	2	0,00	13,63
Взаємодії ВС	0,00	1	0,00	12,51
Взаємодії АВС	0,01	2	0,00	15,89
Помилка Cz	0,01	22	0,00	-

Таблиця впливу та НІР

Фактор	Сила впливу	Нір
Фактору А	0,26	0,01
Фактору В	0,18	0,01
Фактору С	0,14	0,01
Взаємодії АВ	0,13	0,02
Взаємодії АС	0,05	0,02
Взаємодії ВС	0,00	0,02
Взаємодії АВС	0,06	0,03
Помилка Cz	0,18	

Точність досліду = 1,58% Варіація даних = 2,34%

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ФГ «Ваторія»



Анатолій РУДЬ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

«20» 02 2026р.

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0125U004257

(номер держреєстрації, назва теми)

Формування урожаю зерна сої залежно від комплексу агротехнічних заходів в умовах Лісостепу Західного

яка виконана в період з 10.04. 2025 р. по 20.02. 2026 р.

Розроблено комплекс агротехнічних заходів при вирощування сортів сої: Сандра, Ультра. Встановлено доцільність суцільного рядкового способу сівби (15 см), порівняно із широкорядним (45 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін, з приростами до контролів – 0,5-0,8 т/га.

(назва результату, що впроваджується)

Керівники теми:

ХОМІНА Вероніка Ярославівна, ІВАСИК Мирослава Володимирівна
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

Комісія в складі:

голова комісії: РУДЬ Анатолій Васильович
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

члени комісії: ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
НЕБАБА Катерина Станіславівна
(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх використання: ФГ «Ваторія»

«20» 02 2026р.

Голова комісії: Анатолій РУДЬ
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Члени комісії: Людмила ВІЛЬЧИНСЬКА
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Катерина НЕБАБА
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Підписи засвідчую:

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
"ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"
ВІДДІЛ ІМ'Я ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ
ЗАГАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА
ТА АРХІВУВАННЯ
ЗАВІТАННЯ
ДОКУМЕНТІВ
Керівник відділу Людмила Вільчинська
від «20» 02 2026р.





Руслан БЕЛЬСЬКИЙ
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0125U004257

(номер держреєстрації, назва теми)

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

яка виконана в період з 20.04. 2025 р. по 10.03. 2026 р.

Розроблено комплекс агротехнічних заходів при вирощування сортів сої: Білявка, Сандра, Ультра. Встановлено ефективність суцільного рядкового способу сівби (15 см), порівняно із широкорядним (45 см) та застосування стимулятора росту Гіберелін, з приростами до контролів – 0,6-0,9 т/га.

(назва результату, що впроваджується)

Керівники теми:

ХОМІНА Вероніка Ярославівна, ІВАСИК Мирослава Володимирівна
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

Комісія в складі:

голова комісії: БЕЛЬСЬКИЙ Руслан Анатолійович
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

члени комісії: ХМЕЛЯНЧИШИН Юрій Володимирович
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
НЕБАБА Катерина Станіславівна
 (ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх використання: ФГ «Димок»

«10» 03 2026 р.

Голова комісії:

Руслан БЕЛЬСЬКИЙ
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Члени комісії:

Юрій ХМЕЛЯНЧИШИН
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Катерина НЕБАБА
 (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Підписи засвідчую:

Підпис Руслана Бельського
Катерини Небаби
 Керівник відділу
 від «10» Березня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

ТзВО «АГРО-СЛАВА 2017»

«АГРО СЛАВА
2017»

Ярослава БАБІЙ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

жовтня 2025р.

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у виробництво

0125U004257

(номер держреєстрації, назва теми)

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

яка виконана в період з 10.04. 2024 р. по 10.10. 2025 р.

Розроблено комплекс агротехнічних заходів при вирощуванні сортів сої: Аратта і Софія.Встановлено вплив застосування інокуляції насіння+ N₃₀P₄₀ і норм висіву насіння500, 600, 700 тис шт/га

(назва результату, що впроваджується)

Керівники теми:

ХОМІНА Вероніка Ярославівна, ІВАСИК Мирослава Володимирівна

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

Комісія в складі:

голова комісії: БАБІЙ Ярослава Василівна

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

члени комісії: ХМЕЛЯНЧИШИН Юрій Володимирович

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

НЕБАБА Катерина Станіславівна

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

встановила впровадження у виробництво результатів наукових досліджень та місце їх використання: ТзВО «АГРО-СЛАВА 2017»

«10»



Голова комісії:

(підпис)

Ярослава БАБІЙ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Члени комісії:

(підпис)

Юрій ХМЕЛЯНЧИШИН

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Катерина НЕБАБА

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Підписи засвідчую:

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ

"ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

Підпис Ярослава Бабій Катерина НебабаКерівник відділу Збірник наукових праць

засвідчую

від «10» жовтня 2025р.

