

## 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 – Агрономія (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 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.

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.

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