

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**НІМЕНКО Сергій Сергійович**

УДК 631.147:631.547:633.853.52

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В  
УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

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

  
Сергій НІМЕНКО

Науковий керівник

Микола ГРАБОВСЬКИЙ,  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор

Біла Церква – 2023

## АНОТАЦІЯ

**Німенко С. С. Формування продуктивності сої залежно від елементів органічної технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агронімія (20 Аграрні науки та продовольство). – Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, 2023.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і новий підхід до розв'язання наукової проблеми по оптимізації елементів органічної технології вирощування сортів сої на основі встановленні їх реакції на інокулювання насіння та заходи контролювання чисельності бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України. На основі отриманих експериментальних даних встановлено, що для реалізації потенціалу продуктивності культури, за органічного вирощування, необхідне вдосконалення заходів контролювання чисельності бур'янів в агрофітоценозах сої та підбір відповідних інокулянтів.

Виявлено, що тривалість вегетаційного періоду у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія на варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го справжнього листка зростала на 11–17 діб, порівняно контрольними ділянками. Під впливом передпосівного інокулювання насіння вегетаційний період сої збільшувався на 5–7 діб. Між тривалістю вегетаційного періоду та урожайністю зерна сортів сої встановлено високий рівень кореляційної залежності на рівні 0,90.

Доведено, що інокулювання насіння сприяє збільшенню висоти рослин сої у сорту Таурус – на 3,5–8,2 %, ЕС Тенор – на 3,5–5,6 %, Сігалія – на 2,8–5,2 %, порівняно з варіантами без його проведення. На варіантах з підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка приріст висоти рослин, відносно контролю, становив 9,5–15,2 %. Між висотою рослин та

урожайністю зерна сої існує позитивний кореляційний зв'язок середньої сили ( $r=0,49$ ).

Максимальні значення площі листкової поверхні рослин у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримано у фазу цвітіння 28,3–43,8, 29,2–47,0 і 29,5–47,4 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно. Інокулювання насіння сприяє збільшенню асиміляційної поверхні рослин сої у сорту Таурус – на 1,2–5,7 %, ЕС Тенор – на 1,1–4,6 % і Сігалія – на 1,0–3,8 %, порівняно з контрольними варіантами. Заходи контролювання чисельності бур'янів сприяли зростанню цього показника на 34,8–78,3%. Найвищі значення площі листкової поверхні були отримані на варіантах з підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка та інокулюванням насіння препаратом Біомаг соя – 43,8, 47,0 і 47,4 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія.

Встановлено, що серед досліджуваних сортів найвищі значення фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу отримано у сорту Сігалія на варіанті з підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння Біомаг соя – 0,84 і 1,00 млн. м<sup>2</sup>/діб × га та 8,05 і 8,23 г/м<sup>2</sup> за добу, відповідно у першій та другий періоди обліків. У сортів Таурус і ЕС Тенор ці показники становили 0,70 і 0,85 млн. м<sup>2</sup>/діб × га; 6,70 і 6,96 г/м<sup>2</sup> за добу та 0,78 і 0,95 млн. м<sup>2</sup>/діб × га; 7,55 і 7,33 г/м<sup>2</sup> за добу. Застосування інокуляції насіння дозволили підвищити чисту продуктивність фотосинтезу, в середньому по досліджуваних сортах, на 1,8–2,7 %, а заходів контролювання чисельності бур'янів на 22,0–35,8 %, порівняно з варіантами без їх використання.

Доведено, що на кількість і масу сирих бульбочок у досліджуваних сортів сої найбільший вплив мала інокуляція насіння – 79,6 і 72,4 %. Менш суттєво впливали сортові особливості (4,1 і 5,9 %) та взаємодія сорт × інокуляція (4,6 і 5,8 %). Заходи контролювання чисельності бур'янів несуттєво впливали на формування цих показників. Найвища кількість бульбочок на рослині у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія 59, 62 і 67 шт. та їх маса 1,27, 1,34 і 1,40 г була сформована у фазу цвітіння на варіанті із

застосуванням підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс.

Структура видового складу сегетальної рослинності в посівах сої залежить від року досліджень та погодних умов. В наших дослідженнях переважав малорічний тип забур'яненості з домінуванням дводольних малорічних видів (46,7–54,4 %) і злакових однорічних (30,6–40,0 %). Залежно від року, серед злакових компонентів найбільшу частку займали мишій сизий (18,6–25,6 %) і плоскуха звичайна (10,8–14,6 %), а дводольних – щиріця звичайна (23,8–27,8 %) і лобода біла (11,8–17,8 %).

Відмічено зростання забур'яненості посівів у більш пізньостиглих сортів сої, порівняно з ранньостиглим, як на ділянках з природною забур'яненістю, так і на варіантах, де застосовували заходи контролювання чисельності бур'янів. Найбільш ефективним агротехнічним заходом контролювання чисельності бур'янів виявилось підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка, що дозволяє на 66,3–69,3 % зменшити кількість бур'янів і на 58,2–62,8 % їх масу, порівняно з контрольними варіантами.

Під впливом інокуляції насіння і заходів контролювання чисельності бур'янів зростала кількість бобів на рослині на 2,5–6,5 % і на 76,9–91,2 %, кількості насінин на рослині на 3,7–9,6 % і 26,0–37,4 %, маса насіння з однієї рослини на 3,9–10,0 % і 46,0–81,7 %, маса 1000 насінин на 1,8–5,4 % і 10,5–35,4 %, порівняно з контрольними варіантами. Інокулювання насіння не впливало на висоту прикріплення першого боба, а при застосуванні заходів контролювання чисельності бур'янів на 1,2–20,1 %. Відмічено сильний взаємозв'язок між сумою опадів та середньою температурою повітря і кількістю бобів на рослині сої ( $r = 0,86$  і  $0,92$ ), висотою прикріплення першого боба ( $r = 0,78$  і  $0,82$ ) та масою насіння з рослини ( $r = 0,77$  і  $0,78$ ). При цьому сума опадів та середньодобових температур негативно впливають на кількість насіння з однієї рослини ( $r = -0,32$  і  $-0,24$ ).

Максимальна урожайність зерна у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія, за органічної технології вирощування, отримано за підгортання рослин сої у

фазі 1-го справжнього листка і проведення інокуляції насіння Біомаг соя – 2,38, 2,65 і 2,71 т/га. Серед досліджуваних сортів вищу врожайність зерна отримано у Сігалія – 2,35 т/га, у ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га, а у Таурус – 1,94 т/га. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що на формування урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи контролювання чисельності бур'янів (62,6 %), генотип (сорт) впливав на рівні 21,0 %, а інокулювання насіння на 12,2 %. Взаємодія досліджуваних факторів була незначною (0,8–2,1 %).

Серед досліджуваних сортів сої максимальний вміст білку був у Таурус 41,8–44,1 %, а жиру у ЕС Тенор – 21,0–23,0 %, при цьому вищий вихід білка 0,68–1,15 т/га і олії – 0,35–0,60 т/га отримано у Сігалія. Заходи контролювання чисельності бур'янів не впливали на вміст жиру і білку у зерні сої та вихід білка і олії. На варіантах із проведенням інокуляції насіння спостерігалось збільшення вмісту білку в зерні на 1,6–2,3 %, а жиру на 1,1–1,3 %, порівняно із варіантами без її застосування.

Обґрунтовано високу економічну ефективність вирощування сої за органічною технологією. Найвищі показники чистого прибутку і рентабельності отримано у сорту Сігалія при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 51228,9 грн/га і 219 %. У сортів Таурус і ЕС Тенор на цих варіантах вони становили 43072,9 грн/га і 192,5 % та 49696,9 грн/га і 213,6 %. В середньому вихід енергії з урожаєм і коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Сігалія становив 45,0 ГДж/га і 5,08 а у сортів Таурус і ЕС Тенор – 36,0 ГДж/га і 4,30 та 41,3 ГДж/га і 4,77, відповідно.

**Ключові слова:** соя, сорт, інокуляція насіння, заходи контролювання чисельності бур'янів, фотосинтетичні показники, симбіотична активність, забур'яненість, урожайність зерна, якість, економічна ефективність, енергетична ефективність.

## ANNOTATION

**Nimenko S. Formation of soybean productivity depending on the elements of organic cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Qualification scientific work on the rights of manuscript.**

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 – Agronomy (20 Agricultural Sciences and Food) – Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2023.

The thesis presents a theoretical generalization and a new approach to solving the scientific problem of optimizing the elements of organic technology for growing soybean varieties based on establishing their response to seed inoculation and weed control measures in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Based on the experimental data obtained, it was found that in order to realize the productivity potential of the crop, under organic cultivation, it is necessary to improve the measures to control the number of weeds in soybean agrophytocenoses and the selection of appropriate inoculants.

It was found that the duration of the growing season in soybean varieties Taurus, ES Tenor and Sigalia on variants with hilling of soybean plants in the cotyledon phase and in the phase of the 1st true leaf increased by 11–17 days compared to control plots. Under the influence of pre-sowing inoculation of seeds, the growing season of soybean increased by 5–7 days. A high level of correlation was found between the duration of the growing season and grain yield of soybean varieties at the level of 0.90.

It was proved that seed inoculation increases the height of soybean plants in Taurus variety by 3.5–8.2 %, ES Tenor – by 3.5–5.6 %, Sigalia – by 2.8–5.2 %, compared to the variants without inoculation. In the variants with hilling of plants in the phase of the 1st true leaf, the increase in plant height, relative to the control, was 9.5–15.2 %. There is a positive correlation between plant height and soybean grain yield of medium strength ( $r=0.49$ ).

The maximum values of the leaf surface area of plants in Taurus, ES Tenor and Sigalia varieties were obtained in the flowering phase of 28.3–43.8, 29.2–47.0 and 29.5–47.4 thousand m<sup>2</sup>/ha, respectively. Seed inoculation increases the assimilation surface of soybean plants in Taurus variety by 1.2-5.7%, ES Tenor – by 1.1–4.6 % and Sigalia – by 1.0-3.8 % compared to the control variants. Measures to control the number of weeds contributed to the growth of this indicator by 34.8–78.3 %. The highest values of leaf surface area were obtained in the variants with hilling of plants in the phase of the 1st true leaf and inoculation of seeds with Biomag soybean preparation – 43.8, 47.0 and 47.4 thousand m<sup>2</sup>/ha, respectively, in Taurus, ES Tenor and Sigalia varieties.

It was found that among the studied varieties the highest values of photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis were obtained in the variety Sigalia in the variant with hilling of soybean plants in the phase of the 1st true leaf and inoculation of seeds with Biomag soybean – 0.84 and 1.00 million m<sup>2</sup>/day × ha and 8.05 and 8.23 g/m<sup>2</sup> per day, respectively, in the first and second periods of accounting. In the varieties Taurus and ES Tenor, these indicators were 0.70 and 0.85 million m<sup>2</sup>/day × ha; 6.70 and 6.96 g/m<sup>2</sup> per day and 0.78 and 0.95 million m<sup>2</sup>/day × ha; 7.55 and 7.33 g/m<sup>2</sup> per day. The use of seed inoculation allowed to increase the net productivity of photosynthesis, on average for the studied varieties, by 1.8–2.7% and measures to control the number of weeds by 22.0–35.8%, compared to variants without their use.

It was proved that the number and weight of raw nodules in the studied soybean varieties was most influenced by seed inoculation – 79.6 and 72.4%. Varietal characteristics (4.1 and 5.9%) and the interaction of variety × inoculation (4.6 and 5.8%) had a less significant effect. Measures to control the number of weeds had a minor effect on the formation of these indicators. The highest number of nodules per plant in the varieties Taurus, ES Tenor and Sigalia 59, 62 and 67 pcs. and their weight of 1.27, 1.34 and 1.40 g was formed in the flowering phase in the variant with the use of hilling of soybean plants in the phase of the 1st true leaf and inoculation of seeds with Legum Fix.

The structure of the species composition of segetal vegetation in soybean crops depends on the year of research and weather conditions. In our experiments, the small-scale type of weeds prevailed with the dominance of dicotyledonous small-scale species (46.7–54.4 %) and annual cereals (30.6–40.0 %). Depending on the year, among the cereal components, the largest share was occupied by bluegrass (18.6–25.6 %) and common bentgrass (10.8–14.6%), and among the dicotyledons - common bentgrass (23.8–27.8 %) and white quinoa (11.8–17.8 %).

There was an increase in weed infestation in later-ripening soybean varieties compared to early-ripening ones both in areas with natural weed infestation and in variants where weed control measures were applied. The most effective agrotechnical measure to control the number of weeds was hilling of soybean plants in the phase of the 1st true leaf, which allows to reduce the number of weeds by 66.3–69.3 % and their weight by 58.2–62.8 % compared to the control variants.

Under the influence of seed inoculation and weed control measures, the number of beans per plant increased by 2.5–6.5 % and 76.9–91.2%, the number of seeds per plant by 3.7–9.6 % and 26.0–37.4%, the weight of seeds per plant by 3.9–10.0 % and 46.0–81.7%, the weight of 1000 seeds by 1.8–5.4 % and 10.5–35.4 %, compared to the control variants. Inoculation of seeds did not affect the height of attachment of the first bean and when applying measures to control the number of weeds by 1.2–20.1%. There was a strong correlation between precipitation and average air temperature and the number of beans per soybean plant ( $r = 0.86$  and  $0.92$ ), the height of the first bean ( $r = 0.78$  and  $0.82$ ) and the weight of seeds per plant ( $r = 0.77$  and  $0.78$ ). At the same time, the amount of precipitation and average daily temperatures negatively affect the number of seeds per plant ( $r = -0.32$  and  $-0.24$ ).

The maximum grain yield in soybean varieties Taurus, ES Tenor and Sigalia, under organic cultivation technology, was obtained by hilling soybean plants in the phase of the 1st true leaf and inoculating seeds with Biomag soybean – 2.38, 2.65 and 2.71 t/ha. Among the studied varieties, the highest grain yield was obtained in Sigalia – 2.35 t/ha, in ES Tenor it was 2.22 t/ha and in Taurus – 1.94 t/ha. According



to the results of the analysis of variance, it was found that the formation of soybean grain yield was most influenced by weed control measures (62.6 %), genotype (variety) influenced by 21.0 % and seed inoculation by 12.2 %. The interaction of the studied factors was insignificant (0.8–2.1 %).

Among the soybean varieties studied, the maximum protein content was 41.8–44.1 % in Taurus and 21.0–23.0 % in ES Tenor, while the highest protein yield of 0.68–1.15 t/ha and oil yield of 0.35–0.60 t/ha was obtained in Sigalia. Measures to control the number of weeds did not affect the fat and protein content in soybean grain and the yield of protein and oil. In the variants with seed inoculation, an increase in protein content in grain by 1.6–2.3 % and fat by 1.1–1.3 % was observed compared to the variants without its use.

The high economic efficiency of soybean cultivation using organic technology has been substantiated. The highest net profit and profitability were obtained in the Sigalia variety when using Biomag soybean seed inoculation and hilling soybean plants in the phase of the 1st true leaf, with oil yields of 51228.9 UAH/ha and 219 %. In the varieties Taurus and ES Tenor on these variants, they amounted to 43072.9 UAH/ha and 192,5 % and 49696.9 UAH/ha and 213.6 %. On average, the energy yield and energy efficiency coefficient of the Sigalia variety was 45.0 GJ/ha and 5.08, and that of the Taurus and ES Tenor varieties was 36.0 GJ/ha and 4.30, and 41.3 GJ/ha and 4.77, respectively.

**Key words:** soybean, variety, seed inoculation, weed control measures, photosynthetic parameters, symbiotic activity, weediness, grain yield, quality, economic efficiency, energy efficiency.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України:

1. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на фітосанітарний стан посівів сої за органічного вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 78. С. 69–74. DOI: 10.32848/0135-2369.2022.78.11 (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %)
2. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Особливості формування висоти рослин сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 54–63. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.129.8 (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 60 %)
3. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Вплив елементів технології на формування площі листової поверхні рослин сої за органічного вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 155–163. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.130.23 (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %)
4. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59. DOI: 10.32848/0135-2369.2023.79.7 (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 50 %)
5. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 89–97. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.18.13 (планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті, частка участі – 60 %)

## **Матеріали наукових конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

1. Грабовський М.Б., Німенко С.С. Перспективи вирощування сої за органічного виробництва. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення:* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 31 жовтня 2019 року, м. Біла Церква. С. 8–10. (авторство 60 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

2. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Городецький О.С. Зміна листкової поверхні сої залежно від заходів догляду за посівами. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві:* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 21 жовтня 2021 року. С. 4–6. (авторство 40 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

3. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Козак Л.А., Вплив елементів технології вирощування на зміну висоти рослин сої за органічного виробництва. *Інноваційні технології в рослинництві:* матеріали V Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, м. Кам'янець-Подільський, 25 травня 2022 р. С. 107–108. (авторство 40 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

4. Грабовський М.Б., Німенко С.С., Козак Л.А. Продуктивність сортів сої для за вирощування в умовах органічного виробництва. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели:* матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Полтава, 30 вересня, 2022 р. С. 58–60. (авторство 45 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

5. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Особливості підбору сортів сої для органічного вирощування. *«Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у*

контексті європейського зеленого курсу» присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, с. Центральне, 16 листопада 2022 р. С. 141–142. (авторство 45 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

6. Грабовський М.Б., Німенко С.С., Козак Л.А., Качан Л.М. Формування листкової поверхні рослин сої залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів за органічного вирощування. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Умань, 4 листопада 2022 р. С. 29–31. (авторство 50 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

7. Грабовський М.Б., Німенко С.С., Козак Л.А. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів та інокулювання насіння на симбіотичну активність сої. *Зелене повоєнне відновлення продовольчих систем в Україні*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Одеса, 26 січня 2023 року. С. 246–250. (авторство 45 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

8. Грабовський М.Б., Німенко С.С. Забур'яненість посівів сої за органічного вирощування. *Герботологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві* : матеріали XIII науково-практичної конференції, м. Київ, 15 березня 2023 року. С. 16–18. (авторство 50 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

9. Nimenko S. S., Grabovskyi M. B., Grabovska T. A., Cierjacks A. Ecologization of soybean growing technology. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 30 березня 2023 р. С. 202–204. (авторство 30 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

10. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Козак Л.А. Оцінка роботи симбіотичного апарату у рослин сої за органічного вирощування. *Сучасні*

*напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур:* матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики, м. Полтава, 15 травня 2023 року. С. 139–142. (авторство 40 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

11. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Качан Л.М., Городецький О. С. Економічна оцінка вирощування сої за органічного виробництва. *Агроекологічна безпека і раціональне землекористування зони Полісся:* матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, м. Житомир, ІСПП НААН, 12 жовтня 2023 р. С. 62–64. (авторство 40 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

12. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Козак Л.А. Продуктивність сортів сої за органічної технології вирощування. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення:* матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова, м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р., ДУ ІЗК НААН, 2023, С. 144–145. (авторство 40 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

13. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Козак Л.А. Енергетична оцінка елементів органічної технології вирощування сої. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі :* матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Умань, 11–13 жовтня 2023 р., Уманський національний університет садівництва, С. 100–101. (авторство 45 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

14. Грабовський М.Б., Качан Л.М., Німенко С.С. Вплив елементів технології вирощування на тривалість вегетаційного періодів сортів сої за органічного вирощування. *Органічне агровиробництво. Освіта і наука:* матеріали VIII Міжнародно-практичної конференції, м. Київ, 21 листопада 2023 р., НМЦ ВПФО, С. 90–91. (авторство 40 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез)

## ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	24
1.1 Значення сорту у органічній технології вирощування сої	24
1.2 Основні заходи з підвищення азотфіксації посівами сої	32
1.3 Конкурентні відносини рослин сої і бур'янів за органічного вирощування	40
Висновки до розділу 1	47
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	48
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень	48
2.2 Метеорологічні умови в роки проведення досліджень	49
2.3 Схема та методика проведення досліджень	53
2.4 Характеристика досліджуваних сортів сої та інокулянтів	57
2.5 Агротехнічні заходи з вирощування сої в досліді	59
Висновки до розділу 2	60
РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ	61
3.1 Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів рослин сої	61
3.2 Висота рослин сої	69
3.3 Фотосинтетична діяльність посівів сої	77
3.4 Формування симбіотичного апарату рослинами сої	90
Висновки до розділу 3	100
РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ ЗАХОДІВ КОНТРОЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ БУР'ЯНІВ НА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ СОЇ	103
4.1 Формування видової різноманітності сегетальної рослинності в агрофітоценозах сої	103
4.2 Ефективність заходів контролювання чисельності бур'янів	106
Висновки до розділу 4	113
РОЗДІЛ 5 ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА СОРТАМИ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ЗАХОДІВ КОНТРОЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ БУР'ЯНІВ	115
5.1 Елементи структури врожаю сої	115
5.2 Урожайність сортів сої	121
5.3 Якісні показники зерна сої	128
Висновки до розділу 5	134
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	136

	15
6.1. Економічна ефективність	136
6.2. Енергетична ефективність	140
Висновки до розділу 6	143
ВИСНОВКИ	144
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	148
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	149
ДОДАТКИ	180

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

г – грам

га – гектар

ГДж – гіга джоуль

грн – гривня

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

ЄС – Європейський союз

К<sub>Е</sub> – енергетичний коефіцієнт

НІР – найменша істотна різниця

см – сантиметр

СР – суха речовина

ФП – фотосинтетичний потенціал

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу



## ВСТУП

Соя (*Glycine max* (L.) є однією з п'яти культур, які домінують у світовому сільському господарстві разом із кукурудзою, пшеницею, бавовною та рисом [247]. У 2021–2022 рр. в понад 70 країнах світу було вироблено 355,7 млн. т зерна сої. Згідно інформації Міністерства аграрної політики України, в 2022 році посівні площі сої становили 1,5 млн. га, а валовий збір 3,7 млн. т і порівняно з 2021 р. посівні площі збільшилися на 4% [69, 166]. Загальна площа під соєю у світі у 2020 р. склала 128 млн. га [95]. Цього року сою вирощували за органічною технологією у світі, на площі 560 000 га, що становить 32 % від загальної площі органічно вирощених олійних культур та 0,5% від загального світового виробництва цієї культури [218, 274]. Тим часом, у світі відмічається динаміка до поступового зростання виробництва сої, вирощеної згідно органічних вимог [30, 39, 69, 228, 234]. У 2020–2021 рр. в Європейському союзі було вироблено 2,7 млн. т сої, а в європейських країнах, що не входять до ЄС, ще 8,4 млн. т [218]. У 2020 р. ЄС імпортував 137,3 тис. т органічної сої, з яких 28,7 тис. т з України [27, 45, 69].

Основними факторами, які вплинули на зміну становища сої у світі, стали зміни у структурі харчування населення багатьох розвинених країн. Це пов'язано із переходом від використання тваринних жирів на рослинну олію, а також збільшення кількості населення в країнах Азії і розвиток тваринництва в Європейському союзі. Все це зумовило зростання глобального попиту на сою, в тому числі органічно вирощену [17, 240]. В зв'язку з високим попитом на сою, особливо органічну, виникає необхідність розробки технології вирощування цієї культури, відповідно до вимог органічного виробництва. Збільшення органічного землеробства також має прямий вплив на скорочення та припинення використання мінеральних добрив, пестицидів, фунгіцидів, генетично модифікованих організмів та використання антибіотиків [69, 100, 234, 272].

**Актуальність теми.** Загальноприйнята (традиційна) технологія вирощування сої не враховує пристосованість рослин і агрофітоценозів до зміни умов вирощування. Елементи цієї технології розраховані на середньобогаторічні показники погодних умов в певному регіоні і не передбачають мінливості погодних умов. Відповідно, ця технологія не забезпечує підвищення стійкості агрофітоценозів, їх захисту від несприятливих біотичних та абіотичних факторів та одержання стабільної врожайності зерна. Також основні елементи традиційної технології вирощування сої негативно впливають на навколишнє середовище, в зв'язку з чим потребують удосконалення [196].

Значний внесок у розвиток технологій вирощування сої в Україні зробили вчені А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, Ф. Ф. Адамень, М. І. Бахмат, В. Ф. Камінський, С. М. Каленська, М. А. Бобро, Любич В. В., М. Я. Шевніков, О. М., Дідур І. М., Бербенець О. В., Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Логвин І. М., Покотило І. А. та ін. Однак, ці технології та окремі елементи не можуть бути використані при вирощуванні сої за органічними стандартами через заборону використання синтетичних засобів захисту рослин, генетично модифікованих організмів, мінеральних добрив та інших штучно створених препаратів.

Важливими складовими за органічного вирощування сої: є підбір сортів сої з високою інтенсивністю стартового росту, збільшення азотфіксуючої здатності рослин, за рахунок проведення передпосівної інокуляції насіння та оптимізація агротехнологічних заходів контролю сегетальної рослинності, що є актуальним в технології вирощування сої, як однієї з важливих сільськогосподарських культур.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2020–2022 рр. і є складовою частиною ініціативної тематики досліджень Білоцерківського національного аграрного університету за завданням «Наукове обґрунтування адаптивних і ресурсозберігаючих технологій

вирощування сільськогосподарських та біоенергетичних культур в умовах Центрального Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0118U004125).

**Метою дослідження є встановлення особливостей формування продуктивності сортів сої за органічної технології вирощування, залежно від передпосівної інокуляції насіння та заходів регулювання чисельності бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України.**

Для досягнення зазначеної мети необхідно розв'язати такі завдання:

- встановити вплив інокуляції насіння та заходів контролювання чисельності бур'янів на процеси росту та розвитку рослин сортів сої;
- виявити вплив досліджуваних елементів органічної технології вирощування на формування біометричних і фотосинтетичних показників рослин та посіву сої;
- встановити ефективність інокуляції насіння та агротехнічних заходів у формуванні симбіотичного апарату культури;
- дослідити особливості міжвидової конкуренцію рослин сої з бур'янами, залежно від сортових особливостей та заходів контролювання їх чисельності;
- обґрунтувати вплив досліджуваних факторів на елементи структури врожаю, якісні показники насіння сої і врожайність сортів сої;
- провести економічну та енергетичну оцінку елементів органічної технології вирощування сої.

**Об'єкт досліджень** – процеси росту, розвитку та формування врожайності сортів сої і показників якості насіння залежно від впливу передпосівної інокуляції насіння та заходів контролювання чисельності бур'янів.

**Предмет досліджень** – сорти сої (Таурус, ЕС Тенор, Сігалія); інокулянти насіння (Легум Фікс, Біоінокулянт БТУ-т, Біомаг соя); заходи контролювання чисельності бур'янів; взаємодія досліджуваних факторів на урожайність та якість зерна сої.

**Методи досліджень.** При проведенні досліджень були використані загальнонаукові та спеціальні методи: польовий – для визначення взаємодії предмета досліджень з біотичними та абіотичними факторами Правобережного Лісостепу України; візуальний – для визначення фенологічних змін в онтогенезі рослин сої; вимірювально-ваговий – встановлення біометричних показників росту й розвитку рослин і формування врожаю насіння сої; фізіологічний – визначення фотосинтетичної продуктивності рослин; лабораторний – визначення показників якості насіння сої; статистичний – для визначення кореляційних залежностей між факторами, дисперсійного та факторіального аналізу; порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та біоенергетичної ефективності моделей технології вирощування.

**Наукова новизна дослідження** полягає у вирішенні наукового завдання, щодо обґрунтування елементів органічної технології вирощування сортів сої в умовах Правобережного Лісостепу України шляхом застосування інокуляції насіння та заходів контролювання чисельності бур'янів. *Уперше* обґрунтовано і експериментально доведено можливість вирощування сої з використанням нового агротехнічного методу – підгортанням рослин у різні періоди онтогенезу. Виявлено вплив інокуляції насіння і заходів контролювання чисельності бур'янів на формування і функціонування асиміляційної та симбіотичної систем сортів сої. Встановлено економічну та енергетичну ефективність органічної технології вирощування сої. *Удосконалено* наукові принципи та практичні підходи до формування продуктивності сої за органічного вирощування на основі поєднання варіантів інокуляції насіння і заходів контролювання чисельності бур'янів, з урахуванням сортової специфіки і впливу погодних умов на вегетацію. *Набули подальшого розвитку* принципи управління процесами продуктивності та формування врожайності, а також якості зерна сучасних сортів сої за органічної технології вирощування.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблено науково-обґрунтовані рекомендації, щодо оптимізації елементів органічної технології

вирощування сої, які включають підбір сортів, інокуляцію насіння і заходи контролювання чисельності бур'янів, що забезпечують одержання високого рівня врожайності та якості насіння культури.

Розроблені елементи органічної технології вирощування сої впроваджені в 2023 р. на Сквирській дослідній станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН України та ПП сільськогосподарське підприємство ім. Т. Г. Шевченка Київської області.

Основні положення дисертаційної роботи використано в освітньому процесі Білоцерківського національного аграрного університету для викладання навчальних дисциплін «Органічне рослинництво», «Основи органічного виробництва» і «Система організації та функціонування органічного рослинництва».

**Особистий внесок здобувача.** Автором проведено інформаційний пошук, аналіз наукової літератури, визначено мету і задачі досліджень. За безпосередньої участі автора визначено напрями та завдання досліджень, розроблено схеми дослідів, проведено польові дослідження, самостійно узагальнено та інтерпретовано експериментальні дані, здійснено їх систематизацію та аналіз, підготовлено друковані праці за темою дисертації, сформульовано висновки та рекомендації, здійснено науковий супровід впровадження розробок у виробництво.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати досліджень було обговорено на засіданнях кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин Білоцерківського національного аграрного університету (2020–2023 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення (м. Біла Церква 31 жовтня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві» ( м. Біла Церква, 21 жовтня 2021 р.); Всеукраїнській науковій

інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (м. Кам'янець-Подільський, 25 травня 2022 р.); Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели» (м. Полтава, 30 вересня 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу» присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» (м. Умань, 4 листопада 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Зелене повоєнне відновлення продовольчих систем в Україні» (м. Одеса, 26 січня 2023 р.); XIII науково-практичній конференції «Герботологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві» (м. Київ, 15 березня 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку» (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції присвяченої 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики «Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур» (м. Полтава, 15 травня 2023 р.); Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Агроекологічна безпека і раціональне землекористування зони Полісся» (м. Житомир 12 жовтня 2023 р.); Міжнародній науковій конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова «Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення» (м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р.); VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі» (м. Умань, 11–13 жовтня 2023 р.); VIII Міжнародній-практичній конференції «Органічне агровиробництво. Освіта і наука» (м. Київ, 21 листопада 2023 р.).

**Публікації результатів досліджень.** Основні результати дисертації висвітлено у 5 фахових публікаціях, 14 працях апробаційного характеру в збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертацію викладено на 204 сторінках машинописного тексту, містить 31 таблицю, 21 рисунок. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву. Список використаних джерел налічує 275 найменувань, з яких 78 латиницею.

## РОЗДІЛ 1

### ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

#### 1.1. Значення сорту у органічній технології вирощування сої

Органічне виробництво – це багатофункціональна модель вирощування та виготовлення продуктів харчування, що об'єднує найсучасніші світові досягнення, зважаючи на збереження природних ресурсів та навколишнього середовища, ступінь розмаїття живої природи, застосування найвищих норм відповідного утримання тварин та методів господарювання, який повинен відповідати визначеним вимогам до продукції, що виготовлені за допомогою використання компонентів та процесів природного походження [157].

Органічне сільське господарство – це цілісна мережа керування виробництвом, яка сприяє покращенню екологічних процесів, біорозмаїття та природних циклів, кругообігу речовин та підтримує здоров'я ґрунту [Kovacevic D., Oljaca S. Organic farming. University of Belgrade, Zemun, 2005. 39 p.]. В системі органічного сільського господарства заборонено або лімітовано застосування генетично модифікованих організмів, пестицидів, стимуляторів росту, а також штучних комбінованих добрив. В основі такої системи господарювання закладено максимальне застосування сівозмін, гною, компостів, використання рослинних решток, бобових рослин і органічних добрив. Система базується на механічному обробітку ґрунту, використанні органічних відходів виробництва, застосуванні біологічних засобів боротьби із шкідниками та бур'янами, засобів захисту від хвороб. [145].

На сучасному етапі розвитку, в Україні досить повільно розвивається сектор органічного сільського господарства. Основною причиною цього є низька спроможність українського населення до купівлі органічної продукції [273]. У 2017 р. загальна частка сільськогосподарських земель, орієнтованих на органічне господарювання була низькою (менше 1% від всіх



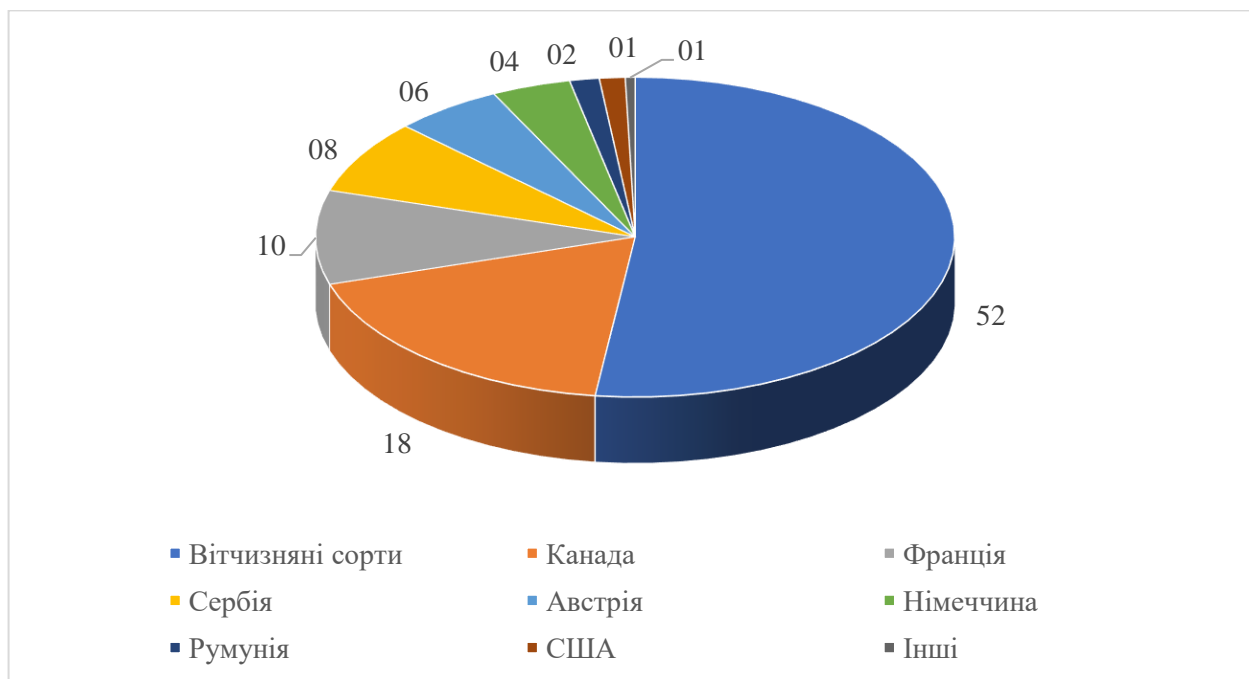
сільськогосподарських угідь). Однак, в той же момент, Україна займає 11 місце в Європі за площею сільськогосподарських земель, сертифікованих як органічні [39]. Станом на 2013–2017 рр., цей показник зріс у 1,5 рази і площі, призначені під органічне виробництво збільшилися. У 2017 р. було засіяно зерновими культурами майже 45,5% усіх органічних угідь [198]. При цьому, в Україні показники збільшення органічного виробництва є одними із найбільших у світі. Ріст показників вищий, ніж у світових у 4,9 разів та європейських у 5,5 разів [199]. У 2012–2017 рр., в секторі вирощування органічної продукції, частина зернобобових та зернових культур зменшилась на 2,5 %. Проте, частка сої навпаки збільшилась на 5,1% [252].

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 3.03.2021 р. №179 “Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року”, було встановлено нову мету для України - збільшити площі сільськогосподарських угідь для органічного виробництва до 3 %. Ціллю систем органічного виробництва є отримання, в першу чергу, безпечної для людини та якісної продукції. Такі системи будуть впроваджені в профілюючих господарствах з дотриманням технологій вирощування певних культур. Основою для такого виробництва будуть природні біологічні засоби оздоровлення ґрунту та відтворення його родючості, а також розробка систем захисту сільськогосподарських рослин від шкідників та бур'янів. Відповідно до ґрунтово-кліматичних умов України, системи органічного господарства повинні бути продуктивними, безпечними для довкілля та людей, а також виконувати ґрунтозахисну функцію [13].

На сучасному етапі становлення сектору органічного виробництва відомо шість підвидів сої – слов'янська (*ssp. slavonika* Kov.), напівкультурна (*ssp. gracilis* Enk.), корейська (*ssp. korajensis* Enk.), китайська (*ssp. chinensis* Enk.), індійська (*indica* Enk.) і маньчжурська (*ssp. manshurika* Enk.). В нашій державі вирощують два підвиди - слов'янську (*ssp. slavonika* Kov.) і маньчжурську (*ssp. manshurika* Enk.) [58].

Залежно від культури, під час наукових та практичних світових і українських досліджень виявлено, що за останні роки, частина сортів та якісного насіння, в загальному збільшенні врожайності зернобобових та зернових культур становить від 25 до 50 % [19, 171].

Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні нараховує 279 сортів сої на 2022 р. В 2013 р. їх кількість становила 125 шт. З 2013 по 2022 рр. кількість сортів сої в Державному реєстрі зростає більше, ніж у 2 рази [59]. При цьому в реєстрі не зазначено, які з сортів сої придатні для органічної технології вирощування. Найбільший відсоток складають сорти вітчизняної селекції – 52 %, Канади – 18,2 %, Франції – 9,5 %, Сербії – 7,5 %, Австрії – 5,5 %, Німеччини – 4,0 %, Румунії – 1,3 % (рис. 1.1). Слід відмітити поступове зменшення частки вітчизняних сортів у Державному реєстрі, оскільки ще декілька років тому їх частка становила 55 % [60].



**Рис. 1.1. Частка сортів сої за походженням в Державному реєстрі рослин, придатних до поширення в Україні на 2022 р.**

Встановлено, що в системі сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, основним елементом є сорт. Формування всіх фаз технологічного циклу вирощування культур залежать від біологічних особливостей сорту. Враховуючи, що з кожним роком зростає кількість сортів,

придатних та адаптованих до розведення в Україні, з'являється необхідність у детальному аналізі їхньої реакції на елементи вирощування. Серед таких це: системи підживлення культури, системи захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів, способи та строки сівби, абіотичні чинники, норми висіву, стимулятори росту. Тому, вивчення необхідних умов зростання та розвитку сортів, враховуючи різні ґрунтово-кліматичні умови та технології розведення культури, постійно буде актуальною науковою проблемою. Агротехніка сортів, що має базуватись на керуванні видозміненими мінливостями культур, повинна враховувати на різних фазах розвитку, біологічні риси адаптивних реакцій сорту [189].

Для визначення цінності насіння сої, як сирового матеріалу для виробництва продуктів харчування, застосовуються сучасні методи селекції, які можуть поєднувати в одному генотипі різні ознаки. Серед таких є: підвищений вміст білка, світло-жовтий колір рубчика та насінневої шкірки, величина насіння [14].

Для визначення зони розведення сої, важливою господарською та біологічною ознакою сортів культури є тривалість періоду вегетації. В сучасних умовах вже є виведені сорти сої української селекції, які варіюються від ультра ранніх до пізньостиглих. Ці сорти досить широко вирощуються на теренах нашої держави. Відмінність тривалості періоду вегетації певних ранньостиглих сортів в одному і тому ж місці зростання залежить, в першу чергу, від умов року і складає близько 8–14 днів. Проте, в різних регіонах вирощування, в одному і тому ж періоді, під впливом комплексу екологічних чинників, вегетаційний період збільшувався і тривав до 25 днів. Пізньостиглі сорти мають більший період вегетації, який складає в окремі роки до 30–40 днів. Однак, враховуючи умови регіону зростання, цей показник може змінитись і тривати до 50–60 днів. Визначено, що чим більш пізньостиглий сорт, тим більша в нього різниця у довжині періоду вегетації при вирощуванні в різних ґрунтово-кліматичних умовах та за роками в одному і тому ж районі [129].

Керуючись міжнародною класифікацією ФАО, сорти сої діляться на 13 груп за тривалістю періоду вегетації: від 000 (ультраскоростиглі) до 10 (дуже пізньостиглі). Однак, в нашій державі, селекціонери керуються іншою бальною шкалою для визначення тривалості періоду вегетації. 1–2 – дуже короткий (ультра скоростиглі сорти) – тривалість до 90 діб; 3–4 – короткий (ранньостиглі сорти) – тривалість 91–110 діб; 5–6 – середній (середньостиглі сорти) – тривалість 111–130 діб; 7–8 – довгий (пізньостиглі сорти) – тривалість 131–150 діб; 9 – дуже довгий (дуже пізньостиглі сорти) – тривалість більш, ніж 150 діб [86].

Скоростиглі сорти сої нового покоління можуть забезпечувати урожайність на рівні - 1,8–2,3 т/га, ранньостиглі сорти – 2,5–2,8 т/га, середньостиглі сорти – 3,0–3,8 т/га. На сьогоднішній день, для кожної окремої ґрунтово-кліматичної зони, запропоновано цілу низку сортів сої, які адаптовані до умов конкретного району, вчасно дозрівають, а також забезпечують високу та стабільну врожайність [6].

Одним із головних факторів збільшення врожайності й стабільного виробництва культури сої є виведення та впровадження у господарювання нових сортів сої, які адаптовані до умов конкретної ґрунтово-кліматичної зони. Завдяки створенню нових високопродуктивних сортів сої збільшилися не тільки зони її вирощування, але й значно зросла її урожайність. В умовах глобальних змін клімату, особливо, враховуючи температурні перепади, які можуть спричинити стрес у рослин та знизити їхню врожайність і якість продукції, особливого значення набуває сорт сої [113, 180].

Переважає більшість сучасних сортів сої вирізняється низькою екологічною пристосованістю і адаптовані для вирощування у ґрунтово-кліматичних зонах певної географічної широти. Сорти сої, які придатні для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах, досить чітко можна відрізнити один від одного за вимогами до чинників навколишнього середовища та господарсько-цінними ознаками [166].

Багато проведених досліджень вказують на те, що адаптивний підбір сортів сої, її розташування, а також завдяки селекції на стійкість до різних факторів та стресів, суттєво зменшує залежність посівів від неконтрольованих чинників зовнішнього середовища. Також адаптивний підбір дає змогу покращити якість продукції рослинництва та зменшити витрати на непоновлювані ресурси під час процесу вирощування культури [169, 189].

Численними дослідженнями доведено, що залежно від біологічних особливостей сорту культури, спостерігається різна реакція на елементи технології вирощування, серед яких інокулювання, рівень живлення або удобрення, реакція на кількість вологи, повітряну та ґрунтову посуху, а також інші чинники, що визначають урожайність культури [78].

На сучасному етапі розвитку селекції, науковці досягли значних результатів у створенні високоврожайних, високостійких до хвороб та шкідників, високотехнологічних сортів сої. Проте, рівень реалізації їх потенціалу продуктивності досить значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов певного району та технологій вирощування, до яких вони адаптовані [3]. Одним із головних завдань новітніх сортів є забезпечення їх високої пристосованості до негативних чинників та здатність якнайбільше використовувати свій потенціал щодо врожайності, в поєднанні з високою якістю [103, 265].

Головним завданням селекціонерів є виявлення потенційних спроможностей нових сортів сої, котрі змогли б забезпечити потреби виробників. Вони повинні самі визначитися, які саме сорти за групою стиглості задовольняють їхні вимоги. З однієї сторони, виробники матимуть змогу використовувати посіви в якості попередника під озимі культури та отримуватимуть сухе насіння та гарантоване дозрівання культури, якщо будуть розводити більш скоростиглі сорти сої. З іншої сторони – кращими за продуктивністю є більш пізньостиглі сорти, які також дають можливість високого збору олії і білку [241]. Найменш налічувана група скоростиглих сортів сої, адже більшість представників цієї групи є одного походження. Вони

мають одні і ті ж самі недоліки: низька урожайність, схильність до розтріскування [214].

За показниками, пізньостиглі сорти, зазвичай, показують вищу насінневу урожайність. Проте, за умови використання певної технології вирощування, скоростиглі сорти не тільки, не поступаються за рівнем продуктивності пізньостиглим, а інколи і перевищують їх [53]. За потреби скоріше звільнити площі для наступних робіт чи змоги мати з одного поля два урожаї за один рік, більшість виробників воліють до вирощування ранньо- і середньостиглих сортів, незважаючи на вищу продуктивність пізньостиглих сортів сої [54, 121].

Крім того, тип розвитку рослин нині набуває великого значення – детермінантний, індетермінантний чи напівдетермінантний. Рослини мають бути не високими, з лімітованим гілкуванням і мати висоту прикріплення нижніх бобів на рівні 15-20 см. Також повинні мати значну симбіотичну азотфіксуючу ефективність. Досконалий сорт мусить забезпечити вертикальне розміщення листків і відсутність бічних гілок [116].

На відміну від виробників традиційної сої, які можуть вирощувати також генно-модифіковані сорти, при вирощуванні органічної сої потрібно використовувати сорти, які розроблені тільки традиційними методами селекції. Такі сорти повинні бути безпечними для людей, мати підвищену азотфіксуючу здатність, зберігати зовнішнє середовище, а також не мають містити в собі речовин, небезпечних для організму. Поміж головних властивостей сортів сої, варто відмітити їхнє пристосування до умов органічного виробництва, високий рівень продуктивності, стійкості до хвороб, висока конкурентна здатність до бур'янів, а також досить швидка та ефективна азотфіксація [211, 222, 229, 271].

Для стабільного розвитку українського органічного виробництва сої треба створити власну базу насіння органічного походження. Окрім того, забезпечити використання елітних сортів, адаптованих до конкретного

регіону, що унеможлиблюють застосування генетично модифікованих зразків, а також здійснення органічної сертифікації насіння [158].

За даними М. Г. Голохоринської [35] визначено досить високий рівень продуктивності насіння сої сорту Чернівецька 7 за рахунок застосування органічної системи удобрення – 2,56 т/га. Цей показник під час застосування інтенсивної системи удобрення збільшився на 36% і становив 3,48 т/га. Незалежно від якості насіння, а також за умов однакової ринкової ціни, рівень рентабельності у варіанті застосування інтенсивної технології вирощування був 176 %. Тоді, як за органічної технології цей показник склав 308 %.

Особливого значення сорт набув в умовах глобального потепління, адже під час підвищення температури ґрунту і повітря, як правило, починається тривалий міждощовий період. Подібні погодні умови здатні ввести рослини в стан стресу, що призведе до різкого зменшення їхньої врожайності, поширення шкідників і хвороб, зниження якості продукції [26]. Часта періодичність таких погодних умов змушує шукати варіанти, як поєднати в одному сорті різні вимоги до подібних аномалій. Тому потрібно розводити та впроваджувати у виробництво сорти, які здатні мати високий адаптивний потенціал, зможуть витримувати конкретні екологічні умови, а також будуть забезпечувати високий урожай [153].

Вирішальне значення для підвищення урожайності та покращення якості продукції має вибір найкращих сортів для господарств, які розміщені в різних ґрунтово-кліматичних зонах, підзонах і мікрозонах, а також мають нестійкі погодні умови. Цей вибір повинен бути науково обґрунтованим, має враховувати критерії екологічної пластичності, потенціалу пристосування сортів, а також стабільність врожаю. У Миколаївській області, головні угіддя сої слід засіяти ранньостиглими і середньостиглими сортами, які більше використовують період вегетації і формують кращий урожай. На противагу південним областям, у Сумській області для вирощування сої перевагу потрібно віддати ранньостиглим і середньораннім сортам. У Тернопільській області – скоростиглим та середньостиглим сортам [114].

## 1.2. Основні заходи з підвищення азотфіксації посівами сої

Однією з головних особливостей сої є можливість до процесу ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями. Завдяки такій здатності, яка проходить в утворених в процесі симбіозу з ризобіями бульбочках, культура може, в значних дозах, або і повністю забезпечити себе азотом (симбіотрофне живлення азотом). Така властивість зменшує залежність культури відприсутності азотних сполук в екологічно шкідливих азотних добривах [18, 21].

В більшості типів ґрунтів, там, де соя ніколи не вирощувалась, бульбочкові бактерії, які живуть на коренях сої, відсутні [147]. Під час інокуляції насіння, на кореневій системі сої утворюються бульбочкові бактерії, які залишаються життєздатними у ґрунті на протязі 3-5 років, навіть після збирання врожаю. За умови розведення сої на даній площі вперше, для забезпечення гарної продуктивності, потрібно обов'язково здійснити інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями *Rhizobium* [127].

За період вегетації різних культур, симбіоз бобових рослин з бульбочковими бактеріями, здатний утворювати значний рівень утримання атмосферного азоту: у гороху та вики до 40-70 кг/га, у люцерни до 200-350 кг/га та у сої до 150–190 кг/га. Така можливість дає вдосконалити баланс азоту в ґрунтах сівоzmіни, а також знизити об'єми застосування мінерального азоту [36, 152]. В той же час, за думкою більшості вчених, азотфіксувальна активність реальних бобово-ризобіальних систем значно менша, ніж потенційно можливий рівень. Це можна визначити, врахувавши високий генетичний поліморфізм сортових і дикорослих сукупностей бобових за симбіотичною активністю [149].

Враховуючи результати досліджень багатьох вчених встановлено, що в симбіотичній парі рослини – сорт, більше впливав на продуктивність саме сорт, ніж штам бульбочкових бактерій [23]. Для забезпечення ефективності симбіозу, модифікування, яке пов'язане із міжсортними відхиленнями рослин є набагато більшим за те, що має відношення до штамових



відмінностей бактерій. Слід зазначити, що нітрогеназна активність порівну залежить від обох учасників бобово–ризобіальної сукупності, проте результативність симбіозу в більшій степені залежить від генотипу рослини, а ніж від бактерій [83].

В певних умовах вирощування, на розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур впливає не тільки процес ефективної взаємодії бульбочкових бактерій з генотипами рослини-господаря, але і те, що на його посилення можна впливати певними окремими елементами технології вирощування. Варіантами такого впливу є: застосування бактеріальних препаратів, різного дозування мінерального живлення та способів використання мікродобрив, засобів стимулювання росту рослин [151]. Продуктивність культури, родючість ґрунту та його азотний баланс, а також урожайність наступних культур у сівозміні, залежать від інтенсивної діяльності симбіотичного апарату [108, 150].

Одним із головних практичних і теоретичних завдань новітньої агротехнології та фізіології рослин є підвищення потенціалу азотфіксації в агроценозах [124]. За умови ведення органічного способу виробництва продукції, головною умовою є використання препаратів, в основі яких є вільноіснуючі азотфіксувальні та симбіотичні бульбочкові бактерії в поєднанні із біологічно активними речовинами натурального походження, які здатні забезпечити підвищення азотфіксації [64]. Визначено, що для сприяння формування активного симбіозу між рослиною та бактеріями, а також для підвищення рівня продуктивності культури на 10-28%, необхідною умовою є інокулювання насіння сої фосформобілізівними та азотфіксувальними бактеріями [174].

Соя здатна створити симбіоз із бульбочковими бактеріями чотирьох видів *Ensifer fredii*, *Rhizobium japonicum*, *B. Liaoningense*, *B. Elkanii* [94]. На території України, у ґрунтах, типовими мікросимбіотами сої культурної стають ризобії виду *Rhizobium japonicum*, які є досить повільнорослими. Для сої дикої – ризобії виду *E. Fredii*, швидкорослі. У сучасних умовах

підтверджено, що в симбіозі, як з культурною так і з дикою соєю, бульбочкові бактерії активно накопичують молекулярний азот, незалежно від швидкості росту [107].

При вирощуванні зернобобових культур, окрім використання вільноживучих мікроорганізмів, можна застосовувати різні штами нових бульбочкових бактерій, які створені штучно, але можуть у значно більшій степені накопичувати молекулярний азот атмосфери [204]. Враховуючи це, потрібно більше уваги приділяти вивченню питань із виявлення впливу використання ефективних азотфіксувальних бактерій, застосовуючи інокуляції насіння зернобобових культур [239].

Поряд з бульбочковими бактеріями, слід звернути увагу на ендofітні бактерії. Вони можуть утворювати на кореневій системі специфічний симбіотичний апарат, здатні до синтезу біологічно активних метаболітів, які вирізняються антимікробною дією на фітопатогени, а також можуть бути показниками системної стійкості рослин. Таким чином, можуть попередити цим активну фазу розвитку хвороб у рослин. Переважна більшість ендofітних бактерій сприяють покращенню росту та розвитку зернобобових культур, а також здатні збільшити стійкість рослин до дії негативних факторів зовнішнього середовища. Деякі з них можуть фіксувати молекулярний азот атмосфери, чим поліпшують азотне живлення рослин [80].

Ідеальні для органічного виробництва штами ризобій мають гарантувати високий показник симбіотичної фіксації азоту в різних ґрунтово-кліматичних зонах, а також на всіх вирощуваних сортах сої. Проте, новітній стан біологічної науки не дає змоги створити подібні мікроорганізми і вказує про доцільність пошуку селекції нових сортів бобових рослин та штамів бульбочкових бактерій [32].

Останніми роками, для забезпечення збільшення ефективності діяльності бобово-ризобіальної системи виникли роботи, в яких досліджуються спроби поєднати застосування для бобових культур фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів та бульбочкових бактерій. Завдяки

використанню фосфатмобілізуєчих бактерій з роду *Bacillus*, з'явилась можливість застосування комплексної обробки разом з ризобіями насіння квасолі та сої. При цьому варіанті відбувається вища витривалість проростків рослин до абіотичних стресів, підвищується показник надземної маси рослин, а також збільшується кількість бульбочок [105].

Інтродуковані бактерії комплексно впливають на ступінь захворюваності рослин. Бактерії покращують мінеральне живлення рослин, підвищують стійкість до абіотичних і біотичних факторів, стимулюють їх ріст [57, 257].

Недостатня кількість вологи в ґрунті спричинює відмирання бульбочок. Найнижчий показник вологості ґрунту, за якого здійснюється їхній розвиток, повинен бути не менше 16% повної вологоємності (ПВ). Деякі вчені стверджують, що найнижчий показник є 15-20% повної вологоємності ґрунту. Для утворення бульбочок у бобових потрібен показник в інтервалі 40-80% повної вологоємності [269].

Температура відіграє одну із важливих ролей у взаємозв'язках бобових рослин з бульбочками. За показників температури субстрату 20-24°C, у бобових рослин здійснюється активна азотфіксація і відбувається формування високої продуктивності. Коливання температурних показників, при розведенні люцерни, з 25/20°C (день/ніч) до 10/7°C у фазі до 13 тижнів спричиняла зниження на 50% відносної і загальної активності нітрогенази [217].

Високоєфективним способом збільшення врожайності зернобобових культур є інокуляція насіння, яка здійснюється за комплексного застосування ендofітних та бульбочкових бактерій. Інокуляція прискорює формування бульбочок на кореневій системі рослин, що забезпечує більш інтенсивну фіксацію з повітря молекулярного азоту. Цей процес забезпечує рослину в азоті, як власну потребу, так і підвищує запаси цього елемента в ґрунті [111, 200, 206, 207]. Варто зазначити, що даний прийом у новітніх технологіях вирощування зернобобових культур є одним із ключових напрямів

енергозбереження та поліпшення екологічного стану зовнішнього середовища [106].

Найбільш доступним і поширеним способом нітрагінізації є традиційна передпосівна інокуляція препаратами бульбочкових бактерій насіння бобових рослин. Його основна ціль – рівномірно розподілити бактерії на площині насіння і гарантувати їхнє утримання до висіву в ґрунт. Ефект досягається завдяки змішуванню препаратів у малій кількості води (1-2% маси насіння) та перебовтуванню їх (механізовано або вручну) з насінням [24, 221, 238].

Застосування мікробних препаратів поліфункціональної дії (азотфіксувальні та фосформобілізуючі бактерії), під час процесу інокуляції насіння сої набагато покращує і фосфорне, і азотне живлення рослин. Це дає змогу розчинити недоступні фосфати ґрунтом та засвоїти їх рослиною, оскільки відбувається ферментативна діяльність фосформобілізуючих мікроорганізмів та їхня фізіологічна активність [176]. Дієвість даного процесу залежить від характеру взаємин мікро- та макросимбіонта в кожному індивідуальному випадку, а також від належного забезпечення мікро- та мікроелементами, сукупністю екологічних умов. Слід зазначити, що спонтанне зараження штамом бульбочкових бактерій на ґрунтах України виявиться мало ефективним, оскільки соя має високу сортову своєрідність до них [170]. За результатами досліджень фізіолого-біохімічних та генетичних притаманностей штамів ризобій сої, які були виділені із ґрунтів різних регіонів нашої держави, були знайдені бульбочкові бактерії, які суттєво різняться від *Bradyrhizobium japonicum* - типових повільнорослих симбіонтів сої [97].

Виявлено, що ефективність використання комплексної передпосівної інокуляції насіння ендofітними та бульбочковими бактеріями суттєво впливає на ріст та розвиток рослин, а також забезпечує додаткове утворення елементів продуктивності інокульованими рослинами. Економічна ефективність застосування такого процесу достатньо висока, беручи до уваги, як показники зростання продуктивності, так й більш економічне

використання азотних добрив. Інокуляція насіння перед посівом, ніяким чином не порушує технології вирощування зернобобових культур, а є тільки додатковим економічно та екологічно необхідним способом підвищення їх врожайності. Враховуючи це, доцільність застосування сумісної інокуляції в сукупності з іншими агротехнічними заходами, під час вирощування зернобобових культур, може дати набагато вищий показник якості сільськогосподарської продукції. Отже, інокуляція насіння перед посівом ендоефітними та бульбочковими бактеріями здатна зменшити обсяги застосування мінерального азоту, збільшити симбіотичну азотфіксацію сої, а також підвищити продуктивність культури та покращити якість продукції рослинництва [179].

Гарний результат показує інокуляція на ґрунтах, де є відсутніми соєві раси мікроорганізмів роду *Rhizobium japonicum*. За відсутності бактеризації перед посівом неможливе формування бульбочок [74]. На площах, де тривало розводиться соя, може утворюватись аборигенна сукупність бульбочкових бактерій, які спроможні спонтанно заражувати кореневі системи молодих рослин. Проте, зазвичай, ці бактерії малоактивні та неефективні, вони часто зменшують активність виробничих штамів. Наслідком цього може бути недієве та нераціональне використання бактеріальних препаратів [71].

Титр бульбочкових бактерій, тобто кількість життєздатних клітин ризобій в одному грамі або мілілітрі препарату, є основним параметром бактеріальних препаратів. Шляхом висіву на тверді живильні середовища можна визначити титр сторонніх мікроорганізмів та бульбочкових бактерій. Керуючись американськими та європейськими стандартами, кількість життєздатних клітин ризобій в 1 г препарату має бути від  $10^7$  до  $10^9$  протягом гарантійного терміну їхнього зберігання, а кількість сторонньої мікрофлори повинно бути не більше 1% кількості ризобій [223].

Згідно даних, отриманих під час аналізів, які були проведені в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН, найвищу кількість атмосферного азоту фіксували висіви сої сорту Омега вінницька – 172,0 кг/га,

Монада – 179,1 кг/га, Феміда – 173,4 кг/га на площах, де обробку насіння перед посівом здійснювали штамом бульбочкових бактерій М-8 у комплексі з органічним мікродобривом Екозорф [92].

Завдяки застосуванню розчину комплексного мікродобрива Нутривант Плюс олійний та вапнуванню, утворення і розвиток бульбочок на кореневих системах сої відбувається активніше. Виявлено, що застосування подвійних норм вапнякових меліорантів, а також внесення позакореневого живлення мікродобривом, створює умови для оптимальної симбіотичної діяльності та дає найбільшу урожайність зерна сої [98].

Під час інокуляції насіння швидкорослим штамом 634 б і внесенні біофунгіциду Хетомік, а також завдяки збільшенню мікробіологічних процесів в ґрунті та поліпшенню поживного режиму при використанні сидерального добрива, зафіксовано найвищу кількість активних бульбочок на коренях однієї рослини у сортів сої Легенда – 67, Анжеліка – 64, Ксеня – 74, Георгіна – 71 шт. Продуктивність сортів Легенда і Ксеня була при цьому 2,47 і 2,79 т/га, а у сортів Анжеліка і Георгіна – 2,71 т/га – 2,75 т/га, відповідно. За використання інокуляції насіння штамом 634 б та сидерального добрива, продуктивність збільшувалась у сортів Ксеня – до 3,01 т/га, Легенда до 2,73 т/га, а з інокуляцією штамом 614 А та за застосування сидерального добрива із внесенням на посіви Хетомік продуктивність становила у сортів Георгіна – 3,04 т/га, Анжеліка 2,95 т/га [162].

Використовуючи препарат Оптімайз для інокуляції насіння, урожайність сої сорту Валюта підвищувався на 0,24 т/га або 15 %, сорту Апполон – на 0,18 т/га або 12,6 % [62]. В умовах правобережного Лісостепу України, обробка сої перед посівом препаратом Ризобофіт створила умови для збільшення приросту урожаю насіння на рівні 7,8-10,8 % або 0,12-0,27 т/га [122]. За дослідженнями, проведеними в Чернігівському Інституті сільськогосподарської мікробіології та АПВ НААН, збільшення показника урожаю від проведення бактеризації сягнуло 1,21 т/га, відносно контролю – 1,81 т/га [130]. Проведення передпосівної обробки насіння сої, враховуючи

умови занадто посушливого 2015 р., сприяло утворенню додаткового приросту продуктивності на 6,6-28,2 %. Найвища урожайність була отримана на варіантах, де здійснювалась передпосівна інокуляція насіння бактеріальними препаратами ХіСтік Соя (2,52 т/га) та ХайКот Супер Соя + Екстендер (2,73 т/га) [91].

В межах Степової зони України, обробка насіння сої перед посівом здатна забезпечити приріст продуктивності зерна в межах 7,0-16,5%, у порівнянні із варіантами без проведення інокуляції. У сортів Валюта і Аполлон, максимальна маса бульбочок на коренях однієї рослини сої зафіксована за застосування інокулянта Оптімайз – 1,41 і 1,37 г [65].

В умовах західного Лісостепу, найвища кількість активних бульбочок на одній рослині сої утворилася у сорту сої Агат, за умови проведення оранки та при передпосівній обробці насіння Ризогуміном. В цьому досліді, кількість атмосферного фіксованого азоту та показник активного симбіотичного потенціалу був 34,9 тис. кг·діб/га і 199,4 кг/га [188].

В США, на півдні штату Міннесота було виявлено різницю в масі та кількості бульбочок, а також у загальній симбіотичній активності рослини за варіантами різного способу обробітку ґрунту. Під час здійснення осіннього обробітку, порівняно з весняним обробітком, зафіксовано тенденцію до підвищення формування кількості бульбочок [242]. Також за мілкою обробітку ґрунту на глибину 12-14 см, інокульовані рослини сої спроможні засвоювати велику кількість фіксованого азоту на рівні 181,2 кг/га. При цьому, порівняно з іншими варіантами обробітку ґрунту, була одержана найвища продуктивність сої – 2,42 т/га [231].

За дослідженнями, проведеними в Польщі, поряд зі збільшенням рівня ущільнення ґрунту, зменшувалась нітрогеназна активність. Загальна маса та кількість бульбочок сої знижувалась через рівні ущільнення ґрунту. Спостерігалась наступна послідовність: неущільнений ґрунт, помірно ущільнений (потрібно 3 проходи трактора), дуже ущільнений ґрунт (

потрібно 5 проходів трактора). Отже, ущільнення ґрунту досить суттєво впливало на формування бульбочок у сої [264].

Внаслідок передпосівної бактеризації насіння, маса корневих бульбочок збільшувалась на 0,15-0,35 г/рослину, порівняно з контрольним варіантом (0,67 г/рослину) [83]. У базальній частині кореня, кількість бульбочок сягнула позначки 30-38 шт./рослину сої. В порівнянні із варіантом без інокуляції – їхня чисельність була тільки 8-9 шт./рослину [53].

Комплексне застосування Ризогуміну зі стимуляторами росту рослин збільшувало урожайність сої на 28,5-33,6% або 0,39-0,46 т/га, а при внесенні тільки Ризогуміну, показник приросту урожаю насіння сої сорту Устя був 0,28 т/га, сорту Аннушка 0,08 т/га [81].

Завдяки проведенню передпосівної обробки насіння сукупністю азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій було отримано додатковий приріст продуктивності насіння сої (7,9-19,2 %) та збільшений в насінні вміст сирого протеїну – на 0,04-1,52 % [93].

### **1.3. Конкурентні відносини рослин сої і бур'янів за органічного вирощування**

На процес розвитку і зростання рослин сої та формування її урожайності істотно впливають гідротермічний ресурс регіону, сорт, а також рівень забур'яненості посівів. Шкідливий вплив бур'янів на ріст та розвиток рослини має різнобічний характер, однак основна проблема від забур'яненості посівів полягає в істотному зниженні продуктивності та якості продукції рослинництва. Тому, досить суттєвим питанням, під час організації інтегрованої системи захисту площ від бур'янів, є знання шкочинної дії небажаної рослинності та величина можливої втрати врожаю [68, 183].

Бур'яни належать до складу певного агрофітоценозу, тобто комплексу певних видів рослин, яка утворилася під впливом природних умов і господарської діяльності людини [226]. Бур'янова рослинність пригнічує культурні рослини, чинить шкідливий вплив на розвиток та ріст сої своєю



присутністю. Окрім того, дуже важливою проблемою є те, що під час своєї міграції зимуючі фази шкідників та збудники хвороб, в переважній більшості, оселяються на бур'янах.

Посіви сої засмічують велика кількість бур'янів, але більшість з них належать до груп однорічних ранніх, пізніх ярих та багаторічних. В ті роки, коли весна холодна, соя знижує своє проростання, ріст і розвиток, проте бур'яни, для вегетації яких такі погодні умови є сприятливими, продовжують свій ріст та починають формувати велику вегетативну масу. Таким чином, рослини сої затіняються і пригнічуються [202, 263, 271].

Найкритичніший період у рослин сої настає на 25–30 добу проростання і завершується – на 45–50 добу. Тому, на протязі критичних перших 25–30 діб вегетації, площі посівів сої мають бути звільнені від бур'янів [1–6, 25, 197, 248, 256]. Інтенсивність росту, розмір асиміляційної поверхні рослин, а також потужність кореневої системи є показниками конкурентоздатності сої по відношенню до рослинності бур'янів [172]. Отже, у ранній період вегетації, управління чисельністю сегетальної рослинності в соєвому агроценозі формує передумови для розвитку гарної вегетативної маси сої. Формуючи та впроваджуючи інтегроване спостереження за бур'янами, в першу чергу, потрібно враховувати структуру бур'янового скупчення, переважаючі види, економічні межі шкодочинності бур'янів та оптимальні строки їх ліквідування [224, 232, 255].

Враховуючи присутність конкуренції за такі джерела, як елементи живлення, світло, вода, потрібно враховувати, що це може призвести до великих втрат продуктивності і зменшити його якісні параметри [262].

В умовах чорнозему звичайного, на площах із шириною міжряддя 45 см і глибиною 0–30 см розміщується 67,2 % маси сухого коріння, а на глибині 0–50 см – 81,1 %; на площах з міжряддям 70 см – 70,5 та 84,2 %, відповідно. В загальному, корені рослин сої можуть проникати на глибину 1,5 м, а де коли – і понад 2 м [1].

В умовах конкуренції між рослинами, бур'янові види рослин з розгалуженою та стрімкоростучою кореневою системою, перебувають в вигідніших умовах. Коріння бур'янів, порівняно із корінням культурних рослин, стрімкіше та глибше проникає в ґрунт і, в першу чергу, поглинає вологу. Найсильнішими конкурентами за вологу є багаторічна бур'янова рослинність. Наприклад, лобода біла (*Chenopodium album*), осот рожевий (*Cirsium arvense*) та пирій повзучий (*Elytrigia repens*), які для формування 1 кг сухої речовини можуть витратити близько 800–1200 л води, в той час, як соя – 500–650 л [90].

На засмічених посівах зменшується польова схожість насіння сої, знижується його енергія проростання. Бур'янова рослинність затіняє культурні рослини, чим уповільнює їхній ріст та розвиток та знижує температуру ґрунту на 2–4 °С. В процесі цього, затримується життєдіяльність ґрунтової мікрофлори, що під час свого живлення розділяє органічні рештки та має вплив на збільшення родючості ґрунту [75].

Вплив сегетальної рослинності на рослини сої вже достатньо проаналізовано, що показує важливість ефективних способів боротьби з ними [205]. На сучасному етапі, зменшення впливу бур'янів є проблемою в усіх сферах сільськогосподарського господарювання. Якщо для традиційних виробників сої є дієві хімічні гербіциди для контролю та знищення бур'янів, то такі методи не дозволяються для застосування в органічному виробництві. [222]. Тому, всі перспективні дослідження зі створення нових механічних заходів боротьби із сегетальною рослинністю допоможуть збільшити їхню дієвість і підвищити врожайність сої.

В органічному сільському виробництві, саме на запобіжній боротьбі із бур'яною рослинністю, здебільшого, ґрунтується захист посівів сої [275]. Підняти конкурентоспроможність рослин сої до бур'янів реально, якщо забезпечити швидке проростання, утворення потужного листкового апарату, а також появу дружніх сходів. Ідеальним варіантом для посівів сої є випадок, коли сходи культурної рослини виходять раніше, ніж бур'янова рослинність.

Тоді листкова поверхня могла б затіняти міжряддя та значно переважала б у висоті рослин [2]. Тому, за органічного вирощування, поміж основних показників сортів сої, є високий потенціал продуктивності, пристосованість до умов органічного розведення, стійкість до хвороб і стрімкий стартовий ріст [178].

При розведенні сої, за технології органічної системи землеробства, потрібно підіймати загальну культуру землеробства та брати до уваги агротехнічні способи боротьби із сегетальною рослинністю, застосування конкурентноздатних сортів сої та тих допустимих агротехнічних заходів, які забезпечують інтенсивний ріст та розвиток культури на ранніх етапах органогенезу [236–237]. Характер і рівень засміченості посівів сої окреслюється погодними умовами протягом періоду вегетації, потенційними запасами насіння, а також наявністю вегетативних органів розмноження сегетальної рослинності у ґрунті. З огляду на те, що соя розводиться за органічного землеробства, то агротехнічний спосіб є головним захистом посівів культури [38, 212, 261].

Досходові та післясходові боронування є основними операціями агротехнічний догляду за посівами сої. Існує декілька проблем, які частково можна вирішити шляхом проведення боронувань. Це знищення сходів бур'янів, ліквідація ґрунтової кірки та покращення аерації ґрунту. Особливої важливості набуває боронування посівів при низьких температурах повітря на ранніх етапах вегетації сої, що забезпечує поліпшення повітряного режиму ґрунту і дозволяє швидше йому прогрітися, тим самим стимулюючи вегетацію бур'янів, які руйнуються наступними обробітками. Таким чином, боронування дає можливість зменшити засмічення бур'янами до 80–90 % [128].

Бур'яни на стадії «білої ниточки», а також за появи двох справжніх листків у широколистяних та одного у злакових, ефективно знищуються шляхом досходового боронування посівів сої. Такий спосіб боронування можливо провести тільки до того часу, поки проростки сої не закріпились в

шарі ґрунту, в який проходять зуби борін. За допомогою роторної борони, яка рекомендована для знищення ґрунтової кірки, можливо виконати досходове суцільне боронування. Культивація потрібна не тільки для знищення бур'янів, вона також корисна сільськогосподарським культурам. За допомогою культивації можна розбити поверхневу кірку, наситити ґрунт киснем, знизити випаровування вологи з ґрунту, стимулювати активність ґрунтової мікрофлори та сприяти інфільтрації дощової води. Однією із елементів програми ефективної боротьби з сегетальною рослинністю є вибір культиватора [215].

Для обмеження чисельності бур'янів, зниження росту і розвитку шкідників у посівах сої, а також для забезпечення високих показників продуктивності, необхідно своєчасно та якісно здійснити агротехнічні заходи. Проміжок часу від старту весняного обробітку ґрунту до висіву насіння становить 30–40 днів, що дає можливість якісно підготувати ґрунт, тобто, здійснити агротехнічні заходи, які забезпечать зменшення забур'яненості площ [173].

В системі органічного виробництва, для контролю кількості бур'янів виробники часто застосовують заходи інтегрованої боротьби (ЗІБ). Ці заходи поєднують в собі біологічні елементи технології вирощування та застосування дозволених препаратів для боротьби з бур'янистою рослинністю [233]. Одним із ключових елементів технології органічного виробництва сої є застосування біопрепаратів, в основі яких містяться специфічні бульбочкові бактерії, а також використання дозволених для органічного виробництва стимуляторів росту рослин [246].

Механічні способи боротьби з бур'янами досить інтенсивно впливають на них, але, на жаль, не призводять до повного знищення сегетальної рослинності [244]. Боротьба з бур'янами за допомогою культиватора, напряду залежить від обладнання, адже є балансом між оптимальним способом захисту від бур'янів та мінімально пошкоджує рослини сої. На успішний процес механічного видалення бур'янів і на продуктивність сої

впливають ґрунтово-кліматичні умови певного регіону, стартовий розвиток і стадія прогресу бур'янів [227].

За даними дослідів М. Я. Шевнікова і О. Г. Міленко [193], для забезпечення регулювання кількості бур'янів та підвищення фотосинтетичної спроможності рослин сої, рекомендується використання механічного способу догляду за площами посівів, який заключається в одному досходовому та двох післясходових боронуваннях.

У варіанті широкорядної сівби рослин сої, сегетальну рослинність між рядами можна знищувати за допомогою міжрядної культивації. Проте, бур'яни, які зростають у рядках, чинять значний вплив на врожайність і несуть серйозну загрозу [245, 254, 270]. На сьогодні, з'явилися нові агрегати. Такі, як торсійні культиватори, інтелектуальні та пальцеві культиватори, які здатні вести контроль для внутрішньорядних бур'янів [253]. Однак, у теперішній час фіксується недостатньо даних, щодо результативності таких механічних методів боротьби з сегетальною рослинністю, які були одержані на різних сільськогосподарських культурах.

Визначено, що механічні методи боротьби з бур'янами мають можливість здійснити різні фізичні пошкодження рослин і можуть впливати на складові врожаю. Так, О. С. Burnside [208] зауважив, що ротаційне луцення підвищувало висоту рослини, збільшувало кількість репродуктивних вузлів, чисельність насіння і бобів на рослинах сої. Вчений пояснював це тим, що обробіток ґрунту суттєво впливає на зменшення кількості бур'янів. За дослідженнями S. M. Ulloata ін. [270] виявлено, що більш високі дози пропану, які застосовуються у вогневому культиваторі суттєво зменшували чисельність рослин сої та масу 100 насінин, проте добавляли кількість гілок на рослинах, а отже і бобів.

Сівозміна є невід'ємною ланкою під час формування систем захисту посівів сої від бур'янистої рослинності, поряд з механічним обробітком ґрунту. Роль сівозміни в органічному землеробстві визначається не тільки впливом на вміст корисних речовин у ґрунті, але і заходами боротьби зі

шкідниками. На сучасному етапі зміни господарювання від звичайного до органічного способу вирощування, ключовим стає науково обґрунтоване планування знаходження культур [158].

За даними, які оприлюднили в Канаді в 2014–2015 рр., втрати продуктивності органічно розведеної сої, через засміченість площ бур'янами, були від 20 до 44%. Однак, ці втрати значно зменшились за умови своєчасного видалення бур'янів. Середня продуктивність сортів сої варіювалась в межах від 1,38 до 1,81 т/га. В більшій степені, на врожайність органічної сої впливали умови вирощування, а в меншій степені її сортові особливості [209].

В Люксембурзі, в 2018–2019 рр. були проведені дослідження, які показали, що продуктивність зерна сої була майже ідентичною, на варіантах з обробітком голчастими бородами та без обробітку, а також була схожою з міжрядним обробітком і ручними прополюваннями [260].

На противагу механічному знищенню бур'янів, існують також альтернативні методи. Серед таких, сумісні посіви та мульчування ґрунту. Однак, проведені дослідження показали незначну ефективність через характерні умови зовнішнього середовища [213]. Сумісні посіви можна обмірковувати, як досить перспективний метод боротьби із сегетальною рослинністю. Для рослин сої це означає сумісне вирощування з культурами, що спроможні конкурувати з бур'янами, але не шкодити рослинам сої [120, 210].

За умов достатнього зволоження ґрунту, підсів Ландсбергської суміші, що складається на 50 % із багатоукісного райграсу, 20 % озимої вики та 30 % конюшини, може стати цікавим варіантом, з огляду на кормову та рослинницьку базу. Підсів подібної суміші практично повністю пригнічує такі коренепаросткові бур'яни, як щавель та осот. Однак, підсів повинен бути скошений у першій декаді травня, щоб забезпечити своєчасне досягання посівів сої [157].

За органічного вирощування сої, у поєднанні із культивацією, актуальності набуває альтернативний інструмент боротьби – спалювання

бур'янистої рослинності пропаном. Найкращим варіантом, який зміг знищити 80–82% бур'янів та забезпечити отримання продуктивності сої на рівні 3,41–3,67 т/га, було комплексне застосування механічного обробітку та вогневих культиваторів [266].

### **Висновки до розділу 1:**

На основі аналізу літературних джерел, можна зробити висновок про значну кількість робіт, присвячену формуванню продуктивності сої залежно від сортових особливостей, інокуляції насіння та заходів контролювання чисельності бур'янів. В той же час, більшість досліджень присвячені традиційній технології вирощування сої, а за органічної ці питання залишаються практично не вивченими. Також, кожного року проходять випробування та реєстрацію нові сорти сої різного географічного походження і, відповідно, потребують індивідуальної розробки та удосконалення адаптивної технології їх вирощування. Тому, наукове обґрунтування і пошук шляхів оптимізації інокуляції насіння та заходів контролювання чисельності бур'янів, які впливають на продуктивність і якість насіння сої за органічного вирощування є актуальним завданням.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень

Дослідження проводилися в 2020–2022 рр., в умовах дослідного поля Науково-виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету Київської області, розміщеному в Правобережного Лісостепу України.

Ґрунтовий покрив характеризується одноманітністю і представлений, в основному, двома типами: сірими опідзоленими ґрунтами і чорноземами, що утворилися на карбонатних лесовидних материнських породах.

За даними кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського НАУ ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато- середньосуглинкового гранулометричного складу. Ґрунотворна порода – лес та лесовидний суглинок. Карбонати кальцію та магнію залягають на глибині 56-62 см. В орному шарі (0-30 см) міститься біля 17 % мулуватих частинок і від 46 до 54 % крупного пилу. Агрофізичні та агрохімічні властивості орного (0-30 см) шару характеризуються такими показниками: гумусу 2,6 %, загального азоту 0,307 %, рН (сольової витяжки) 6,2 %, гідролітична кислотність 2,9 мг-екв., сума вбірних основ 18,5 мг-екв.,  $P_2O_5$  4,08 мг і  $K_2O$  7,65 мг на 100 г ґрунту. Питома маса твердої фази ґрунту 2,61 %, максимальна гігроскопічність ґрунту 5,5 %, польова вологоємність за об'ємної маси 1,2 г/см<sup>3</sup> біля 26 %, а при 1,3 г/см<sup>2</sup> 18%.

Так, як чорноземи типові малогумусні займають 54,6 % від ґрунтів зони Лісостепу України, то це дає підстави вважати, що польові дослідження проводилися в типових ґрунтових умовах регіону.

В умовах Правобережного Лісостепу України, біокліматичний потенціал достатній для гарантованої реалізації потенційної продуктивності ультра ранньостиглих, середньоранньостиглих і середньостиглих сортів сої.



Зокрема, достатні суми активних та ефективних температур повітря; кількість опадів за рік та їх розподіл за періодами вегетації, а також наявна достатня сонячна інсоляція, що сприятливо впливає на ріст, розвиток і формування високого врожаю насіння сої [8].

Клімат зони помірно континентальний з нестійким зволоженням. Річна сума опадів, за середніми багаторічними даними, становить 510 мм з коливаннями від 450 до 640 мм. Випаровуваність становить 500-700 мм. Середньо-багаторічна температура повітря коливається в межах від плюс 6,8 до 7,4 °С.

За даними Білоцерківської метеостанції середньорічна температура повітря складає +7,7 °С. Найхолоднішим є січень (-5,9 °С), а найвища позитивна середньомісячна температура у липні (19,0°С). Стійкий перехід середньодобових температур повітря через +5 °С спостерігається, в більшості, у I декаді квітня та III декаді жовтня.

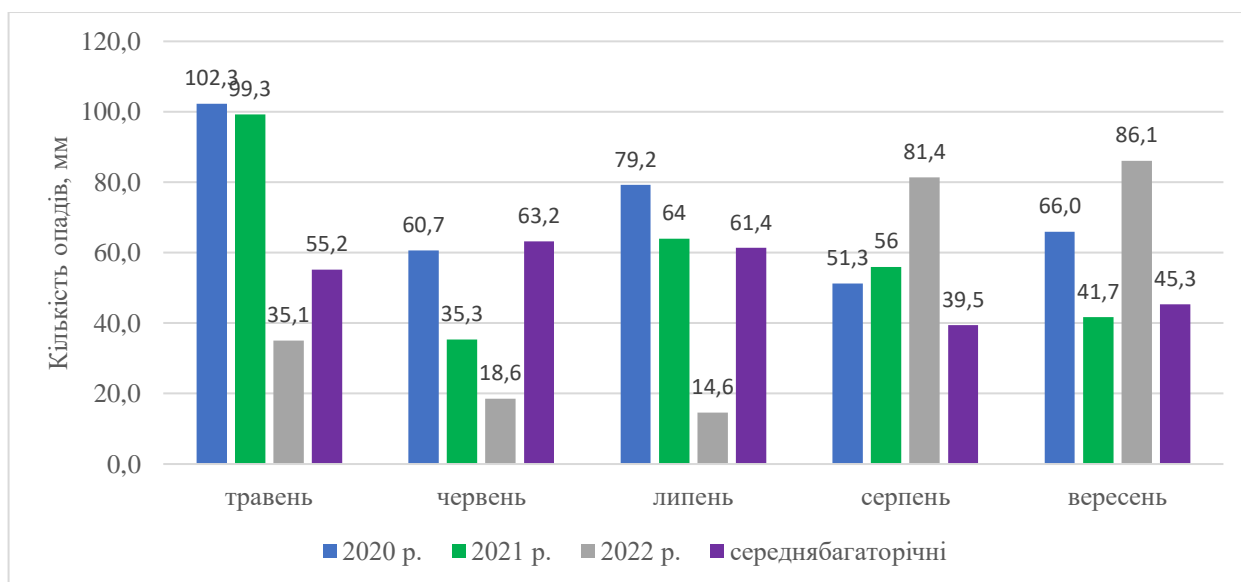
Середньобагаторічна кількість опадів складає 562 мм, які в різні пори року розподіляються нерівномірно: зима 112 мм, весна 123 мм, літо 218 мм, осінь 109 мм. Найбільша кількість опадів (85 мм) припадає на липень. Сніговий покрив в зимовий період – нестійкий.

## **2.2 Метеорологічні умови в роки проведення досліджень**

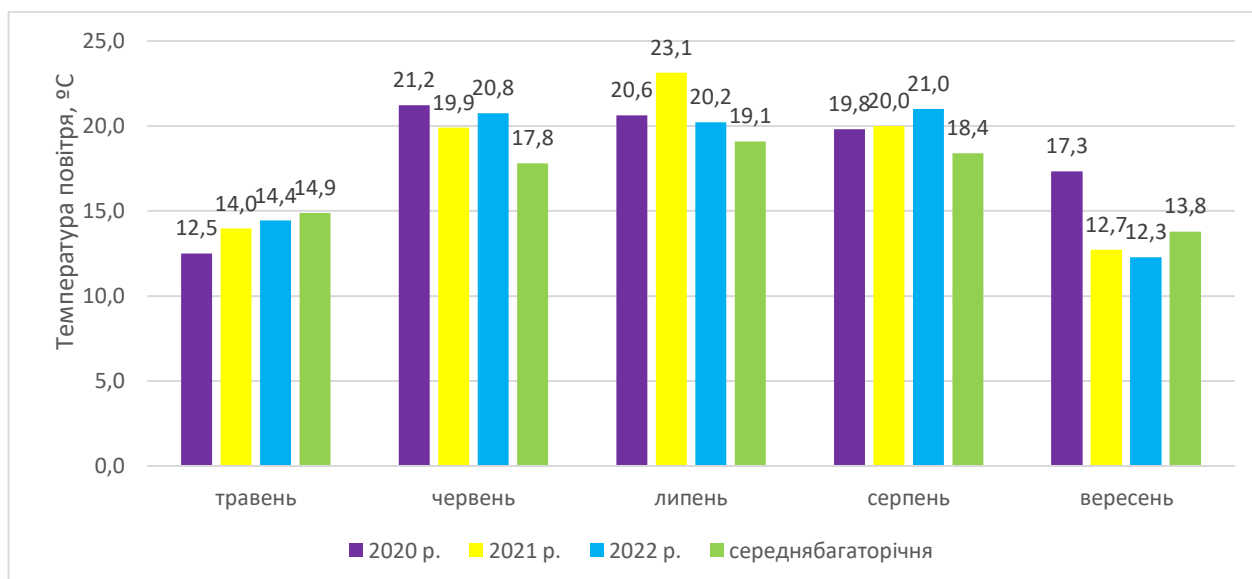
Основні показники кліматичних умов, в роки проведення досліджень, були близькими до середніх багаторічних даних, але виявлено і суттєві відхилення, що відобразилось на продукційному процесі рослин сої. Для визначення впливу погодних факторів на ріст, розвиток і продуктивність рослин сої було проведено аналіз температурного режиму кількості опадів та гідротермічного коефіцієнту за 2020–2022 рр.

Погодні умови у 2020 р. впродовж вегетаційного періоду сої були у цілому сприятливими, але спостерігались незначні коливання температури. Кількість опадів за травень-вересень становила 359,5 мм, що на 54,6 мм більше

за середньобагаторічні дані (рис. 2.1–2.2). Під час всього періоду спостережень цей показник був у надлишку.



**Рис. 2.1. Кількість опадів за період вегетації сої (за даними Білоцерківської метеостанції), мм**



**Рис. 2.2. Середньомісячна температура повітря за період вегетації сої (за даними Білоцерківської метеостанції), °С**

У травні переважала відносно прохолодна погода, температура повітря була на 1,4 °С нижче за норму. За місяць випало 185 % опадів від норми, більша частина яких припала на 3-тю декаду, а середня температура повітря становила 12,5 °С. Такі інтенсивні опади третьої декади травня перешкоджали проведенню агротехнічних заходів догляду за посівами та сприяли

інтенсивному проростанню насіння бур'янів і розвитку вторинного забур'янення. В червні переважала тепла дощова погода. За місяць випало 60,7 мм опадів за температури повітря 21,2 °С.

Як для теплолюбної культури, для росту і розвитку сої, сприятливими були погодні умови липня, оскільки температура повітря була на 1,5 °С вище багаторічних значень, а кількість опадів становила 79,2 мм, що на 17,8 мм більше норми.

Сприятливі умови за температурою і зволоженням були у серпні та вересні, хоч інтенсивні опади у кінці серпня і першій декаді вересня дещо уповільнювало дозрівання насіння сої, але на період збирання встановилася суха і тепла погода.

Сума опадів за період вегетації сої в 2021 р. становила 296,3 мм, що дещо менше багаторічних значень (304,9 мм). У травні спостерігалася нестійка, за температурним режимом, дощова погода. Дощі, які випали у третій декаді травня (47,9 мм), поповнювали вологозапаси у ґрунті і на кінець місяця стан посівів оцінювався переважно, як добрий. Кількість опадів за місяць складала 99,3 мм, що на 180,0 більше за норму. У першій і третій декадах червня спостерігався дефіцит опадів на фоні вищих на 2,1 °С температур повітря, але їх значна кількість у попередній місяць була достатня для росту і розвитку рослин сої.

Протягом серпня-вересня утримувалась суха погода з достатньою кількістю опадів. Середньомісячні температури повітря в липні, серпні і вересні становили 23,1, 20,0 і 12,7 °С, що на 4,0, 1,6 і 0,2 °С більше багаторічних показників. Незважаючи на окремі коливання температурного режиму та опадів, погодні умови вегетаційного періоду сої 2021 р. були в цілому сприятливими для росту і розвитку рослин й забезпечували продуктивне формування врожаю.

Кількість опадів в 2022 р. за вегетаційний період сої становила 235,8 мм, що на 69,1 мм або 23,7 % менше багаторічних показників. Травень був дуже посушливим у першій та другій декадах, за практичної відсутності опадів.

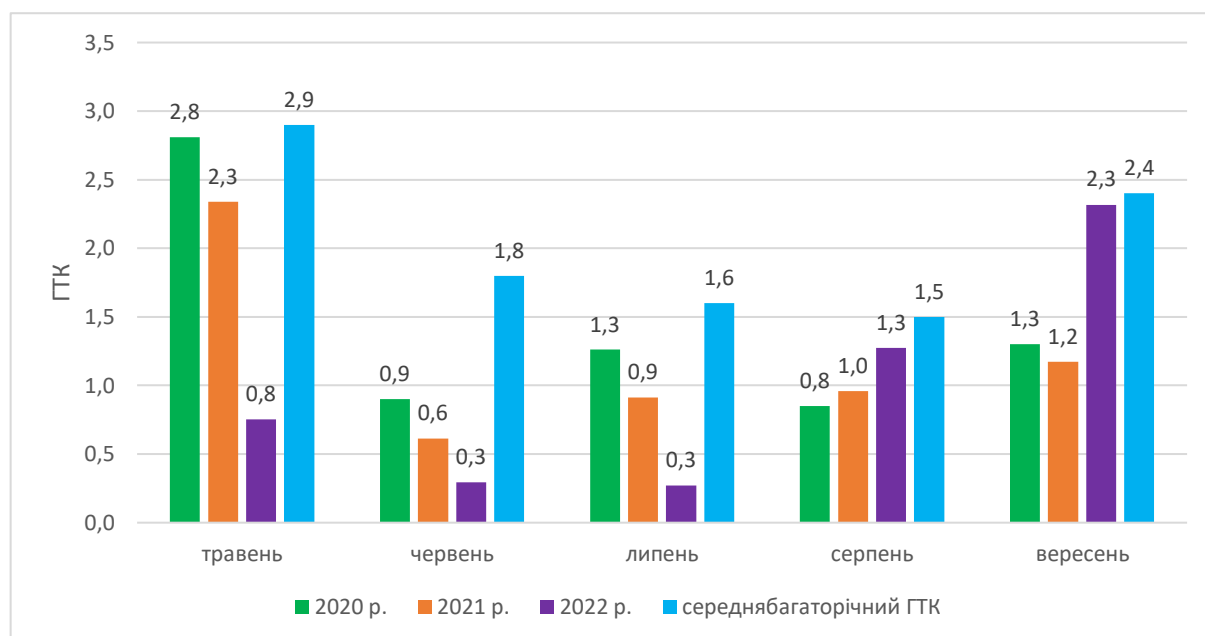
Тільки після випадіння опадів в третій декаді травня (32,4 мм), посушливі явища помітно знизили свою негативну дію на рослини сої. Відсутність достатнього зволоження в початковий період негативно вплинуло на ростові процеси рослин сої.

У червні спостерігали відносно високі температури повітря (20,8 °C), середньомісячна температура повітря якого була майже на 3,0 °C вищою за норму, при цьому опадів випало 18,6 мм або 29,3 % від норми. Дуже жаркою і посушливою була погода в липні, коли середньомісячна температура повітря були вищою за норму відповідно на 1,1 °C, за дефіциту вологи 46,8 мм. У серпні спостерігалася жарка за температурним режимом та дощова, в другій і третій декадах, погода. Середньомісячна температура повітря становила 21,0 °C. За місяць випало 81,4 мм опадів, але вони лише частково покращили стан посівів сої після минулих стресових періодів.

Сприятливі умови за температурним режимом і зволоженням склалися у вересні. Середня температура повітря була на 1,5 °C меншою від норми, а опадів випало 190 % від норми.

Для більш повної характеристики погодно-кліматичних умов вегетаційного періоду сільськогосподарських культур використовують гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Якщо ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха, ГТК від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, ГТК від 0,5 до 0,6 – середня посуха, ГТК від 0,7 до 0,9 – слабка посуха, ГТК від 1,0 до 1,5 – достатньо вологий, ГТК > 1,5 – надмірно вологий [42, 89].

Веgetаційний період сої у 2020 р. характеризувався достатнім зволоженням – ГТК становив 1,4 (рис. 2.3). У травні ГТК становив 2,8, що забезпечило сприятливі умови для проростання і подальшого розвитку рослин. Червень і липень виявилися також досить забезпеченими гідротермічними показниками місяцями, значення ГТК було 0,9 і 1,0 відповідно. У серпні значення ГТК зменшилося до 0,8, а у вересні цей показник становив 1,3.



**Рис. 2.3. Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період сої 2020–2022 рр.**

У 2021 р. вегетаційний період сої характеризувався також, як достатньо сприятливий – ГТК становив 1,2. У травні було зафіксовано значення ГТК 2,3, що сприяло отриманню дружніх сходів. У червні були відмічені незначні посушливі умови (ГТК=0,6), але в наступні місяці він мав високі значення: 0,9, 1,0 і 1,2, відповідно у липні, серпні і вересні.

У 2022 р. вегетаційний період сої був несприятливий для росту і розвитку рослин. Так, рівень ГТК за вегетаційний період становив 1,0. Але надмірні значення було зафіксовано лише у вересні – 2,3, в решту місяців він був суттєво меншим і коливався від 0,3 до 0,8.

Отже, аналіз кліматичних умов дає змогу зробити вичерпну оцінку відповідності їх росту і розвитку рослинам сої.

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

Польові дослідження виконувались в умовах дослідного поля Науково-виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету у 2020–2022 рр. Трьохфакторний польовий дослід проводився за наступною схемою:

*Фактор А. Сорти сої.*

- А.1. ранньостиглий Таурус;
- А.2. середньоранній ЕС Тенор;
- А.3. середньостиглий Сігалія.

*Фактор Б. Заходи контролювання чисельності бур'янів.*

- Б.1. без їх проведення (контроль);
- Б.2. міжрядний обробіток;
- Б.3. підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль;
- Б.4. підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка.

*Фактор В. Інокулювання насіння.*

- С.1. без інокуляції (контроль);
- С.2. Легум Фікс;
- С.3. Біоінокулянт БТУ-т;
- С.4. Біомаг соя.

Площа посівної ділянки – 30 м<sup>2</sup>, облікова – 25 м<sup>2</sup>, повторність досліду триразова, розміщення варіантів систематичне. Дослідження проводилися згідно методичних рекомендацій [146].

Для виявлення впливу досліджуваних елементів, за органічної технології вирощування сої, на умови росту, розвитку і формування продуктивності були проведені наступні обліки та спостереження:

- фенологічні спостереження за ростом та розвитком сої проводили у основні фази росту і розвитку культури згідно з „Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [31]. Відмічали основні фази росту і розвитку рослин та етапи органогенезу. Початок фази фіксували, коли вона наступала в 10 % рослин і повну – у 75% рослин;

- площу листової поверхні визначали методом “висічок”, який враховує визначення площі і маси 20–50 висічок, а також маси листової поверхні всієї проби за формулою 2.2:

$$S = \frac{P \times S_1 \times n}{P_1} \quad (2.2)$$

де,  $S$  – площа листків однієї рослини (см<sup>2</sup>);

$S_l$  – площа однієї висічки (см<sup>2</sup>);

$P$  – маса листя однієї рослини (г);

$P_l$  – маса висічки (г);

$n$  – число висічок (шт.);

– фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП) визначали за формулою 2.3:

$$\Phi\Pi = \frac{L_1 + L_2}{2 \times 1000} \times T \quad (2.3)$$

де, ФП – фотосинтетичний потенціал посіву, млн. м<sup>2</sup>·діб/га;

$L_1, L_2$  – зміна площі листової поверхні в часі, тис.м<sup>2</sup>/га;

$T$  – тривалість періоду, діб;

– чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за фазами розвитку рослин діленням приросту фітомаси за певний проміжок часу на середню площу листя за формулою 2.4:

$$\text{ЧПФ} = \frac{2 \times (B_1 - B_2)}{n \times (L_1 + L_2)} \quad (2.4)$$

де, ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу;

$B_1$  і  $B_2$  – суха маса рослин у кінці і на початку облікового періоду, г;

$L_1$  і  $L_2$  – площа листової поверхні на початку та у кінці облікового періоду, м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість днів за період;

– визначення кількості та маси сирих бульбочок проводили у періоди бутонізації, цвітіння та наливу бобів у вибірках по 10 рослин. З кожного повторення досліду відбирали рослини з корінням. З коренів зрізували бульбочки, мили, підраховували і зважували;

– активний симбіотичний потенціал (АСП) розраховували за формулою 2.5:

$$\text{АСП} = \frac{M_1 + M_2}{2} \times T \quad (2.5)$$

де, АСП – активний симбіотичний потенціал, тис. кг×діб/га;

M1, M2 – середня маса бульбочок із леггемоглобіном за період часу, кг/га

T – період між сусідніми строками визначення, діб.

Кількість біологічно фіксованого азоту визначали, як добуток активного симбіотичного потенціалу (АСП) та питомої активності симбіозу (ПАС);

– облік бур'янів у посівах культур проводили кількісно-ваговим методом двічі : у фазу 3-го справжнього листка сої і перед збиранням культури [101]. Кількість бур'янів підраховували за ботанічними видами на ділянках 0,25 м<sup>2</sup> в чотирьох місцях кожної ділянки, у чотирьох повтореннях. Види бур'янів визначали за допомогою визначника бур'янів [22]. Загальну надземну сиру масу бур'янів (без коріння) визначали під час останнього обліку, шляхом зважування на польових терезах;

– аналіз структури врожаю проводили за “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур” [31]. Для визначення структури врожаю, перед збиранням сої в двох місцях ділянки відбиралися снопові зразки по 25 рослин в снопі з площі 0,25 м<sup>2</sup>. В лабораторних умовах визначали висоту рослин, кількість гілочок, кількість бобів на рослині, висоту прикріплення першого боба, кількість насінин в бобі, кількість насінин з рослини, маса насіння з рослини;

– облік урожайності зерна проводили поділяночно, методом суцільного обмолоту прямим комбайнуванням селекційним комбайном, шляхом зважування насіння з кожної ділянки досліду;

– вміст жирів та білка у зерні сої та відповідність їх ДСТУ 4964:2008 [66] визначали за методом інфрачервоної спектрометрії на інфрачервоному аналізаторі NIP 450 Scanner 4860;

– економічну та енергетичну ефективність елементів технології вирощування розраховували за технологічними картами та методичними вказівками [112].



– статистичний аналіз результатів експериментальних досліджень виконували за допомогою дисперсійного, кореляційного та статистичного методів [181].

#### **2.4. Характеристика досліджуваних сортів сої та інокулянтів**

**Таурус.** Оригінатор – Семенсес Прогрейн ІНК, Канада. Група стиглості – 00 (ранньостиглий). Вегетаційний період складає 103–114 днів. Висота кріплення нижнього боба – 13–15 см. Внесений в державний реєстр в 2017 році. Усереднена урожайність сорту за п'ять попередніх років склала 17,6–23,0 ц/га. Урожайність сорту 12,2–28,3 ц/га. Висота рослини – 73,9–89,3 см. Стійкість до вилягання 8–9 балів. Стійкість до обсіпання 8–9 балів. Стійкість до посухи 8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 9 балів. Стійкість проти аскохітозу 8–9 балів. Стійкість до бактеріозу 9 балів. Стійкість проти септоріозу 9 балів. Стійкість проти фузаріозу 9 балів. Вміст білка 44,1–44,9%. Вміст олії 20,0–22,4%.

**ЕС Тенор.** Оригінатор – Euralis Semences, Франція. Вегетаційний період складає 110–120 днів. Висота кріплення нижнього боба – 12 см. Внесений в державний реєстр в 2017 році. Урожайність сорту 13,5–23,7 ц/га. Висота рослини 65,2–76,7 см. Стійкість до вилягання 8,8–9,0 балів. Стійкість до обсіпання 8,5–8,7 балів. Стійкість до посухи 8,0–8,8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 8,6–9,0 балів. Стійкість проти аскохітозу 8,9–9,0 балів. Стійкість до бактеріозу 8,6–8,8 балів. Стійкість проти септоріозу 8,8–9,0 балів. Стійкість проти фузаріозу 8,9–9,0 балів. Вміст білка 39,1–39,7%. Вміст олії 22,0–23,0%.

**Сігалія.** Оригінатор – Руе Еміле Сінгла, Франція. Сорт середньостиглий, є одним із провідних сортів у своїй групі стиглості в Австрії. Вегетаційний період складає 120–130 днів. Висота кріплення нижнього стручка – 14–18 см. Сорт сої занесений до Реєстру сортів рослин України у 2014 році. Вирізняється високим потенціалом урожайності, доброю стійкістю до вилягання та розтріскування стручків. Посухостійкість висока,

сприйнятливість до хвороб, в тому числі вірусних, низька. Боби крупні, добре виповнені, з високою масою тисячі насінин. Швидкий розвиток на ранніх стадіях дозволяє успішно вирощувати сорт в органічному виробництві. Вміст білка 39,0–42,0 %. Вміст олії 20,0–22,0 %. У Державному сортовипробуванні в Україні найвища урожайність склала понад 4,5 т/га, вміст білка 39 % та вміст олії близько 22 %. Сорт рекомендований до вирощування у зоні Лісостепу та Степу.

**Легум Фікс.** Виробник препарату – Легум Технолоджі Лтд, Канада. Містить бактерії *Bradyrhizobium japonicum* 532 С, титр не менше  $5 \times 10^9$  кл/г. Сучасний високоефективний інокулянт для обробки насіння сої та інших бобових культур (люпин, віка, люцерна, конюшина, нут) на стерильній торфовій основі. Легко і якісно наноситься на насіння. Можна проводити сухе інокулювання, шляхом безпосереднього розсипання в бункерах сівалки. Має фітосанітарний сертифікат, не містить домішок і безпечний в застосуванні. Тривалий термін зберігання - можливість використати у наступному сезоні. Продукт зручний при зберіганні. Не потребує спеціального холодильного обладнання або інших спеціальних сховищ. Насіння повинне бути висіяне протягом 48 годин, при цьому на насіння не повинні потрапляти прямі сонячні промені. Інокулянт бере участь в кругообігу азоту і дуже активно використовується в органічному землеробстві. Не має шкідливого впливу на навколишнє середовище. Дає можливість гарантовано збільшити врожайність сої та вміст протеїну, а також забезпечення ґрунту екологічно чистим азотом.

**Біоінокулянт БТУ-т.** Виробник препарату – БТУ-Центр, Україна. Містить життєздатні клітини бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, симбіотичні до сої, титр від  $2,5 \times 10^9$  КУО/г. Фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його у форму, доступну для засвоєння рослинами. Інтенсифікує процеси бульбочкоутворення. Забезпечує рослини рістстимулюючими речовинами. Збільшує вміст протеїну. Покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту.

**Біомаг соя.** Виробник препарату – ДП ЗАТ Ензим, Україна. Бактерії

роду *Brodyrhizobium japonicum*, штам IBM B-7505, титр життєздатних клітин 2000-2500 на 1 мкг препарату. Екологічно безпечний біологічний препарат, нешкідливий для людей, тварин, птахів та бджіл. Сприяє біологічному оздоровленню ґрунтів та знижує шкідливу дію нітратів від тривалого застосування хімічних добрив, дозволяє більш економно й ефективно витратити мінеральні добрива. Азотфіксуючі бактерії, розвиваючись у прикореневій зоні бобових рослин, збагачують ґрунт біологічним азотом, таким чином покращують азотне живлення рослин і стимулюють їх ріст. Дія біопрепарату полягає у здатності корисних мікроорганізмів, що містяться в ньому, засвоювати азот з атмосферного повітря та переводити його в доступні для рослин форми, симбіотичними зв'язками з рослиною забезпечувати її дешевим екологічно чистим азотом, формувати більш розвинену кореневу систему, збуджувати зріст рослин та придушувати розвиток фітопатогенної мікрофлори - збудників хвороб рослин внаслідок конкурентного домінування. Бульбочкові бактерії препарату мають унікальну симбіотичну спорідненість до сої, завдяки чому досягається гарантовано стабільний ефект.

## **2.5. Агротехнічні заходи з вирощування сої в досліді**

Технологія вирощування сої в досліді відповідала основним принципам органічного виробництва та проводилась відповідно вимог чинного законодавства України [161]. Попередник – пшениця озима. Основний обробіток ґрунту – поліпшений, агрегатом HORSCH Tiger 4 MT. Весною, з настанням фізичної стиглості ґрунту, було проведено закриття вологи. До сівби сої була проводили дві культивації агрегатом КПС 4, по мірі відростання бур'янів. Передпосівний обробіток на дослідних ділянках проводили, безпосередньо, перед сівбою культури на глибину 6–8 см. Інокуляцію насіння сої проводили перед сівбою, згідно методичних рекомендацій [165].

Сівбу проводили з міжряддям 45 см сівалкою Клен 1,5, глибина заробки насіння 4–5 см. Густота стояння рослин (на кінцеву густоту) 600 тис. шт/га. Для її досягнення, норму висіву насіння було збільшено на 15 % (зменшення

густоти відбувалося внаслідок післясходових боронувань). Досходове боронування посівів сої застосовували через 5 днів після сівби культури, а перше післясходове в період, коли позначаються рядки легкою зубовою бороною ЗПБ-0,6А. Міжрядний обробіток ґрунту проводили у фазу першого трійчастого листка та перед змиканням рядків. Решту заходів контролювання чисельності бур'янів виконували згідно схеми дослідів. Збирання сої проводили подільно, за повної стиглості культури (за шкалою росту і розвитку сої ВВСН-99 – стадія збирання врожаю зерна) методом суцільного обмолоту комбайном Massey Ferguson 16 MF.

### **Висновки з розділу 2:**

1. Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень є типовими для умов Правобережного Лісостепу України та сприятливими для вирощування сортів сої.

2. Кліматичні фактори по-різному впливали на процеси росту і розвитку рослин сої та формування врожайності зерна, що дозволило всебічно дослідити реакцію досліджуваних сортів на умови зовнішнього середовища.

3. Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно до загально визнаних методик ведення польових досліджень та методичних рекомендацій, внаслідок чого були отримані достовірні результати. Схема дослідів і методика проведення досліджень побудовані за принципами науковості, практичності, цілісності, об'єктивності та відповідності меті і поставленим завданням.

4. Агротехніка вирощування сої в досліді була загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України, крім факторів, що вивчалися та відповідала основним принципам органічного виробництва.

## РОЗДІЛ 3

### ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

#### 3.1. Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів рослин сої

Філогенетична ознака відношення до світла лежить в основі ознаки тривалості періоду вегетації сої. Оскільки соя є характерною рослиною короткого дня, то її для переходу в репродукційну фазу необхідне відповідне відношення періодів темряви і освітлення. Для цієї культури, світло відіграє важливу роль, як в якості джерела енергії, так і для здійснення фотосинтезу, який регулює більшість ростових процесів. На появу фаз розвитку рослини, а також на її висоту, загальну урожайність та кількість міжвузль, істотно впливає тривалість світлового часу протягом доби. Відомо, що у південних широтах вона коротша, ніж на півночі. Тому, зростання ареалу вирощування сої з півдня на північ сприяє збільшенню вегетаційного періоду, а також стимулює розвиток потужної вегетативної маси, при зменшенні розвитку репродуктивних органів. За умови переміщення сортів північного екотипу в регіони з коротким світловим днем, відбувається прискорення строків цвітіння та дозрівання при суттєвому зниженні продуктивності [79]. Більшість сортів сої пристосовані до достатньо вузького поясу широти, отже свій сорт має бути на кожні 110–160 км широти місцевості [243]. Особливо це відноситься до сортів пізньо- та середньостиглої груп, проте ранньостиглі та ультра ранньостиглі квітують за будь-якої довжини дня.

У кожному регіоні соєсіяння існує своя ключова передумова конструювання адаптивних біосистем – норма реакції сорту на тривалість світлового дня, яка сприятиме підвищенню потенційної урожайності та екологічної стійкості сортів [5].

У ході росту та розвитку, рослини сої зазнають шкідливого впливу з боку кліматичних та біотичних факторів навколишнього середовища. У критичні вегетаційні періоди рослин, тривалі посухи та надмірна вологість

здатні спричинювати випадання, як від шкідливого впливу цих факторів, так і від розмноження і поширення хвороб, які з'являються в результаті їхнього впливу [148].

Технологічні операції, а також гідротермічні умови року мають істотний вплив, як на тривалість періодів між різними фазами росту і розвитку, так і на протяжність періоду вегетації сортів сої. Найсприятливіші умови для зростання, розвитку та кращого проходження міжфазних циклів сортів сої різної групи стиглості розвивались, за вирощування їх на варіантах досліду, де застосовували мінеральні добрива із розрахунку  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та бактеризацію насіння Мікрофолом Комбі у комплексі із позакореневим підживленням у стадії бутонізації цим самим спектром мікроелементів [186].

Застосування агрегату з дисковими робочими органами, під час впровадження технології органічного вирощування, 1-4 трійчастий листок у сорту сої Легенда на 1-3 дні збільшує міжфазний період, та періоди початок-кінець квітування, кінець квітування-налив бобів – у сорту Київська 98 та сорту Устя. Найдовшій тривалості вегетаційного періоду сприяє передпосівна обробка азотфіксувальними штаммами бульбочкових бактерій насіння [155].

Згідно досліджень І. М. Дідур [63], тривалість вегетаційного періоду сої варіювалась від 110 до 118 діб. При цьому, максимальний період вегетації спостерігався на варіантах досліду, де проводили бактеризацію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ із застосуванням двох позакорневих підживлень препаратом Хелпрост соя (2,5 л/га). Перша обробка була проведена у фазі 3-й трійчастий листок, друга під час бутонізації. У тих варіантах досліду, де здійснювали тільки передпосівну інокуляцію насіння, період вегетації тривав 112–113 діб.

Урожайність посівів сої змінюється, в залежності від загальної продовженості вегетаційного періоду та окремих його фаз. Виходячи з цього, одним із головних питань є вивчення особливостей проходження основних циклів росту і розвитку рослини та визначення тривалості її вегетаційного періоду. Тривалість вегетації, у різних сортів сої є ознакою, яка

обумовлюється генетично. Проте, залежно від умов вирощування, вона може змінюватись [53].

За нашими спостереженнями встановлено, що період від повних сходів до 1-го трійчастого листка у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія на контрольних варіантах без проведення заходів контролювання чисельності бур'янів і інокуляції насіння тривав – 8, 9 і 10 діб, відповідно (табл. 3.1–3.3).

Таблиця 3.1

**Динаміка зміни тривалості міжфазних та вегетаційного періодів у сої сорту Таурус (середнє за 2020-2022 рр.), діб**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	сходи-1 трійчастий	1-4 трійчастий листок	4 трійчастий листок-півіття	цвітіння-налив насіння	налив насіння-повна стиглість зерна	Сходи-повна стиглість зерна
Контроль	без інокулювання	8	17	23	18	30	96
	Легум Фікс	8	18	25	19	30	100
	Біоінокулянт БТУ-т	8	18	25	19	30	100
	Біомаг соя	8	18	25	19	30	100
Міжрядний обробіток	без інокулювання	8	17	23	18	31	97
	Легум Фікс	8	18	25	20	31	102
	Біоінокулянт БТУ-т	8	18	25	20	31	102
	Біомаг соя	8	18	26	20	31	103
Підгортання сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	10	19	24	20	32	105
	Легум Фікс	10	21	26	22	32	111
	Біоінокулянт БТУ-т	10	21	26	23	32	112
	Біомаг соя	10	21	27	23	32	113
Підгортання сої у фазі 1-го листка	без інокулювання	8	23	25	21	32	109
	Легум Фікс	8	26	27	22	32	115
	Біоінокулянт БТУ-т	8	26	27	23	32	116
	Біомаг соя	8	26	27	23	32	116
V,%		2,1	4,6	5,9	7,5	8,2	5,1

На варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль, сходи з'являлись на 2 добу пізніше, порівняно з контролем. Інокуляція насіння не впливала на тривалість цього періоду.

Таблиця 3.2

**Динаміка зміни тривалості міжфазних та вегетаційного періодів у сої сорту ЕС Тенор (середнє за 2020-2022 рр.), діб**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	сходи-1 трійчастий листок	1-4 трійчастий листок	4 трійчастий листок-цвітіння	цвітіння-налив насіння	налив насіння-повна стиглість зерна	Сходи-повна стиглість зерна
Контроль	без інокулювання	9	19	25	20	32	105
	Легум Фікс	9	20	27	21	32	109
	Біоінокулянт БТУ-т	9	20	27	21	32	109
	Біомаг соя	9	20	27	21	32	109
Міжрядний обробіток	без інокулювання	9	19	25	20	33	106
	Легум Фікс	9	20	27	22	33	111
	Біоінокулянт БТУ-т	9	20	27	22	33	111
	Біомаг соя	9	20	28	22	33	112
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	11	21	26	22	34	114
	Легум Фікс	11	23	28	24	34	120
	Біоінокулянт БТУ-т	11	23	28	25	34	121
	Біомаг соя	11	23	29	25	34	122
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	9	25	27	23	34	118
	Легум Фікс	9	28	29	24	34	124
	Біоінокулянт БТУ-т	9	28	29	25	34	125
	Біомаг соя	9	28	30	25	34	126
V, %		2,3	4,1	5,4	8,0	8,4	4,3



Період від першого до четвертого трійчастого листка, у середньому за роки досліджень, тривав на контролі 17, 19 і 20 діб, на варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль – 19–21, 21–23 і 23–25 доби, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія.

Таблиця 3.3

**Динаміка зміни тривалості міжфазних та вегетаційного періодів у сої сорту Сігалія (середнє за 2020-2022 рр.), діб**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	сходи-1 трійчастий листок	1-4 трійчастий листок	4 трійчастий листок-цвітіння	цвітіння-налив насіння	налив насіння-повна стиглість зерна	Сходи-повна стиглість зерна
Контроль	без інокулювання	10	20	26	21	33	110
	Легум Фікс	10	21	28	22	33	114
	Біоінокулянт БТУ-т	10	21	28	22	33	114
	Біомаг соя	10	21	28	22	33	114
Міжрядний обробіток	без інокулювання	10	20	26	21	34	111
	Легум Фікс	10	21	28	23	34	116
	Біоінокулянт БТУ-т	10	21	28	23	34	116
	Біомаг соя	10	21	29	23	34	117
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	12	23	27	23	35	120
	Легум Фікс	12	25	29	25	35	126
	Біоінокулянт БТУ-т	12	25	29	26	35	127
	Біомаг соя	12	25	30	26	35	128
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	10	27	28	24	35	124
	Легум Фікс	10	29	30	26	35	130
	Біоінокулянт БТУ-т	10	29	30	26	35	130
	Біомаг соя	10	30	30	26	35	131
V, %		2,3	4,1	5,4	8,0	8,4	4,3

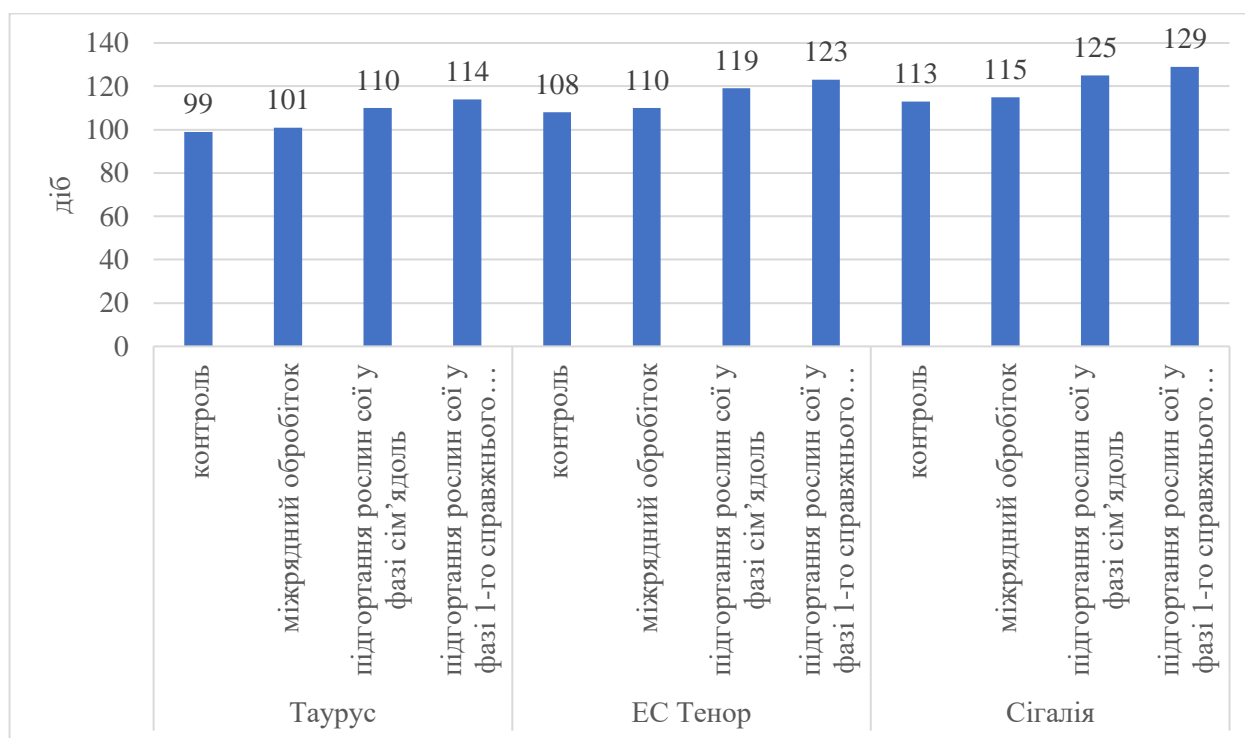
На ділянках з підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка його тривалість становила 23–26, 25–28 і 27–30 діб. Застосування передпосівної інокуляції насіння забезпечувало збільшення тривалості цього періоду на 1–2 доби, відносно контролю.

Період від появи четвертого трійчастого листка до масового цвітіння відзначався посиленням лінійним ростом рослин сої і формуванням її вегетативних органів. В цей період облік рослин сої інтенсивніше реагували на досліджувані фактори. Відмічено, що інокуляція насіння мала вплив на тривалість цього періоду росту та подовжували його на 2–3 доби. Більш тривалим, у досліджуваних сортів, він був на варіантах з використанням препарату Біомаг соя – 26 і 29 діб. Застосування міжрядних обробітків практично не впливало на збільшення тривалості цього періоду, а на ділянках з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го справжнього листка він становив 26, 28 і 29 та 27, 29 і 30 діб, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія.

Період цвітіння-налив насіння у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія на контрольних ділянках тривав 18, 20 і 21 добу. На варіантах, де проводили передпосівну інокуляцію насіння він був на 1–2 доби тривалішим. На варіантах, де застосовували міжрядний обробіток ґрунту його тривалість зростала на 1 добу, а з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го справжнього листка на 2–4 і 3–5 діб, відносно контролю. Аналогічна тенденція була зафіксована впродовж періоду налив насіння-повна стиглість зерна, заходи контролювання чисельності бур'янів, в залежності від сорту, сприяли його подовженню на 1–2 доби, порівняно з контролем, а інокуляція не впливала на його тривалість.

Серед досліджуваних сортів найбільша тривалість вегетаційного періоду була у Сігалія – 110–131 доба, а у Таурус і ЕС Тенор вона становила 96–116 і 105–126 діб.

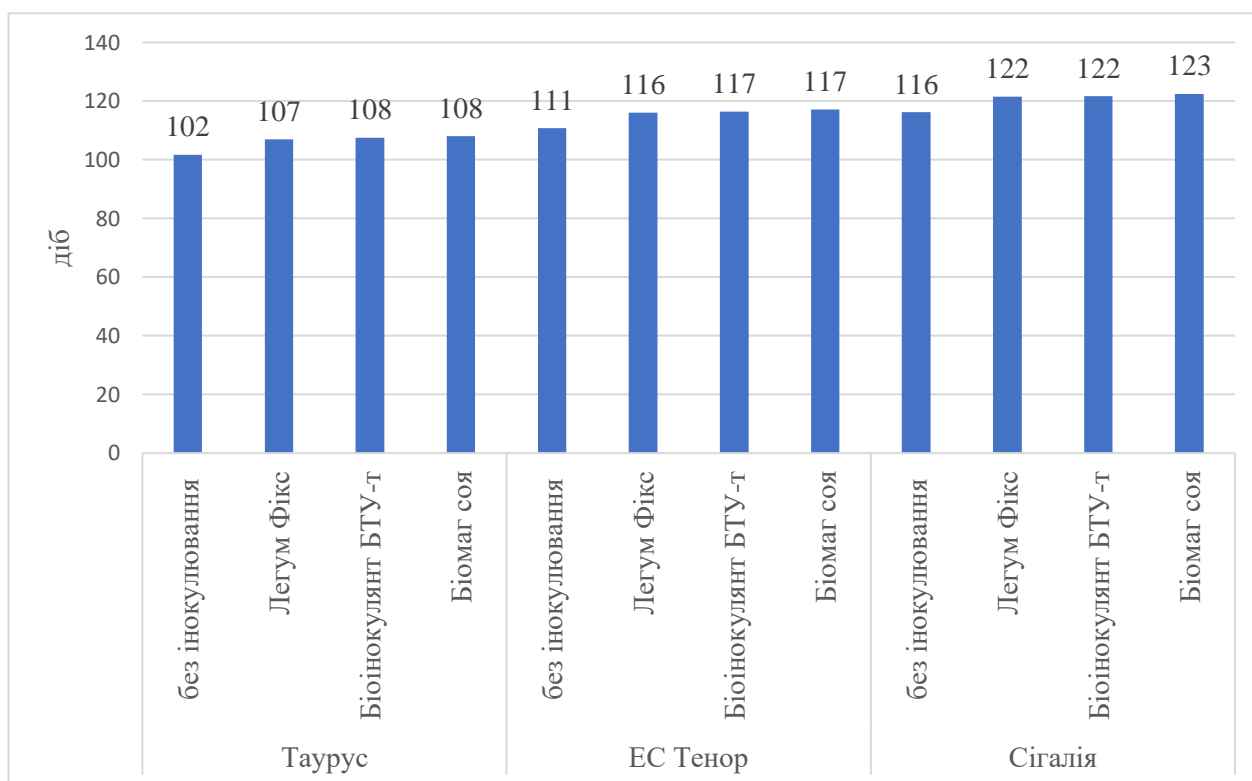
У середньому, за роки досліджень, тривалість вегетаційного періоду сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія за міжрядного обробітку становила 101, 110 і 115 діб, за показників на контролі – 99, 108 і 113 діб (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів (середнє за 2020–2022 рр.), діб**

На варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го справжнього листка він становив 110, 119 і 125 та 114, 123 і 129 діб. Тобто, два останніх заходи контролювання сегетальної рослинності найбільше впливали на тривалість вегетації культури. При цьому, залежно від сорту, вона зростала на 11–17 діб, порівняно з ділянками, де не проводили заходи контролювання чисельності бур'янів.

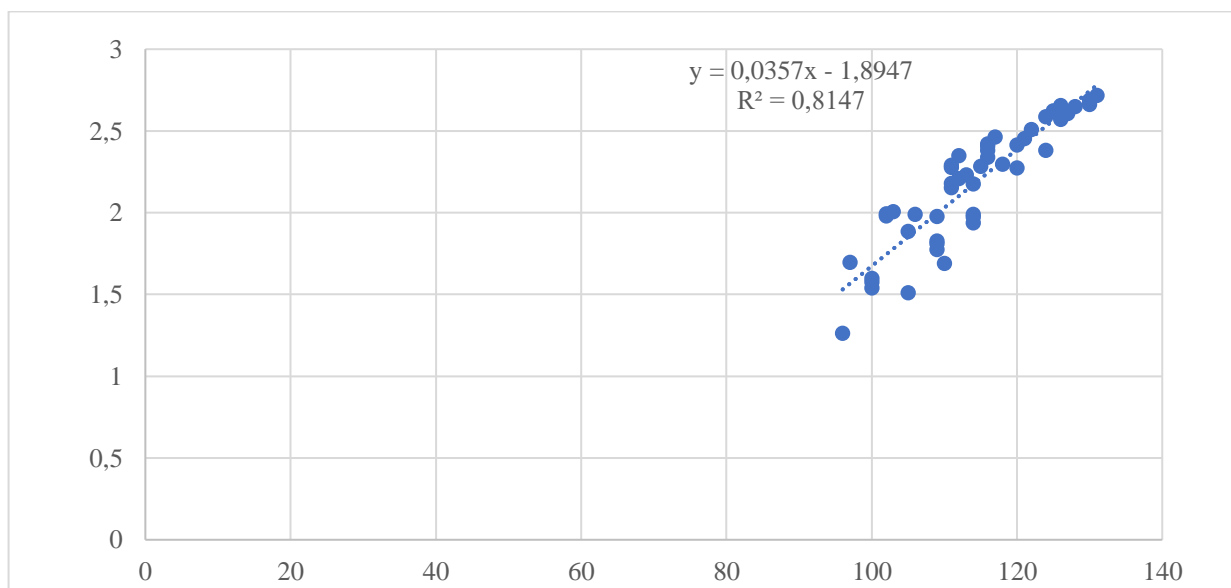
Залежно від препарату що застосовувався для передпосівного інокулювання насіння вегетаційний період сої збільшувався на 5–7 діб, найбільше при використанні Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя (рис. 3.2).



**Рис. 3.2. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від інокуляції насіння (середнє за 2020–2022 рр.), днів**

За результатами досліджень О.В. Мазура [104] було встановлено залежність між урожайністю зерна та тривалістю вегетаційного періоду у сортів сої ( $r=0,70$ ). Таким чином, урожайність сортів сої, що вивчалися на 49% залежить від тривалості вегетаційного періоду, а при збільшенні тривалості вегетаційного періоду на 1 день буде підвищуватися урожайність на 0,23 ц/га. Встановлено середньої сили кореляційні зв'язки між тривалістю вегетаційного періоду і компонентами структури врожаю, а саме: кількістю бобів на рослині - ( $r=0,61-0,67$ ); масою насіння із однієї рослини - ( $r=0,67-0,71$ ); кількістю насінин на рослині - ( $r=0,49-0,62$ ); кількістю продуктивних вузлів - ( $r=0,42-0,49$ ). Між висотою рослин та тривалістю вегетаційного періоду спостерігається прямий кореляційний зв'язок ( $r=0,37-0,46$ ). Дещо нижчими, за абсолютними рівнями значення, встановлені кореляційні зв'язки між висотою прикріплення нижніх бобів та тривалістю вегетаційного періоду ( $r=0,3-0,34$ ), адже висота прикріплення нижніх бобів є похідною ознакою від висоти рослин.

У наших дослідженнях також відмічено високий рівень кореляційної залежності між тривалістю вегетаційного періоду та урожайністю зерна сортів сої на рівні 0,90 (рис. 3.3).



**Рис. 3.3. Кореляційна залежність між тривалістю вегетаційного періоду та урожайністю зерна сої**

Коефіцієнт детермінації становив при цьому 0,81.

### **3.2. Висота рослин сої**

Ріст рослин це збільшення маси та розмірів рослин, пов'язаних з перебігом утворення нових елементів побудови рослинного організму. Розвиток це комплекс якісних змін фізіологічних, морфо-структурних та біохімічних властивостей, що містяться в рослині протягом онтогенезу під впливом її генотипу та навколишнього середовища [168]. Від групи стиглості певного сорту залежить тривалість інтенсивного росту сої. На зростання рослин у довжину і примноження вегетативної маси за міжфазні цикли певного впливу створюють: технологія вирощування культури, інтенсивність освітлення, температурний режим та тривалість світлового дня [116].

Показник висоти рослин сої впливає на її урожайність. Отже, в залежності від динаміки висоти протягом вегетаційного періоду, можна провести аналіз того, як в онтогенезі склалися умови росту і розвитку рослин. Аналізуючи ростові процеси стебла, можна виявити найефективніші

умови для формування високоврожайних агрофітоценозів сої [99, 220]. Враховуючи те, що під впливом абіотичних та біотичних чинників, показник висоти рослин в онтогенезі сої може дуже змінюватися, дослідження цього показника надає можливість встановити найголовніші залежності процесу утворення високої врожайності сої [15]. Існують деякі властивості рослин, такі, як стійкість до стеблового вилягання та закладка нижніх бобів, які міцно пов'язані з показником висоти рослин та враховуються як чинники, що мають вплив на формування майбутнього врожаю сої [4].

У фазі початку та повного цвітіння сої (ВВСН 60–66), застосування препарату Вуксал Ойлсід з нормою витрати 2,0 л/га та у період бутонізації (перед квітуванням), (ВВСН 50–59) та на стадії старту формування насіння (ВВСН 71-73) препарату Квантум-Олійні дало підвищення висоти на 4-9 см, порівняно з контролем. Також гарний результат було отримано за проведення інокуляції насіння сої препаратом Легум Фікс [250].

Ефективний приріст висоти рослин сої на 2–5 см, у порівнянні з контрольними варіантами, забезпечувало підживлення рослин сої азотом (15 кг/га д. р.) у фазі бутонізації, з додаванням комплексного добрива Ekolist макро [126].

У Поліссі, на ясно-сірих легкосуглинкових ґрунтах, проведення бактеризації насіння інокулянтами Оптімайз 200 і фосфоробактерином з додаванням позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі, у фазі наливання бобів, забезпечує отримання продуктивності сої 3,25–3,33 т/га [61].

За даними, отриманими О. Г. Міленко [118] на площах з природною забур'яненістю, рослини сої мали найвищі показники висоти, оскільки, витягувались, конкуруючи за чинники життя з бур'янами. В порівнянні з хімічним доглядом, на тих самих площах досліді, механічний догляд за посівами забезпечив формуванню вищих рослин.

У Північному Степу України, максимальні показники утворювали посіви сої, насіння яких було інокульоване штамами Д2, 626а, № 46 та № 30. На цих

площах, рослини сої мали висоту 77-81 см і перевищували контрольні зразки на 5,5–10,9%. Дещо меншу різницю у висоті, відносно перелічених штамів бульбочкових бактерій, отримали у фазі повної стиглості насіння [187].

За використання технології органічного вирощування сої, позакореневе підживлення ефективно впливає на збільшення показника висоти рослин за головними фазами росту і розвитку та показує більшу стабільність за проведення дискування міжрядь культиватором Наруwy-1032RS/L 2,1. Така операція забезпечувала прирости у висоту рослин сорту Устя – 0,78–3,89%, сорту Легенда – 1,68–8,05% та сорту Київська 98 – 0,41–4,29%, у порівнянні із застосуванням міжрядного обробітку ґрунту агрегатом УСМК-5,4, відповідно до сортів 0,14–5,7%, 0,49–22,51%, 0,76–3,3%. Бактеризація насіння забезпечила суттєве збільшення висоти рослин сої на протязі періоду вегетації у сорту Устя – на 0,9–19,4%, сорту Легенда – на 1,0–32,3%, сорту Київська 98 – на 0,8–13,6% [156].

В багатьох дослідженнях було вивчено вплив гербіцидів на ростові процеси та продуктивність сої [2–6, 23, 48, 97, 123, 148, 162]. В зв'язку з заборонаю використання штучних пестицидів в органічному виробництві, потрібен пошук інших рішень для контролю сегетальної рослинності в посівах цієї культури. Для сої був розроблений селекційний індекс оцінки здатності пригнічувати бур'яни, при цьому важливим показником є висота рослин в початковий період вегетації, яка тісно корелює з здатністю конкурувати з бур'янами [235]. Селекція для покращення конкурентоспроможності сої проти бур'янів наразі не проводиться тому, що інформація про взаємодію між посівом сої та бур'янами, а також про відповідні критерії відбору для підвищення конкурентоспроможності є недостатньою, особливо на початкових етапах розвитку сої [271].

Сьогодні застосування для обробки насіння бобових культур якісних інокулянтів із значним вмістом азотфіксуючих бактерій є необхідністю, адже дає можливість у повній мірі здійснити реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів. Як результат, забезпечити найкращі врожаї за найвищої

окупності інвестицій, що дуже важливо за органічного вирощування. Одержання врожаю сої високої якості, з високою рентабельністю реально забезпечити за варіанту раціонального використання інокулянтів, які добре впливають на скупчення азоту в ґрунті. Враховуючи це, рослини сої забезпечуються азотом і утворюються умови на накопичення азоту і для наступних культур у сівозміні [182].

За результатами проведених досліджень, нами було встановлено, що висота рослин сої залежала від досліджуваних факторів та кліматичних умов року. Вищі значення отримано у краще вологозабезпеченому 2020 р., у сорту Таурус на період наливу бобів вони становили 95,8 см, ЕС Тенор – 103,7 см і Сігалія – 151,6 см (Додаток А.1–А.3). В 2021 р. спостерігалось деяке зменшення висоти рослин до 92,2, 101,0 і 148,0 см, а мінімальні значення були у 2022 р. – 82,2, 85,6 і 132,9 см (Додаток А.4–А.9).

В середньому за три роки, максимальних значень висоти рослини сої досягали у фазу наливу бобів. В ранньостиглого сорту Таурус на період 2 пари справжніх листків не відмічено різниці між варіантами із застосуванням інокулянтів. Найбільш високорослими були рослини на ділянках, де проводили міжрядний обробіток (28,1–28,3 см). В той час, як при підгортанні рослин у фазі сім'ядоль та 1-го справжнього листка цей показник був на 4,6–7,8% меншим, ніж на контролі (табл. 3.4).

У фазу бутонізації, збільшення висоти рослин під впливом інокулювання насіння складало 4,6–7,4 %, у фазу цвітіння – 4,1–8,2 %, у фазу наливу бобів – 3,5–5,2 %, порівняно з контрольним варіантом.

На висоту рослин впливали також заходи контролювання чисельності бур'янів. Так, найбільш ефективним виявився варіант із підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка, збільшення висоти рослин, залежно від періодів обліків, становило 10,8–15,2 %, порівняно з контрольними ділянками. При проведенні міжрядних обробітків та підгортанні рослин у фазі сім'ядоль цей приріст становив 5,8–7,2 % і 8,6–10,3 %.



**Вплив досліджуваних факторів на формування висоти рослин сої у сорту Таурус (середнє за 2020-2022 рр.), см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	Цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	26,0	50,6	59,3	83,5
	Легум Фікс	25,9	53,0	61,8	85,8
	Біоінокулянт БТУ-т	26,0	53,2	63,4	86,7
	Біомаг соя	26,1	53,7	63,7	87,1
Міжрядний обробіток	без інокулювання	28,1	52,9	61,8	86,6
	Легум Фікс	28,1	55,2	64,4	89,7
	Біоінокулянт БТУ-т	28,3	55,6	65,8	90,8
	Біомаг соя	28,3	56,1	66,2	91,1
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	24,0	54,6	64,2	89,0
	Легум Фікс	24,0	57,0	66,2	91,5
	Біоінокулянт БТУ-т	24,0	57,4	67,6	92,5
	Біомаг соя	24,0	58,0	68,0	92,9
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	20,8	56,5	65,3	91,0
	Легум Фікс	20,8	59,0	67,8	93,4
	Біоінокулянт БТУ-т	20,9	59,3	69,6	94,4
	Біомаг соя	20,8	60,1	70,1	95,0
Середнє		24,8	55,8	65,3	90,1
V,%		5,2	6,1	5,6	6,3

У сорту ЕС Тенор на висоту рослин у початковий період вегетації (2 пара справжніх листків) менший вплив мала інокуляція насіння, а більший заходи контролювання чисельності бур'янів. Найвищими рослини в цей період були при проведенні міжрядних обробітків – 32,9–33,1 см. У фазу бутонізації висота рослин становила 57,8–68,2 см, у фазу цвітіння – 66,8–77,7 см, у фазу наливу бобів – 90,7-101,3 см (табл. 3.5).

**Вплив досліджуваних факторів на формування висоти рослин сої у сорту ЕС Тенор (середнє за 2020-2022 рр.), см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	Цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	30,4	57,8	66,8	90,7
	Легум Фікс	30,3	59,9	69,4	92,7
	Біоінокулянт БТУ-т	30,5	60,2	69,7	93,1
	Біомаг соя	30,5	60,3	69,9	93,3
Міжрядний обробіток	без інокулювання	32,9	60,8	69,8	94,0
	Легум Фікс	32,9	63,3	72,8	96,1
	Біоінокулянт БТУ-т	33,1	63,6	73,2	96,7
	Біомаг соя	33,1	63,8	73,4	96,8
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	24,0	63,5	72,7	96,7
	Легум Фікс	24,0	65,8	75,4	98,6
	Біоінокулянт БТУ-т	24,1	65,9	75,6	98,8
	Біомаг соя	24,2	66,1	75,9	99,2
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	22,9	65,5	74,4	98,5
	Легум Фікс	22,8	67,6	77,1	100,5
	Біоінокулянт БТУ-т	23,0	68,0	77,4	101,0
	Біомаг соя	22,9	68,2	77,7	101,3
Середнє		27,6	63,8	73,2	96,8
V, %		5,0	4,8	5,0	4,6

Під впливом інокулювання насіння, приріст висоти по цих періодах обліків становив 3,7–4,8%, 3,5–5,6% і 3,0–4,5%, відносно контролю. У фазу наливу бобів при використанні препарату Біомаг соя, приріст висоти рослин був в межах 2,5–2,8 см, Біоінокулянт БТУ-т на 2,1–2,7 см та Легум Фікс – 1,9–2,1 см, порівняно з контрольними варіантами без інокуляції.

В середньому рослини сорту ЕС Тенор були вищими на 7,5–8,1 см, порівняно з сортом Таурус. У цього сорту в роки досліджень, висота рослин мало змінювалася під впливом досліджуваних елементів технології вирощування, на що вказує низький рівень коефіцієнту варіації (4,6–5,0%). Це

також може свідчити про вищу стабільність та адаптивність вказаного генотипу до змін факторів життя.

Як і сорту Таурус найбільша висота рослин сої була отримана у фазу наливу бобів на варіантах із підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 98,5–101,3 см, що вище на 9,5–14,7%, порівняно з контролем. При проведенні міжрядного обробітку та підгортання рослин у фазі сім'ядоль збільшення висоти рослин становило 5,6–8,1 і 9,2–12,6 %.

Середньостиглий сорт Сігалія виявився найбільш високорослим серед досліджуваних генотипів. Висота рослин у фазу 2 пари справжніх листків була в межах 24,3–36,1 см, бутонізації 77,3–88,2 см, у фазу цвітіння – 97,7–109,2 см, у фазу наливу бобів – 136,9–149,4 см, що вище на 48,3–63,1% і 29,3–49,4 %, ніж у ранньостиглого Таурус і середньораннього ЕС Тенор (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

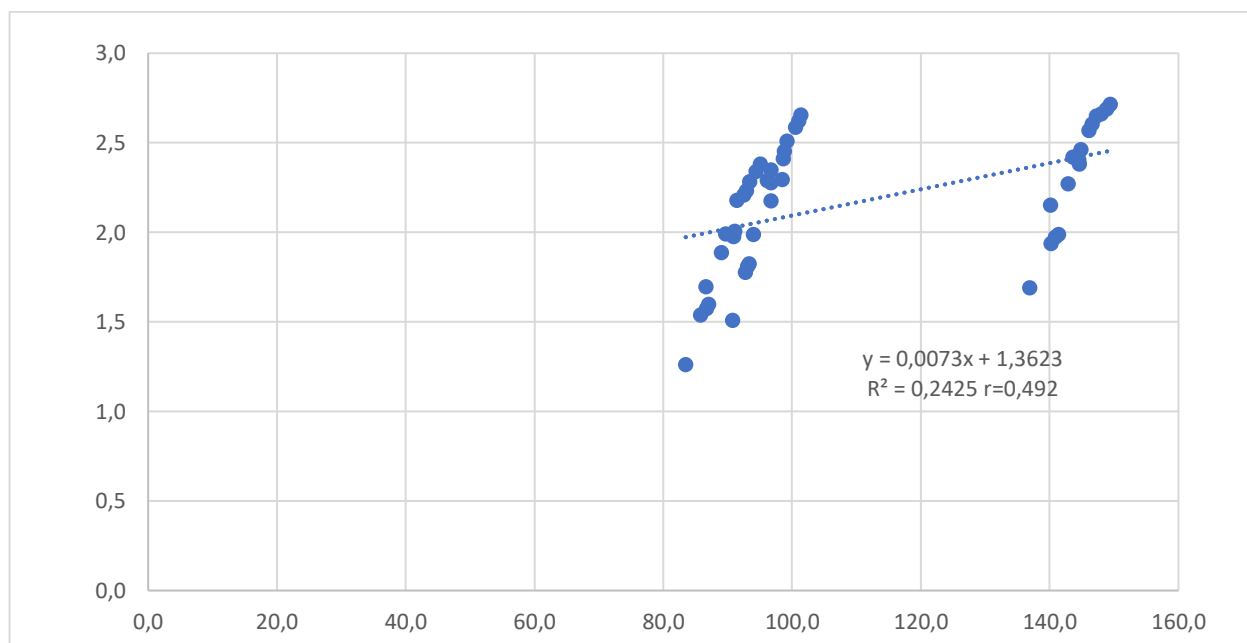
**Вплив досліджуваних факторів на формування висоти рослин сої у сорту Сігалія (середнє за 2020-2022 рр.), см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	Цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	33,9	77,3	97,7	136,9
	Легум Фікс	33,9	79,8	100,2	140,2
	Біоінокулянт БТУ-т	34,0	80,1	100,7	140,9
	Біомаг соя	34,1	80,3	101,4	141,4
Міжрядний обробіток	без інокулювання	36,0	80,3	100,8	140,1
	Легум Фікс	35,9	83,1	103,6	143,6
	Біоінокулянт БТУ-т	36,0	83,6	104,2	144,5
	Біомаг соя	36,1	83,8	104,9	144,9
Підгортання сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	26,5	83,0	103,6	142,8
	Легум Фікс	26,3	85,6	106,2	146,1
	Біоінокулянт БТУ-т	26,5	85,8	106,6	146,6
	Біомаг соя	26,5	86,1	107,4	147,3
Підгортання сої у фазі 1-го листка	без інокулювання	24,5	85,0	105,4	144,6
	Легум Фікс	24,3	87,5	107,9	148,0
	Біоінокулянт БТУ-т	24,6	88,0	108,4	148,8
	Біомаг соя	24,7	88,2	109,2	149,4
Середнє		30,2	83,6	104,3	144,1
V, %		4,5	5,3	5,0	5,7

За рахунок інокулювання насіння приріст висоти рослин у фазу бутонізації становив 3,1–4,5 %, у фазу цвітіння 3,0–5,2% та у фазу наливу бобів – 2,8–4,7%, відносно контролю.

Відмічена аналогічна тенденція до попередніх сортів, щодо збільшення висоти рослин на варіантах із заходами контролювання чисельності бур'янів. Найбільша висота рослини відмічена у період наливу бобів при підгортанні у фазі 1-го справжнього листка – 144,6–149,4 см, що на 10,6–14,5% вище, порівняно з контролем. При проведенні міжрядного обробітку та підгортання рослин у фазі сім'ядоль збільшення висоти рослин становило 5,7–7,3 і 9,7–11,8%.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що між рівнем урожайності зерна та висотою рослин сої існує позитивний кореляційний зв'язок середньої сили ( $r=0,49$ ) (рис. 3.4). Коефіцієнт детермінації становив 0,24.



**Рис. 3.4. Кореляційно-регресійна модель залежності врожайності зерна від висоти рослин сортів сої різних стиглості**

Аналогічні дані отримали М. О. Іванів, В. В. Возняк [76], згідно яких, коефіцієнт кореляційного зв'язку між висотою рослин сої та рівнем урожайності зерна становив 0,671. При цьому кореляційно-регресійні моделі можуть надати превентивний аналіз впливу окремих факторіальних

морфологічних ознак на основний (результативний) показник – урожайність насіння, який з'ясовується за результатами польових досліджень під час обрахування продуктивності.

### **3.3. Фотосинтетична діяльність посівів сої**

За допомогою проведення інокуляції насіння та внесення позакореневого підживлення, можна регулювати агротехнічними прийомами утворення та функціонування фотосинтетичного апарату сої. Зазначено, що рівень продуктивності насіння сої напряду залежить від діяльності фотосинтетичного апарату. На варіантах, де зафіксовано найвищі показники фотосинтетичної продуктивності одержано і максимальний рівень урожайності насіння сої [28, 177].

Важливим чинником, який істотно впливає на формування репродуктивних органів, а значить і на урожайність культури є світловий режим в посівах сої. Є тісна позитивна залежність  $r = 0,80-0,82$  між світловим режимом в посіві та чисельністю насінин, а також бобів на рослині. Освітлення в посівах сої максимально залежить від норм висіву насіння, сорту та умов живлення. Частка впливу в посівах сої сорту складає 10,7%, фону живлення – 29,8%, густоти посіву на світловий режим - 32,4% [29, 132].

Найвище засвоєння фотосинтетично активної радіації (ФАР) рослинами сої, за площі листя 42-50 тис.м<sup>2</sup>/га становить 82–83%. Істотна частина ФАР відбивається від ділянок з посівами (11,0–14,8%), входить в ґрунт (4,2–24,8%) і не може бути використана рослинами. Для отримання високого врожаю сої потрібно користуватись технологічними заходами, сформувати такі посіви, які б найвище поглинали і використовували енергію сонця [144].

Утворення оптимальної густоти стояння рослин з характерною масою рослин та обсягом листкового апарату є необхідною умовою отримання високого врожаю зерна сої. На основі цих показників утворюється оптико-біологічна будова посіву сої з ефективним засвоєнням фотосинтетично активної радіації та визначеною площею асиміляційної поверхні рослин [10].

На стартових циклах росту і розвитку рослин, мала площа листкової поверхні може формуватись внаслідок малоефективного інтегрування фотосинтетично активної радіації, а її істотне збільшення у більш пізні фази може привести до затінення листків нижніх ярусів [16].

На площах Лівобережного лісостепу України було виявлено, що максимальних розмірів у сої площа листкової поверхні була на варіантах із застосуванням механічного способу догляду за посівами – 48,9 тис. м<sup>2</sup>/га. Цей показник на 1,0 тис. м<sup>2</sup>/га вищий, ніж за застосування хімічного способу і в порівнянні з контрольними варіантами на 23,6 тис. м<sup>2</sup>/га [119].

Проте, в Правобережному Лісостепу України, за органічного вирощування сої, не було зафіксовано суттєвої різниці впливу міжрядних обробітків на модифікацію площі листкової поверхні. Більш суттєвим був вплив бактеризації насіння. Найвищі показники площі листкової поверхні, за застосування фосфонітрагіну, одержані у сорту Київська 98 – 434,3-439,0 см<sup>2</sup>/рослина, а у сорту Устя – 414,3-419,0 см<sup>2</sup>/рослина, сорту Легенда – 352,5-355,5 см<sup>2</sup>/рослина [156].

В західному Поліссі, за застосування інокуляції насіння сої препаратом Легум Фікс збільшувалась площа листя, залежно від циклу росту та варіантів підживлення посівів. У сорту ЕС Ментор площа листя збільшилась на 0,4–2,4 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Кассіді на 0,4–2,3 тис. м<sup>2</sup>/га. Виявлено, що найбільша відмінність між параметрами площі листясої була у фазу наливу насіння, на варіантах досліду із застосуванням інокуляції та без неї, що дало поштовх до формуванню вищої урожайності [34]. Під час такого досліду, у фазі наливу бобів фіксувалось відмирання листків нижнього ярусу, що показувало певне зменшення площі листкового апарату. Відсутність вологи сприяє призупиненню у рослин ростових процесів, внаслідок чого відбувалось послаблення їх фотосинтетичної діяльності. Враховуючи такі умови, у рослин скоріше настають і тривають основні фази розвитку, зменшується загальна тривалість періоду вегетації. В той же час, за рахунок внесення підживлення

рослин хелатними мікродобривами, у всі фази дослідження, площа листкової поверхні сої значно зростала, з поліпшеними умовами живлення.

У сорту Діона та сорту Аратта, за рахунок ендofітно-ризобіальної інокуляції насіння та використання штаму Ризобін<sup>K</sup> + Vsp.4 (Ризобін<sup>K</sup> + *Bacillus* sp.4) показники площі листкової поверхні сої набули оптимальних величин і показали 42,1 тис. м<sup>2</sup>/га та 47,3 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно. Асиміляційна поверхня рослин зазначених сортів сої, порівняно з контрольними варіантами, за застосування Ризобін<sup>K</sup> + Vsp.4 була більшою на 63,8-52,6% або 16,4-16,3 тис. м<sup>2</sup>/га [216].

Для забезпечення збільшення площі листкової поверхні на сортах Легенда, Ксенія, Анжеліка, Георгіна застосовувались сидеральні добрива, передпосівна бактеризація насіння сої з використанням швидкорослих штамів бульбочкових бактерій 634б, 614А, а також внесення препарату Хетомік для профілактики та захисту коренів від хвороб. Були зафіксовані наступні показники: Легенда до 44,4 тис. м<sup>2</sup>/га, Ксенія – 52,8, Георгіна – 54,2 тис. м<sup>2</sup>/га та Анжеліка – 45,9 порівняно з контролем [164].

За результатами наших спостережень встановлено, що найбільш сприятливим для формування площі листкової поверхні рослин сої виявився 2020 р. У сортів Таурус, ЕС Тенор та Сігалія, у фазу цвітіння він становив 38,9, 41,1 і 41,7 тис.м<sup>2</sup>/га, відповідно (Додатки Б.1–Б.3). У 2021 р. середні значення площі листкової поверхні досліджуваних сортів сої зменшилися до 38,3, 40,8 і 41,4 тис.м<sup>2</sup>/га, а мінімальні показники отримано у 2022 р. – 37,5, 40,0 і 40,6 тис.м<sup>2</sup>/га (Додатки Б.4–Б.9).

За даними кореляційного аналізу виявлено сильний прямий зв'язок між кількістю опадів і площею листкової поверхні посівів у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія у період цвітіння-формування бобів ( $r=0,86, 0,89, 0,92$ ) (табл. 3.7).

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) становив при цьому 0,74, 0,79, 0,85. Площа листкової поверхні сої має тісний зворотній зв'язок із температурою повітря ( $r = -0,61, -0,64, -0,68$ ) і сильний прямий зв'язок із ГТК ( $r = 0,79, 0,86, 0,89$ ).

**Регресійні залежності ( $R^2$ ) та кореляційні зв'язки ( $r$ ) між площею листкової поверхні сої та погодними умовами у період цвітіння-формування бобів (2020, 2021, 2022 рр.)**

Показники	Кількість опадів, мм	Середня температура повітря, °С	ГТК
<b>Таурус</b>			
Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )	0,74	0,37	0,62
Коефіцієнт кореляції ( $r$ )	0,86	-0,61	0,79
<b>ЕС Тенор</b>			
Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )	0,79	0,41	0,74
Коефіцієнт кореляції ( $r$ )	0,89	-0,64	0,86
<b>Сігалія</b>			
Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )	0,85	0,46	0,79
Коефіцієнт кореляції ( $r$ )	0,92	-0,68	0,89

В середньому, за три роки досліджень, найвищих значень площа листкової поверхні у досліджуваних сортів сої досягала у фазу цвітіння. У фазу наливу бобів, залежно від сорту, вона зменшувалась на 4,4–7,5%, порівняно з попереднім періодом обліків.

У сорту Таурус, у фазу бутонізації, різниця між варіантами із застосуванням інокулянтів була незначною в межах 0,1–0,2 тис.м<sup>2</sup>/га. Найбільша площа листкової поверхні була на ділянках, де проводили підгортання рослин у фазі 1-го справжнього листка. Міжрядний обробіток дав результат 27,0 тис.м<sup>2</sup>/га, що на 11,9 тис.м<sup>2</sup>/га більше, ніж на контролі. За використання другого і третього варіантів заходів контролювання чисельності бур'янів цей показник становив 22,2 і 25,4 тис.м<sup>2</sup>/га (табл.3.8).



**Динаміка зміни площі листкової поверхні рослин сої сорту Таурус  
під впливом досліджуваних факторів (середнє за 2020-2022 рр.), тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокуляції	14,6	28,3	26,2
	Легум Фікс	15,2	29,6	27,5
	Біоінокулянт БТУ-т	15,3	29,4	27,4
	Біомаг соя	15,4	29,6	27,7
Міжрядний обробіток	без інокуляції	21,6	38,8	36,7
	Легум Фікс	22,3	39,5	37,5
	Біоінокулянт БТУ-т	22,3	39,6	37,3
	Біомаг соя	22,5	40,0	37,8
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	24,8	40,3	38,2
	Легум Фікс	25,5	41,0	38,9
	Біоінокулянт БТУ-т	25,6	41,0	38,8
	Біомаг соя	25,6	41,2	39,0
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	26,4	42,7	40,6
	Легум Фікс	27,1	43,6	41,3
	Біоінокулянт БТУ-т	27,2	43,4	41,1
	Біомаг соя	27,2	43,8	41,4
Середнє		22,4	38,2	36,1
V,%		5,2	3,8	4,6

Збільшення площі листкової поверхні на ділянках із підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка становило у фазу цвітіння 48,4 %, а у фазу наливу бобів – 51,1 %, відносно ділянок без проведення обробітку ґрунту (контроль). При проведенні міжрядних обробітків та підгортанні рослин у фазі сім'ядоль це збільшення складало 35,1 і 39,7 % та 37,2 і 42,4 %.

Під впливом інокулювання насіння, у фазу бутонізації, збільшення площі листкової поверхні рослин сої було в межах 0,6–0,8, у фазу цвітіння – 0,7–1,2, у фазу наливу бобів – 0,5–1,3 тис.м<sup>2</sup>/га, порівняно з контролем.

У сорту ЕС Тенор максимальна площа листкової поверхні були при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 29,5, 46,7 і 44,5 тис.м<sup>2</sup>/га, що більше, ніж на варіантах без проведення обробітку ґрунту (контроль) на 67,3, 57,9 і 61,8 %, відповідно у фазу бутонізації, цвітіння і наливу бобів. При проведенні міжрядних обробіток та підгортанні рослин у фазі сім'ядоль це збільшення складало 35,0 і 56,1, 39,1 і 52,7 та 40,9 і 55,2 % (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Динаміка зміни площі листкової поверхні рослин сої сорту ЕС  
Тенор під впливом досліджуваних факторів (середнє за 2020-2022 рр.),  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокуляції	17,2	29,2	27,2
	Легум Фікс	17,8	29,7	27,7
	Біоінокулянт БТУ-т	17,6	29,5	27,6
	Біомаг соя	18,0	29,9	27,6
Міжрядний обробіток	без інокуляції	23,4	40,6	38,3
	Легум Фікс	24,0	41,4	39,0
	Біоінокулянт БТУ-т	23,7	41,0	38,8
	Біомаг соя	24,2	41,5	39,0
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	27,2	44,5	42,2
	Легум Фікс	27,7	45,4	42,9
	Біоінокулянт БТУ-т	27,5	45,1	42,7
	Біомаг соя	27,8	45,6	43,0
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	29,0	46,2	44,0
	Легум Фікс	29,7	46,8	44,7
	Біоінокулянт БТУ-т	29,6	46,7	44,5
	Біомаг соя	29,8	47,0	44,9
Середнє		24,6	40,6	38,4
V, %		5,7	4,3	4,9

Під впливом інокулювання насіння приріст площі листкової поверхні, в середньому, був в межах 1,2–3,4 %, відносно контролю. У фазу цвітіння, при використанні препарату Біомаг соя приріст висоти рослин становив 0,7 тис.м<sup>2</sup>/га, Біоінокулянт БТУ-т 0,5 тис.м<sup>2</sup>/га та Легум Фікс – 0,9 тис.м<sup>2</sup>/га, порівняно з ділянками без інокуляції (контроль). В середньому сорт ЕС Тенор за площею листкової поверхні переважав сорт Таурус на 2,1–2,5 тис.м<sup>2</sup>/га.

У середньостиглого сорту Сігалія площа листкової поверхні рослин у фазу бутонізації була в межах 18,4–31,2 тис.м<sup>2</sup>/га, цвітіння –29,5–47,4 тис.м<sup>2</sup>/га, наливу бобів – 27,1–45,3 тис.м<sup>2</sup>/га (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Динаміка зміни площі листкової поверхні рослин сої сорту Сігалія під впливом досліджуваних факторів (середнє за 2020-2022 рр.), тис.м<sup>2</sup>/га**

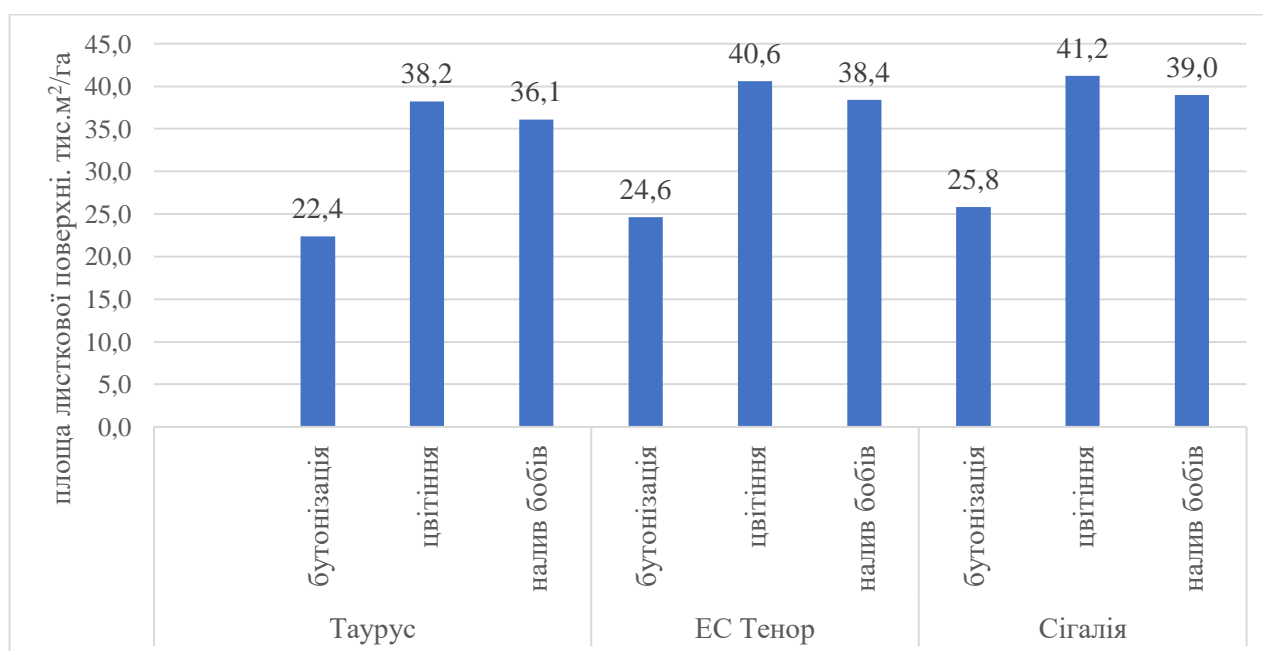
Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокуляції	18,4	29,5	27,1
	Легум Фікс	18,8	30,0	27,8
	Біоінокулянт БТУ-т	19,0	29,8	27,7
	Біомаг соя	19,0	30,2	27,7
Міжрядний обробіток	без інокуляції	24,8	41,5	39,2
	Легум Фікс	25,6	42,3	39,9
	Біоінокулянт БТУ-т	25,4	42,0	39,7
	Біомаг соя	25,6	42,3	40,1
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	27,9	45,4	43,1
	Легум Фікс	28,6	46,2	43,8
	Біоінокулянт БТУ-т	28,3	45,9	43,7
	Біомаг соя	28,7	46,3	43,9
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	30,4	46,5	44,6
	Легум Фікс	31,0	47,2	45,2
	Біоінокулянт БТУ-т	30,7	47,1	45,0
	Біомаг соя	31,2	47,4	45,3
Середнє		25,8	41,2	39,0
V, %		4,1	3,2	4,5

Під впливом інокулювання насіння, приріст площі листкової поверхні рослин у фазу бутонізації становив 1,4–3,3 %, у фазу цвітіння 1,2–2,8 % та у фазу наливу бобів – 1,1–2,5 %, відносно контролю.

Відмічена аналогічна тенденція до попередніх сортів, щодо досліджуваного показника на варіантах із заходами контролювання чисельності бур'янів.

Найбільша площа листкової поверхні відмічена у фазу цвітіння, при підгортанні у фазі 1-го справжнього листка – 46,5–47,4 тис.м<sup>2</sup>/га, що на 57,5 % вище, порівняно з контролем. При проведенні міжрядного обробітку та підгортання рослин у фазі сім'ядоль збільшення площі асиміляційної поверхні становило 40,7 і 53,8 %. Максимальні значення цього показника були отримані при застосуванні підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та проведенням інокуляції Біомаг соя – 47,4 тис.м<sup>2</sup>/га.

Встановлено сортову специфіку у формуванні листкової поверхні рослин. Так, в середньому по варіантах досліджу, у середньостиглого сорту Сігалія площа листкової поверхні варіювала в межах 25,8–39,0 тис. м<sup>2</sup>/га, у ранньостиглого Таурус і середньораннього ЕС Тенор була в межах 22,4–36,1 і 24,6–38,4 тис. м<sup>2</sup>/га (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Площа листкової поверхні досліджуваних сортів сої, тис. м<sup>2</sup>/га**

Тобто, площа листової поверхні у сорту сої Сігалія, у всі періоди обліків, була більшою на 0,6–3,4 тис. м<sup>2</sup>/га, порівняно з іншими досліджуваними сортами. Слід відмітити і низький рівень коефіцієнту варіації (3,2–4,5 %) у сорту Сігалія, що вказує про його вищу стабільність за цим показником.

Важливим чинником для процесів біологічної фіксації атмосферного азоту та фотосинтезу є гарна освітленість листків сої окремого ярусу. Тільки за достатньої щільності посівів утворюється такий габітус рослин, що сприяє достатній її освітленості, рівномірному утворенню листків, бобів і насіння, що гарантує інтенсивну фотосинтетичну діяльність та значний рівень продуктивності насіння. Основою створення біологічної речовини є фотосинтетична діяльність рослин, отже необхідно обов'язково враховувати показник фотосинтетичного потенціалу посівів. Цей показник представляє собою загальну листову поверхню, що приймала участь у процесах фотосинтезу від старту вегетаційного періоду до повного завершення фотосинтетичної діяльності рослин [77].

Встановлено, що серед досліджуваних сортів найвищі значення фотосинтетичного потенціалу були у сорту Сігалія – 0,84 і 1,00 млн. м<sup>2</sup>/діб × га, відповідно у перший та другий періоди обліків (табл. 3.11). Це пов'язано, як з більшою площею асиміляційної поверхні за фазами росту та розвитку, так із більшою тривалістю його вегетації. У сортів Таурус і ЕС Тенор цей показник складав 0,70 і 0,85 та 0,78 і 0,95 млн. м<sup>2</sup>/діб × га.

Суттєвого впливу інокуляції насіння на мінливість фотосинтетичного потенціалу посівів сої не виявлено. Найбільший діапазон розбіжності між контрольним варіантом та застосуванням Біомаг соя отримано у сорту Таурус на ділянках, без проведення заходів контролювання чисельності бур'янів – 0,06 млн. м<sup>2</sup>/діб × га.

Серед заходів контролювання чисельності бур'янів максимальні значення фотосинтетичного потенціалу у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримані на четвертому варіанті (підгортання рослин сої у фазі 1-го

справжнього листка) – 0,81 і 0,97, 0,91 і 1,09 та 0,97 і 1,15 млн. м<sup>2</sup>/діб × га, відповідно у перший та другий обліковий період.

Таблиця 3.11

**Фотосинтетичний потенціал посівів сої залежно від досліджуваних факторів, млн м<sup>2</sup>/діб × га (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Таурус		ЕС Тенор		Сігалия	
		бутонізація-цвітіння	цвітіння-налив бобів	бутонізація-цвітіння	цвітіння-налив бобів	бутонізація-цвітіння	цвітіння-налив бобів
Контроль	без інокуляції	0,49	0,63	0,56	0,68	0,60	0,71
	Легум Фікс	0,52	0,66	0,57	0,69	0,61	0,72
	Біоінокулянт БТУ-Т	0,51	0,65	0,57	0,69	0,61	0,72
	Біомаг соя	0,52	0,66	0,57	0,69	0,61	0,72
Міжрядний обробіток	без інокуляції	0,69	0,87	0,77	0,95	0,83	1,01
	Легум Фікс	0,71	0,89	0,79	0,97	0,85	1,03
	Біоінокулянт БТУ-Т	0,71	0,88	0,78	0,96	0,84	1,02
	Біомаг соя	0,72	0,89	0,79	0,97	0,85	1,03
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	0,75	0,90	0,86	1,04	0,92	1,11
	Легум Фікс	0,76	0,92	0,88	1,06	0,94	1,13
	Біоінокулянт БТУ-Т	0,77	0,92	0,87	1,05	0,93	1,12
	Біомаг соя	0,78	0,92	0,88	1,06	0,94	1,13
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	0,80	0,96	0,90	1,08	0,96	1,14
	Легум Фікс	0,81	0,98	0,92	1,10	0,98	1,15
	Біоінокулянт БТУ-Т	0,81	0,97	0,92	1,09	0,97	1,15
	Біомаг соя	0,82	0,98	0,92	1,10	0,98	1,16
Середнє		0,70	0,85	0,78	0,95	0,84	1,00
V, %		12,5	11,8	12,3	11,0	12,4	11,2

Це на 49,7–61,4 % більше, ніж на контрольних ділянках та на 10,1–17,3 та 3,7–6,2 %, порівняно з другим і третім варіантом (міжрядний обробіток і підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль).

Найбільший сумарний показник фотосинтетичного потенціалу, у середньому за три роки – 2,07 млн. м<sup>2</sup>/діб × га отримано у сорту Сігалія за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння Біомаг соя.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є важливим показником, що показує потенційні можливості рослин, щодо утворення врожаю [195]. Цей показник відображає урожайність культури впродовж доби у розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі асиміляційної поверхні.

В наших дослідженнях найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу отриману у сорту Сігалія на четвертому варіанті заходів контролювання чисельності бур'янів (підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка) та інокуляції насіння Біомаг соя – 8,05 і 8,23 г/м<sup>2</sup> за добу, відповідно у перший та другий обліковий періоди (табл. 3.12). У сортів Таурус та ЕС Тенор на аналогічних варіантах ці значення становили 6,70 і 6,96 та 7,55 і 7,33 г/м<sup>2</sup> за добу.

Застосування інокуляції насіння дозволили підвищити чисту продуктивність фотосинтезу, в середньому по досліджуваних сортах, на 1,8–2,7 %, а заходів контролювання чисельності бур'янів на 22,0–35,8 %, порівняно з варіантами без їх використання.

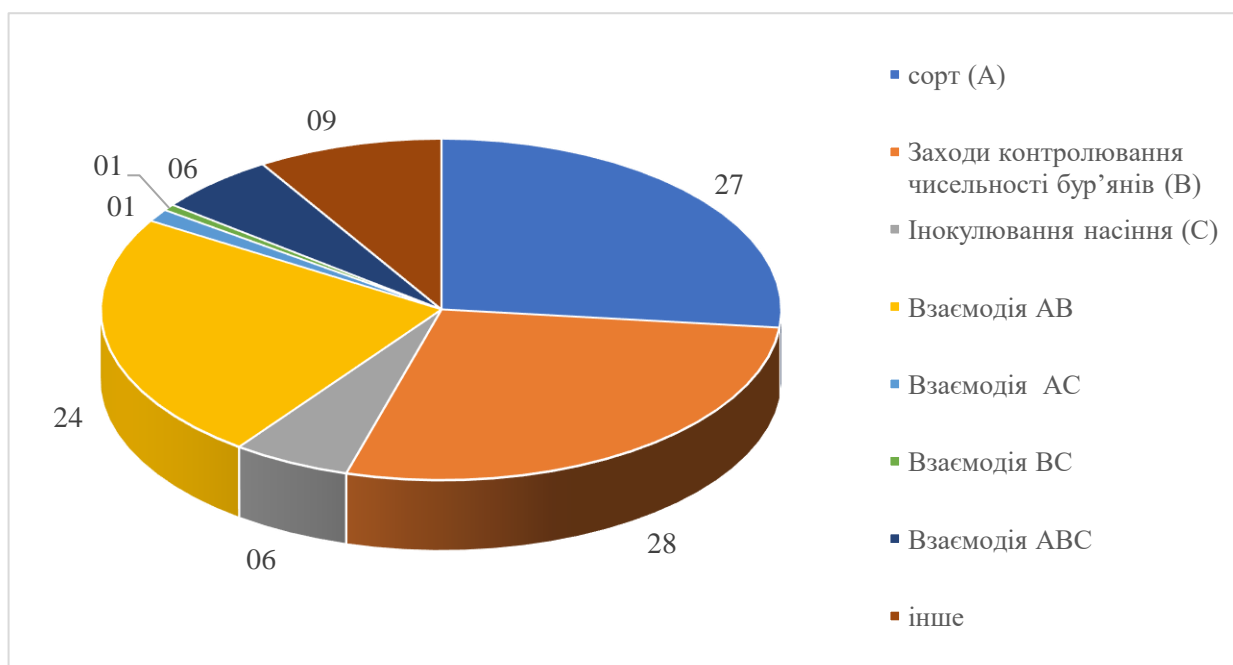
Серед інокулянтів найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу були у Біомаг соя і Легум Фікс у фазу цвітіння-налив бобів 6,96 і 6,93, 7,83 і 7,80 та 8,23 і 8,20 г/м<sup>2</sup> за добу, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія. За проведення підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка, досліджуваний показник у сорту Таурус в останній обліковий період становив 6,81–6,96, сорту ЕС Тенор – 7,69–7,83 і сорту Сігалія – 8,09–8,23 г/м<sup>2</sup> за добу.

**Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої залежно від досліджуваних факторів, г/м<sup>2</sup> за добу (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Таурус		ЕС Тенор		Сігалія	
		бутонізація-цвітіння	цвітіння-налив бобів	бутонізація-цвітіння	цвітіння-налив бобів	бутонізація-цвітіння	цвітіння-налив бобів
Контроль	без інокуляції	5,04	5,14	5,69	5,56	6,11	5,79
	Легум Фікс	5,26	5,39	5,81	5,65	6,22	5,92
	Біоінокулянт БТУ-т	5,25	5,36	5,77	5,62	6,22	5,90
	Біомаг соя	5,27	5,40	5,86	5,65	6,27	5,93
Міжрядний обробіток	без інокуляції	6,25	6,60	6,91	7,20	7,46	7,67
	Легум Фікс	6,40	6,73	7,07	7,34	7,64	7,81
	Біоінокулянт БТУ-т	6,40	6,72	6,99	7,28	7,59	7,76
	Біомаг соя	6,46	6,79	7,10	7,35	7,63	7,82
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	6,36	6,67	7,32	7,70	7,79	8,19
	Легум Фікс	6,50	6,80	7,47	7,85	7,95	8,33
	Біоінокулянт БТУ-т	6,51	6,80	7,41	7,79	7,89	8,29
	Біомаг соя	6,61	6,82	7,50	7,87	7,98	8,35
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	6,52	6,81	7,41	7,69	7,88	8,09
	Легум Фікс	6,67	6,93	7,53	7,80	8,02	8,20
	Біоінокулянт БТУ-т	6,66	6,90	7,51	7,77	7,98	8,18
	Біомаг соя	6,70	6,96	7,55	7,83	8,05	8,23
Середнє		6,18	6,43	6,93	7,12	7,42	7,53
V,%		10,3	8,6	11,3	9,4	12,1	8,8

Серед досліджуваних факторів у досліді, найбільший вплив на формування площі листкової поверхні сої мали сортові особливості (26,7 %) і заходи контролювання чисельності бур'янів (27,8 %) (рис. 3.6).

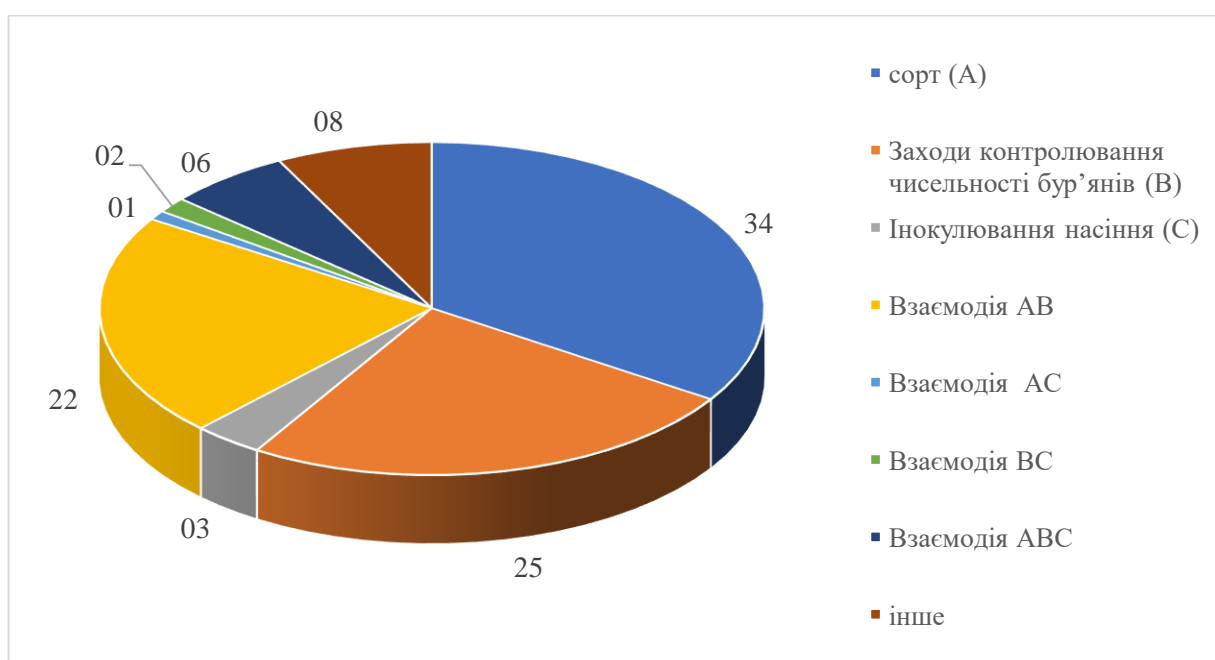




**Рис. 3.6. Частка впливу досліджуваних факторів на формування площі листкової поверхні сої**

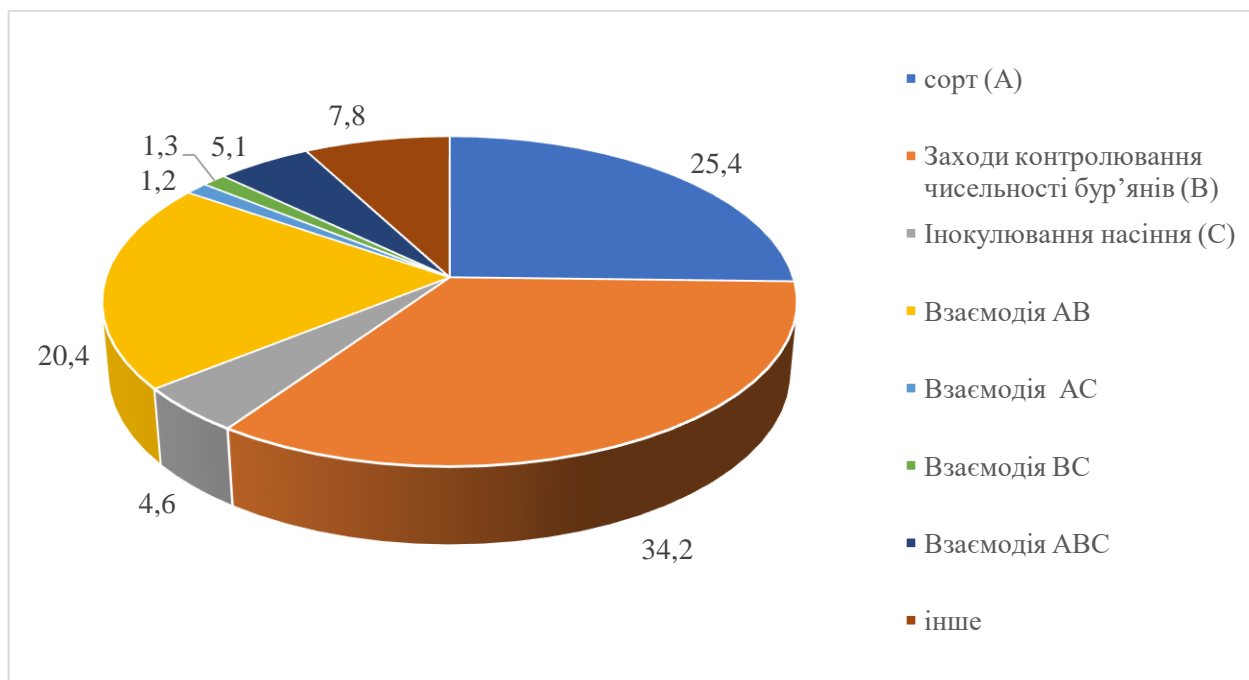
Досить значним була взаємодія факторів А і В (генотип × заходи контролювання чисельності бур'янів) – 23,6 % та вплив погодних умов – 8,8%.

На формування фотосинтетичного потенціалу посівів сої найбільший вплив мали генотипові особливості (34,2 %), заходи контролювання чисельності бур'янів (24,6 %) та їх взаємодія (21,8 %) (рис. 3.7).



**Рис. 3.7. Частка впливу досліджуваних факторів на формування фотосинтетичного потенціалу у сортів сої**

Аналогічно до попередніх показників, на формування чистої продуктивності фотосинтезу посівами сої максимальний вплив мали генотипові (25,4 %), заходи контролювання чисельності бур'янів (34,2 %) та їх взаємодія (20,4 %) (рис. 3.8).



**Рис. 3.8. Частка впливу досліджуваних факторів на формування чистої продуктивності фотосинтезу посівами сої**

Слід відмітити незначний вплив інокуляції насіння на формування площі листової поверхні (5,6 %), фотосинтетичного потенціалу (3,4 %) та чистої продуктивності фотосинтезу (4,6 %).

### 3.4. Формування симбіотичного апарату рослинами сої

Завдяки природній фіксації, бобові культури на 30–80 % здатні задовольнити власні загальні потреби рослин в азоті. Така активність симбіотичної азотфіксації є результатом залежності від виду і сорту культури, мінерального живлення, ґрунтового-кліматичних умов, вологозабезпечення та інших окремих елементів технологій вирощування. Параметрами, що показують роботу симбіотичного апарату зернобобових культур є маса та чисельність бульбочок, а також кількість природньо фіксованого азоту [70].

Для збільшення продуктивності симбіотичної азотфіксації в посівах, необхідно здійснювати підбір сортів сої і відповідно до них штамів бульбочкових бактерій. При цьому, потрібно врахувати конкретні агротехнічні та ґрунтово-кліматичні умови, а також забезпечити сприятливі умови для ефективної роботи бобово-ризобіального симбіозу. На сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах в Правобережному Лісостепу України, інокуляція насіння бактеріальними препаратами–інокулянтами поліпшує утворення та функціонування симбіотичного апарату сої, забезпечує збільшення продуктивності сої – на 38–47 %, природнього фіксованого азоту на 27–37 % та вміст сирого протеїну – на 3,2–4,6 % [154].

Симбіоз з ризобіями збільшує стійкість рослин до дії стресових факторів та покращує фітосанітарний стан агроценозів, крім нижчої залежності від наявних сполук азоту в ґрунті [20].

Високі показники продуктивності сої можна отримати і без проведення інокуляції, але за таких умов, різко підвищується винос азоту з ґрунту. До того ж, формувати вищі показники урожайності насіння за рахунок біологічного азоту соя може, тільки за умови високоефективного симбіозу та раннього утворення бульбочок [167].

Інокуляція насіння суттєво поліпшує симбіотичну продуктивність посівів сої, в результаті чого показник накопичення біологічного азоту підвищується на 33,4–34,1 кг/га, або на 47,1–52,4 %, у порівнянні без її проведення [184].

За умови застосування інокуляції насіння сої препаратом, в основі якого є фосфатмобілізуєчі мікроорганізми (*B. mucilaginosus*) та штами бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*), за весь період тривалості симбіозу активний симбіотичний потенціал в сорту сої Сузір'я зріс на 5,46 тис. кг·діб/га, у Вільшанки на 4,81 тис. кг·діб/га, порівняно до контрольними варіантами. На цих дослідах спостерігалась і найвища маса активних бульбочок, яка у сорту Вільшанка становила 1,25 а у сорту Сузір'я – 1,54 г/рослину [185].

Встановлено, що інокулювання насіння сої сприяло збільшенню кількості і зростанню маси сирих бульбочок у досліджуваних сортів. В той же час, вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на зміну цих показників був несуттєвим. У сорту Таурус загальна кількість бульбочок, на одній рослині у фазу бутонізації варіювала від 19 (контроль) до 28 шт. за інокулювання Біомаг соя на фоні проведення підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка і відповідно за показників їх маси – 0,21–0,39 г/рослина (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

**Вплив досліджуваних факторів на динаміку зміни кількості та маси бульбочок у сої сорту Таурус (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Загальна кількість бульбочок, шт./рослина			Маса сирих бульбочок, г/рослина		
		Бутоні бутон	цвітін ня	налив бобів	бутоні зація	цвітін ня	налив бобів
Контроль	без інокуляції	19	43	40	0,21	0,94	0,89
	Легум Фікс	27	58	56	0,36	1,24	1,21
	Біоінокулянт БТУ-т	25	56	54	0,34	1,20	1,16
	Біомаг соя	26	57	55	0,36	1,22	1,19
міжрядний обробіток	без інокуляції	19	42	40	0,22	0,91	0,88
	Легум Фікс	27	58	56	0,37	1,23	1,20
	Біоінокулянт БТУ-т	24	55	54	0,32	1,18	1,14
	Біомаг соя	26	56	55	0,35	1,20	1,17
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	19	43	40	0,22	0,94	0,90
	Легум Фікс	27	58	56	0,37	1,23	1,20
	Біоінокулянт БТУ-т	25	56	55	0,35	1,19	1,18
	Біомаг соя	26	56	55	0,37	1,24	1,18
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	19	44	41	0,24	0,98	0,91
	Легум Фікс	28	59	56	0,39	1,27	1,23
	Біоінокулянт БТУ-т	28	57	56	0,36	1,22	1,19
	Біомаг соя	28	58	56	0,37	1,25	1,22
Середнє		24	54	52	0,33	1,15	1,12
V, %		12,8	10,1	10,6	5,3	5,6	5,4

На період цвітіння, показники кількості та маси бульбочок сої зростали та досягали максимальних значень і зменшувались у фазу наливу бобів, що пояснюється перерозподілом пластичних речовин до генеративних органів. У фазу цвітіння за інокулювання насіння препаратом Легум Фікс кількість бульбочок на рослині зростала на 36,5 %, Біоінокулянт БТУ-т – на 31,3 %, Біомаг соя – на 33,6 %, порівняно з контролем. Маса сирих бульбочок, яка сформувалася на рослині при обробленні цими інокулянтами була відповідно вищою на 32,2, 27,4 і 30,6 %.

При проведенні міжрядних обробітків ґрунту та підгортанні рослин сої у фазі сім'ядоль не відмічено зміни кількості та маси сирих бульбочок, порівняно з контрольним варіантом. Лише при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка відмічено зростання кількості бульбочок на 1–3 шт., а їх маси на 0,01–0,03 г.

Максимальна кількість бульбочок на рослині (59 шт.) і їх маса (1,27 г) у сорту Таурус була сформована у фазу цвітіння на варіанті із застосуванням підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння Легум Фікс.

Кількість і сира маса бульбочок у сорту сої ЕС Тенор за періодами обліків була вищою, порівняно із сортом Таурус на 1,6–2,1 % і 5,4–6,2 %. Однак, ці показники були нижчими, порівняно із сортом Сігалія. Зміна кількості бульбочок та їх маси під впливом досліджуваних факторів була аналогічною сорту Таурус. Так, на період цвітіння, кількість бульбочок, зростала більше ніж в 2 рази, а їх маса з однієї рослини в 3,12 рази, порівняно з фазою бутонізації (табл. 3.14).

За інокулювання насіння сої препаратом Легум Фікс, у фазу цвітіння, кількість бульбочок та їх сира маса на рослині зростала на 39,4 і 34,7 %, Біоінокулянт БТУ-т – на 34,2 і 27,8 %, Біомаг соя – на 36,1 і 31,6 %, порівняно з контролем.

Міжрядний обробітку ґрунту не впливав на зміну кількості та маси бульбочок на рослинах сої, а при підгортанні їх у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го

справжнього листка кількість бульбочок зростала у фазу цвітіння – на 1–2 і 1–4 шт./рослину, а їх маса на 0,01–0,03 г і 0,01–0,06 г, порівняно з контрольними варіантами.

Таблиця 3.14

**Вплив досліджуваних факторів на динаміку зміни кількості та маси бульбочок у сої сорту ЕС Тенор (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Загальна кількість бульбочок, шт./рослина			Маса сирих бульбочок, г/рослина		
		Бутоні бутон	цвітіння	налив бобів	бутоні зація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокуляції	19	43	41	0,26	0,98	0,92
	Легум Фікс	27	59	57	0,43	1,31	1,26
	Біоінокулянт БТУ-т	26	57	56	0,38	1,25	1,23
	Біомаг соя	27	58	56	0,40	1,28	1,23
міжрядний обробіток	без інокуляції	20	43	40	0,27	0,96	0,93
	Легум Фікс	28	59	57	0,44	1,30	1,26
	Біоінокулянт БТУ-т	26	56	55	0,39	1,24	1,22
	Біомаг соя	26	57	56	0,42	1,27	1,24
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	20	43	41	0,28	1,02	0,97
	Легум Фікс	28	60	57	0,46	1,33	1,28
	Біоінокулянт БТУ-т	27	58	57	0,42	1,25	1,23
	Біомаг соя	27	59	56	0,44	1,30	1,24
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	19	44	43	0,30	1,06	1,00
	Легум Фікс	28	62	60	0,48	1,34	1,27
	Біоінокулянт БТУ-т	28	60	59	0,43	1,27	1,25
	Біомаг соя	28	60	58	0,45	1,31	1,29
Середнє		25	55	53	0,39	1,22	1,18
V,%		14,6	15,3	12,7	5,2	5,1	4,8

Максимальні показники симбіотичної активності сої сорту ЕС Тенор забезпечувало застосування інокулянта Легум Фікс і підгортання рослин у фазі 1-го справжнього листка. Кількість і маса бульбочок становили при цьому 62 шт. і 1,34 г/рослину.

Слід відмітити, що у сорту ЕС Тенор, порівняно з іншими досліджуваними сортами, відмічена висока варіабельність кількості бульбочок на рослині ( $V=14,6-15,3$  %) та маси сирих бульбочок з однієї рослини ( $V=4,8-5,2$  %), що вказує на високу реакцію даного сорту на інокулювання насіння.

Сорт сої Сігалія відзначався найбільшою кількістю бульбочок на коренях рослини та найвищою їх масою в усі фази росту та розвитку, порівняно з іншими сортами. Слід відмітити, що симбіотична активність даного сорту мала тенденцію до зростання у більшій мірі за масою сформованих бульбочок, тоді, як їх кількість залишалася практично однаковою з сортом ЕС Тенор.

Інокулювання насіння Легум Фікс сприяло збільшенню, в середньому, кількості бульбочок на рослині у фазу цвітіння до 65 шт., а їх маси до 1,37 г, Біоінокулянт БТУ-т – до 61 шт. і 1,33 г, Біомаг соя до 63 шт. і 1,34 г, за показників на варіантах без інокуляції 46 шт. і 1,03 г, відповідно (табл. 3.15).

Застосування міжрядного обробітку ґрунту не впливало на симбіотичну активність сої, а на варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль і у фазі 1-го справжнього листка відмічено збільшення кількості бульбочок у фазу цвітіння – на 1–5 шт., а їх маси на 0,01–0,07 г, порівняно з ділянками без проведення заходів контролювання чисельності бур'янів.

Як і у інших сортів сої, у сорту Сігалія максимальну загальну кількість бульбочок 67 шт. та їх масу на одній рослині – 1,40 г отримано на варіанті з підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка та застосуванням інокулянта Легум Фікс.

**Вплив досліджуваних факторів на динаміку зміни кількості та маси бульбочок сої сорту Сігалія (середнє за 2020–2022 рр.)**

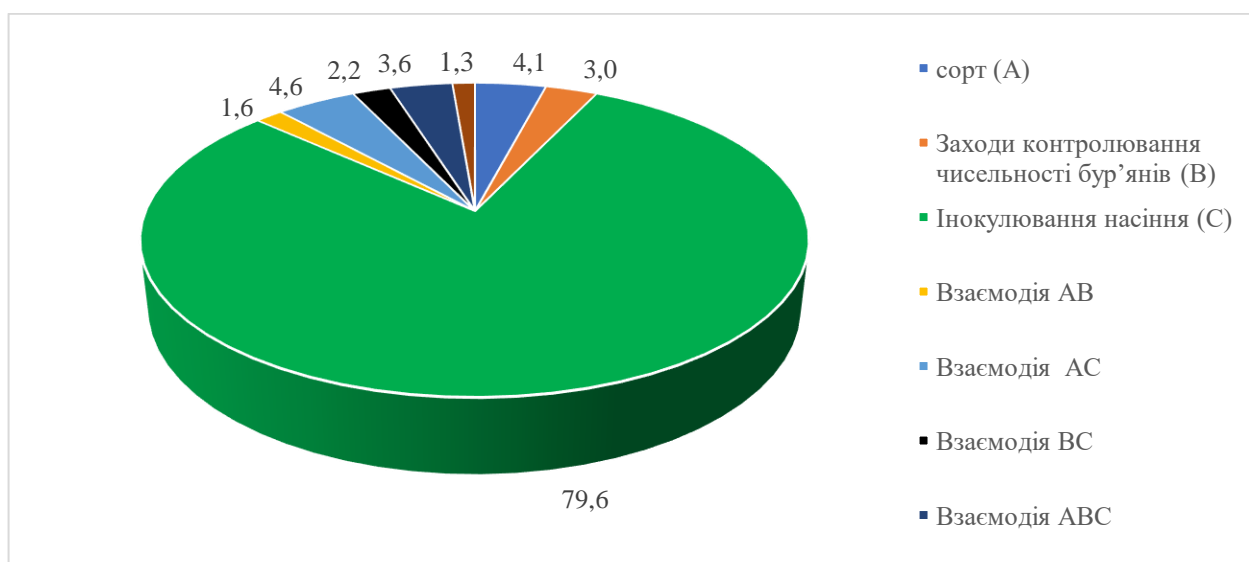
Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Загальна кількість бульбочок, шт./рослина			Маса сирих бульбочок, г/рослина		
		Бутоні бутон	цвітіння	налив бобів	бутоні зація	цвітіння	налив бобів
контроль	без інокуляції	20	46	43	0,31	1,01	0,98
	Легум Фікс	28	64	60	0,46	1,34	1,31
	Біоінокулянт БТУ-т	27	60	58	0,43	1,30	1,28
	Біомаг соя	27	61	58	0,45	1,32	1,28
міжрядний обробіток	без інокуляції	20	45	42	0,31	1,00	0,97
	Легум Фікс	28	63	58	0,47	1,35	1,30
	Біоінокулянт БТУ-т	27	59	58	0,42	1,29	1,28
	Біомаг соя	28	62	57	0,46	1,31	1,30
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	22	47	45	0,32	1,04	1,00
	Легум Фікс	29	64	60	0,47	1,37	1,31
	Біоінокулянт БТУ-т	28	61	59	0,44	1,33	1,29
	Біомаг соя	29	62	59	0,46	1,35	1,29
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	21	48	44	0,32	1,08	1,01
	Легум Фікс	29	67	63	0,51	1,40	1,36
	Біоінокулянт БТУ-т	28	65	60	0,48	1,38	1,34
	Біомаг соя	29	65	60	0,50	1,38	1,33
Середнє		26	59	55	0,43	1,27	1,23
V,%		10,2	11,3	9,5	4,6	5,5	4,4

Наші результати співпадають з даними, отриманими В. В. Пиндусом [156]. За його даними, в Правобережному Лісостепу України, за органічного розведення сої, найвища маса бульбочок (1,71–1,96 г/рослина) та їхня кількість (77–102 шт.) на рослинах зафіксована у сорту сої Київська 98, у фазі наливу

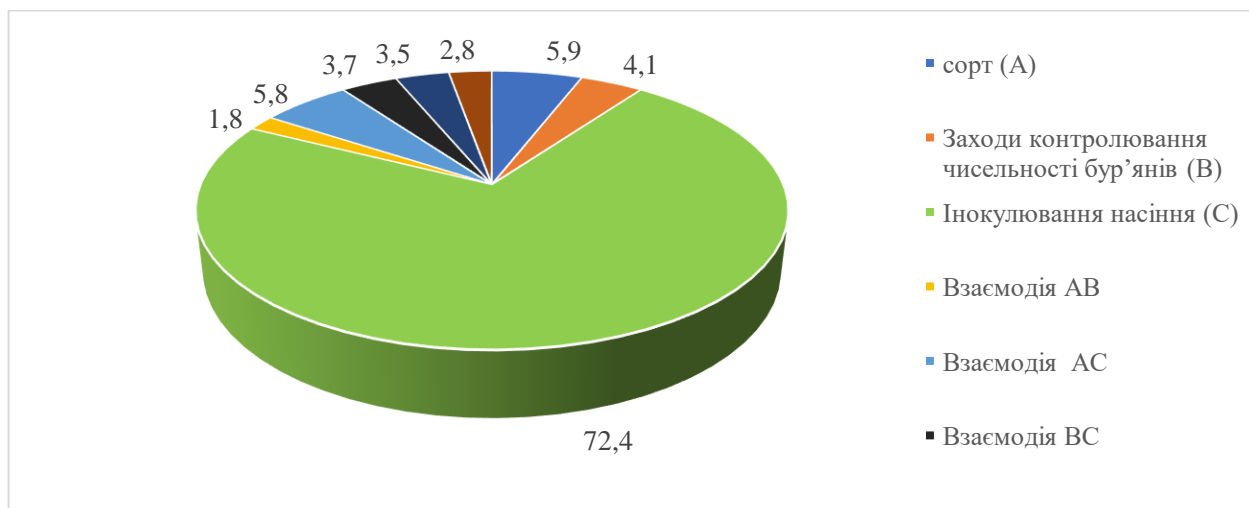


бобів. Даний результат був отриманий за інокулювання насіння фосформобілізивним штамом *Vacillus sp.*, стандартним штамом *Br. japonicum 634 b*, їх композицією (Фосфонітрагін), а також за використання препарату Азотофіт, що призвело до збільшення чисельності і зростанню маси сирих бульбочок у даних сортів сої.

Серед досліджуваних факторів на кількість та масу азотфіксуючих бульбочок у рослин сої найбільший вплив мала інокуляція насіння – 79,6 і 72,4 % (рис. 3.9–3.10). Менш суттєво впливали сортові особливості (4,1 і 5,9 %) та взаємодія сорт × інокуляція (4,6 і 5,8 %).



**Рис. 3.9. Частка впливу досліджуваних факторів на кількість азотфіксуючих бульбочок у сої**



**Рис. 3.10. Частка впливу досліджуваних факторів на сиру масу азотфіксуючих бульбочок у сої**

Акумуляючим параметром маси бульбочок і тривалості їх діяльності є активний симбіотичний потенціал, який визначає вплив окремих чинників на бобово-ризобіальний симбіоз. У зернобобових культур він може досягати за оптимальних умов до 25 тис. одиниць [72].

У системі живлення рослин, підвищення рівня продуктивності зернобобових культур пов'язане із встановленням оптимального співвідношення між природнім та мінеральним азотом. Існує оптимальне співвідношення цих двох джерел азотного живлення для окремого виду бобових, яке може залежати і від типу ґрунту та умов вирощування [259].

Найвищі значення активного симбіотичного потенціалу (АСП) відмічено у сорту Сігалія – 16,4–23,4 тис. кг×діб/га, що вище на 1,9–2,6 тис. кг×діб/га, ніж у сорту Таурис і на 0,3–1,4 тис. кг×діб/га, ніж у сорту ЕС Тенор (табл. 3.16).

За рахунок інокуляції насіння цей показник зростав у ранньостиглого сорту на 36,8–43,3 %, середньораннього – на 32,4–43,7 % і середньостиглого – на 27,5–40,4 %, порівняно з контролем. Застосування заходів контролювання чисельності бур'янів сприяло несуттєвому збільшенню активного симбіотичного потенціалу на 1,1–6,8 %.

Встановлено, що величина і тривалість роботи симбіотичного апарату сої залежала від сорту та інокуляції насіння та в меншій мірі від заходів контролювання чисельності бур'янів, що в результаті вплинуло на кількість біологічно фіксованого азоту (КБФА) її посівами.

Застосування інокулянта Легум фікс забезпечило отримання, в середньому по досліді, максимальної кількості біологічно фіксованого азоту – 101,6–110,6 кг/га. При використанні препаратів Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя ці показники становили 95,5–107,1 і 98,7–109,2 кг/га. Спостерігалось більш суттєве збільшення кількості фіксованого азоту на ділянках з підгортанням рослин сої у фазу сім'ядоль та 1-го справжнього листка та не відмічено зміни цього показника, порівняно з контрольними ділянками, на варіантах з міжрядними обробітками.

**Характеристики роботи симбіотичного апарату у сортів сої за  
період бутонізація-налив зерна (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Сорти					
		Таурус		ЕС Тенор		Сігалія	
		*АСП, тис. кг×діб/га	**КБФА, кг/га	АСП, тис. кг×діб/га	КБФА, кг/га	АСП, тис. кг×діб/га	КБФА, кг/га
контроль	без інокуляції	14,3	69,6	15,1	72,5	16,4	76,4
	Легум Фікс	20,5	100,7	21,7	105,3	22,6	109,3
	Біоінокулян т БТУ-т	19,6	94,1	20,6	100,5	21,8	106,0
	Біомаг соя	20,2	99,1	20,9	101,9	22,1	106,8
міжрядний обробіток	без інокуляції	14,3	68,8	15,3	73,3	16,3	76,3
	Легум Фікс	20,5	101,0	21,8	106,2	22,6	108,9
	Біоінокулян т БТУ-т	19,0	92,3	20,6	102,0	21,7	105,3
	Біомаг соя	19,8	96,4	21,3	103,2	22,5	108,7
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	14,6	69,9	16,0	77,0	16,8	78,5
	Легум Фікс	20,5	101,2	22,3	108,9	22,7	110,6
	Біоінокулян т БТУ-т	20,0	97,6	21,2	104,7	21,4	107,0
	Біомаг соя	20,2	99,1	21,6	105,8	22,3	108,8
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	15,0	71,1	16,6	78,1	16,9	79,3
	Легум Фікс	21,2	103,4	22,5	110,6	23,4	113,4
	Біоінокулян т БТУ-т	20,2	98,1	21,5	106,8	22,6	110,3
	Біомаг соя	20,7	100,4	22,3	109,1	22,9	112,5

Примітки \*АСП – активний симбіотичний потенціал

\*\*КБФА – кількість біологічно фіксованого азоту

Найбільшу кількість азоту фіксували посіви середньостиглого сорту сої Сігалія – 76,4–113,4 кг/га, а у сортів Таурус і ЕС Тенор цей показник становив 14,3–21,2 і 15,1–22,5 кг/га. Сорт Сігалія відзначався більш тривалим періодом симбіозу, високими показниками азотфіксувальної активності симбіотичних

систем, що відповідно вплинуло на зростання кількості біологічно фіксованого азоту в його посівах.

### **Висновки за розділом 3:**

1. Досліджено, що тривалість вегетаційного періоду у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія, на варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го справжнього листка зростала на 11–17 діб, порівняно з ділянками, де не проводили заходи контролювання чисельності бур'янів. Залежно від препарату, що застосовувався для передпосівного інокулювання насіння вегетаційний період сої збільшувався на 5–7 діб, найбільше при використанні Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя. Відмічено високий рівень кореляційної залежності між тривалістю вегетаційного періоду та урожайністю зерна сортів сої на рівні 0,90 за коефіцієнта детермінації 0,81.

2. Встановлено, що на формування висоти рослинами сої впливають сортові особливості та досліджувані елементи технології вирощування. Інокулювання насіння сприяє збільшенню висоти рослин сої у сорту Таурус – на 3,5–8,2 %, ЕС Тенор – на 3,5–5,6 %, Сігалія – на 2,8–5,2 %, порівняно з варіантами без його проведення. В початковий період (2 пара справжніх листків) найвищі рослини сої були на варіантах з міжрядним обробітком, а в кінці обліків (фаза наливу бобів) – при підгортанні рослин у фазі 1-го справжнього листка. Приріст висоти рослин при проведенні останнього заходу становив 9,5–15,2 %, відносно контролю. Між рівнем урожайності зерна та висотою рослин сої існує позитивний кореляційний зв'язок середньої сили ( $r=0,492$ ) за коефіцієнта детермінації 0,243.

3. Максимальні значення площі листової поверхні рослин у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримано у фазу цвітіння 28,3–43,8, 29,2–47,0 і 29,5–47,4 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно. У всі періоди обліків, за площею листової поверхні, середньостиглий сорт Сігалія перевищував на 0,6–3,4 тис. м<sup>2</sup>/га ранньостиглий та середньоранній сорти. Інокулювання насіння сприяє збільшенню асиміляційної поверхні рослин сої у сорту Таурус – на 1,2–5,7 %,

ЕС Тенор – на 1,1–4,6 % і Сігалія – на 1,0–3,8 %, порівняно з варіантами без його використання. При проведенні міжрядного обробітку площа листкової поверхні, в середньому по сортам, зростала на 34,8–46,6 %, підгортанні рослин у фазі сім'ядоль та 1-го справжнього листка – на 42,4–67,8 і 48,4–78,3%, порівняно з контрольними ділянками. Найвищі значення досліджуваного показника були отримані на варіантах з підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка та інокулюванням насіння препаратом Біомаг соя – 43,8, 47,0 і 47,4 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія.

4. Виявлено сильний прямий зв'язок між кількістю опадів і площею листкової поверхні посівів у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія у період цвітіння-формування бобів ( $r=0,86, 0,89, 0,92$ ). Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) становив при цьому 0,74, 0,79, 0,85. Площа листкової поверхні сої має тісний зворотній зв'язок із температурою повітря ( $r = -0,61, -0,64, -0,68$ ) і сильний прямий зв'язок із ГТК ( $r = 0,79, 0,86, 0,89$ ).

5. Встановлено, що серед досліджуваних сортів найвищі значення фотосинтетичного потенціалу були у сорту Сігалія – 0,84 і 1,00 млн. м<sup>2</sup>/діб × га, відповідно у першій та другий періоди обліків. Це пов'язано, як із більшою площею асиміляційної поверхні за фазами росту та розвитку так із більшою тривалістю його вегетації. У сортів Таурус і ЕС Тенор цей показник складав 0,70 і 0,85 та 0,78 і 0,95 млн. м<sup>2</sup>/діб × га. Суттєвого впливу інокуляції насіння на мінливість фотосинтетичного потенціалу посівів сої не виявлено.

6. В наших дослідженнях найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу отриману у сорту Сігалія на четвертому варіанті заходів контролювання чисельності бур'янів (підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка) та інокуляції насіння Біомаг соя – 8,05 і 8,23 г/м<sup>2</sup> за добу, відповідно у першій та другий обліковий періоди. У сортів Таурус та ЕС Тенор на аналогічних варіантах ці значення становили 6,70 і 6,96 та 7,55 і 7,33 г/м<sup>2</sup> за добу. Застосування інокуляції насіння дозволили підвищити чисту продуктивність фотосинтезу, в середньому по досліджуваних сортам, на 1,8–

2,7 %, а заходів контролювання чисельності бур'янів на 22,0–35,8 %, порівняно з варіантами без їх використання.

7. Виявлено, що на кількість і масу сирих бульбочок у досліджуваних сортів сої найбільший вплив мала інокуляція насіння – 79,6 і 72,4 %. Менш суттєво впливали сортові особливості (4,1 і 5,9 %) та взаємодія сорт × інокуляція (4,6 і 5,8 %). Заходи контролювання чисельності бур'янів несуттєвого впливали на формування цих показників. За проведення передпосівної інокуляції насіння сої препаратом Легум Фікс кількість бульбочок на рослині зростала на 36,5–40,2 %, а їх маса на 32,2–35,1%, Біоінокулянт БТУ-т – на 31,3–34,2 % і 27,4–31,2%, Біомаг соя – на 33,6–36,1% і 30,6–32,7 %, порівняно з контролем. Найвища кількість бульбочок на рослині – 59, 62 і 67 шт. та їх маса 1,27, 1,34 і 1,40 г була сформована у фазу цвітіння на варіанті із застосуванням підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія.

8. Під впливом інокуляції насіння активний симбіотичний потенціал (АСП) зростав у ранньостиглого сорту на 36,8–43,3 %, середньораннього – на 32,4–43,7 % і середньостиглого – на 27,5–40,4 %, порівняно з контролем. Застосування інокулянта Легум фікс забезпечило отримання біологічно фіксованого азоту в межах 101,6–110,6 кг/га, Біоінокулянт БТУ-т – 95,5–107,1 кг/га і Біомаг соя – 98,7–109,2 кг/га. Найвищі показники активного симбіотичного потенціалу та кількості біологічно фіксованого азоту отримано у середньостиглого сорту Сігалія – 16,4–23,4 тис. кг×діб/га і 76,4–113,4 кг/га.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [43, 46, 49, 52, 135, 136, 139, 140, 142].

## РОЗДІЛ 4

### ВПЛИВ ЗАХОДІВ КОНТРОЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ БУР'ЯНІВ НА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ СОЇ

#### 4.1. Формування видової різноманітності сегетальної рослинності в агрофітоценозах сої

Органічне ведення сільського господарства сприяє стійкому землеробству і збереженню біологічного різноманіття біоти [50–52]. Одним із проблемних питань органічного землеробства є контролювання шкідливих організмів, їх чисельності, інтенсивності розвитку та потенційної загрози, зокрема, досить гостро стоїть питання щодо розробки ефективних заходів контролювання сегетальної рослинності в агроценозах [48, 131].

Контроль бур'янів у посівах сої до змикання міжрядь є одним із важливих елементів у системі отримання високих урожаїв насіння. Забур'янення посівів сої значною мірою впливає на баланс азоту у ґрунті. Також через високий ступінь забур'янення у 3-6 разів зростає коефіцієнт водоспоживання, а втрати врожаю можуть сягати від 30 до 50% [203, 267].

Шкідливість бур'янів залежить від їх чисельності, ботанічних різновидностей та інтенсивності наростання вегетативної маси. Для планування ефективних заходів по регулюванню чисельності бур'янів в посівах сої важливо знати їх видовий склад. Майже в усіх зонах її вирощування в посівах присутні більше 30 видів бур'янів. В структурі забур'яненості найбільшу частку на рівні 50–80 % від загальної чисельності займають однорічні злакові види, дводольні бур'яни засмічують посіви сої в межах – 16 % і така ж їх кількість зустрічається серед представників багаторічних видів. Особливо низька конкурентоздатність рослин сої до багаторічних кореневищних і коренепаросткових бур'янів, їхня присутність в посівах завдає значних втрат врожаю [225].

Основними представниками бур'янової рослинності соєвого агроценозу є: лобода біла (*Chenopodium album*), щириця звичайна (*Amaranthus*

*retroflexus*), куряче просо (*Echinochloa crusgalli*), всі види мишію (*Setaria viridis*, *Setaria glauca*), паслін чорний (*Solanum nigrum*), а також багаторічні види – берізка польова (*Convolvulus arvensis*), осот рожевий (*Cirsium arvense*), осот жовтий (*Sonchus arvensis*), пирій повзучий (*Elytrigia repens*), гірчак рожевий (*Acroptilon repens*) [87, 96 268].

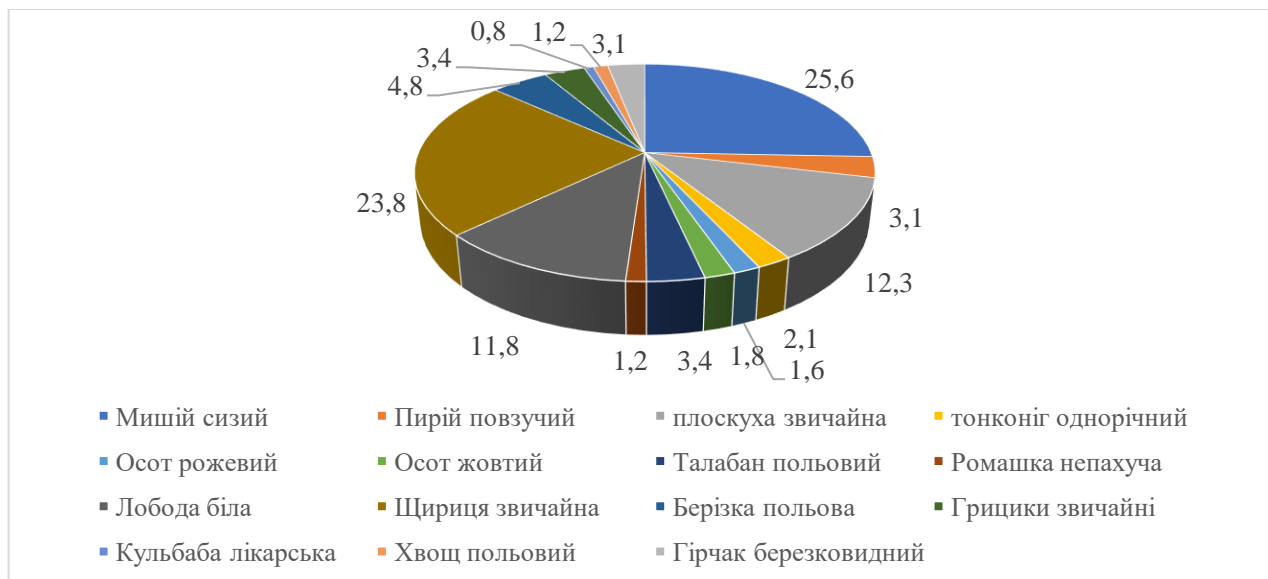
При розробці систем захисту сої варто врахувати, що дводольні види починають масово сходити з самого початку вегетаційного періоду і станом на другу декаду квітня відмічено 3,8-8,7 шт./м<sup>2</sup> бур'янів, а от сходи однодольних видів таких, як півняче просо та мишій сизий з'являлись здебільшого станом на третю декаду квітня [88].

За період проведення наших досліджень встановлено, що у посівах досліджуваних сортів сої переважав однорічний тип забур'яненості, з перевагою пізніх ярих бур'янів. В найбільш сприятливому 2020 р. серед злакових компонентів сегетальної рослинності найбільшу частку займав мишій сизий (*Setaria glauca* L.) – 25,6 % і плоскуха звичайна (*Echinochloa crusgalli*) – 12,3 % (рис. 4.1). Кількість рослин тонконогу однорічного (*Poa annua* L.) не перевищувала 2,1 %. Серед дводольних видів бур'янів найчастіше зустрічалися щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) – 23,8 % і лобода біла (*Chenopodium album* L.) – 11,8 %. Інші види, такі як гірчак березковидний (*Poligonum convolvulus* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense*) і грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.) займали 3,1, 3,4 і 3,4 %, відповідно. Багаторічні кореневищні та коренепаросткові бур'яни представлені пирієм повзучим (*Agrorayan repens* L.) – 3,1 %, берізкою польовою (*Convolvulus arvensis* L.) – 4,8 %, осотом рожевим (*Cirsium arvense* L.) – 1,6 %, осотом жовтим (*Sonchus arvensis* L.) – 1,8 %, хвощем польовим (*Eguisetum arvense* L.) – 1,2 % та кульбабою лікарською (*Taraxacum officinale* L.) – 0,8 %.

В обліках не враховані інші види бур'янів тому, що попри їх досить різноманітний склад вони відзначалися незначною чисельністю,

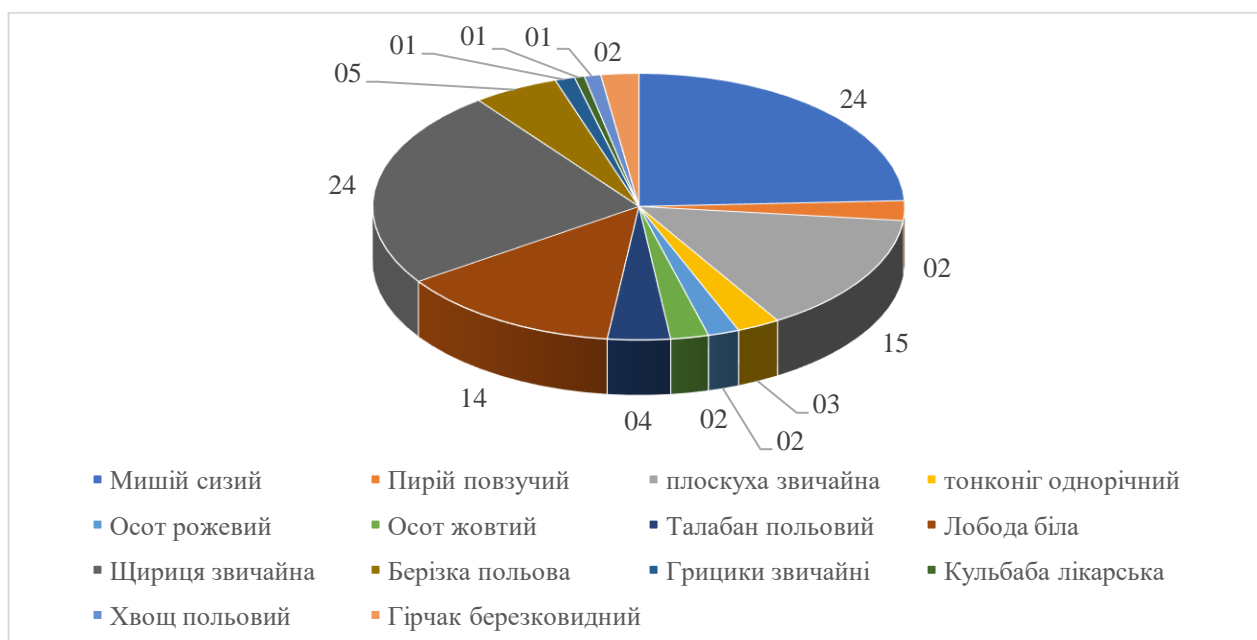


непостійністю і видовою строкатістю по роках досліджень. Це не дає змоги говорити про ці види як про домінуючі в посівах сої.



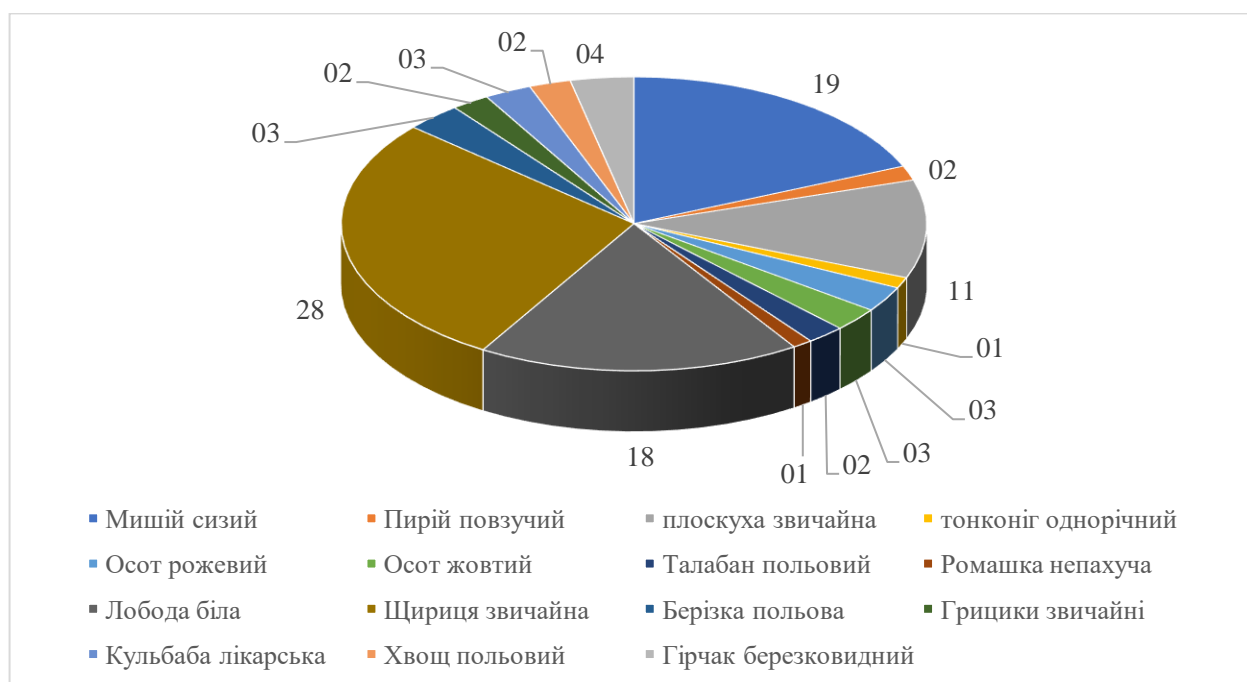
**Рис. 4.1. Структура видового складу бур'янів в посівах сої у 2020 р.**

В 2021 р. структурне співвідношення серед сегетальних компонентів соєвого агрофітоценозу не дуже змінилося і, як і в попередній рік серед злакових видів більшу частку займав мишій сизий – 24,3 % і плоскуха звичайна – 14,6 % (рис. 4.2). Серед дводольних видів щириця звичайна – 24,2 %, лобода біла – 13,6 %, гірчак березковидний – 2,1 %, талабан польовий – 3,8 % і грицики звичайні 1,2 %. Склад багаторічних видів бур'янів практично не змінився, порівняно з попереднім роком.



**Рис. 4.2. Структура видового складу бур'янів в посівах сої у 2021 р.**

В найменш сприятливому для росту і розвитку рослин сої 2022 р. відбулися зміни і в структурі видового складу бур'янів. Так, частка мишію сизого і плоскухи звичайної зменшилась до 18,6 і 10,8 % (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Структура видового складу бур'янів в посівах сої у 2022 р.**

При цьому збільшився відсоток щириці звичайної і лободи білої до 27,8 і 17,8 %. Це пояснюється тим, що сходи вказаних дводольних видів з'являються раніше на 10–15 діб, ніж однодольних (мишій сизий і плоскуха звичайна) і, відповідно, конкурують з ними за поживні речовини і воду. Також дводольні види за рахунок краще розвиненої стрижневої кореневої системи швидше адаптуються до несприятливих факторів середовища. Частка інших видів, в тому числі багаторічних, змінилася не суттєво цього року.

#### **4.2. Ефективність заходів контролювання чисельності бур'янів**

Витрачання зайвих матеріальних затрат, зниження продуктивності праці і підвищення собівартість продукції часто відбувається через потребу проведення ряду додаткових агротехнічних заходів, у зв'язку із забур'яненістю посівів. [41, 47, 85]. Раціональне застосування агротехнічних заходів захисту від бур'янів без хімічних препаратів забезпечує 2,3–7,8 % приросту продуктивності із одночасним зниженням гербіцидного

навантаження на ґрунт та зовнішнє середовище. Механічний метод догляду за посівами сприяє зниженню чисельності бур'янів до 76 %, якщо порівнювати з контролем, а їх сиру масу знизити до 77% [193].

За дослідженнями Р. А. Гутянського [55] виявлено, що із збільшенням періоду вегетації сортів сої посилюється пригнічуючий вплив культури на сегетальну рослинність. У 2005–2007 рр., середній показник чисельності бур'янів на час збирання врожаю, у посівах сортів Фея, Устя і Романтика була 199, 311, 224 шт./м<sup>2</sup>, відповідно. За роки досліджень, від початку вегетації до її завершення, загальна чисельність бур'янів на цих сортах скоротилась в середньому на 52, 65 і 73%. Беручи до уваги різні групи бур'янів, зменшення мало наступні показники. У сортів Устя, Романтика і Фея, по групі злакових однорічних бур'янів показники становили 49, 64 і 72 %, відповідно, а дводольних однорічних – 64, 67 і 79%. Це можна пояснити впливом асиміляційного апарату сорту на бур'яни. У 2005, 2006 і 2007 рр. коефіцієнт кореляції (r) між чисельністю бур'янів і площею листової поверхні сортів достовірно становив: -0,89, -0,82 і -0,68. Фіксувалось також відносно незначне випадання сої, яке за роки досліджень, в середньому по сортам, було в межах 8–10 %.

Згідно даних, отриманих Л. А. Правдивою та ін. [159, 160] максимально ефективним агротехнічним заходом контролювання кількості бур'янів було післясходове використання пружинної борони General Strigel і роторної Natzenbichler Striegel. Це забезпечило на 54,1 % зменшенню чисельності бур'янів і на 59,4 % їх масу, у порівнянні з контролем.

За результатами наших обліків було встановлено, що у фазу третього трійчастого листка, у сортів Таурус, ЕС Тенор та Сігалія кількість злакових однорічних видів бур'янів становила в середньому 37,6, 40,9 і 58,0 шт./м<sup>2</sup>, дводольних однорічних – 50,4, 54,1 і 58,0 шт./м<sup>2</sup> та дводольних багаторічних – 4,8, 5,3 і 5,9 шт./м<sup>2</sup> (табл. 4.1). Перед збиранням культури, за рахунок появи зимуючих бур'янів (талабан польовий, грицики звичайні), кількість дводольних однорічних видів становила 54,6, 58,3 і 63,0 шт./м<sup>2</sup>, а злакових

однорічних – 40,7, 44,0 і 47,9 шт./м<sup>2</sup>, відповідно (табл. 4.2). Чисельність багаторічних видів бур'янів змінилась несуттєво – 5,2, 5,7 і 6,4 шт./м<sup>2</sup>.

Таблиця 4.1

**Кількість бур'янів у посівах сої залежно від сорту та заходів контролювання їх чисельності у фазу 3-го справжнього листка сої (середнє за 2020–2022 рр.), шт./м<sup>2</sup>**

Сорт (А)	Заходи контролювання чисельності бур'янів (В)*	Злакових однорічних	Дводольних однорічних	Дводольних багаторічних	Всього
Таурус	1	67,0	91,2	8,9	167,0
	2	34,1	45,6	4,3	84,0
	3	26,5	35,2	3,3	65,0
	4	22,7	29,6	2,8	55,0
ЕС Тенор	1	71,6	96,7	9,8	178,0
	2	38,1	49,1	4,8	92,0
	3	29,1	38,3	3,6	71,0
	4	24,8	32,2	3,0	60,0
Сігалія	1	77,0	102,4	10,6	190,0
	2	40,4	53,4	5,2	99,0
	3	32,1	41,7	4,2	78,0
	4	27,0	34,6	3,3	65,0
НІР <sub>0,5</sub> за факторами: А – 4,2; В – 5,6; АВ – 11,2					

\*Примітка. Тут і далі в таблицях. 1 – контроль 2 – міжрядний обробіток 3 – підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль 4 – підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка

Відмічено збільшення забур'яненості посівів при зростанні групи стиглості сорту. Так, у ранньостиглого Таурус кількість бур'янів, в середньому, по варіантах контролювання їх чисельності становила у перший обліковий період – 92,8 шт./м<sup>2</sup>, а у другий – 100,5 шт./м<sup>2</sup>. У середньораннього ЕС Тенор і середньостиглого Сігалія ці показники становили 100,3 і 108,0 та 108,0 і 117,3 шт./м<sup>2</sup>. Це пояснюється більш інтенсивним ростом ранньостиглого сорту в початковий період, за рахунок чого швидше формується площа листової поверхні та відбувається затінення ґрунту.

Серед заходів контролювання чисельності бур'янів, найменша їх кількість відмічена на четвертому варіанті дослідів (підгортання рослин сої у

фазі 1-го справжнього листка). У сортів Таурус, ЕС Тенор та Сігалія перед збиранням їх маса становила 58,0, 63,0 і 68,0 шт./м<sup>2</sup>, за показників на контролі – 189,0, 198,0 і 210,0 шт./м<sup>2</sup> (табл. 4.2). На другому і третьому варіантах досліду ці значення були в межах – 87,0, 96,0 і 107,0 та 68,0, 75,0 і 84,0 шт./м<sup>2</sup>, відповідно.

Таблиця 4.2

**Кількість бур'янів у посівах сої залежно від сорту та заходів контролювання їх чисельності перед збиранням сої (середнє за 2020–2022 рр.), шт./м<sup>2</sup>**

Сорт (А)	Заходи контролювання чисельності бур'янів (В)	Злакових однорічних	Дводольних однорічних	Дводольних багаторічних	Всього
Таурус	1	75,8	103,2	10,0	189,0
	2	35,3	47,2	4,4	87,0
	3	27,7	36,9	3,4	68,0
	4	23,9	31,2	2,9	58,0
ЕС Тенор	1	79,6	107,5	10,9	198,0
	2	39,7	51,3	5,0	96,0
	3	30,8	40,4	3,8	75,0
	4	26,0	33,8	3,2	63,0
Сігалія	1	85,1	113,2	11,8	210,0
	2	43,7	57,7	5,7	107,0
	3	34,5	44,9	4,5	84,0
	4	28,3	36,2	3,5	68,0
НІР <sub>0,5</sub> за факторами: А – 4,6; В – 6,3; АВ – 13,2					

За даними дослідників, при проведенні агротехнічних заходів контролювання чисельності бур'янів у посівах сої краще знищуються злакові однорічні види, ніж дводольні однорічні та особливо багаторічні. Вища ефективність заходів спостерігається в початковий період росту та розвитку сегетальної рослинності [159, 254].

У середньому, за роки проведення досліджень, на варіантах з міжрядним обробітком сира маса бур'янів у фазу 3-го трійчастого листка сої у сортів Таурус, ЕС Тенор та Сігалія склала 650,7, 669,3 і 677,0 г/м<sup>2</sup>, в тому

числі злакових однорічних – 265,5, 274,9 і 275,4 г/м<sup>2</sup>, дводольних однорічних – 351,9, 359,9 і 365,9 г/м<sup>2</sup>, дводольних багаторічних – 33,4, 34,5 і 35,8 г/м<sup>2</sup> (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Сира маса бур'янів у посівах сої залежно від сорту та заходів контролювання їх чисельності у фазу 3-го справжнього листка сої (середнє за 2020–2022 рр.), г/м<sup>2</sup>**

Сорт (А)	Заходи контролювання чисельності бур'янів (В)	Злакових однорічних	Дводольних однорічних	Дводольних багаторічних	Всього
Таурус	1	502,7	662,0	65,0	1229,7
	2	265,5	351,9	33,4	650,7
	3	221,1	298,1	27,1	546,3
	4	210,5	270,8	25,6	506,9
ЕС Тенор	1	497,7	693,3	68,1	1259,0
	2	274,9	359,9	34,5	669,3
	3	226,7	300,3	28,2	555,2
	4	214,0	276,7	26,1	516,8
Сігалія	1	505,8	662,0	69,9	1237,8
	2	275,4	365,9	35,8	677,0
	3	226,8	291,2	30,2	548,2
	4	224,6	265,5	27,1	517,2
НІР <sub>0,5</sub> за факторами: А – 6,4; В – 7,6; АВ – 16,5					

Показники на контролі становили 1229,7, 1259,0 і 1237,8 г/м<sup>2</sup>. При проведенні підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль, загальна сира маса бур'янів у досліджуваних сортів становила 546,3, 555,2 і 548,2 г/м<sup>2</sup>, а при використанні підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 506,9, 516,8 і 517,2 г/м<sup>2</sup>, відповідно.

Загальна сира маса бур'янів в кінці вегетації культури на контрольному варіанті у сортів Таурус, ЕС Тенор та Сігалія склала 1388,0, 1422,0 і 1461,0 г/м<sup>2</sup>, з якої 40,2–41,3 % – була маса злакових однорічних бур'янів, 53,2–56,0 % – дводольних однорічних та 4,8–5,6 % – дводольних багаторічних (табл. 4.4).

**Сира маса бур'янів у посівах сої залежно від сорту та заходів контролювання їх чисельності перед збиранням сої (середнє за 2020–2022 рр.), г/м<sup>2</sup>**

Сорт (А)	Заходи контролювання чисельності бур'янів (В)	Злакових однорічних	Дводольних однорічних	Дводольних багаторічних	Всього
Таурус	1	556,6	757,8	73,6	1388,0
	2	276,7	376,7	36,6	690,0
	3	226,5	303,0	28,5	558,0
	4	211,8	281,3	26,0	519,0
ЕС Тенор	1	585,9	765,0	71,1	1422,0
	2	277,0	374,1	37,9	689,0
	3	236,0	304,4	29,6	570,0
	4	220,6	290,0	27,4	538,0
Сігалія	1	603,4	784,6	73,1	1461,0
	2	293,2	390,2	40,5	724,0
	3	240,3	317,5	31,2	589,0
	4	223,2	290,5	29,3	543,0
НІР <sub>0,5</sub> за факторами: А – 6,2; В – 7,1; АВ – 15,2					

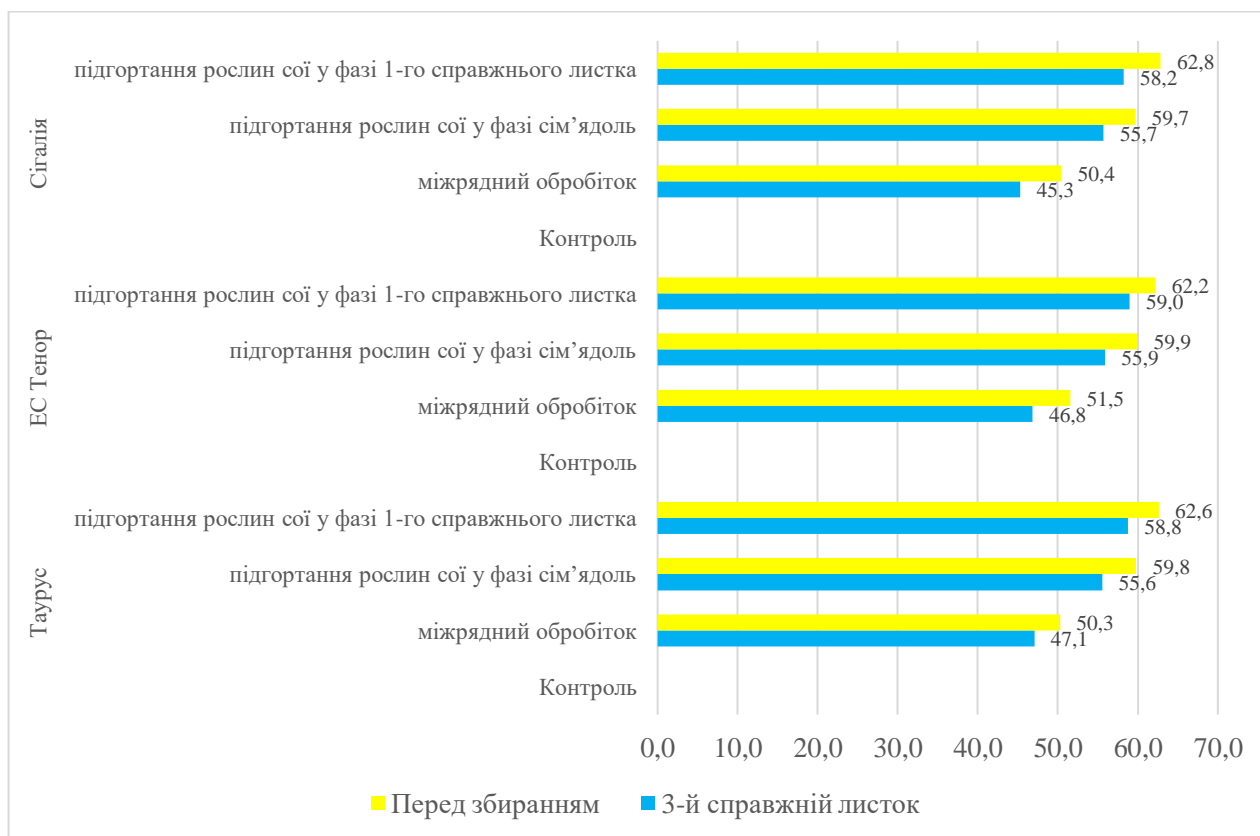
На варіантах з міжрядним обробітком у досліджуваних сортів сої, сира маса бур'янів становила 690,0, 689,0 і 724,0 г/м<sup>2</sup>, при підгортанні рослин сої у фазі сім'ядоль – 558,0, 570,0 і 589,0 г/м<sup>2</sup>, при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 519,0, 538,0 і 543,0 г/м<sup>2</sup>.

Оцінюючи вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на зміну їх кількості та маси встановлено, що найбільш ефективним технологічним заходом є застосування підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка. Залежно від сорту, їх кількість та маса зменшувалася у фазу 3-го трійчастого листка на 65,8–67,1 та 58,2–59,0 %, а перед збиранням на 67,6–69,3 і 62,2–62,8 % (рис. 4.4–4.5).

На третьому варіанті досліді (підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль), ефективність становила у перший період обліків – 58,9–61,1 і 55,6–55,9 % і у другий – 60,0–64,0 і 59,7–59,8 %.



**Рис. 4.4. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на формування їх кількості, %**



**Рис. 4.5. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на формування їх маси, %**

На другому варіанті (міжрядні обробітки) – 47,9–49,7 і 45,3–47,1 % та 49,0–54,0 і 50,3–51,5 %, відповідно по кількості і масі бур'янів.



## Висновки до розділу 4

1. Формування структури видового складу сеgetальної рослинності в посівах сої залежить від року досліджень та погодних умов. При цьому переважав однорічний тип забур'яненості з домінуванням дводольних однорічних видів (46,7–54,4 %) і злакових однорічних (30,6–40,0 %). Залежно від року, серед злакових компонентів найбільшу частку займали мишій сизий (18,6–25,6 %) і плоскуха звичайна (10,8–14,6 %), а дводольних – щиріця звичайна (23,8–27,8 %) і лобода біла (11,8–17,8 %).

2. Відмічено зростання забур'яненості посівів у більш пізньостиглих сортів сої, порівняно з ранньостиглим, як на ділянках з природною забур'яненістю, так і на варіантах, де застосовували заходи контролювання чисельності бур'янів. Так, у ранньостиглого Таурус кількість бур'янів в середньому по варіантах контролювання їх чисельності становила у перший обліковий період – 92,8 шт/м<sup>2</sup>, а у другий – 100,5 шт/м<sup>2</sup>. У середньораннього ЕС Тенор і середньостиглого Сігалія ці показники становили 100,3 і 108,0 та 108,0 і 117,3 шт/м<sup>2</sup>. Це можна пояснити тим, що в ранньостиглого сорту більш інтенсивний ріст в початковий період, за рахунок чого швидше формується площа листової поверхні та відбувається затінення ґрунту і відповідно вища конкуренція з бур'янами.

3. У фазу першого трійчастого листка, в середньому по досліді, кількість та маса злакових однорічних видів бур'янів становила 40,9 шт./м<sup>2</sup> і 303,8 г/м<sup>2</sup>, дводольних однорічних – 54,2 шт./м<sup>2</sup> і 399,8 г/м<sup>2</sup> і дводольних багаторічних – 5,3 шт./м<sup>2</sup> і 39,2 г/м<sup>2</sup>. Перед збиранням культури – 44,2 шт./м<sup>2</sup> і 329,3 г/м<sup>2</sup>, 58,6 шт./м<sup>2</sup> і 436,3 г/м<sup>2</sup> та 5,8 шт./м<sup>2</sup> і 42,1 г/м<sup>2</sup>, відповідно.

4. За використання заходів контролювання чисельності бур'янів у агрофітоценозах сої більше знищуються злакові однорічні види, ніж дводольні однорічні. Найбільш ефективним агротехнічним заходом контролювання чисельності бур'янів виявилось підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка, що дозволяє на 66,3–69,3 % зменшити кількість бур'янів і на 58,2–62,8 % їх масу, порівняно з контрольними варіантами. На

другому (міжрядні обробітки) і третьому (підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль) варіантах дослідження ефективність їх дії становили 47,9–54,0 і 58,9–64,0 % та 45,3–51,5 і 55,6–59,9 %, відповідно по кількості та масі бур'янів.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [44, 137].

## РОЗДІЛ 5

### ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА СОРТАМИ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ЗАХОДІВ КОНТРОЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ БУР'ЯНІВ

#### 5.1. Елементи структури врожаю сої

Високий показник продуктивності насіння сої можливо отримати за оптимального співвідношення складових одиниць структури. Проте, за недостатнього розвитку однієї структурної одиниці, врожай може частково компенсуватись за рахунок іншого [12, 110].

Особливо за органічної системи землеробства, одними із основних елементів технології розведення сої є система обробітку ґрунту та дотримання оптимальної густоти стояння рослин, обумовлених морфологічними особливостями. Маса рослин, кількість бобів, насінин, гілок, вузлів на одній рослині, висота прикріплення бобів на нижньому ярусі є показниками індивідуальної продуктивності рослин в посівах і зміна густоти стояння рослин може спричинити формування різної структури врожаю [109, 123].

У рослин сої перший біб знаходиться дуже низько, враховуючи морфологічну особливість цих рослин. Тому однією із характеристик, яка впливає на урожайність рослин є висота кріплення першого боба, оскільки під час механізованого збирання деяка частина насіння може втрачатися, так як частина бобів залишаються на ґрунті [11, 117].

Висота прикріплення перших бобів сої змінювалася залежно від сортових особливостей культури та висоти рослин. Найвищі її значення зафіксовано у середньостиглого сорту Сігалія, вона варіювала від 14,8 до 18,0 см, за середнього значення 16,2 см. У сортів Таурус і ЕС Тенор висота прикріплення першого боба була в межах 14,0–16,7 і 12,3–14,8 см, за середніх значень по досліді 15,1 і 13,2 см, відповідно (табл. 5.1–5.3). Інокулювання насіння не впливало на висоту прикріплення першого боба. Більш суттєвий

вплив на формування цього показника мали заходи контролювання чисельності бур'янів.

Таблиця 5.1

**Вплив досліджуваних факторів на формування елементів структури врожаю сої сорту Таурус (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Висота прикріплення першого боба, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин з однієї рослини, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	без інокуляції	14,0	13,2	23,1	3,56	110,1
	Легум Фікс	14,2	14,1	24,1	3,81	112,9
	Біоінокулянт БТУ-т	14,3	14,3	24,6	3,78	109,8
	Біомаг соя	14,1	14,4	24,9	3,98	114,1
Міжрядний обробіток	без інокуляції	14,2	24,2	29,3	5,45	126,6
	Легум Фікс	14,3	25,6	31,5	5,92	134,3
	Біоінокулянт БТУ-т	14,5	25,1	31,1	5,68	130,4
	Біомаг соя	14,3	26,1	32,0	5,98	135,4
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	15,1	25,2	30,7	6,11	142,0
	Легум Фікс	15,2	26,7	33,6	6,68	143,9
	Біоінокулянт БТУ-т	15,2	26,0	32,0	6,44	143,8
	Біомаг соя	15,0	26,4	34,0	6,79	144,7
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	16,5	25,6	29,7	6,31	146,5
	Легум Фікс	16,7	26,8	32,2	6,71	149,0
	Біоінокулянт БТУ-т	16,6	26,5	31,3	6,57	148,0
	Біомаг соя	16,7	27,0	32,7	6,82	151,1
Середнє		15,1	23,0	29,8	5,66	134,2
V, %		12,3	15,6	11,2	14,8	14,0

Так, на варіантах з міжрядним обробітком висота прикріплення першого боба у сорту Таурус зростала на 1,2 %, сорту ЕС Тенор – 2,03 %, Сігалія – 3,1 %, порівняно з контролем.

Таблиця 5.2

**Вплив досліджуваних факторів на формування елементів структури врожаю сої сорту ЕС Тенор (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Висота прикріплення першого боба, см	Кількість бобів на рослині, шт	Кількість насінин з однієї рослини, шт	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	без інокуляції	12,3	15,2	26,6	3,78	104,5
	Легум Фікс	12,5	16,0	27,4	4,02	108,0
	Біоінокулянт БТУ-т	12,4	16,1	27,7	3,98	105,7
	Біомаг соя	12,0	16,5	27,9	4,08	110,8
Міжрядний обробіток	без інокуляції	12,6	28,4	34,4	6,13	129,3
	Легум Фікс	12,7	29,5	36,3	6,52	132,1
	Біоінокулянт БТУ-т	12,4	29,1	36,1	6,45	131,4
	Біомаг соя	12,5	29,8	36,9	6,60	133,5
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	13,4	29,6	36,1	6,88	137,1
	Легум Фікс	13,6	30,2	38,1	7,21	141,4
	Біоінокулянт БТУ-т	13,7	30,0	36,9	7,15	142,5
	Біомаг соя	13,5	30,6	38,7	7,25	143,0
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	14,3	29,8	34,6	7,06	143,8
	Легум Фікс	14,8	30,7	36,8	7,25	144,7
	Біоінокулянт БТУ-т	14,5	30,6	36,1	7,20	145,5
	Біомаг соя	14,3	31,1	37,2	7,31	146,6
Середнє		13,2	26,5	34,2	6,18	127,7
V, %		12,6	15,8	11,7	15,7	13,8

При підгортанні рослин сої у фазі сім'ядоль цей показник збільшувався на 6,9, 10,2 і 12,1 % , а при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – на 17,5, 17,9 і 20,1 %, відповідно.

Таблиця 5.3

**Вплив досліджуваних факторів на формування елементів  
структури врожаю сої сорту Сігалія (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Висота прикріплення першого боба, см	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин з однієї рослини, шт	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	без інокуляції	15,0	16,3	28,5	4,02	128,1
	Легум Фікс	14,9	17,0	29,1	4,88	134,3
	Біоінокулянт БТУ-т	14,8	17,2	29,6	4,78	130,3
	Біомаг соя	15,0	17,4	29,7	4,94	135,2
Міжрядний обробіток	без інокуляції	15,2	29,2	35,3	6,45	140,4
	Легум Фікс	15,3	30,2	37,1	6,91	147,6
	Біоінокулянт БТУ-т	15,4	30,0	37,2	6,84	147,1
	Біомаг соя	15,5	30,7	37,6	6,98	148,5
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	16,4	30,6	37,3	7,45	154,7
	Легум Фікс	16,8	31,2	39,3	7,86	160,0
	Біоінокулянт БТУ-т	16,8	31,0	38,1	7,84	158,2
	Біомаг соя	16,9	31,5	39,7	7,97	163,2
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	17,8	30,8	35,7	7,67	157,9
	Легум Фікс	18,0	31,7	38,0	7,98	163,9
	Біоінокулянт БТУ-т	18,0	31,4	37,1	7,91	161,7
	Біомаг соя	17,9	31,8	38,6	7,99	165,6
Середнє		16,2	27,4	35,5	6,78	135,4
V, %		13,5	14,3	13,4	12,7	15,1

Залежно від сортових особливостей змінювалася і кількість бобів на рослині. У сортів Таурус і ЕС Тенор цей показник коливався в межах 13,2–27,0 і 15,2–31,1 шт, за середніх значень по досліді 23,0 і 26,5 шт. Максимальні значення отримано у сорту Сігалія – 16,3–31,8 шт, за середнього значення 27,4 шт. Ефективність інокулювання насіння штамми активних мікроорганізмів у збільшенні кількості бобів на рослині складала, в середньому по сортах, при застосуванні Легум Фікс – 2,7–5,7 %, Біоінокулянт БТУ-т – 2,5–4,2 %, Біомаг соя – 4,2–6,5 %, порівняно з варіантами без їх використання (контроль). На варіантах з міжрядним обробітком цей показник збільшувався на 76,9–83,0 %, при підгортанні рослин сої у фазі сім'ядоль на 83,0–88,7 %, а при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – на 85,1–91,2 %, порівняно з контролем.

Формування показника кількості насінин на рослині відбувалося аналогічно кількості бобів на рослині і залежало від біологічних особливостей сорту. Зокрема, у сорту Таурус в середньому на одній рослині формувалося 29,8 шт., сорту ЕС Тенор – 34,2 шт., Сігалія – 38,6 шт. Під впливом інокуляції насіння досліджуваних сортів препаратом Легум Фікс відмічено зростання цього показника на 4,9–7,6 %, Біоінокулянт БТУ-т – 3,7–5,4 %, Біомаг соя – 6,3–9,6 %, порівняно з контрольними варіантами. На ділянках із застосуванням заходів контролювання чисельності бур'янів відмічено зростання кількості насінин на одній рослині на 26,0–37,4 %, найбільший приріст був на варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль (34,8–37,8 %).

Маса насіння з однієї рослини становила в середньому у сорту Таурус 5,66 г, сорту ЕС Тенор – 6,18 г, Сігалія – 6,78 г. Тобто, середньостиглий сорт перевищував ранньостиглий і середньоранній на 9,7–21,4 %. Під впливом інокуляції насіння досліджуваних сортів препаратом Легум Фікс відмічено зростання маси насіння з однієї рослини на 4,8–8,0 %, Біоінокулянт БТУ-т – 3,9–7,0 %, Біомаг соя – 5,8–10,0 %, порівняно з контрольними варіантами. На варіантах з міжрядним обробітком цей показник збільшувався на 46,0–62,0 %,

при підгортанні рослин сої у фазі сім'ядоль на 67,1–79,6 %, а при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – на 69,4–81,7 %, порівняно з контролем.

Щодо показника маси 1000 насінин, то він змінювався за біологічними особливостями, притаманними кожному сорту. Залежно від інокуляції та заходів контролювання чисельності бур'янів даний показник у сорту ЕС Тенор був найменшим в досліді та в середньому становив 131,2 г з розмахом варіювання від 104,5 до 146,6 г, у сорту Тенор формувалося крупніше насіння (133,9 г), а максимальна маса 1000 насінин була у сорту Сігалія – 149,8 г.

Під впливом інокуляції насіння досліджуваних сортів препаратом Легум Фікс відмічено зростання маси 1000 насінин на 2,3–4,2 %, Біоінокулянт БТУ-т – 1,3–2,8 %, Біомаг соя – 3,8–5,4 %, порівняно з контролем. На варіантах з міжрядним обробітком цей показник збільшувався на 10,5–22,7 %, при підгортанні рослин сої у фазі сім'ядоль на 20,4–31,5 %, при підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – на 23,0–35,4 %.

Максимальну кількість бобів на рослині (31,8 шт.), кількість насінин на рослині (38,6 шт.) та їх масу (7,99 г) і масу 1000 насінин (165,6 г) отримано у сорту Сігалія за інокулювання препаратом Біомаг соя на фоні проведення підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка.

Відмічено сильний позитивний взаємозв'язок між сумою опадів та середньою температурою повітря і кількістю бобів на рослині сої ( $r = 0,86$  і  $0,92$ ), висотою прикріплення першого боба ( $r = 0,78$  і  $0,82$ ) та масою насіння з рослини ( $r = 0,776$  і  $0,78$ ) (табл. 5.4). Але сума опадів та середньодобових температур негативно впливають на кількість насіння з однієї рослини ( $r = -0,32$  і  $-0,24$ ). Встановлено тісну пряму залежність маси насіння з однієї рослини та кількістю бобів з однієї рослини ( $r = 0,97$ ), кількістю насіння з однієї рослини та масою 1000 насінин ( $r = 0,81$ ).



**Кореляційні зв'язки між елементами структури врожаю сої та  
погодними умовами в роки досліджень (2020, 2021, 2022 рр.)**

Показники	Кількість опадів, мм	Середня температура повітря, °С	Висота прикріплення першого боба, см	Кількість бобів з однієї рослини, шт.	Кількість насінин з однієї рослини, шт	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Кількість опадів, мм	-	0,98	0,78	0,86	-0,32	0,76	0,69
Середня температура повітря, °С	-	-	0,82	0,92	-0,24	0,78	0,72
Висота прикріплення першого боба, см	-	-	-	0,40	0,35	0,56	0,38
Кількість бобів з однієї рослини, шт.	-	-	-	-	0,94	0,97	0,84
Кількість насінин з однієї рослини, шт.	-	-	-	-	-	0,93	0,81
Маса насіння з однієї рослини, г	-	-	-	-	-	-	0,93

Маса 1000 насінин залежала також від кількості бобів з однієї рослини ( $r = 0,84$ ) та маси насіння з рослини ( $r = 0,93$ ).

## 5.2. Урожайність сортів сої

На формування врожаю зернобобових культур значно впливає дія багатьох взаємопов'язаних і взаємообумовлених чинників, а також рівень реакції на умови навколишнього середовища. Урожайність – це основний показник, за яким визначається доцільність використання тих чи інших агротехнічних заходів. Підвищення продуктивності і поліпшення якості насіння сої вимагає додаткових матеріально-технічних та енергетичних ресурсів, а ще визначення рівня використання насіння, техніки, добрив,

здійснення агротехнічних заходів та застосування біологічних препаратів [37, 73, 109].

Загальним показником дієвості будь-яких елементів є продуктивність сортів сої. Отже, реалізація істотно залежить від певних показників індивідуальної врожайності: кількості насіння у бобі, кількості врожайних вузлів, крупності насіння, кількості бобів у вузлі; морфологічного показника – детермінантний тип росту; технологічного показника – висота прикріплення нижнього бобу тощо. Здебільшого у найурожайніших форм сої можуть поєднуватись середні значення основних складових продуктивності, тобто певні з них мають найкращі значення, а інші – середні [7].

За органічної технології вирощування, в умовах Правобережного Лісостепу України, найвищий рівень урожайності сої формується у варіанті, де застосовано інокулювання насіння фосфонітрагіном, внесено позакореневе підживлення Азотофітом та здійснено обробіток агрегатом з дисковими робочими органами. У сорту Київська 98 він був 3,17 2,76 т/га, сорту Устя – 2,89 т/га, Легенда – 2,76 т/га [156].

Досліджено, що за умови зростання бур'янів в агроценозах сої від 3 до 21 доби після висіву насіння, продуктивність сої становить від 1,23 до 1,79 т/га, що дає передумови до нераціональності вирощування таких посівів. А ось самих менших втрат від спільного зростання рослин сої з бур'янами мають посіви, на яких сходи бур'янів спостерігалися на 24 добу, або ж трохи пізніше, після того, як зійшла соя. В наведених умовах, можна отримати не менше 2,0 т/га насіння сої без використання додаткових заходів захисту агроценозів від бур'янів [88].

На основі аналізу отриманих даних встановлено вплив досліджуваних факторів на формування урожайності зерна сої по рокам проведення досліджень і в середньому за три роки. Слід відмітити вплив умов року на продуктивність культури і відповідну реакцію досліджуваних сортів сої на зміну кліматичних показників.

Кліматичні умови, в першу чергу температура та кількість опадів, є факторами, які можуть обмежувати урожайність сої [251]. Пристосування сільськогосподарських культур до змін клімату особливо важлива для бобових культур, які в несприятливих умовах мають низьку стабільність врожаю [225, 258].

На основі аналізу статистичних результатів було встановлено, що урожайність сої ( $Y$ ) залежить від кількості опадів за вегетаційний період ( $X_1$ ) і суми середньодобових температур повітря ( $X_2$ ) і визначається за регресійними рівняннями:

для умов року з достатнім вологозабезпеченням (2020 р.)  $Y = 0,758 - 0,032 \times X_1 + 0,0012 \times X_2$  ( $r = 0,91$ ,  $R^2 = 0,82$ );

для умов року з достатнім вологозабезпеченням (2021 р.)  $Y = 1,231 + 0,01 \times X_1 - 0,008 \times X_2$  ( $r = 0,81$ ,  $R^2 = 0,66$ ).

для умов року з дефіцитом у вологозабезпеченні (2022 р.)  $Y = 0,187 - 0,0045 \times X_1 + 0,006 \times X_2$  ( $r = 0,89$ ,  $R^2 = 0,79$ )

В 2020 р., за достатньої та в окремі місяці надмірної кількості опадів та невисоких температур, рівень урожайності сої мав максимальні значення за роки досліджень і становив у сорту Таурус 1,11–2,61 т/га, сорту ЕС Тенор – 1,63–2,81 т/га і у сорту Сігалія – 1,95–2,93 т/га, відповідно (табл. 5.5–5.7). В 2021 р. урожайність зерна у сорту Таурус варіювала від 1,29 до 2,41 т/га, сорту ЕС Тенор – від 1,54 до 2,69, сорту Сігалія – від 1,69 до 2,77 т/га. В 2022 р. під впливом несприятливих кліматичних умов продуктивність сої була меншою на 12,0–26,1 % у ранньостиглого сорту, на 8,6–20,0 % у середньораннього і на 11,4–30,2 % у середньостиглого, порівняно з попередніми роками.

У середньому за три роки, максимальний рівень урожайності отримано на варіантах із проведенням передпосівної інокуляції насіння препаратом Біомаг соя. Урожайність зерна, в середньому по заходах контролювання чисельності бур'янів, становила у сорту Таурус – 2,05 т/га, сорту ЕС Тенор – 2,33 т/га і Сігалія – 2,45 т/га за значень на контрольних варіантах – 1,70, 1,99 і 2,12 т/га.

## Урожайність зерна сорту сої Таурус, т/га

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середня
контроль	без інокуляції	1,41	1,29	1,08	1,26
	Легум Фікс	1,68	1,55	1,38	1,54
	Біоінокулянт БТУ-т	1,72	1,59	1,41	1,57
	Біомаг соя	1,75	1,62	1,42	1,60
міжрядний обробіток	без інокуляції	1,89	1,73	1,46	1,69
	Легум Фікс	2,27	1,99	1,71	1,99
	Біоінокулянт БТУ-т	2,25	1,98	1,70	1,98
	Біомаг соя	2,30	2,01	1,70	2,00
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	2,06	1,92	1,67	1,88
	Легум Фікс	2,42	2,23	1,88	2,18
	Біоінокулянт БТУ-т	2,46	2,26	1,90	2,21
	Біомаг соя	2,50	2,28	1,91	2,23
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	2,12	2,02	1,78	1,97
	Легум Фікс	2,48	2,31	2,05	2,28
	Біоінокулянт БТУ-т	2,55	2,37	2,09	2,34
	Біомаг соя	2,61	2,41	2,12	2,38
НІР <sub>0,5</sub> , т/га, для	А	0,05	0,08	0,07	
	В	0,04	0,03	0,03	
	АВ	0,10	0,12	0,09	

При використанні препаратів Легум Фікс і Біоінокулянт БТУ-т показники врожайності становили у досліджуваних сортів 2,01, 2,26 і 2,40 т/га та 2,02, 2,29 і 2,42 т/га, відповідно. Приріст урожайності від інокулювання насіння Легум Фікс, залежно від сорту та заходів контролювання чисельності бур'янів, коливався в межах від 0,24 до 0,31 т/га, Біоінокулянт БТУ-т – від 0,28 до 0,33 т/га, Біомаг соя – від 0,30 до 0,41 т/га. Слід відмітити відсутність достовірної різниці у роки проведення досліджень між варіантами з інокуляцією насіння Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя, яка в багатьох випадках була в межах похибки НІР<sub>0,5</sub>. За використання препарату Легум Фікс врожайність зерна була меншою на 0,03–0,07 т/га, ніж на третьому і

четвертому варіантах з проведенням інокулювання насіння. Але за міжрядних обробітків спостерігається тенденція до її зростання, порівняно з ділянками де вирощували насіння оброблене Біоінокулянт БТУ-т.

Таблиця 5.6

## Урожайність зерна сорту сої ЕС Тенор, т/га

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середня
контроль	без інокуляції	1,63	1,54	1,35	1,51
	Легум Фікс	1,93	1,79	1,60	1,77
	Біоінокулянт БТУ-т	1,96	1,84	1,62	1,81
	Біомаг соя	1,98	1,86	1,63	1,82
міжрядний обробіток	без інокуляції	2,20	2,05	1,71	1,99
	Легум Фікс	2,46	2,39	2,01	2,29
	Біоінокулянт БТУ-т	2,45	2,39	1,98	2,27
	Біомаг соя	2,55	2,45	2,04	2,35
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	2,38	2,22	1,92	2,17
	Легум Фікс	2,63	2,48	2,12	2,41
	Біоінокулянт БТУ-т	2,66	2,53	2,16	2,45
	Біомаг соя	2,71	2,58	2,23	2,51
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	2,50	2,35	2,03	2,29
	Легум Фікс	2,75	2,62	2,38	2,58
	Біоінокулянт БТУ-т	2,78	2,66	2,42	2,62
	Біомаг соя	2,81	2,69	2,46	2,65
НІР <sub>0,5</sub> , т/га, для	А	0,06	0,07	0,06	
	В	0,03	0,03	0,04	
	АВ	0,11	0,10	0,11	

Досліджувані сорти сої позитивно реагували на проведення заходів контролювання чисельності бур'янів. Так, при використанні міжрядного

обробітку у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія приріст урожайності зерна сої становив 0,40–0,43, 0,48–0,52 і 0,46–0,49 т/га, порівняно з контролем.

Таблиця 5.7

## Урожайність зерна сорту сої Сігалія, т/га

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	2020 р.	2021 р.	2022 р.	Середня
контроль	без інокуляції	1,95	1,69	1,42	1,69
	Легум Фікс	2,26	1,96	1,59	1,94
	Біоінокулянт БТУ-т	2,29	2,01	1,61	1,97
	Біомаг соя	2,32	2,02	1,62	1,99
міжрядний обробіток	без інокуляції	2,38	2,25	1,82	2,15
	Легум Фікс	2,61	2,52	2,12	2,42
	Біоінокулянт БТУ-т	2,63	2,50	2,08	2,40
	Біомаг соя	2,68	2,54	2,16	2,46
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	2,50	2,37	1,94	2,27
	Легум Фікс	2,82	2,69	2,19	2,57
	Біоінокулянт БТУ-т	2,85	2,73	2,23	2,60
	Біомаг соя	2,90	2,78	2,26	2,65
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	2,61	2,50	2,03	2,38
	Легум Фікс	2,85	2,72	2,41	2,66
	Біоінокулянт БТУ-т	2,89	2,75	2,42	2,69
	Біомаг соя	2,93	2,77	2,44	2,71
НІР <sub>0,5</sub> , т/га, для	А	0,07	0,06	0,06	
	В	0,03	0,03	0,02	
	АВ	0,13	0,10	0,10	

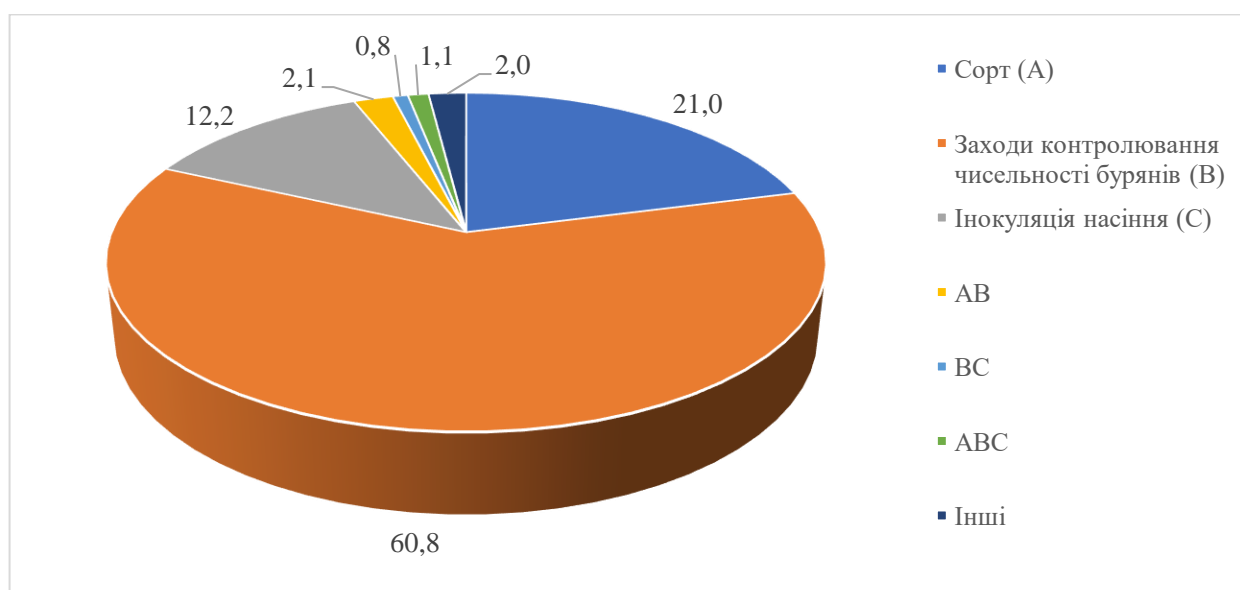
За підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль це збільшення складало 0,62–0,64, 0,64–0,68 і 0,58–0,66 т/га. Найвищу продуктивність культури отримано за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 2,24, 2,54 і 2,61 т/га, що на 0,72–0,81 т/га більше, ніж на контролі. Тобто четвертий варіант

заходів контролювання чисельності бур'янів, порівняно з другим і третім, забезпечує врожайність зерна сої вищу на 10,7–17,1 і 3,5–6,4 %.

В дослідженнях В. В. Пиндуса [156], за органічного вирощування сої, встановлено вищу ефективність дискування міжрядь культиватором Наруу-1032 RS/L2,1, порівняно з УСМК-5,4, яка складала для сорту Легенда на фоні без позакореневого підживлення – 4,6 %, за обробки насіння фосфонітрагіном – 9,2%, при позакореновому підживленні препаратом азотофіт 4,2–7,6%.

Серед сортів, в середньому за три роки, максимальну врожайність зерна отримано у середньостиглого Сігалія – 2,35 т/га, у середньораннього ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га, а у ранньостиглого Таурус – 1,94 т/га. Різниця між середньораннім і середньостиглим сортом складала 0,13 т/га або 5,4 %, а у 2022 р. вона була в межах 0,04 т/га (2 %).

Вплив досліджуваних елементів органічної технології вирощування на формування урожайності зерна сої визначався реакцією сортів на дію факторів життя рослин. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, в середньому по досліді, що на формування рівня урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи контролювання чисельності бур'янів (62,6 %) (рис. 5.1).



**Рис. 5.1. Частка впливу досліджуваних факторів на урожайність зерна сої**

Генотип (сорт) мав менший вплив на формування продуктивності – 21,0 %, а дольова частка фактору С (інокулювання насіння) у формуванні врожаю сої становила 12,2 %. Взаємодія досліджуваних факторів була незначною (0,8–2,1 %).

Подібні результати були отримані в Лісостепу України, згідно яких, найбільший вплив серед досліджуваних факторів на формування рівня урожайності сої за органічного вирощування мав міжрядний обробіток, частка участі якого у сорту Київська 98 складала 35,5%, у сорту Легенда – 34,9% та у сорту Устя – 33,4%, частка участі інокулювання насіння – 12,1–14,2%, позакореневого підживлення – 18,1–21,5% [156].

### **5.3. Якісні показники зерна сої**

Вміст жирів та сирого білку в насінні сої є показниками, які свідчать про високу якість отриманої продукції. Саме вони відображають цінність зібраної продукції. Соя практично не має аналогів, щодо накопичення такого спектру сполук за короткий вегетаційний період, адже в її складі міститься збалансований хімічний склад та наявність вітамінів А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР [9].

На вміст протеїну в насінні істотно впливають погодні умови періоду вегетації, особливо під час утворення бобів та дозрівання насіння. Велику роль у коливанні показника вмісту протеїну зерна відіграють агротехнічні заходи вирощування [110, 169]. Перед усім, мінливість вмісту протеїну в насінні тісно пов'язана із кількістю опадів та їх розподілом на протязі періоду вегетації [82, 102].

За результатами, отриманими М. Я. Шевніковим та О. Г. Міленко [191] найнижчий відсоток протеїну одержано на варіантах без догляду за агроценозом сої. Тоді, як за механічного способу догляду спостерігалось збільшення вмісту протеїну в межах 2,7 %.

За даними О. Д. Дубинської [67], найвищий вміст білку, в межах 38,69–39,36%, у зерні обох сортів сої виявлено у варіанті, в якому передпосівну



бактеризацію проводили препаратом РизобінК+*Bsp.4*. Збільшення білку у насінні сорту Діона, за інокуляції насіння РизобінК+*Bsp.4*, порівняно з контрольним варіантом (без обробки насіння) відбулось на рівні на 1,53%, а сорту Аратта – на 2,16%. За варіантами польового досліду, вміст жирів у сорту Діона був 16,38–17,48%, а у сорту Аратта – 17,15–18,42 %, по відношенню до абсолютно сухої речовини.

За внесення Квантум-Олійні без інокуляції, показник вмісту білку в насінні сої був максимальним - 42,2 % у сорту ЕС Ментор і 35,2 % у сорту Кассіді. А на варіантах із застосуванням інокуляції насіння препаратом Легум Фікс даний показник був вищим на 0,4– 1,4 %, у порівнянні з варіантами без бактеризації. У сорту ЕС Ментор і у сорту Кассіді, внесення хелатного мікродобрива Квантум-Олійні в комплексі із інокуляцією насіння препаратом Легум Фікс сприяло підвищенню вмісту білку в насінні сої на 2,6 % і на 1,5 %, відповідно до сортів. Ці показники зафіксовані відносно контролю з інокуляцією, показник відносно абсолютного контролю становив 2,0–3,8 % [33].

Вміст сирого білку в зерні сої, в умовах західного Лісостепу України, за використання інокуляції насіння штамом швидкорослих бактерій 614А підвищувався до 34,2–34,8 %; трохи вищим – 34,9 % показник був при інокуляції насіння штамом 634б. Вміст сирих жирів за бактеризації насіння та внесення сидерального добрива підвищувався на 3,2–4,2 %. За умов тільки сидерації – лише на 0,4–0,6 % [163].

Збільшенню вмісту жирів і протеїну в насінні сої, у середньому на 0,7–1,6 % сприяло передпосівне інокулювання насіння. В порівнянні із вмістом сирого протеїну, діапазон коливання вмісту жирів був меншим. Крім цього, існує зворотна залежність між вмістом сирих жирів і протеїну [125].

За технології органічного вирощування, максимальний валовий збір жирів (0,59–0,74 т/га) та білку (1,17–1,36 т/га) у сортів сої забезпечує передпосівне інокулювання насіння фосфонітрагіном, міжрядний обробіток

культиватором Навуу-1032 RS/L2,1, а також позакореневе підживлення посівів препаратом Азотофіт (50,0 мл/га) [156].

Нашими дослідженнями встановлено, що серед досліджуваних сортів сої найвищим вміст білку був у Таурус 41,8–44,1 %, а вихід білку у Сігалія – 0,68–1,15 т/га (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

**Вміст та вихід сирого білку у сортів сої залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2020–2022 рр.)**

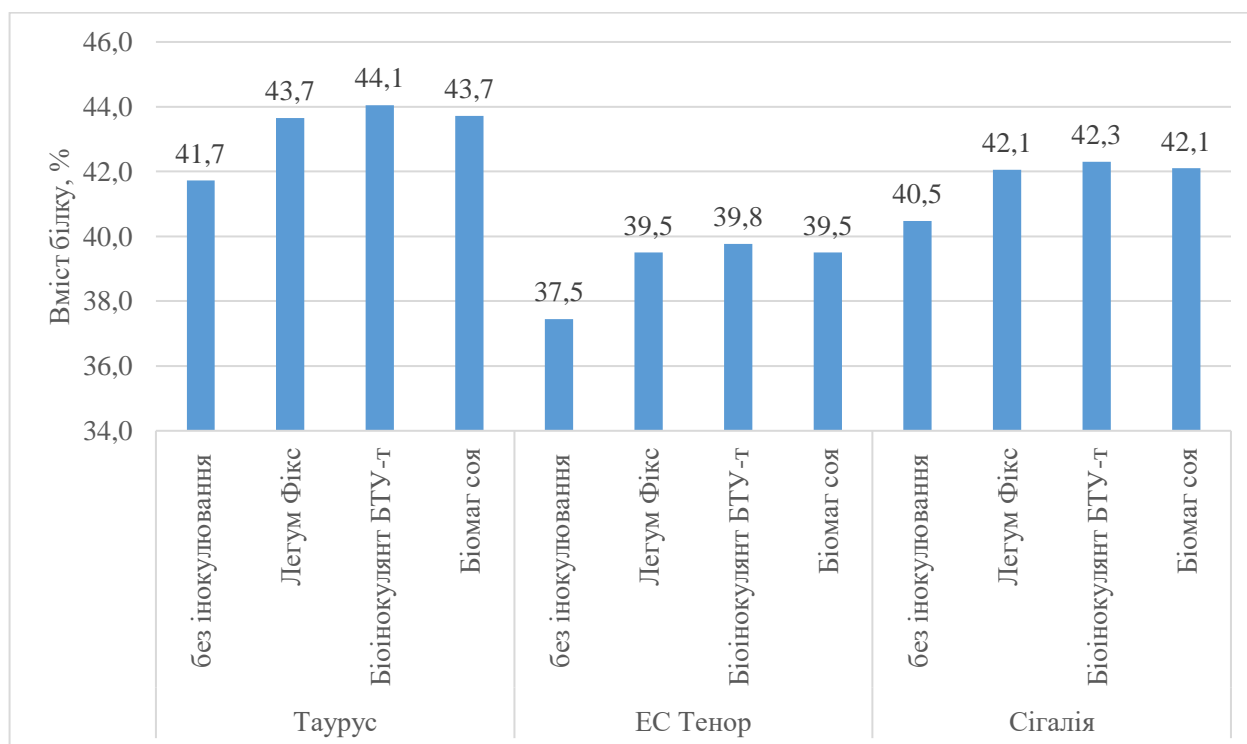
Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Вміст білку, %			Вихід білку, т/га		
		Таурус	ЕС Тенор	Сігалія	Таурус	ЕС Тенор	Сігалія
контроль	без інокуляції	41,8	37,4	40,5	0,53	0,56	0,68
	Легум Фікс	43,5	39,3	41,9	0,67	0,70	0,81
	Біоінокулянт БТУ-т	44,0	39,6	42,1	0,69	0,72	0,83
	Біомаг соя	43,2	39,2	42,0	0,69	0,71	0,83
міжрядний обробіток	без інокуляції	41,5	37,0	40,1	0,70	0,74	0,86
	Легум Фікс	43,8	39,2	41,6	0,87	0,90	1,01
	Біоінокулянт БТУ-т	44,0	39,4	41,9	0,87	0,90	1,01
	Біомаг соя	43,7	39,0	41,8	0,88	0,92	1,03
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	41,6	37,6	40,6	0,78	0,82	0,92
	Легум Фікс	43,6	39,7	42,3	0,95	0,96	1,09
	Біоінокулянт БТУ-т	44,1	40,0	42,6	0,97	0,98	1,11
	Біомаг соя	44,0	39,8	42,2	0,98	1,00	1,12
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	42,0	37,8	40,7	0,83	0,87	0,97
	Легум Фікс	43,7	39,8	42,4	1,00	1,03	1,13
	Біоінокулянт БТУ-т	44,1	40,1	42,6	1,03	1,05	1,14
	Біомаг соя	44,0	40,0	42,4	1,05	1,06	1,15
Середнє		43,3	39,1	41,7	0,84	0,87	0,98
V, %		7,6	5,8	8,2	3,8	5,6	4,2

Мінімальні значення цих показників у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримані на контрольних варіантах без застосування заходів контролювання чисельності бур'янів і інокуляції насіння – 41,8, 37,4 і 40,5 % та 0,53, 0,6 і 0,68 т/га, відповідно.

Слід відмітити, що заходи контролювання чисельності бур'янів не впливали на вміст білку та його вихід. На варіантах із проведенням інокуляції насіння спостерігалось збільшення вмісту білку в зерні, порівняно із варіантами без її застосування – на 1,9–2,0 % у Таурус, на 2,1–2,3 % у ЕС Тенор і на 1,6–1,8 % у Сігалія. Вихід білку при застосуванні інокуляції зростав на 20,2–31,4 %, 21,2–27,0 % і 16,8–22,4 %, відповідно.

Максимальний вихід білку з одиниці площі отримано у сорту Сігалія при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 1,15 т/га.

Вміст білку в зерні сої варіював залежно від сортових особливостей та інокуляції насіння в межах 41,7–43,7 % у сорту Таурус, 37,5–39,5 % – у сорту ЕС Тенор і 40,5–42,3 % у сорту Сігалія (рис. 5.2).



**Рис. 5.2. Вміст білку в зерні сортів сої залежно від інокуляції насіння, % (середнє за 2020–2022 рр.)**

Найвищим вміст білку у досліджуваних сортів був на варіантах із застосуванням препарату Біоінокулянт БТУ-т – 44,1, 39,8 і 42,3 %. При використанні Легум Фікс і Біомаг соя він був меншим на 0,2–0,4 %.

Серед досліджуваних сортів сої найвищий вміст жирів в зерні отримано у ЕС Тенор 21,0–23,0 %. Зерно сортів Таурус та Сігалія містило жирів, відповідно 20,2–21,6 % та 20,6–22,0 % (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

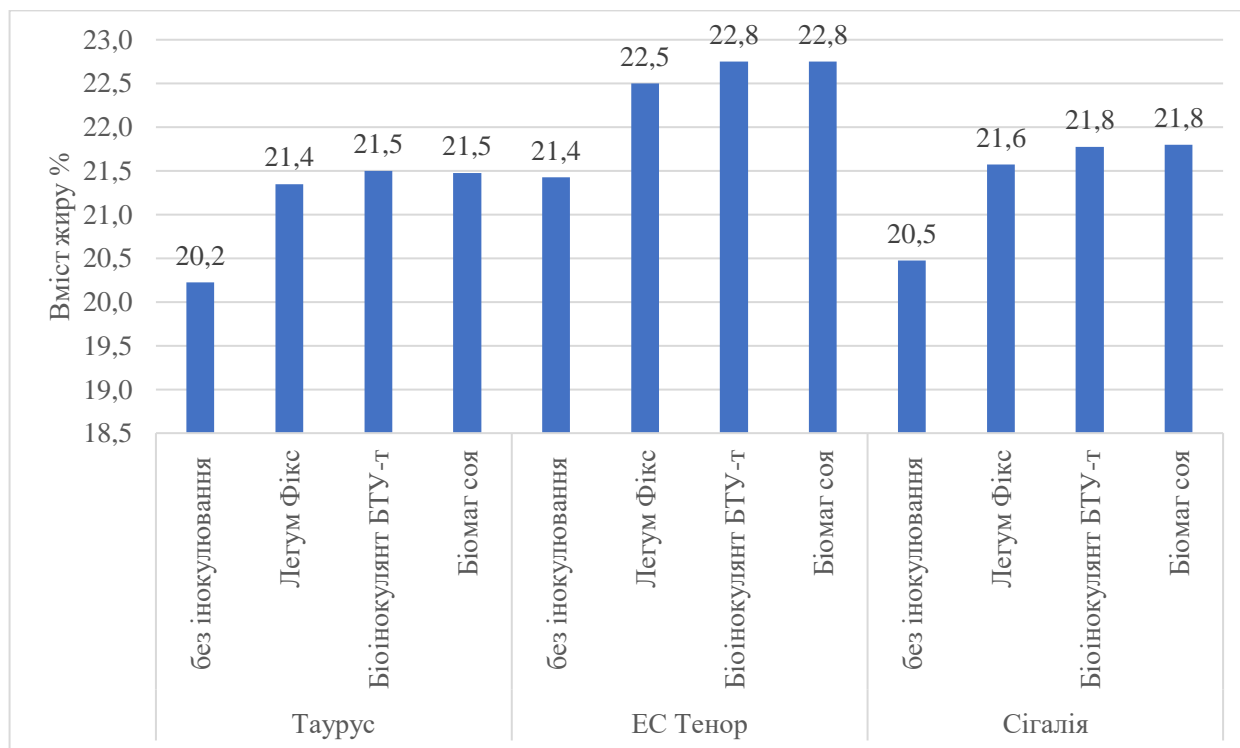
**Вміст жирів та вихід олії у сортів сої залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Вміст жирів, %			Вихід олії, т/га		
		Таурус	ЕС Тенор	Сігалія	Таурус	ЕС Тенор	Сігалія
контроль	без інокуляції	20,2	21,0	20,6	0,25	0,32	0,35
	Легум Фікс	21,3	22,1	21,4	0,33	0,39	0,41
	Біоінокулянт БТУ-т	21,4	22,2	21,5	0,34	0,40	0,42
	Біомаг соя	21,4	22,2	21,5	0,34	0,40	0,43
міжрядний обробіток	без інокуляції	20,4	21,4	20,7	0,35	0,43	0,45
	Легум Фікс	21,5	22,3	21,8	0,43	0,51	0,53
	Біоінокулянт БТУ-т	21,7	22,6	22,0	0,43	0,51	0,53
	Біомаг соя	21,5	22,6	22,0	0,43	0,53	0,54
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	20,0	21,6	20,3	0,38	0,47	0,46
	Легум Фікс	21,2	22,8	21,6	0,46	0,55	0,55
	Біоінокулянт БТУ-т	21,5	23,0	21,8	0,47	0,56	0,57
	Біомаг соя	21,4	23,0	21,7	0,48	0,58	0,57
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	20,3	21,7	20,3	0,40	0,50	0,48
	Легум Фікс	21,4	22,8	21,5	0,49	0,59	0,57
	Біоінокулянт БТУ-т	21,4	23,2	21,8	0,50	0,61	0,59
	Біомаг соя	21,6	23,2	22,0	0,51	0,62	0,60
Середнє		21,1	22,4	21,4	0,41	0,50	0,53
V, %		3,2	3,0	2,4	4,2	5,1	4,7

За рахунок вищої урожайності зерна вищий вихід олії був у Сігалія – 0,35–0,60 т/га, за середнього значення 0,53 т/га, а у Таурус і ЕС Тенор цей показник був в межах 0,25–0,51 т/га і 0,32–0,62 т/га, за середніх значень 0,41 і 0,50 т/га.

Як і по показникам вмісту білку, на вміст жирів у зерні сої та вихід олії не впливали заходи контролювання чисельності бур'янів. За рахунок проведення передпосівної інокуляції насіння вміст жирів, в середньому по сортах, зростав на 1,1–1,3 %, а вихід олії на 3,9–7,5 %, порівняно з контрольними варіантами.

У сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія за інокуляції насіння препаратом Легум Фікс, в середньому за роки проведення досліджень, вміст жирів в зерні сої підвищувався на 1,1 %, Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя на 1,3 %, порівняно з контрольними варіантами (рис. 5.3).



**Рис. 5.3. Вміст жирів в зерні сортів сої залежно від інокуляції насіння, % (середнє за 2020–2022 рр.)**

Максимальний вихід олії отримано у сорту ЕС Тенор при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 0,62 т/га.

## Висновки до розділу 5

1. Встановлено, що під впливом інокуляції насіння і заходів контролювання чисельності бур'янів зростала кількість бобів на рослині на 2,5–6,5 % і на 76,9–91,2 %, кількості насінин на рослині на 3,7–9,6 % і 26,0–37,4 %, маса насіння з однієї рослини на 3,9–10,0 % і 46,0–81,7 %, маса 1000 насінин на 1,8–5,4 % і 10,5–35,4 %, порівняно з контрольними варіантами. Інокулювання насіння не впливало на висоту прикріплення першого боба, а при застосуванні заходів контролювання чисельності бур'янів вона зростала на 1,2–20,1 %.

2. Максимальну кількість бобів на рослині (31,8 шт.), кількість насінин на рослині (38,6 шт.) та їх масу (7,99 г) і масу 1000 насінин (165,6 г) отримано у сорту Сігалія за інокулювання препаратом Біомаг соя на фоні проведення підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка.

3. Відмічено сильний позитивний взаємозв'язок між сумою опадів та середньою температурою повітря і кількістю бобів на рослині сої ( $r = 0,86$  і  $0,92$ ), висотою прикріплення першого боба ( $r = 0,78$  і  $0,82$ ) та масою насіння з рослини ( $r = 0,776$  і  $0,78$ ). При цьому сума опадів та середньодобових температур негативно впливають на кількість насіння з однієї рослини ( $r = -0,32$  і  $-0,24$ ).

4. Найвищий рівень урожайності зерна у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримано за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 2,24, 2,54 і 2,61 т/га, що на 0,72–0,81 т/га вище, ніж на контрольних варіантах. Найбільш ефективним виявилось застосування препарату Біомаг соя, урожайність зерна становила у сорту Таурус – 2,05 т/га, ЕС Тенор – 2,33 т/га і Сігалія – 2,45 т/га. При цьому не спостерігалось достовірної різниці між варіантами із використанням препаратів Біоінокулянт БТУ-т і Біомаг соя. В середньому за три роки, найвищу врожайність зерна отримано у Сігалія – 2,35 т/га, у ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га а у Таурус – 1,94 т/га.

5. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що на формування урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи

контролювання чисельності бур'янів (62,6 %), генотип (сорт) впливав на рівні 21,0 %, а інокулювання насіння на 12,2 %. Взаємодія досліджуваних факторів була незначною (0,8–2,1 %).

6. Досліджено, що серед досліджуваних сортів сої максимальний вміст білку був у Таурус 41,8–44,1 %, а жирів у ЕС Тенор –21,0–23,0 %. При цьому вищий вихід білку 0,68–1,15 т/га і олії – 0,35–0,60 т/га отримано у Сігалія. Заходи контролювання чисельності бур'янів не впливали на вміст жирів і білку у зерні сої та вихід білку і олії. На варіантах із проведенням інокуляції насіння спостерігалось збільшення вмісту білку в зерні на 1,6–2,3 %, а жирів на 1,1–1,3 %, порівняно із варіантами без її застосування.

7. Максимальний вихід білку отримано у сорту Сігалія при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 1,15 т/га а вихід олії у сорту ЕС Тенор на аналогічних варіантах – 0,62 т/га.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [45, 50, 134, 138, 143].

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

#### 6.1. Економічна ефективність

Порівняння вартісних показників з одержаними результатами є головним принципом визначення енергетичної та економічної ефективності різних технологічних заходів. Під час узагальнення загальноприйнятих та взятих на вивчення елементів технології, за рахунок різниці вартісних ознак витрат на їх проведення та рівня продуктивності, визначається величина прибутку (збитку) [201].

Використання сої в Україні та економічну ефективність можна оцінити за сумарною вартістю економії фуражного зерна, за збільшенням врожаю зернових культур після попередника сої та за підвищенням продуктивності тваринництва. Щорічно в Україні, на кормові цілі, використовується 10 млн. т зерна. За рахунок використання сої на корм, спостерігається економія 15–20 % фуражного зерна або 1,5–2,0 млн. т [40, 56].

Раціональність технології розведення сої в результаті її застосування, можна визначити перспективою ефективного зниження витрат на одиницю продукції, які виражаються грошовим еквівалентом. На основі всіх трудових і матеріальних ресурсів формується собівартість продукції, що застосовуються під час виконання всіх складових елементів технології. Для забезпечення конкурентоспроможності і рентабельності вирощеної продукції проекти технології вирощування сої, поряд із зростанням рівня врожайності та якості зерна, повинні мати такі економічні й енергетичні показники, які переважали би контрольні варіанти [194, 230].

У нинішніх ринкових умовах, коли основною метою є максимізація прибутку, потрібною умовою діяльності кожного господарства є збільшення ефективності виробництва. Соя – одна із провідних зернобобових культур, тому для її виробництва потрібно запропонувати використання сортів



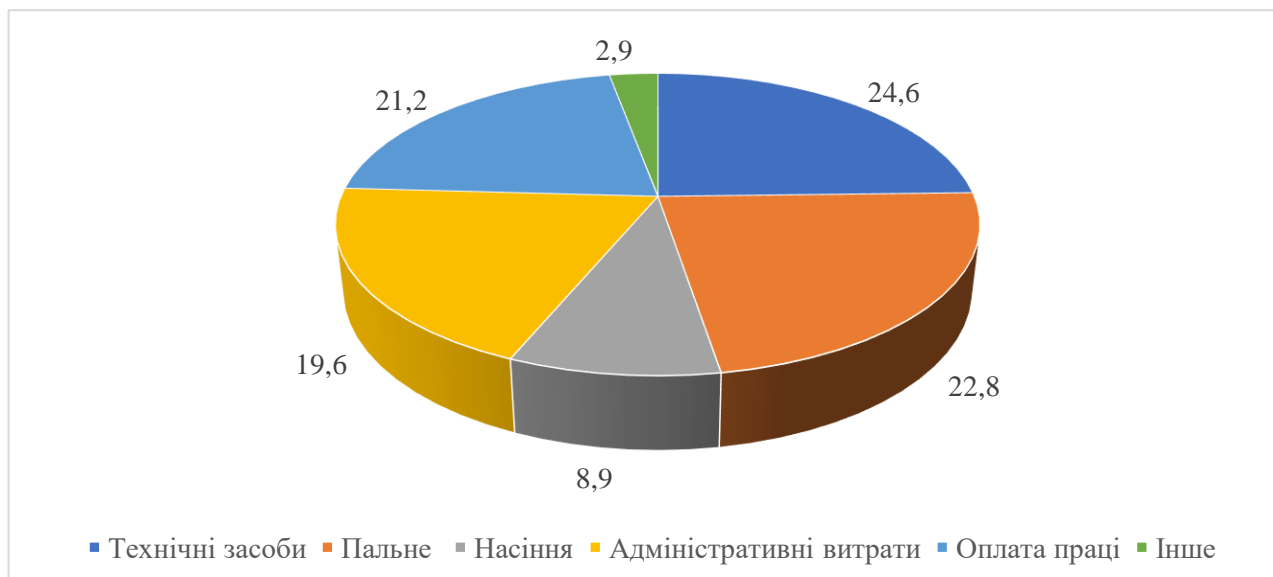
української селекції, що є високопродуктивними і можуть дати високі врожаї за незначних затрат праці та малих матеріальних затратах. Від продуктивності зерна культури, ціни реалізації, його якості, а також від величини зниження витрат на вирощування залежить економічна ефективність вирощування сучасних сортів сої різних груп стиглості [115].

В дослідженнях М. Я. Шевнікова і О. Г. Міленко [192], розведення сої сорту Романтика з нормою висіву насіння 800 тис./га та застосуванням механічного способу догляду за посівами принесло найвищий рівень рентабельності в розмірі 157,44 %. Також гарний результат, в межах 148,61 % зібрано з посівів сорту Романтика за механічного способу догляду та норми висіву насіння 700 тис./га.

Найвищі показники чистого прибутку вирощуваних сортів сої (Легенда – 7,10, 7,24 тис. грн/га, Київська 98 – 8,77, 8,97 тис. грн/га та Устя – 7,83, 7,80), в умовах органічного виробництва забезпечило проведення позакореневого підживлення препаратом азотофіт та інокулювання насіння комплексним препаратом фосфонітрагін. За таких варіантів собівартість продукції є найменшою (1,58–1,87 грн/т), а рівень рентабельності виробництва досяг 140–184% [156].

Сучасним екологічним напрямком введення сільського господарства є органічне виробництво, яке забезпечує стійкий розвиток та економічний ріст в агропромисловому секторі і позитивно впливає на навколишнє середовище.

Нами було проведено розрахунки з визначення структури витрат у органічній технології вирощування сої (рис. 6.1). Встановлено, що найбільш суттєвими витратами є технічні засоби – 24,6 %, пальне – 22,8 %, адміністративні витрати (в тому числі отримання органічного сертифікату) – 19,6 %, оплата праці – 21,2 %. Витрати на насіння (в тому числі інокуляцію) займали 8,9 %.



**Рис. 6.1. Структура економічних витрат за органічної технології вирощування сої (середнє за 2020–2022 рр.)**

Спостерігається зростання витрат виробництва при застосуванні передпосівної інокуляції насіння у сорту Таурус на 15,6–26,7 %, ЕС Тенор – 12,7–19,9 %, Сігалія – 11,8–6,8 %, порівняно з контрольними варіантами (табл. 6.1). На другому варіанті заходів контролювання чисельності бур'янів (міжрядний обробіток) витрати на вирощування культури, в середньому по сортах, були вищими на 22,0–31,9 %, третьому (підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль) на 32,1–49,5 %, четвертому (підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка) на 36,4–51,6 %, порівняно з контролем.

Аналіз отриманих даних по розрахунку економічних показників свідчить про високу ефективність вирощування сої за органічною технологією. Найвищі показники умовно чистого прибутку і рентабельності отримано у сорту Сігалія при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 51228,9 грн/га і 219 %. У сортів Таурус і ЕС Тенор, на цих варіантах, вони становили 43072,9 грн/га і 192,5 % та 49696,9 грн/га і 213,6 %.

Серед заходів контролювання чисельності бур'янів найкращим виявився четвертий варіант (підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка). Рівень рентабельності у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія був в межах 148,8–192,5, 177,8–213,6 і 186,8–219,0 %, відповідно.

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність вирощування сої залежно від досліджуваних факторів  
(середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Витрати виробництва, грн/га			Умовно чистий прибуток, грн/га			Собівартість, грн/т			Рівень рентабельності, %		
		I*	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
контроль	без інокуляції	20321,3	21214,0	21332,0	14328,7	20219,3	25051,3	16128,0	14080,1	12647,4	70,5	95,3	117,4
	Легум Фікс	20823,6	21716,3	21834,3	21434,7	27050,4	31424,0	13551,1	12246,0	11274,2	102,9	124,6	143,9
	Біоінокулянт БТУ-т	20911,4	21804,1	21922,1	22355,3	27879,2	32252,9	13291,1	12068,7	11128,0	106,9	127,9	147,1
	Біомаг соя	20887,5	21780,2	21898,2	23020,8	28361,5	32735,1	13081,9	11945,3	11022,6	110,2	130,2	149,5
міжрядний обробіток	без інокуляції	22074,5	22967,2	23085,2	24492,2	31666,1	36039,8	13036,1	11560,7	10737,3	111,0	137,9	156,1
	Легум Фікс	22576,8	23469,5	23587,5	32148,2	39413,8	42870,8	11345,1	10263,6	9760,3	142,4	167,9	181,8
	Біоінокулянт БТУ-т	22664,6	23557,3	23675,3	31693,7	38959,4	42416,4	11466,1	10362,4	9851,0	139,8	165,4	179,2
	Біомаг соя	22640,7	23533,4	23651,4	32451,0	40999,9	43998,6	11301,5	10028,4	9614,4	143,3	174,2	186,0
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	21756,8	22649,5	22767,5	30034,9	37117,2	39657,5	11552,3	10421,5	10029,7	138,0	163,9	174,2
	Легум Фікс	22259,1	23151,8	23269,8	37599,2	43123,2	47313,5	10226,2	9606,6	9066,2	168,9	186,3	203,3
	Біоінокулянт БТУ-т	22346,9	23239,6	23357,6	38336,4	44135,4	48234,1	10127,0	9485,6	8972,2	171,6	189,9	206,5
	Біомаг соя	22323,0	23215,7	23333,7	39002,0	45717,6	49449,6	10010,3	9261,6	8816,3	174,7	196,9	211,9
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	21810,9	22703,6	22821,6	32455,8	40363,1	42628,4	11052,8	9899,8	9588,9	148,8	177,8	186,8
	Легум Фікс	22313,2	23205,9	23323,9	40386,8	47835,8	49826,1	9786,5	8982,9	8768,4	181,0	206,1	213,6
	Біоінокулянт БТУ-т	22401,0	23293,7	23411,7	41857,3	48756,3	50471,6	9586,7	8890,7	8714,0	186,9	209,3	215,6
	Біомаг соя	22377,1	23269,8	23387,8	43072,9	49696,9	51228,9	9402,1	8770,0	8619,6	192,5	213,6	219,0

Примітка\* I сорт сої : I – Таурус II – ЕС Тенор III – Сігалія

При застосуванні для інокулювання насіння препарату Легум Фікс показники умовно чистого прибутку та рентабельності у сортів Таурус, ЕС Тенор та Сігалія зростали на 7564,4 грн/га і 31,7 %, 7014,4 грн/га і 27,5 % та 7016,5 грн/га і 28,0 %, порівняно з варіантами без її проведення. Використання препарату Біоінокулянт БТУ-т зумовлювало збільшення вказаних показників на 8232,8 грн/га і 34,2 %, 7591,2 грн/га і 29,4 % та 7500,5 грн/га і 29,5 %. Найвищий приріст чистого прибутку та рентабельності отримано із передпосівною обробкою насіння Біомаг соя – 9058,8 грн/га і 38,1 %, 8852,6 грн/га і 35,0 % та 8908,8 грн/га і 36 %, відповідно.

## **6.2. Енергетична ефективність**

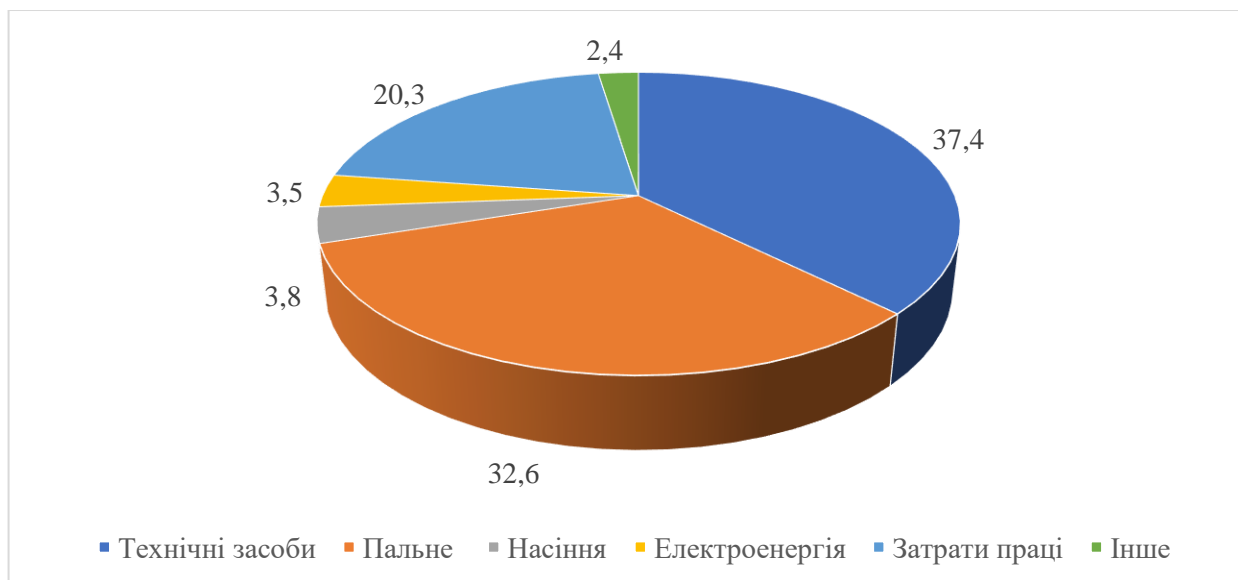
Співвідношення кількості енергії, що накопичується врожаєм культури та затрат енергії, які витрачаються під час виробництва продукції визначається за допомогою енергетичного аналізу. Метою аналізу є оцінка всіх технологічних операцій в ідентичних енергетичних одиницях. Це допомагає оптимально підійти до вибору раціональної системи догляду за посівами, здійснити підбір сортів та розподілити комплекс агротехнічних заходів в технологічному процесі [190].

На одну одиницю витраченої загальної енергії в процесі вирощування певної культури складає 2–7 і більше одиниць енергії, що накопичується в урожаї. Вдосконалення симбіотичної активності, системи захисту рослин, впровадження нових продуктивних сортів, оптимальне поєднання всіх складових технологій вирощування є важливими напрямками інтенсифікації і підвищення продуктивності сої [175].

З точки зору ресурсо- та енергозбереження, аналіз витрат, різних за ступенем енергонасиченості елементів технологій вирощування та дослідження енергоємності виробництва дозволяє зрівняти і оцінити різні за рівнем посилення технології та визначити їх ефективність. За органічного вирощування, збільшення виробництва зерна сої, можливо досягнути завдяки введенню нових конкурентоздатних елементів технологій. Окрім підвищення

урожайності, освоєння таких елементів технологій, забезпечить суттєве поліпшення якості зерна, що відповідає стандартам і вимогам органічного виробництва [84].

Найбільша частка в структурі енергетичних витрат, при органічній технології вирощуванні сої, належить технічним засобам (37,4 %), пальному (32,6 %) та затратам праці (20,3 %) (рис. 6.2). Енерговитрати на насіння і електричну енергію становлять лише 3,8 і 3,5 %.



**Рис. 6.2. Структура енергетичних витрат за органічної технології вирощування сої (середнє за 2020–2022 рр.)**

Аналіз енергетичної ефективності органічної технології вирощування сортів сої свідчить, що по витратах енергії не відмічалось суттєвої відмінності по сортах, вона спостерігалась лише у розрізі досліджуваних факторів і у сорту Таурус складала 7,8–8,6 ГДж/га, сорту ЕС Тенор – від 8,1–8,9 ГДж/га, сорту Сігалія – 8,4–9,3 ГДж/га (табл. 6.2).

Для оцінки впровадження елементів органічної технології визначали коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ), який розраховували, як відношення енергії отриманої з урожаєм зерна і побічної продукції до енергії, яка витрачена на його вирощування.

На другому варіанті заходів контролювання чисельності бур'янів (міжрядний обробіток), в середньому по сортах, коефіцієнт енергетичної ефективності був вищим на 16,4–43,2 %, третьому (підгортання рослин сої у

фазі сім'ядоль) на 14,5–48,6 %, четвертому (підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка) на 18,5–52,6 %, порівняно з контролем.

Таблиця 6.2

**Енергетична ефективність вирощування сої залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2020–2022 рр.)**

Заходи контролювання чисельності бур'янів	Інокулювання насіння	Вихід енергії з урожаєм, ГДж/га			Витрати, ГДж/га			Коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ )		
		I*	II	III	I	II	III	I	II	III
контроль	без інокуляції	23,3	28,0	32,4	7,8	8,1	8,4	2,99	3,46	3,86
	Легум Фікс	28,4	33,0	37,2	7,9	8,2	8,5	3,60	4,02	4,37
	Біоінокулянт БТУ-т	29,1	33,6	37,8	7,9	8,2	8,5	3,68	4,10	4,45
	Біомаг соя	29,5	33,9	38,1	7,9	8,2	8,5	3,74	4,14	4,49
міжрядний обробіток	без інокуляції	31,3	37,0	41,3	8,5	8,8	9,2	3,69	4,20	4,49
	Легум Фікс	36,8	42,5	46,4	8,6	8,9	9,3	4,28	4,78	4,99
	Біоінокулянт БТУ-т	36,6	42,3	46,1	8,6	8,9	9,3	4,25	4,75	4,96
	Біомаг соя	37,1	43,6	47,2	8,6	8,9	9,3	4,31	4,90	5,08
підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокуляції	34,8	40,4	43,6	8,3	8,6	8,7	4,20	4,70	5,01
	Легум Фікс	40,3	44,8	49,3	8,4	8,7	8,8	4,79	5,15	5,60
	Біоінокулянт БТУ-т	40,8	45,6	50,0	8,4	8,7	8,8	4,86	5,24	5,68
	Біомаг соя	41,3	46,6	50,8	8,4	8,7	8,8	4,91	5,36	5,77
підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокуляції	36,5	42,7	45,7	8,4	8,7	8,8	4,35	4,90	5,19
	Легум Фікс	42,2	48,1	51,1	8,5	8,8	8,9	4,96	5,46	5,74
	Біоінокулянт БТУ-т	43,2	48,7	51,6	8,5	8,8	8,9	5,09	5,54	5,80
	Біомаг соя	44,0	49,4	52,1	8,5	8,8	8,9	5,18	5,61	5,85

Примітка\* I сорт сої : I – Таурус II – ЕС Тенор III – Сігалія

Застосування для інокуляції препарату Біомаг соя дозволило отримати найвищі значення коефіцієнта енергетичної ефективності у сорту Таурус на рівні 4,53, ЕС Тенор – 5,00, Сігалія – 5,30, за показників на контролі 3,80, 4,32 і 4,64, відповідно. При використанні Легум Фікс і Біоінокулянт БТУ-т він становив 4,41, 4,85 і 5,18 та 4,47, 4,91 і 5,22.

Встановлено, що з енергетичної точки зору вирощування сорту сої Сігалія було більш ефективним, ніж Таурус і ЕС Тенор. В середньому вихід енергії з урожаєм і коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Сігалія

становив 45,0 ГДж/га і 5,08, а у сортів Таурус і ЕС Тенор – 36,0 ГДж/га і 4,30 та 41,3 ГДж/га і 4,77, відповідно.

### **Висновки до розділу 6**

1. Встановлено, що в структурі економічних витрат при органічній технології вирощуванні сої найбільш суттєвими є витрати на технічні засоби – 24,6 %, пальне – 22,8 %, адміністративні витрати (в тому числі отримання органічного сертифікату) – 19,6 %, оплата праці – 21,2 %, а у структурі енергетичних витрат, значна частка належить технічним засобам (37,4 %), пальному (32,6 %) та затратам праці (20,3 %).

2. Доведено високу економічну ефективність вирощування сої за органічною технологією. Найвищі показники чистого прибутку і рентабельності отримано у сорту Сігалія при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 51228,9 грн/га і 219 %. У сортів Таурус і ЕС Тенор на цих варіантах вони становили 43072,9 грн/га і 192,5 % та 49696,9 грн/га і 213,6 %.

3. Виявлено, що з енергетичної точки зору вирощування сорту сої Сігалія було більш ефективним, ніж Таурус і ЕС Тенор. В середньому, вихід енергії з урожаєм і коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Сігалія становив 45,0 ГДж/га і 5,08, а у сортів Таурус і ЕС Тенор – 36,0 ГДж/га і 4,30 та 41,3 ГДж/га і 4,77, відповідно.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [133, 141].

## ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення результатів досліджень і запропоновано вирішення наукової проблеми органічної технології вирощування сортів сої на основі встановленні їх реакції на інокулювання насіння та заходи контролювання чисельності бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України.

2. Виявлено, що тривалість вегетаційного періоду у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія, на варіантах з підгортанням рослин сої у фазі сім'ядоль та у фазі 1-го справжнього листка зростала на 11–17 діб, порівняно контрольними ділянками. Під впливом передпосівного інокулювання насіння вегетаційний період сої збільшувався на 5–7 діб. Між тривалістю вегетаційного періоду та урожайністю зерна сортів сої встановлено високий рівень кореляційної залежності на рівні 0,90.

3. Інокулювання насіння сприяє збільшенню висоти рослин сої у сорту Таурус – на 3,5–8,2 %, ЕС Тенор – на 3,5–5,6 %, Сігалія – на 2,8–5,2 %, порівняно з варіантами без його проведення. На варіантах з підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка приріст висоти рослин, відносно контролю, становив 9,5–15,2 %. Між висотою рослин та урожайністю зерна сої існує позитивний кореляційний зв'язок середньої сили ( $r=0,492$ ).

4. Максимальні значення площі листової поверхні рослин у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія отримано у фазу цвітіння 28,3–43,8, 29,2–47,0 і 29,5–47,4 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно. Інокулювання насіння сприяє збільшенню асиміляційної поверхні рослин сої у сорту Таурус – на 1,2–5,7 %, ЕС Тенор – на 1,1–4,6 % і Сігалія – на 1,0–3,8 %, порівняно з контрольними варіантами. Заходи контролювання чисельності бур'янів сприяли зростанню цього показника на 34,8–78,3%. Найвищі значення площі листової поверхні були отримані на варіантах з підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка та інокулюванням насіння препаратом Біомаг соя – 43,8, 47,0 і 47,4 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія.



5. Встановлено, що серед досліджуваних сортів найвищі значення фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу отримано у сорту Сігалія, на варіанті з підгортанням рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння Біомаг соя – 0,84 і 1,00 млн. м<sup>2</sup>/діб × га та 8,05 і 8,23 г/м<sup>2</sup> за добу, відповідно у перший та другий періоди обліків. У сортів Таурус і ЕС Тенор ці показники становили 0,70 і 0,85 млн. м<sup>2</sup>/діб × га; 6,70 і 6,96 г/м<sup>2</sup> за добу та 0,78 і 0,95 млн. м<sup>2</sup>/діб × га; 7,55 і 7,33 г/м<sup>2</sup> за добу. Застосування інокуляції насіння дозволили підвищити чисту продуктивність фотосинтезу, в середньому по досліджуваних сортах, на 1,8–2,7 %, а заходів контролювання чисельності бур'янів на 22,0–35,8 %, порівняно з варіантами без їх використання.

6. Доведено, що на кількість і масу сирих бульбочок, у досліджуваних сортів сої, найбільший вплив мала інокуляція насіння – 79,6 і 72,4 %. Менш суттєво впливали сортові особливості (4,1 і 5,9 %) та взаємодія сорт × інокуляція (4,6 і 5,8 %). Заходи контролювання чисельності бур'янів несуттєвого впливали на формування цих показників. Найвища кількість бульбочок на рослині у сортів Таурус, ЕС Тенор і Сігалія 59, 62 і 67 шт. та їх маса 1,27, 1,34 і 1,40 г була сформована у фазу цвітіння, на варіанті із застосуванням підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка та інокуляції насіння препаратом Легум Фікс.

7. Структура видового складу сегетальної рослинності в посівах сої залежить від року досліджень та погодних умов. В наших дослідженнях переважав однорічний тип забур'яненості з домінуванням дводольних однорічних видів (46,7–54,4 %) і злакових однорічних (30,6–40,0 %). Залежно від року, серед злакових компонентів найбільшу частку займали мишій сизий (18,6–25,6 %) і плоскуха звичайна (10,8–14,6 %), а дводольних – щиріця звичайна (23,8–27,8 %) і лобода біла (11,8–17,8 %).

8. Відмічено зростання забур'яненості посівів у більш пізньостиглих сортів сої, порівняно з ранньостиглим, як на ділянках з природною забур'яненістю, так і на варіантах, де застосовували заходи контролювання

чисельності бур'янів. Найбільш ефективним агротехнічним заходом контролювання чисельності бур'янів виявилось підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка, що дозволяє на 66,3–69,3 % зменшити кількість бур'янів і на 58,2–62,8 % їх масу, порівняно з контрольними варіантами.

9. Під впливом інокуляції насіння і заходів контролювання чисельності бур'янів зростала кількість бобів на рослині на 2,5–6,5 % і на 76,9–91,2 %, кількості насінин на рослині на 3,7–9,6 % і 26,0–37,4 %, маса насіння з однієї рослини на 3,9–10,0 % і 46,0–81,7 %, маса 1000 насінин на 1,8–5,4 % і 10,5–35,4 %, порівняно з контрольними варіантами. Інокулювання насіння не впливало на висоту прикріплення першого боба, а при застосуванні заходів контролювання чисельності бур'янів на 1,2–20,1 %. Відмічено сильний взаємозв'язок між сумою опадів та середньою температурою повітря і кількістю бобів на рослині сої ( $r = 0,86$  і  $0,92$ ), висотою прикріплення першого боба ( $r = 0,78$  і  $0,82$ ) та масою насіння з рослини ( $r = 0,776$  і  $0,78$ ). При цьому сума опадів та середньодобових температур негативно впливають на кількість насіння з однієї рослини ( $r = -0,32$  і  $-0,24$ ).

10. Максимальна урожайність зерна у сортів сої Таурус, ЕС Тенор і Сігалія, за органічної технології вирощування, отримано за підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка і проведення інокуляції насіння Біомаг соя – 2,38, 2,65 і 2,71 т/га. Серед досліджуваних сортів вищу врожайність зерна отримано у Сігалія – 2,35 т/га, у ЕС Тенор вона становила 2,22 т/га а у Таурус – 1,94 т/га. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що на формування урожайності зерна сої найбільший вплив мали заходи контролювання чисельності бур'янів (62,6 %), генотип (сорт) впливав на рівні 21,0 %, а інокулювання насіння на 12,2 %. Взаємодія досліджуваних факторів була незначною (0,8–2,1 %).

11. Серед досліджуваних сортів сої максимальний вміст білку був у Таурус 41,8–44,1 %, а жирів у ЕС Тенор – 21,0–23,0 %, при цьому вищий вихід білку 0,68–1,15 т/га і олії – 0,35–0,60 т/га отримано у Сігалія. Заходи контролювання чисельності бур'янів не впливали на вміст жирів і білку у

зерні сої та вихід білку і олії. На варіантах із проведенням інокуляції насіння спостерігалось збільшення вмісту білку в зерні на 1,6–2,3 %, а жирів на 1,1–1,3 %, порівняно із варіантами без її застосування.

12. В структурі економічних витрат, при органічній технології вирощуванні сої, найбільш суттєвими є витрати на технічні засоби – 24,6 %, пальноє – 22,8 %, адміністративні витрати (в тому числі отримання органічного сертифікату) – 19,6 %, оплата праці – 21,2 %, а у структурі енергетичних витрат, значна частка належить технічним засобам (37,4 %), пальному (32,6 %) та затратам праці (20,3 %).

13. Доведено високу економічну ефективність вирощування сої за органічною технологією. Найвищі показники чистого прибутку і рентабельності отримано у сорту Сігалія при застосуванні інокуляції насіння Біомаг соя і підгортанні рослин сої у фазі 1-го справжнього листка – 51228,9 грн/га і 219 %. У сортів Таурус і ЕС Тенор на цих варіантах вони становили 43072,9 грн/га і 192,5 % та 49696,9 грн/га і 213,6 %. В середньому вихід енергії з урожаєм і коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Сігалія становив 45,0 ГДж/га і 5,08, а у сортів Таурус і ЕС Тенор – 36,0 ГДж/га і 4,30 та 41,3 ГДж/га і 4,77, відповідно.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для аграрних господарств, розміщених в Правобережному Лісостепу України, що проводять свою діяльність, відповідно до принципів і регуляторних актів органічного виробництва, рекомендується вирощувати сорт сої Сігалія з використанням передпосівної інокуляції насіння препаратом Біомаг соя і підгортанні рослин у фазі 1-го справжнього листка.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. Боротьба з бур'янами в посівах сої в Лісостепу України. *Пропозиція*. 2001. № 1. С. 54–55.
2. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої: монографія. Київ: Урожай, 1993. 432 с.
3. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
4. Бабич А. О., Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця. 2011. № 69. С. 108–112.
5. Бабич А. Сорти сої і перспективи виробництва її в Україні. *Пропозиція*. 2017. № 4. С.46–49.
6. Бабич А. Сортові ресурси сої для Лісостепу. *Аграрний тиждень. Україна*.2012. № 15. С. 14.
7. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56.
8. Бабич А., Петриченко В. Соевий пояс України. *Земля і люди України*. 1992. №5. С. 14–15.
9. Бабич А.О., Новохацький М.Л. Вплив прийомів технології вирощування на вміст сирого білка в зерні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 93–95.
10. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 2. С. 34–39.
11. Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю.О. Прояв і мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослини» у гібридів та сортів сої різних груп стиглості. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С.128–133.

12. Баранов А. І., Ступніцька О. С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2014. № 7. С. 118–121.

13. Бахмат М., Бахмат О., Хмелянчишин Ю. Технологічні основи органічного землеробства і рослинництва: навчальний посібник. Кам'янець Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2022. 336 с.

14. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: монографія. Кам'янець-Подільський: Зволейко Д. Г, 2012. 436 с.

15. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах західного регіону України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 66. С. 103–108.

16. Бахмат О. М., Трач І. В. Особливості росту, розвитку і фотосинтетичної активності росту сої. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2013. Вип. 21. С. 8–12.

17. Бербенець О.В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С.41–45.

18. Бикін А. В., Генгало Н. О. Інокуляція насіння як спосіб оптимізації умов живлення сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. № 149. С. 117–125.

19. Білко В. Вітчизняні інноваційні технології на сої. *Пропозиція*. 2013. № 2. С. 86–87.

20. Білявська Л. Г. Сучасні напрями та завдання в селекції сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2009. № 2. С. 38–40.

21. Боровський В. Соя їжа, ліки, корми. *Вісник НАН України*. 2011. № 3. С.43–46.

22. Бурда Р. І., Власова Н. Л., Мирівська Н. В., Ткач Є. Д. Наукові назви бур'янів. Київ: Колобіг, 2004. 96 с.

23. Василенко М. Г., Дерик Г. І. Оцінювання агротехнологій вирощування соїна сірих на лісових ґрунтах. *Хімія. Агроніомія. Сервіс*. 2011. № 9. С. 60–67.
24. Віннічук Т. Альтернатива є: біологічні препарати. *Пропозиція*. 2013. № 4. С. 74–75.
25. Віннічук Т. С., Вишнівський П. С., Юла В. М., Любчич О. Г. Технології вирощування сільськогосподарських культур за органічного землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2016. № 1. С. 211–214.
26. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Тищенко О. Д., Марченко Т.Ю. Аналіз та оцінка генетичних ресурсів рослин Інституту зрошеного землеробства НААН. *Фактори експериментальної еволюції організмів: Збірник наукових праць Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова*. 2017. Том 20. С. 116–121.
27. Вожегова Р. Сорт має значення. *The Ukrainian Farmer*. 2021. №11. С.5–6.
28. Вожегова Р.А., Боровик В.О., Марченко Т.Ю., Рубцов Д.К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і врожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Вип. 4. С. 62–68.
29. Вожегова, Р. А., Боровик, В. О., Біднина, І. О., Рубцов, Д. К., Марченко, Т. Ю. Особливості зразків сої (*Glycine max.(L.) Merr.*) в умовах зрошення Півдня України. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. №23. С. 23–27.
30. Вожегова, Р. А., Боровик, В. О., Грабовський, М. Б., Марченко, Т. Ю., Грабовська, Т. О. Нішеві культури–нові можливості агропромислового комплексу України. *Аграрні інновації*. 2022. №13. С. 181–189.
31. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск третій (олійні, технічні, прядильні та кормові культури). Київ : Алефа, 2001. 76 с.

32. Воробей Н. А. Селекція генетично маркованих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* за симбіотичними властивостями. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2013. №. 45. С. 173–182.
33. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник*. № 111. 2020. С. 44–49.
34. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11. №1. С. 5–12.
35. Голохоринська М.Г. Перспективи селекції та вирощування зернових культур на Буковині. *Кормовиробництво в умовах глобальних економічних відносин та прогнозованих змін клімату*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Вінниця, 24-25 вересня 2013 р. Вінниця, 2013. С. 6–7.
36. Гордійчук Н. Інокулянти для сої: екологічно безпечна та економічно вигідна технологія підвищення врожайності. *Агроном*. 2011. № 1. С. 150–152.
37. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бомко С. О. Формування врожаю сої залежно від складових агротехнології. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2021. 205 с.
38. Грабовська Т. О. Вплив сегетальної рослинності на продуктивність сільськогосподарських культур за органічного вирощування. *Агробіологія*. 2017. № 2. С. 91–97.
39. Грабовська Т., Лавров В., Грабовський М. Чи варто довіряти органічній продукції? *Екологічний вісник*. 2021. №5 (129). С. 22–26.
40. Грабовська Т.О., Грабовський М.Б., Мельник Г.Г. Урожайність та якість сортів пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія*. 2016. №2. С. 38–45.



41. Грабовський М. Б. Регулювання рівня забур'яненості посівів сорго цукрового агротехнічними і хімічними методами. *Карантин і захист рослин*. 2018. №3 (247). С. 33–37.

42. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. №. 1. С. 57–62.

43. Грабовський М. Б., Качан Л.М., Німенко С. С. Вплив елементів технології вирощування на тривалість вегетаційного періодів сортів сої за органічного вирощування. *Органічне агровиробництво: освіта і наука: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції*, м. Київ, 21 листопада 2023 р. Київ, 2023. НМЦ ВПФО. С.

44. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Забур'яненість посівів сої за органічного вирощування. *Герботологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві: матеріали XIII науково-практичної конференції*, м. Київ, 15 березня 2023 р. Київ, 2023. С. 16–18.

45. Грабовський М. Б., Німенко С. С., Козак Л. А. Продуктивність сортів сої для за вирощування в умовах органічного виробництва. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*, м. Полтава, 30 вересня, 2022 р. Полтава, 2022. С. 58–60.

46. Грабовський М. Б., Німенко С. С., Козак Л. А., Качан Л. М. Формування листкової поверхні рослин сої залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів за органічного вирощування. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, м. Умань, 4 листопада 2022 р. Умань, 2022. С. 29–31.

47. Грабовський М.Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на ріст та розвиток кукурудзи. *Агробіологія*. 2017. №2 (135). С. 45–54.

48. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ображій С.В. Формування продуктивності сумісних посівів кукурудзи і сорго цукрового залежно від заходів захисту рослин від бур'янів. *Агробіологія*. 2016. №1 (124). С. 28–36.

49. Грабовський М.Б., Німенко С.С. Особливості формування висоти рослин сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 54–63.

50. Грабовський М.Б., Німенко С.С. Перспективи вирощування сої за органічного виробництва. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 31 жовтня 2019 р. Біла Церква, 2019. С. 8–10.*

51. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Грабовська Т. О., Лозінський М. В., Козак Л. А. Порівняльна оцінка урожайності та якісних показників сортів сої за традиційної та органічної технології вирощування. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 1. С. 113–122.

52. Грабовський М.Б., Німенко С.С., Козак Л.А. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів та інокулювання насіння на симбіотичну активність сої. *Зелене повосенне відновлення продовольчих систем в Україні: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Одеса, 26 січня 2023 р. Одеса, 2023. С. 246–250.*

53. Григорчук Н. Ф., Якубенко О. В. Створення сортів сої скоростиглого типу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. №. 19. С. 43–48.

54. Григорчук Н. Ф., Якубенко О. В. Вихідний матеріал сої для створення ранньостиглих сортів. *Корми і кормовиробництво*. 2012. №. 73. С. 72–77.

55. Гутянський Р. А. Конкурентоспроможність сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду у відношенні до бур'янів. *Селекція і насінництво*. 2008. №95. С.266–272.

56. Дерев'янський В. П., Каленська С. М. Економічна та енергетична оцінка технологій вирощування сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2012. № 1 (30). т. 1. С. 137–143.

57. Дерев'янський В.П. Урожайність сої залежно від способів внесення ризоторфіну. *Збірник наукових праць інституту землеробства УААН*. 2004. Вип. 4. С. 55–64.

58. Дерев'янський В. П. Соя (Історія походження). К.: Укр. ІНТЕІ, 1996. 185 с.

59. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. Київ, 2022. 537 с.

60. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>

61. Дідора В. Г., ДЕРЕБОН І. Ю., БОНДАР О. Є., ВЛАСЮК М. В. Вплив елементів органічної технології вирощування на продуктивність сої в умовах Полісся України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7-8 (70). С. 36–41.

62. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Баранов А. І. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2013. № 1 (1). С. 80–83.

63. Дідур І. М. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 50–57.

64. Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 48–60.

65. 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.

66. ДСТУ 4964:2008 Соя. Технічні умови [Текст]. Взамен ГОСТ 17109-88 ; Введ. с 2010.07.01.10. 25 с.

67. Дубинська О. Д. Вплив інокуляції бульбочковими й ендоефітними бактеріями на урожайність та якість насіння сортів сої в умовах зрошення південного Степу. *Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів*, м. Дніпро, 30-31 травня 2019 р. Дніпро, 2019. С. 69–70.

68. Жеребко В. М., Жеребко Ю. В. Особливості захисту сої від забур'янення в післясходовий період. *Пропозиція*, 1998. № 6. С. 30–31.

69. 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.

70. Забарна Т. А. Вплив позакореневих підживлень на показники симбіотичної діяльності сої. *Polish journal of science*. 2020. № 25. С. 6–11.

71. Заболотний Г. М., Сполітак Н. М. Динаміка висоти рослин сої залежно від моделей технології вирощування. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2009. № 38. С. 32–38.

72. 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: ФОП Корзун Д.Ю., 2020. 276 с.

73. Заболотний Г. М., Циганський В. І., Циганська О. І. Урожайність та енергетична ефективність вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2015. №. 9. С. 151–154.

74. Зайцев О. Застосування інтенсивної технології вирощування, шлях до підвищення урожайності сої. *Пропозиція*. 2004. № 2. С. 44–45.

75. Зуза В. С., Гутянський Р. А. Вплив забур'яненості на врожайність сої. *Вісник аграрної науки*, 2008. № 1. С. 21–24.

76. 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.

77. Іванів М. О., Возняк В. В. Формування асиміляційної листкової поверхні сортів сої залежно від елементів технології в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 56–66.

78. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2012. №. 71. С. 34–40.

79. Іванюк С. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. *Корми і кормовиробництво*. 2012. №73. С. 67–71.

80. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія: посібник. Київ : Аристей, 2006. 284 с.

81. Каленська С. М., Лопатько К. Г., Новицька Н. В. та ін. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. № 5 (27). С. 1–11.

82. Калініченко В. М. Вплив агрокліматичних умов на урожайність і якість зерна сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2003. № 6. С. 98–100.

83. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у північному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 9. С.36–42.

84. Квасніцька Л. С., Власюк О. С. Економічна та енергетична доцільність екологічно безпечних елементів технології вирощування сої. *Аграрні інновації*. 2022. №. 13. С. 66–71.

85. Кирилюк В. П. Як основний обробіток ґрунту та удобрення впливають на забур'яненість посівів буряків цукрових. *Цукрові буряки*. 2012. № 6. С. 8–10.

86. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н., Посилаєва О. О., Чернищенко П. В. Соя (*Glycine max (L.) Merr.*): монографія. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2016. 400 с.

87. Киричок М. І., Зінченко О. А. Особливості забур'янення посівів та формування врожайності сої за різних строків конкуренції з бур'янами. *Новітні агротехнології*. 2021. №9. <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.258031>

88. Киричок М.І. Особливості захисту посівів сої від бур'янів в умовах Правобережного Лісостепу України: *Новітні агротехнології*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 3 червня 2021 р., Київ, 2021. С. 22.

89. Клименко Т. В., Трембіцька О. І. Зміна температурного режиму повітря та гідротермічного коефіцієнта (ГТК) вегетаційного періоду у зоні Полісся України. *Sciences of Europe*. 2021. №. 78-2. С. 5–7.

90. Кліщенко С. В. Контроль бур'янів у посівах сої. *Захист рослин*. 2003. № 5. С. 13–16.

91. Кобак С. Я. Якісна інокуляція – перший крок до високого врожаю. *Агрономія сьогодні*. 2016. № 1-2. С. 53–55.

92. Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В. Вплив прийомів сортової технології на формування симбіотичної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 2013. Т. 76. С. 139–145.

93. Колісник С. І., Кобак С. Я., Шкатула Ю. М. Ефективність бактеріальних добрив у агроценозах сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2012. № 1 (57). С. 30–34.

94. Комок М. С., Волкогон В. В., Косенко Л. В. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої в залежності від впливу біопрепарату. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2010. Вип. 11. С. 7–9.

95. Коробко А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. №. 4. С. 125–134.
96. Коцур Н. І., Варивода К. С., Дзюбенко О. В., Носаченко В. М. Аналіз бур'янового компонента в посівах сої: валеологічний аспект. *Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути*: матеріали XV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Київ, 29 квітня 2021 р., Київ, 2021. С. 260–269.
97. Крутило Д. В., Волкова І. В. Серологічне різноманіття бульбочкових бактерій сої у ґрунтах України. *Агроекологічний журнал*. 2012. №. 4. С. 66–71.
98. Кулик С. М. Формування симбіотичного апарату та зернова продуктивність сої залежно від удобрення в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2016. №. 4. С. 149–153.
99. Лавриненко, Ю. О., Вожегова, Р. А., Клубук, В. В., Марченко, Т. Ю. Прояв і мінливість ознак «висота рослин» і «висота кріплення нижнього бобу» у сортів та гібридів сої різних груп стиглості при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2013. №83. С. 67–74.
100. Лавриненко, Ю. О., Клубук, В. В., Марченко, Т. Ю., Мельник, М. А. Селекційно-агротехнічні аспекти збільшення виробництва сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2012. № (58). С. 107–111.
101. Лебідь Є. М., Циков В.С., Матюха Л. П., Шевченко М. С. Методика проведення польових дослідів по визначенню забур'яненості та ефективності засобів її контролювання в агрофітоценозах. Дніпропетровськ, 2008. С. 5–10.
102. Любич В. В., Войтовська В. І., Третьякова С. О., Климович Н. М. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського НУС*. Умань, 2020. № 2. С. 32–37.
103. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в

правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №18. С. 5–17.

104. Мазур О. В. Вивчення зв'язку тривалості вегетаційного періоду з урожайністю сортів рослин сої. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. №10 (50). С. 100–105.

105. Малиновська І.М. Агроекологічні основи мікробіологічної трансформації біогенних елементів ґрунту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: 03.00.16. «Екологія». Київ, 2003. 34 с.

106. Маліченко С. М., Даценко В. К. Дослідження ефективності інокуляції сої окремими штамми ризобій та їх композиціями. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. 2009. Т 1. С. 421–427.

107. Маменко П. М., Маліченко С. М., Омельчук С. В. Ефективність симбіозу та продуктивність сої, інокульованої новими аналітично селекціонованими культурами *Bradyrhizobium japonicum*. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : Біологія*. 2014. Вип. 1. С. 72–78.

108. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. *Агроном*. 2013. № 1. С. 152–153.

109. Марченко Т. Ю. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах зрошення півдня України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №. 3 С. 75–78.

110. Марченко Т. Ю. Характер мінливості господарсько-цінних ознак сої в умовах зрошення Півдня України. *Селекція і насінництво*. 2005. Т. 90. С. 187–194.

111. Маслак О. Соя: зростання виробництва та споживання. *Пропозиція*. 2011. № 8. С. 52–54.

112. Медведовський О.К. Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 206 с.



113. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Т. 113. С. 85–91.

114. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109 (1). С. 76–83.

115. Мельник С.І., Попова О.П., Коцюбинська Л.М. Економічна ефективність виробництва товарної продукції сої культурної в науковій сівозміні. *Агросвіт*. 2019. № 23. С. 49–53.

116. Михайлов В.Г., Стрихар А.Є., Щербина О.З., Черненко Є.В. Основи технології вирощування сої. Київ: ВП «Едельвейс», 2012. 24 с.

117. Міленко О. Г. Висота прикріплення першого боба у рослин сої залежно від сорту, норм висіву та способів догляду за посівами. *Прикладна наука та інноваційний шлях розвитку національного виробництва*: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції, м. Тернопіль, 7–18 жовтня 2013 р. Тернопіль, 2013. С. 26–29.

118. Міленко О. Г. Динаміка висоти рослин сої залежно від агротехнічних факторів. *Формування стратегії науково-технічного, екологічного і соціально-економічного розвитку суспільства*: матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції, м. Тернопіль, 5–6 грудня 2013 р. Тернопіль, 2013. С. 30–32.

119. Міленко О. Г. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від сорту, норм висіву насіння та способів догляду за посівами. *Таврійський науковий вісник*, 2015. Вип. 91. С. 49–55.

120. Мірошник Н.В., Лавров В.В., Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Тесленко І.К. Порівняльний аналіз екологічної структури фіторізноманіття полезахисних лісосмуг на полях органічного та традиційного виробництва. *Екологічні науки*. 2020. № 3(30). С.64–72.

121. Міхеєв В. Г. Урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від погодних умов року та різних норм висіву в східній частині Лісостепу України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. № 14. С. 95–100.

122. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І. Формування врожаю сої залежно від технологічних елементів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2015. № 2 (50), т. 1. С. 279–285.

123. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І., Галиш О. І. Формування елементів структури врожаю сої залежно від способів основного обробітку ґрунту, удобрення та передпосівної обробки насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2017. №84. С. 114–119.

124. Моргун В. В., Коць С. Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. *Вісник Національної академії наук України*. 2018. № 1. С. 62–74.

125. Мосьондз Н. П. Вплив технологічних заходів на вміст сирого протеїну і жиру у насінні сої в умовах північної частини Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2014. № 3. С. 94–99.

126. Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу: автореф. дис..... канд. с.-г. наук: 06.01.09. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2016. 21 с.

127. Мурач О. М., Вокогон В. В. Особливості формування симбіотичного апарату сої та продуктивність культури за впливу ризогуміну, мікроелементів і стимулятора росту рослин. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 87–98.

128. Нагорний В. І. Досвід та особливості вирощування сої в північно-східному Лісостепу України. *Хімія. Агронія. Сервіс*. 2008. № 1-2. С. 8–9.

129. Нагорний В. І. Особливості вирощування сортів сої різних груп стиглості в північно-східному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2012. №. 74. С. 87–93.

130. Надкернична О. В., Ковалевська Т. М., Козар С. Ф. Особливості впливу деяких азотфіксуючих бактерій на розвиток рослин сої. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, Вип. 27. 2001. С. 112–114.

131. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. Гадзало Я. М., Камінського В. Ф. Київ: Аграрна наука, 2016. 592 с.

132. Нетіс В. І., Онуфран Л. І. Світловий режим посівів сої та його залежність від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 102–107.

133. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Енергетична оцінка елементів органічної технології вирощування сої. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Умань, 11–13 жовтня 2023 р. Уманський національний університет садівництва, 2023. С. 100–101.*

134. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Особливості підбору сортів сої для органічного вирощування. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, с. Центральне, 16 листопада 2022 р. с. Центральне, 2022. С. 141–142.*

135. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А., Вплив елементів технології вирощування на зміну висоти рослин сої за органічного виробництва. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали V Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, м. Кам'янець-Подільський, 25 травня 2022 р. Кам'янець-Подільський, 2022. С. 107–108.*

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

137. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на фітосанітарний стан посівів сої за органічного вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 78. С. 69–74.

138. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59.

139. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 89–97.

140. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Городецький О.С. Зміна листової поверхні сої залежно від заходів догляду за посівами. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 21 жовтня 2021 р. Біла Церква, 2021. С. 4–6.

141. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Качан Л.М., Городецький О. С. Економічна оцінка вирощування сої за органічного виробництва. *Агроекологічна безпека і раціональне землекористування зони Полісся*: матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, м. Житомир, ІСПП НААН, 12 жовтня 2023 р. Житомир, 2023. С. 62–64.

142. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Козак Л.А. Оцінка роботи симбіотичного апарату у рослин сої за органічного вирощування. *Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур*: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики, м. Полтава, 15 травня 2023 року. Полтава, 2023. С. 139–142.

143. Німенко С.С., Грабовський М.Б., Козак Л.А. Продуктивність сортів сої за органічної технології вирощування. *Зернова галузь – проблеми*

*та перспективи технологічного забезпечення: матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова, м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р. ДУ ІЗК НААН, 2023, С. 144–145.*

144. Онуфран, Л. І., Нетіс, В. І. Поглинання та використання сонячної енергії посівами сої за різних умов вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 2. С. 107–115.

145. Органічне агровиробництво: освітні аспекти: посібник / за ред. Милованова Є. В. Київ: Органік Прінт, 2018. 64 с.

146. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В. О. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

147. Павленко Г. В. Вплив елементів технології вирощування на якість насіння сої в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ Інституту землеробства НААН*. 2015. Вип. 1. С. 72–79.

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

149. Патика В. П., Гнатюк Т. Т., Булеца Н. М., Кириленко Л. В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. № (2). 12–20.

150. Патика В. П., Панченко Г. М., Зарицький М. М. Сільськогосподарська мікробіологія на допомогу аграрному виробництву. *Збірник наукових розробок*. Чернігів, 2001. 57 с.

151. Патика В. П., Петриченко В. Ф. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 3–11.

152. Первачук М. В., Врадій О. І. Симбіотична фіксація азоту та роль мікроорганізмів у ґрунтоутворенні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. №. 1. С. 102–113.

153. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.

154. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М., Колісник С. І., Лихочвор В. В., Пида С. В. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. *Мікробіологічний журнал*. 2018. № 80 (5). С. 63–75.

155. Пиндус В. В. Вплив елементів біологізації технології на якісні показники насіння сої. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2013. №3-4. 853–92.

156. Пиндус В. В. Формування продуктивності сортів сої за органічного землеробства в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2014. 20 с.

157. Пиндус В., Гуцаленко О., Омельчук С., Василенко Л., Горбань С. Основи органічного рослинництва: навчальний посібник. Київ: Науково-методичний центр ВФПО, 2022. 326 с.

158. Плаксюк Л. Б., Вдовиченко А. В., Терновий Ю. В. Оцінка гербологічної ситуації на посівах сої у перехідному періоді до органічного землеробства в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2017. №. 1. С. 123–126.

159. Правдива Л. А., Грабовський М. Б., Лозінський М.В., Качан Л. М. Контролювання забур'яненості посівів сої агротехнічними заходами в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 62–68.

160. Правдива Л.А., Бойко І.І., Грабовський М.Б., Марчук О.О. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сорго цукрового та забур'яненість посівів. *Карантин і захист рослин*. 2018. №8. С. 83–11.

161. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Закон України від 10.07.2018 № 2496-VIII. Відомості Верховної Ради. 2018. № 36. С.275.

162. Прус Л. І. Вплив агротехнічних заходів на біологічну активність ґрунту, стійкість проти хвороб та продуктивність сої. *Карантин і захист рослин*. 2016. №7 (238). С.4–8.

163. Прус Л.І. Реакція сої на застосування агротехнічних заходів за різних погодних умов року. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т.13, №2. С.172–177.

164. Прус Л.І. Формування площі листкової поверхні та продуктивності сортів сої залежно від інокуляції, сидерації і обприскування посівів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 1 (43). С.37–41.

165. Рекомендації по ефективному застосуванню мікробіологічних препаратів у сучасному ресурсозберігаючому землеробстві. Чернігів, 1999. 22 с.

166. Рибальченко А. М. Сучасне виробництво сої: світові тренди та вітчизняні реалії. *Discovering New Horizons in Science and Prospects for Implementation of Innovations: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference, Dnipro, July 7-8, 2022*, С. 124.

167. Семцов А. В. Реакція рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах центрального Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2000. № 2. С. 71–72.

168. Сингх Г. Соя: біологія, виробництво, використання. Київ: «Зерно», 2014. 656 с.

169. Січкач В. Вплив еколого-географічних факторів на тривалість вегетаційного періоду колекційних сортозразків сої. *Уманський державний аграрний університет: Збірник наукових праць*, 2005. Вип. 60. С. 76–83.

170. Соя: монографія / В. Ф. Петриченко, В. В. Лихочвор, С. В. Іванюк та ін. Вінниця: «Діло», 2016. 392 с.

171. Створення вихідного матеріалу для селекції сої на адаптивність в умовах зрошення півдня України: монографія / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Клубук В.В., Боровик В.О. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 180 с.
172. Сторчоус І. М. Контроль бур'янів на сої в другій половині вегетації. *Агроном*, 2011. № 4. С. 87–89.
173. **Сторчоус І.** Соя без бур'янів. *Агробізнес сьогодні*. 2013. №10. С.2–6.
174. Телекало Н. В., Блах М. В. Біологічний азот, як запорука екологічної безпеки ґрунтів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 155–164.
175. Темрієнко О. О. Економічна та енергетична ефективність технологій вирощування сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. №. 85. С. 142–149.
176. Темрієнко О. О. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу Правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету: сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. 9. С. 187–199.
177. Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннева продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. 2018. *Таврійський науковий вісник*. № 100 . Т. 2. С. 76–85.
178. Терновий Ю. В., Городиська І. М., Чуб А. О., Плаксюк Л. Б. Сортовий асортимент сої для органічного виробництва. *Агроекологічний журнал*. 2018. №3. С. 45–51.
179. Титова Л. В., Дубинська О. Д. Продуктивність сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими й ендосфитними бактеріями в умовах зрошення Південного Степу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. 67(2). 228–239.



180. Ткачук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньо пізньостиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 24. С. 5–15.

181. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айкант, 2013. 387 с.

182. Федорук І.В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 110–116.

183. Федорук Р. С., Матюха І. О. Перспективи та передумови зростання виробництва і використання сої та продуктів її переробки в Україні. Біологічна роль поживних та антипоживних компонентів сої. *Агроекологічний журнал*. 2008. Спецвипуск. С. 243–247.

184. Фурман В. А., Фурман О. В., Губар М. І., Свистунова І. В. Вплив інокуляції та удобрення на формування симбіотичної та насінневої продуктивності сої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 137–145.

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

186. Циганська О.І., Циганський В.І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 13. С. 105–118.

187. Черенков А.В., Артеменко С.Ф., Толкачов М.З. Реакція рослин сої сорту Аметист на інокуляцію. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 58. С. 236–240.

188. Чинчик О. С. Технологічні аспекти формування симбіотичної та зернової продуктивності сої в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Вісник Львівського НАУ. Серія Агронімія*. 2012. № 16. С. 278–282.

189. Шевніков М. Я., Галич О. П., Лотиш І. І., Міленко О. Г. Деякі параметри господарсько-цінних ознак сорту сої для умов Лівобережного

Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 3. С. 40–43.

190. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Біоенергетична оцінка вирощування сої за різних технологій. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 94. С. 83–87.

191. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на вміст протеїну та олії в насінні сої. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 20. С. 84–90.

192. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Економічна оцінка вирощування сої за різних технологій. *Агробіологія*. 2015. № 2. С. 83–86.

193. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Міжвидова конкуренція та забур'яненість посівів сої залежно від моделі агрофітоценозу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 3 (86). С. 116–123.

194. Шевніков М. Я., Коблай О. О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої і кукурудзи: монографія. Полтава: ФОП Крюков Ю. С., 2015. 258 с.

195. Шепілова Т. П. Вплив способів сівби і норм висіву насіння на чисту продуктивність фотосинтезу сої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2010. № 15. С. 135–138.

196. Шовкова О. В., Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 2 (84). doi:10.31548/dopovidi2020.02.015

197. Absy R., Yacoub I. H. Prediction of Critical Periods for Weed Interference in Soybean. *Journal of Plant Production*. 2020. Т. 11. № 1. Р. 25–34.

198. AgroPolit.com. Organic Production in Ukraine is Growing 5 Times Faster than in the EU. 17 June 2019. URL: <https://agropolit.com/news/12556-organicne-virobnitstvo-v-ukrayini-zrostaye-u-5-raziv-shvidshe-nij-v-yes>

199. AgroPortal. Organic Ukraine in Infographic. 13 March 2019. URL: <https://agroportal.ua/en/publishing/infografika/organicheskaya-ukraina-v-infografike/>
200. Ahmead M., Khan M. S. Pesticides as antagonists of rhizobia and the legume-rhizobium symbiosis: a paradigmatic and mechanistic outlook. *Biochemistry and Molecular Biology*. 2013. Vol. 1, №4. P. 63–75.
201. Akdemir S., Akcaoz H., Kizilay H. An analysis of energy use and input costs for apple production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2012. № 10(2). P. 473–479.
202. Alagbo O., Spaeth M., Saile M., Schumacher M., Gerhards R. Weed Management in Ridge Tillage Systems. A Review. *Agronomy*. 2022, №12(4). 910.
203. Arce G. D., Pedersen P., Hartzler, R. G. Soybean seeding rate effects on weed management. *Weed Technology*. 2009. №23(1). P. 17–22.
204. Balandreau J., Knowles R. The rhizosphere. Interactions between nonpathogenic soil microorganisms and plants / Eds Y. R. Dommergues, S. V. Krupa. Amsterdam: Elsevier, 1978. P. 243–268.
205. Ball M. G., Caldwell B. A., DiTommaso A., Drinkwater L. E., Mohler C. L., Smith R. G., Ryan M. R. Weed community structure and soybean yields in a long-term organic cropping systems experiment. *Weed Science*. 2019. №67(6). P. 673–681.
206. Bashan Y., Levanony H., Whitmoyer R. E. Root surface colonization of non-cereal crop plants by pleomorphic *Azospirillum brasilense* Cd. *J. Gen. Microbiol.* 1990. 137. P. 187–196.
207. Bikrol A., Saxena N., Singh K. Response of Glycine max in relation to nitrogen fixation as influenced by fungicide seed treatment. *African J. Biotechnol.* 2005. Vol. 4, № 7. P. 667–671.
208. Burnside O. C. Soybean (*Glycine max*) growth as affected by weed removal, cultivar, and row spacing. *Weed science*. 1979. №27 (5). P. 562–565.

209. Carkner M. K., Entz M. H. Growing environment contributes more to soybean yield than cultivar under organic management. *Field Crops Research*. 2017. T. 207. P. 42–51.

210. Cheriére T., Lorin M., Corre-Hellou G. Species choice and spatial arrangement in soybean-based intercropping: Levers that drive yield and weed control. *Field Crops Research*. 2020. T. 256. P. 107923.

211. Cober E. R., Morrison M. J. Genetic Improvement Estimates, from Cultivar $\times$  Crop Management Trials, Are Larger in High-Yield Cropping Environments. *Crop Science*. 2015. T. 55. №. 4. P. 1425–1434.

212. Cox W., Cherney J., Sorrells M. Agronomic comparisons of organic and conventional soybean with recommended and high inputs during the first 4 years of organic management. *Agronomy*. 2019. №9(10). 602.

213. Datta A., Ullah H., Tursun N., Pornprom T., Knezevic S. Z., Chauhan B. S. Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Crop protection*. 2017. №95. P. 60–68.

214. Description of the environmental damage on soybean seeds /M. R. Arango, R. M. Craviotto [and others]. *Seed Science and Technology*, 2006. Vol. 34. P. 133–141.

215. Đorđević V., Malidža G., Vidić M., Milovac Ž., Šeremešić S. Методичні рекомендації із вирощування не-ГМ сої у дунайському регіоні. Асоціація «Дунайська Соя» : Київ, 2021, 64 с.

216. Dubynska O., Tytova L. Influence of endophytic-rhizobial inoculation on the formation of leaf surface area, symbiotic apparatus and yield of soybean under irrigation conditions in the south of Ukraine. *European Journal of Technical and Natural Sciences*. Vienna. 2021. № 2-3. P. 3–8.

217. Etesami H. Root nodules of legumes: a suitable ecological niche for isolating non-rhizobial bacteria with biotechnological potential in agriculture. *Current Research in Biotechnology*. 2022. T. 4. P. 78–86.

218. EUROStat 2021 <https://www.ec.europa.eu/eurostat/de/>

219. Eurostat. (2021). European Commission. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat>

220. Fahrizal I., Rahayu A., Rochman N. The response of soybean plants of mycorrhizal abuscules and application of phosphorus fertilizers in acid soils. *Journal Agronida*. 2017. №3(2). P. 95–105.

221. Fipke, G. M., Martin, T. N., Muller, T. M., Cunha, V. D. S., Munareto, J. D., Schonell, A. T., Rossato, A. D. C. Osmoprotectant in soybean seeds can increase the inoculation and co-inoculation time in pre-sowing. *Australian Journal of Crop Science*. 2020. №14(6). P. 905–912.

222. Fox C., Cary T., Colgrove A., Nafziger E., Haudenshield J. S., Hartman G. L., Specht J., Diers B. W. Estimating soybean genetic gain for yield in the northern united states–influence of cropping history. *Crop Science*. 2013. №53. 2473–2482.

223. Garg N., Geetanjali A. Symbiotic nitrogen fixation in legume nodules: process and signaling: a review. *Sustainable agriculture*. 2009. P. 519–531.

224. Gawęda D., Haliniarz M., Bronowicka-Mielniczuk U., Łukasz J. Weed infestation and health of the soybean crop depending on cropping system and tillage system. *Agriculture*. 2020. №10(6). 208.

225. Gawęda D., Nowak A., Haliniarz M., Woźniak, A. Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems. *International journal of plant production*. 2020. №14(3). pp. 475–485.

226. Gerhards R., Andujar Sanchez D., Hamouz P., Peteinatos G. G., Christensen, S., Fernandez-Quintanilla C. Advances in site-specific weed management in agriculture – A review. *Weed Research*. 2022. №62(2). P.123–133.

227. Gonçalves S. L., Farias J. R. B., Sibaldelli R. N. R. Soybean production and yield in the context of global climatic changes. *CABI Reviews*. 2021. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20211601>

228. Grabovska T., Lavrov V., Grabovskyi M. Insects diversity in soybean crops under organic and conventional farming. *Scientific Forum “From its roots, organic inspires science, and vice versa”, 6th ISOFAR conference at the 20th Organic World Congress 2021 in Rennes, France, September 8-10, 2021*. P. 179.

229. Grabovska T., Lavrov V., Rozputnii O., Grabovskyi M., Mazur T., Polishchuk Z., Priszajhnjuk N., Bogatyr L. Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. №10(4). P. 96–101.

230. Grabovskyi M., Fedoruk Yu., Pravdyva L., Grabovska T., Kurylo V., Fedoruk N. Influence of agrotechnical and chemical measures on weediness in sweet Sorghum crops (*Sorghum Bicolor*) and the output of biogas. *EurAsian Journal of BioSciences*. 2018. №12. P. 347–353.

231. Hanhur V., Marenych M., Yeremko L., Yurchenko S., Hordieieva O., Korotkova I. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020. №26(2). P. 365–374.

232. Harder D. B., Sprague C. L., Renner K. A. Effect of soybean row width and population on weeds, crop yield, and economic return. *Weed Technology*. 2007. №21(3). P. 744–752.

233. Hartman G. L., Bowen C. R., Haudenshield J. S., Fox, C., Cary T. R., Diers B.W. Evaluation of disease and pest damage on soybean cultivars released from 1923 through 2008 under field conditions in central illinois. *Agron. J.* 2015. №107. P. 2373–2380.

234. Hartman G. L., Pawlowski M. L., Herman T. K., Eastburn D. Organically grown soybean production in the USA: Constraints and management of pathogens and insect pests. *Agronomy*. 2016. №6(1). P. 16–22.

235. Jannink J-L, Lorenz A. J., Iwata H. Genomic selection in plant breeding: from theory to practice. *Brief Funct Genomics*. 2010. №9. P. 166–177.

236. Kanatas P., Travlos I., Papastylianou P., Gazoulis I., Kakabouki I., Tsekoura A. Yield, quality and weed control in soybean crop as affected by several cultural and weed management practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020. №48(1). P. 329–341.

237. Karges K., Bellingrath-Kimura S. D., Watson C. A., Stoddard F. L., Halwani M., Reckling M. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*. 2022. №133. 126415.

238. Karjule A., Shelar V. Effect of pre-sowing seed priming treatments on seed yield and quality in kabuli chickpea. *International Journal of Chemical Studies*. 2019. T. 7. P. 70–74.
239. Kaur C., Maini P., Shukla N.P. Interaction studies of copper fungicides with biological environment of soil. *Current World Environ*. 2007. Vol. 2, №1. P. 89–92.
240. Kovacevic D., Oljaca S. Organic farming. University of Belgrade, Zemun, 2005. 39 p.
241. Lee, C., Choi, M. S., Kim, H. T., Yun, H. T., Lee, B., Chung, Y. S., Choi, H. K. Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]: Importance as a crop and pedigree reconstruction of Korean varieties. *Plant Breed. Biotechnol*. 2015. №3. P. 179–196.
242. Lindemann W. C., Randall G. W., Ham G. E. Tillage Effects on Soybean Nodulation, N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) Fixation, and Seed Yield. *Agronomy Journal*. 1982. №74 (6). P. 1067–1070.
243. Liu X., He J., Wang Y., Xing G., Li Y., Yang S, Gai J. Geographic differentiation and phylogeographic relationships among world soybean populations. *The Crop Journal*. 2020. №8(2). P. 260–272.
244. Malone R. W., O'Brien P. L., Herbstritt S., Emmett B. D., Karlen D. L., Kaspar T. C., Richard T. L. Rye-soybean double-crop: planting method and N fertilization effects in the North Central US. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2022. №37(5). P. 445–456.
245. Melander B., Lattanzi B., Pannacci E. Intelligent versus non-intelligent mechanical intra-row weed control in transplanted onion and cabbage. *Crop Protection*. 2015. №72. P.1–8.
246. Nehra V., Choudhary M. A review on plant growth promoting rhizobacteria acting as bioinoculants and their biological approach towards the production of sustainable agriculture. *Journal of Applied and Natural Science*. 2015. №7 (1). P. 540–556.

247. Nendel C., Reckling M., Debaeke P., Schulz S., Berg-Mohnicke M., Constantin J., Battisti R. Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. *Global Change Biology*. 2023. №29(5). P.1340–1358.

248. Nieuwenhuis R, Nieuwelink J, van Otterloo-Butler S. Cultivation of soya and other legumes. Wageningen, Agromisa. 2005. 123 p.

249. Nimenko S. S., Grabovskyi M. B., Grabovska T. A., Cierjacks A. Ecologization of soybean growing technology. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 30 березня 2023 р. Біла Церква, 2023. С. 202–204.*

250. Novytska N., Gadzovskiy G., Mazurenko B., Svistunova I., Martynov O. Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in western Polissya of Ukraine. *Agronomy Research*. 2020. 18(4). P. 2512–2519.

251. Ohnishi S., Miyoshi T., Shirai S. Low temperature stress at different flower developmental stages affects pollen development, pollination, and pod set in soybean. *Environmental and Experimental Botany*. 2010. Т. 69 №. 1. P. 56–62.

252. Ostapenko R., Herasymenko Y., Nitsenko V., Koliadenko S., Balezentis T., Streimikiene D. Analysis of production and sales of organic products in Ukrainian agricultural enterprises. *Sustainability*. 2020. №12(8). 3416.

253. Pannacci E., Lattanzi B., Tei F. Non-chemical weed management strategies in minor crops: A review. *Crop protection*. 2017. №96. P. 44–58.

254. Pannacci E., Tei F. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop protection*. 2014. №64. P. 51–59.

255. Pline W.A., Hatzios K.K., Hagood E.S. Weed and herbicide-resistant soybean (*Glycine max*) response to glufosinate and glyphosate plus ammonium sulfate and pelargonic acid. *Weed Technology*. 2000. Vol. 14. No. 4. P.667–674.

256. Pousset J. Agriculture sans herbicides, 2nd ed. Agriproduction. Editions France Agricole, Paris. 2016. 46 p.



257. Primieri S., Santos J. C. P., Antunes P. M. Nodule-associated bacteria alter the mutualism between arbuscular mycorrhizal fungi and N<sub>2</sub> fixing bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*. 2021. T. 154. P. 108149.

258. Reckling M., Döring T. F., Bergkvist G., Stoddard F. L., Watson C. A., Seddig S., Bachinger J. Grain legume yields are as stable as other spring crops in long-term experiments across northern Europe. *Agronomy for sustainable development*. 2018. №38. P.1–10.

259. Reinprecht Y., Schram L., Marsolais F., Smith T. H., Hill B., Pauls K. P. Effects of Nitrogen Application on Nitrogen Fixation in Common Bean Production. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01172>

260. Richard D., Leimbrock-Rosch L., Keßler S., Stoll E., Zimmer S. Soybean yield response to different mechanical weed control methods in organic agriculture in Luxembourg. *European Journal of Agronomy*. 2023. №147. 126842.

261. Richard D., Leimbrock-Rosch L., Keßler S., Zimmer S., Stoll, E. Impact of different mechanical weed control methods on weed communities in organic soybean cultivation in Luxembourg. *Organic Agriculture*. 2020. №10(Suppl 1). P. 79–92.

262. Rüdell E. C., Petrolli I. D. S., Santos F. M. D., Frandaloso D., Silva D. R. O. D. Weed interference capacity on soybean yield. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2021. №74(2). P. 9541–9547.

263. Shurtleff J. L., Coble H. D. Interference of certain broadleaf weed species in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*. 1985. №33(5). P.654–657.

264. Siczek A., Lipiec J. Soybean nodulation and nitrogen fixation in response to soil compaction and surface straw mulching. *Soil and Tillage Research*. 2011. №114 (1). P. 50–56.

265. Song, W., Sun, S., Ibrahim, S. E., Xu, Z., Wu, H., Hu, X., Han, T. Standard cultivar selection and digital quantification for precise classification of maturity groups in soybean. *Crop Science*. 2019. №59(5). P. 1997–2006.

266. Stepanovic S., Datta A., Neilson B., Bruening C., Shapiro C., Gogos G., Knezevic S. Z. The effectiveness of flame weeding and cultivation on weed control, yield and yield components of organic soybean as influenced by manure application. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2016. №31(4). P. 288–299.
267. Stoller E. W., Harrison S. K., Wax L. M., Regnier E. E., Nafziger E. D. Weed interference in soybeans (*Glycine max*). *Reviews of Weed Science*. 1987. №3. P.155–181.
268. Teasdale J. R., Mirsky S. B., Cavigelli M. A. Weed species and traits associated with organic grain crop rotations in the mid-Atlantic region. *Weed Science*. 2019. №67(5). P. 595–604.
269. Thrall P. H., Millsom D. A., Jeavons A. C., Waayers M., Harvey G. R., Bagnall D. J., Brockwell J. Seed inoculation with effective root-nodule bacteria enhances revegetation success. *Journal of applied ecology*. 2005. №42(4). P. 740–751.
270. Ulloa S. M., Datta A., Knezevic S. Z. Tolerance of selected weed species to broadcast flaming at different growth stages. *Crop Protection*. 2010. №29(12). P. 1381–1388.
271. Vollmann J., Wagentristl H., Hartl W. The effects of simulated weed pressure on early maturity soybeans. *European Journal of Agronomy*. 2010. Vol. 32. Is. 4. P. 243–248
272. Von der Crone C. Supply of organic soy from EU production for more sustainability. *Gazdaság és társadalom*. 2022. T. 14. №. 1. P. 62–76.
273. Voskobiinyk Y.P., Havaza I.V. Capacity of the organic produce market in Ukraine. *Agroinkom*. 2013. №4. P. 7–10.
274. Willer H., Lernoud J. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017. *Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International*. 2021. P. 1–336.
275. Zaefarian F, Rezvani M. Soybean (*Glycine max* [L.] Merr.) production under organic and traditional farming. In: AbtinBerkeh Scientific Ltd Company (ed)

Environmental stresses in soybean production, soybean production. 2016. vol 2. P. 103–129.

## **ДОДАТКИ**

**Висота рослин сої у сорту Таурус у 2020 р. залежно від заходів  
контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	27,3	55,4	62,6	88,3
	Легум Фікс	27,4	58,0	65,3	91,6
	Біоінокулянт БТУ-т	27,2	57,5	66,8	92,8
	Біомаг соя	27,5	58,2	67,0	93,1
Міжрядний обробіток	без інокулювання	29,8	58,0	64,9	91,9
	Легум Фікс	30,2	60,3	67,8	95,5
	Біоінокулянт БТУ-т	30,0	59,9	69,2	96,9
	Біомаг соя	30,2	60,6	69,6	97,3
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	23,5	59,6	66,5	93,8
	Легум Фікс	23,6	62,2	69,3	97,2
	Біоінокулянт БТУ-т	23,4	61,7	71,0	98,7
	Біомаг соя	23,7	62,2	71,4	99,2
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	20,4	61,2	68,5	96,0
	Легум Фікс	20,4	64,0	71,1	99,4
	Біоінокулянт БТУ-т	20,5	63,8	72,9	100,5
	Біомаг соя	20,5	64,8	73,5	100,8
Середнє		25,4	60,5	68,6	95,8
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,3	1,5	2,5	2,1
	В	0,3	0,3	0,7	0,6
	АВ	3,2	2,2	3,8	2,8

**Висота рослин сої у сорту ЕС Тенор у 2020 р. залежно від заходів  
контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	31,9	63,6	71,1	97,0
	Легум Фікс	31,6	65,2	74,4	99,6
	Біоінокулянт БТУ-т	32,1	65,5	74,6	100,0
	Біомаг соя	32,0	65,6	74,9	100,3
Міжрядний обробіток	без інокулювання	34,1	66,7	74,3	100,3
	Легум Фікс	34,4	68,9	77,9	103,0
	Біоінокулянт БТУ-т	34,4	69,1	78,1	103,9
	Біомаг соя	34,2	69,2	78,5	103,9
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	25,0	69,6	77,3	103,4
	Легум Фікс	24,8	71,4	80,6	106,0
	Біоінокулянт БТУ-т	25,1	71,6	81,1	106,0
	Біомаг соя	25,4	71,7	81,3	106,5
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	23,4	71,5	79,1	105,1
	Легум Фікс	23,5	73,4	82,5	107,8
	Біоінокулянт БТУ-т	23,8	73,7	82,8	108,3
	Біомаг соя	23,4	73,9	83,1	108,7
Середнє		28,7	69,4	78,2	103,7
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,3	1,5	2,5	2,1
	В	0,3	0,3	0,7	0,6
	АВ	3,2	2,2	3,8	2,8

## Висота рослин сої у сорту Сігалія у 2020 р. залежно від заходів

## контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	35,8	82,3	103,3	143,3
	Легум Фікс	36,0	85,6	105,8	147,5
	Біоінокулянт БТУ-т	36,0	86,0	106,6	148,4
	Біомаг соя	36,2	86,3	107,3	149,0
Міжрядний обробіток	без інокулювання	38,4	85,4	106,5	146,6
	Легум Фікс	38,2	89,3	109,3	150,9
	Біоінокулянт БТУ-т	38,2	89,6	110,1	152,3
	Біомаг соя	38,6	89,9	110,9	152,6
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	27,6	88,3	109,5	149,7
	Легум Фікс	27,5	91,8	112,0	153,9
	Біоінокулянт БТУ-т	27,5	92,1	113,1	154,4
	Біомаг соя	27,6	92,4	113,7	155,2
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	25,4	90,2	111,3	151,4
	Легум Фікс	25,6	93,8	113,9	155,7
	Біоінокулянт БТУ-т	25,6	94,2	114,8	156,7
	Біомаг соя	25,8	94,4	115,5	157,4
Середнє		31,9	89,5	110,2	151,6
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,3	1,5	2,5	2,1
	В	0,3	0,3	0,7	0,6
	АВ	3,2	2,2	3,8	2,8

## Висота рослин сої у сорту Таурус у 2021 р. залежно від заходів

## контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	25,6	52,1	60,2	85,4
	Легум Фікс	25,3	54,9	63,2	87,9
	Біоінокулянт БТУ-т	25,4	55,6	64,3	88,6
	Біомаг соя	25,4	56,1	64,6	89,1
Міжрядний обробіток	без інокулювання	27,8	54,3	63,1	89,1
	Легум Фікс	27,9	57,2	65,5	91,8
	Біоінокулянт БТУ-т	28,0	58,2	66,7	93,0
	Біомаг соя	28,1	58,6	67,0	93,2
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	24,5	56,0	64,1	91,3
	Легум Фікс	24,3	58,9	67,2	93,8
	Біоінокулянт БТУ-т	24,6	59,8	68,6	94,5
	Біомаг соя	24,3	60,5	69,1	94,8
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	21,3	58,0	66,3	92,9
	Легум Фікс	21,5	60,7	69,4	95,6
	Біоінокулянт БТУ-т	21,5	61,7	70,4	96,6
	Біомаг соя	21,4	62,6	70,7	97,4
Середнє		24,8	57,8	66,3	92,2
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,0	1,6	2,3	2,4
	В	0,2	0,3	0,8	0,8
	АВ	3,2	2,2	3,7	2,6



**Висота рослин сої у сорту ЕС Тенор у 2021 р. залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	30,3	60,3	69,2	94,7
	Легум Фікс	29,9	63,0	71,7	96,8
	Біоінокулянт БТУ-т	30,4	63,2	72,0	97,0
	Біомаг соя	30,4	63,3	72,2	97,3
Міжрядний обробіток	без інокулювання	33,0	63,4	72,5	98,2
	Легум Фікс	32,8	66,2	75,1	100,4
	Біоінокулянт БТУ-т	32,9	66,6	75,5	100,8
	Біомаг соя	32,9	66,9	75,8	100,9
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	23,2	66,3	75,4	101,2
	Легум Фікс	23,5	69,1	78,0	102,9
	Біоінокулянт БТУ-т	23,4	69,2	78,1	103,0
	Біомаг соя	23,5	69,6	78,5	103,7
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	22,6	68,3	77,0	102,7
	Легум Фікс	22,5	71,0	79,9	105,0
	Біоінокулянт БТУ-т	22,7	71,3	80,1	105,3
	Біомаг соя	22,7	71,5	80,3	105,6
Середнє		27,3	66,8	75,7	101,0
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,0	1,6	2,3	2,4
	В	0,2	0,3	0,8	0,8
	АВ	3,2	2,2	3,7	2,6

**Висота рослин сої у сорту Сігалія у 2021 р. залежно від заходів**

**контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	33,4	80,4	100,6	140,2
	Легум Фікс	33,2	83,1	103,5	144,0
	Біоінокулянт БТУ-т	33,2	83,6	103,9	144,5
	Біомаг соя	33,5	83,7	105,2	145,2
Міжрядний обробіток	без інокулювання	35,0	83,5	103,9	143,7
	Легум Фікс	35,2	86,3	106,9	147,6
	Біоінокулянт БТУ-т	35,4	87,0	107,4	148,3
	Біомаг соя	35,2	87,3	108,8	148,8
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	26,1	86,4	106,8	146,7
	Легум Фікс	26,4	89,2	109,8	150,1
	Біоінокулянт БТУ-т	26,2	89,6	110,0	150,5
	Біомаг соя	26,4	90,0	111,5	151,6
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	24,5	88,4	108,4	148,2
	Легум Фікс	24,0	91,1	111,7	152,2
	Біоінокулянт БТУ-т	24,5	91,7	112,0	152,8
	Біомаг соя	24,5	91,9	113,3	153,5
Середнє		29,8	87,1	107,7	148,0
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,0	1,6	2,3	2,4
	В	0,2	0,3	0,8	0,8
	АВ	3,2	2,2	3,7	2,6

## Висота рослин сої у сорту Таурус у 2022 р. залежно від заходів

## контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	25,0	44,3	55,2	76,7
	Легум Фікс	25,1	46,0	56,8	78,0
	Біоінокулянт БТУ-т	25,3	46,4	59,1	78,7
	Біомаг соя	25,4	46,9	59,6	79,0
Міжрядний обробіток	без інокулювання	26,8	46,3	57,4	78,9
	Легум Фікс	26,4	48,1	59,9	81,7
	Біоінокулянт БТУ-т	26,8	48,6	61,5	82,6
	Біомаг соя	26,5	49,1	62,0	82,9
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	24,1	48,2	62,0	82,0
	Легум Фікс	24,0	50,0	62,0	83,4
	Біоінокулянт БТУ-т	24,0	50,7	63,3	84,3
	Біомаг соя	24,1	51,4	63,6	84,8
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	20,8	50,4	61,0	84,0
	Легум Фікс	20,5	52,2	62,8	85,2
	Біоінокулянт БТУ-т	20,7	52,5	65,4	86,2
	Біомаг соя	20,6	53,0	66,2	86,9
Середнє		24,1	49,0	61,1	82,2
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,3	1,8	2,5	2,6
	В	0,4	0,5	0,6	0,7
	АВ	3,6	2,4	3,5	2,4

**Висота рослин сої у сорту ЕС Тенор у 2022 р. залежно від заходів  
контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	29,1	49,5	60,1	80,5
	Легум Фікс	29,3	51,6	62,0	81,8
	Біоінокулянт БТУ-т	29,0	51,8	62,4	82,3
	Біомаг соя	29,1	51,9	62,6	82,3
Міжрядний обробіток	без інокулювання	31,6	52,3	62,7	83,5
	Легум Фікс	31,5	54,8	65,4	85,0
	Біоінокулянт БТУ-т	31,9	55,1	65,9	85,4
	Біомаг соя	32,1	55,3	66,0	85,5
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	23,7	54,6	65,3	85,5
	Легум Фікс	23,8	56,9	67,5	87,0
	Біоінокулянт БТУ-т	23,7	56,8	67,6	87,5
	Біомаг соя	23,8	56,9	68,0	87,4
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	22,7	56,6	67,2	87,7
	Легум Фікс	22,3	58,5	68,8	88,8
	Біоінокулянт БТУ-т	22,6	59,0	69,3	89,5
	Біомаг соя	22,6	59,3	69,8	89,7
Середнє		26,8	55,1	65,7	85,6
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,3	1,8	2,5	2,6
	В	0,4	0,5	0,6	0,7
	АВ	3,6	2,4	3,5	2,4

**Висота рослин сої у сорту Сігалія у 2022 р. залежно від заходів  
контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, см**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків			
		2 пара справжніх листків	бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	32,5	69,2	89,3	127,1
	Легум Фікс	32,6	70,6	91,3	129,2
	Біоінокулянт БТУ-т	32,8	70,8	91,5	129,8
	Біомаг соя	32,7	70,8	91,7	130,0
Міжрядний обробіток	без інокулювання	34,5	72,0	91,9	130,1
	Легум Фікс	34,2	73,8	94,7	132,4
	Біоінокулянт БТУ-т	34,3	74,1	95,0	132,9
	Біомаг соя	34,5	74,2	95,1	133,2
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	25,8	74,3	94,5	132,1
	Легум Фікс	25,1	75,9	96,8	134,4
	Біоінокулянт БТУ-т	25,7	75,8	96,7	135,0
	Біомаг соя	25,6	75,8	97,1	135,1
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	23,7	76,3	96,4	134,3
	Легум Фікс	23,4	77,5	98,1	136,2
	Біоінокулянт БТУ-т	23,6	78,0	98,4	137,0
	Біомаг соя	23,8	78,2	98,9	137,4
Середнє		29,1	74,2	94,8	132,9
НІР <sub>0,5</sub> , см	А	2,3	1,8	2,5	2,6
	В	0,4	0,5	0,6	0,7
	АВ	3,6	2,4	3,5	2,4

**Площа листкової поверхні сорту сої Таурус у 2020 р. залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	15,0	29,0	26,8
	Легум Фікс	15,8	30,4	28,0
	Біоінокулянт БТУ-т	15,9	30,2	28,0
	Біомаг соя	16,0	30,3	28,4
Міжрядний обробіток	без інокулювання	22,0	39,5	37,2
	Легум Фікс	22,8	40,0	37,8
	Біоінокулянт БТУ-т	22,9	40,1	37,6
	Біомаг соя	23,0	40,5	38,4
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	25,6	40,8	39,0
	Легум Фікс	26,2	41,6	39,3
	Біоінокулянт БТУ-т	26,4	41,8	39,1
	Біомаг соя	26,9	42,0	39,5
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	27,0	43,5	41,0
	Легум Фікс	27,6	44,1	41,9
	Біоінокулянт БТУ-т	27,6	44,0	41,7
	Біомаг соя	27,6	44,5	42,1
Середнє		23,0	38,9	36,6
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,3	2,6	2,4
	В	0,3	0,4	0,2
	АВ	2,7	3,0	2,8

**Площа листкової поверхні сорту сої ЕС Тенор у 2020 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	17,8	29,8	27,8
	Легум Фікс	18,4	30,2	28,2
	Біоінокулянт БТУ-т	18,2	30,0	28,0
	Біомаг соя	18,6	30,4	28,0
Міжрядний обробіток	без інокулювання	24,0	41,0	38,9
	Легум Фікс	24,5	42,0	39,5
	Біоінокулянт БТУ-т	24,2	40,7	39,5
	Біомаг соя	24,7	42,1	39,6
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	27,8	45,0	42,6
	Легум Фікс	28,5	46,0	43,5
	Біоінокулянт БТУ-т	28,1	45,6	43,3
	Біомаг соя	28,6	46,3	43,7
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	29,5	46,8	44,5
	Легум Фікс	30,1	47,3	45,2
	Біоінокулянт БТУ-т	30,0	47,0	45,0
	Біомаг соя	30,3	47,5	45,5
Середнє		25,2	41,1	38,9
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,3	2,6	2,4
	В	0,3	0,4	0,2
	АВ	2,7	3,0	2,8

**Площа листкової поверхні сорту сої Сігалія у 2020 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	18,9	30,0	27,5
	Легум Фікс	19,2	30,5	28,4
	Біоінокулянт БТУ-т	19,4	30,3	28,2
	Біомаг соя	19,2	30,7	28,3
Міжрядний обробіток	без інокулювання	25,3	41,8	39,8
	Легум Фікс	26,0	42,9	40,4
	Біоінокулянт БТУ-т	25,8	42,5	40,1
	Біомаг соя	26,2	43,0	40,5
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	28,6	46,0	43,8
	Легум Фікс	29,4	46,5	44,4
	Біоінокулянт БТУ-т	29,2	46,2	44,2
	Біомаг соя	29,6	46,7	44,6
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	30,8	47,1	45,1
	Легум Фікс	31,6	47,6	45,7
	Біоінокулянт БТУ-т	31,2	47,5	45,5
	Біомаг соя	31,7	47,9	45,9
Середнє		26,4	41,7	39,5
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,3	2,6	2,4
	В	0,3	0,4	0,2
	АВ	2,7	3,0	2,8



**Площа листкової поверхні сорту сої Таурус у 2021 р. залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння, тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	14,8	28,5	26,5
	Легум Фікс	15,5	29,5	27,6
	Біоінокулянт БТУ-т	15,6	29,4	27,5
	Біомаг соя	15,7	29,6	28,0
Міжрядний обробіток	без інокулювання	21,8	38,9	37,0
	Легум Фікс	22,5	39,6	37,6
	Біоінокулянт БТУ-т	22,4	39,7	37,4
	Біомаг соя	22,7	40,0	37,6
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	24,9	40,2	38,2
	Легум Фікс	25,7	41,3	39,2
	Біоінокулянт БТУ-т	25,8	41,1	39,0
	Біомаг соя	26,7	41,2	39,0
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	26,8	43,0	41,0
	Легум Фікс	27,5	43,8	41,4
	Біоінокулянт БТУ-т	27,6	43,5	41,2
	Біомаг соя	27,8	43,6	41,5
Середнє		22,7	38,3	36,2
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,5	2,1	2,7
	В	0,2	0,3	0,2
	АВ	3,0	2,5	3,1

**Площа листкової поверхні сорту сої ЕС Тенор у 2021 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	17,4	29,4	27,5
	Легум Фікс	18,0	29,6	28,0
	Біоінокулянт БТУ-т	18,0	29,4	28,0
	Біомаг соя	18,2	29,6	28,0
Міжрядний обробіток	без інокулювання	23,6	40,8	38,5
	Легум Фікс	24,3	41,6	39,2
	Біоінокулянт БТУ-т	24,0	41,5	38,8
	Біомаг соя	24,5	41,6	39,2
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	27,4	44,7	42,3
	Легум Фікс	28,0	45,6	43,0
	Біоінокулянт БТУ-т	27,8	45,4	43,0
	Біомаг соя	28,1	45,7	43,0
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	29,3	46,5	44,1
	Легум Фікс	29,8	47,0	44,7
	Біоінокулянт БТУ-т	29,8	47,3	44,5
	Біомаг соя	30,0	47,1	44,8
Середнє		24,9	40,8	38,5
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,5	2,1	2,7
	В	0,2	0,3	0,2
	АВ	3,0	2,5	3,1

**Площа листкової поверхні сорту сої Сігалія у 2021 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	18,6	29,6	27,2
	Легум Фікс	19,2	30,2	27,5
	Біоінокулянт БТУ-т	19,3	30,2	27,5
	Біомаг соя	19,3	30,5	27,4
Міжрядний обробіток	без інокулювання	25,0	41,6	39,5
	Легум Фікс	25,7	42,7	40,0
	Біоінокулянт БТУ-т	25,5	42,6	39,8
	Біомаг соя	25,5	42,7	40,2
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	28,0	45,6	43,5
	Легум Фікс	29,0	46,1	43,9
	Біоінокулянт БТУ-т	28,8	46,0	43,8
	Біомаг соя	29,0	46,2	44,0
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	30,4	46,6	44,7
	Легум Фікс	31,2	47,2	45,3
	Біоінокулянт БТУ-т	31,0	47,0	45,2
	Біомаг соя	31,3	47,3	45,5
Середнє		26,1	41,4	39,1
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,5	2,1	2,7
	В	0,2	0,3	0,2
	АВ	3,0	2,5	3,1

**Площа листкової поверхні сорту сої Таурус у 2022 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	14,0	27,5	25,2
	Легум Фікс	14,4	29,0	27,0
	Біоінокулянт БТУ-т	14,5	28,6	26,8
	Біомаг соя	14,5	28,8	26,7
Міжрядний обробіток	без інокулювання	21,0	38,0	36,0
	Легум Фікс	21,6	39,0	37,0
	Біоінокулянт БТУ-т	21,5	39,0	37,0
	Біомаг соя	21,7	39,4	37,3
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	24,0	39,8	37,0
	Легум Фікс	24,5	40,2	38,2
	Біоінокулянт БТУ-т	24,5	40,2	38,4
	Біомаг соя	25,7	40,3	38,5
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	25,5	41,7	40,1
	Легум Фікс	26,3	43,0	40,6
	Біоінокулянт БТУ-т	26,5	42,8	40,5
	Біомаг соя	26,3	43,2	40,7
Середнє		21,7	37,5	35,4
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,2	2,4	2,3
	В	0,3	0,2	0,3
	АВ	2,7	2,6	2,9

**Площа листкової поверхні сорту сої ЕС Тенор у 2022 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**

Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	16,5	28,5	26,4
	Легум Фікс	17,0	29,2	27,0
	Біоінокулянт БТУ-т	16,6	29,2	26,8
	Біомаг соя	17,2	29,6	26,8
Міжрядний обробіток	без інокулювання	22,6	40,0	37,6
	Легум Фікс	23,3	40,8	38,3
	Біоінокулянт БТУ-т	23,0	40,8	38,1
	Біомаг соя	23,4	40,9	38,3
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	26,5	43,8	41,7
	Легум Фікс	27,0	44,7	42,3
	Біоінокулянт БТУ-т	26,7	44,3	41,7
	Біомаг соя	27,0	44,8	42,4
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	28,3	45,4	43,4
	Легум Фікс	29,3	46,2	44,3
	Біоінокулянт БТУ-т	29,1	45,9	44,0
	Біомаг соя	29,0	46,4	44,5
Середнє		23,9	40,0	37,7
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,2	2,4	2,3
	В	0,3	0,2	0,3
	АВ	2,7	2,6	2,9

**Площа листкової поверхні сорту сої Сігалія у 2022 р. залежно від  
заходів контролювання чисельності бур'янів та інокуляції насіння,  
тис.м<sup>2</sup>/га**


Заходи контролювання чисельності бур'янів (А)	Інокулювання насіння (В)	Період обліків		
		бутонізація	цвітіння	налив бобів
Контроль	без інокулювання	17,8	28,8	26,5
	Легум Фікс	18,0	29,2	27,5
	Біоінокулянт БТУ-т	18,2	29,0	27,4
	Біомаг соя	18,4	29,4	27,4
Міжрядний обробіток	без інокулювання	24,2	41,0	38,4
	Легум Фікс	25,0	41,3	39,3
	Біоінокулянт БТУ-т	25,0	41,0	39,2
	Біомаг соя	25,0	41,1	39,5
Підгортання рослин сої у фазі сім'ядоль	без інокулювання	27,0	44,7	42,0
	Легум Фікс	27,5	46,0	43,2
	Біоінокулянт БТУ-т	27,0	45,5	43,2
	Біомаг соя	27,6	46,1	43,2
Підгортання рослин сої у фазі 1-го справжнього листка	без інокулювання	30,0	45,8	44,0
	Легум Фікс	30,3	46,7	44,6
	Біоінокулянт БТУ-т	30,0	46,9	44,4
	Біомаг соя	30,5	47,0	44,5
Середнє		25,1	40,6	38,4
НІР <sub>0,5</sub>	А	2,2	2,4	2,3
	В	0,3	0,2	0,3
	АВ	2,7	2,6	2,9

## АКТ

**впровадження завершеної науково-технічного досягнення (НТД) як  
результат закінченої науково-дослідної роботи (НДР)**

- 1. Назва НДР, що впроваджується:** вирощування сої з використанням передпосівної інокуляції насіння Біомаг соя і Біоінокулянт БТУ-т та підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка.
- 2. Якою науково-дослідною установою (вищим навчальним закладом) одержано НТД та запропоновано до впровадження, автори:** Білоцерківський національний аграрний університет, Німенко С. С.
- 3. Ким і коли прийнято рішення про впровадження НТД:** Вченою радою Агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету (протокол №1 від 23.08.23 р.)
- 4. Назва господарства і його адреса, де проводиться впровадження:** ПП сільськогосподарське підприємство ім. Т. Г. Шевченка, Київська область, Обухівський район, с. Тростинка, вул. Кірова 4, 08670
- 5. Рік і обсяг впровадження:** 32 га
- 6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину і т.п.) і на весь обсяг впровадження:** порівняно з прийнятою в господарстві технологією вирощування сої отримано на всю площу додаткового прибутку 57600 грн.

Акт складено 25 вересня 2023 року

Представник Білоцерківського НАУ  
здобувач  Німенко С. С.

Генеральний директор  
 Метельський В. В.



## АКТ

**впровадження завершеної науково-технічного досягнення (НТД) як  
результат закінченої науково-дослідної роботи (НДР)**

1. **Назва НДР, що впроваджується:** вирощування сорту сої Сігалія з використанням передпосівної інокуляції насіння препаратом Біомаг соя і підгортанням рослин у фазі 1-го справжнього листка.
2. **Якою науково-дослідною установою (вищим навчальним закладом) одержано НТД та запропоновано до впровадження, автори:** Білоцерківський національний аграрний університет, Німенко С. С.
3. **Ким і коли прийнято рішення про впровадження НТД:** Вченою радою Агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету (протокол №1 від 23.08.23 р.)
4. **Назва господарства і його адреса, де проводиться впровадження:** Сквирська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН України, Київська область, м. Сквиря, вул. Селекційна, 09000
5. **Рік і обсяг впровадження:** 21 га
6. **Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину і т.п.) і на весь обсяг впровадження:** порівняно з прийнятою в господарстві органічній технології вирощування сої отримано на всю площу додаткового прибутку 37800 грн.

Акт складено 27 вересня 2023 року

Представник Білоцерківського НАУ  
здобувач  Німенко С. С.

В. о. директора



Терновий Ю.



## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України:**

1. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на фітосанітарний стан посівів сої за органічного вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 78. С. 69–74. DOI: 10.32848/0135-2369.2022.78.11

2. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Особливості формування висоти рослин сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 54–63. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.129.8

3. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Вплив елементів технології на формування площі листової поверхні рослин сої за органічного вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 155–163. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.130.23

4. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59. DOI: 10.32848/0135-2369.2023.79.7

5. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Формування симбіотичного апарату сортів сої за органічного вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 89–97. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.18.13

**Матеріали наукових конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:**

6. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Перспективи вирощування сої за органічного виробництва. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 31 жовтня 2019 року, м. Біла Церква. С. 8–10.*

7. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Городецький О. С. Зміна листової поверхні сої залежно від заходів догляду за посівами. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 21 жовтня 2021 року. С. 4–6.

8. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А., Вплив елементів технології вирощування на зміну висоти рослин сої за органічного виробництва. *Інноваційні технології в рослинництві*: матеріали V Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, м. Кам'янець-Подільський, 25 травня 2022 р. С. 107–108.

9. Грабовський М. Б., Німенко С. С., Козак Л. А. Продуктивність сортів сої для вирощування в умовах органічного виробництва. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Полтава, 30 вересня, 2022 р. С. 58–60.

10. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Особливості підбору сортів сої для органічного вирощування. «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу» присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, с. Центральне, 16 листопада 2022 р. С. 141–142.

11. Грабовський М. Б., Німенко С. С., Козак Л. А., Качан Л. М. Формування листової поверхні рослин сої залежно від заходів контролювання чисельності бур'янів за органічного вирощування. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Умань, 4 листопада 2022 р. С. 29–31.

12. Грабовський М.Б., Німенко С. С., Козак Л. А. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів та інокулювання насіння на симбіотичну активність сої. *Зелене повоєнне відновлення продовольчих систем в Україні*:

матеріали Міжнародної науково–практичної конференції, м. Одеса, 26 січня 2023 року. С. 246–250.

13. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Забур'яненість посівів сої за органічного вирощування. *Герботологія в сучасному екологічно безпечному землеробстві*: матеріали XIII науково-практичної конференції, м. Київ, 15 березня 2023 року. С. 16–18.

14. Nimenko S. S., Grabovskyi M. B., Grabovska T. A., Sierjacks A. Ecologization of soybean growing technology. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Біла Церква, 30 березня 2023 р. С. 202–204.

15. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Оцінка роботи симбіотичного апарату у рослин сої за органічного вирощування. *Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур*: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики, м. Полтава, 15 травня 2023 року. С. 139–142.

16. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Качан Л. М., Городецький О. С. Економічна оцінка вирощування сої за органічного виробництва. *Агроекологічна безпека і раціональне землекористування зони Полісся*: матеріали Всеукраїнської наукової інтернет-конференції, м. Житомир, ІСГП НААН, 12 жовтня 2023 р. С. 62–64.

17. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Продуктивність сортів сої за органічної технології вирощування. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення*: матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова, м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р., ДУ ІЗК НААН, 2023, С. 144–145.

18. Німенко С. С., Грабовський М. Б., Козак Л. А. Енергетична оцінка елементів органічної технології вирощування сої. *Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної

конференції, м. Умань, 11–13 жовтня 2023 р., Уманський національний університет садівництва, С. 100–101.

19. Грабовський М. Б., Качан Л. М., Німенко С. С. Вплив елементів технології вирощування на тривалість вегетаційного періодів сортів сої за органічного вирощування. *Органічне агровиробництво. Освіта і наука: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 21 листопада 2023 р., НМЦ ВПФО, С. 90–91.*