

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Кваліфікаційна наукова
праця виконана самостійно
на правах рукопису

ДІДУР ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК [633.1+633.31/.37] : 631.5 (477.4) (292.485)

ДИСЕРТАЦІЯ
НАУКОВІ ОСНОВИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ
ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ
ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

06.01.09 – рослинництво
20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

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



І.М. Дідур

АНОТАЦІЯ

Дідур І.М. Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Вінницький національний аграрний університет, ЗВО Подільський державний університет, м. Кам'янець-Подільський, 2024.

У дисертаційній роботі висвітлено результати досліджень з розробки, удосконалення та агроекологічного обґрунтування елементів біологізованих технологій вирощування зернобобових культур, зокрема сої та гороху в умовах Лісостепової зони України. Виявлено закономірності формування біометричних показників, ростових і продукційних процесів рослин досліджуваних культур, формування ними врожайності та якості продукції за поєднання невисоких доз мінеральних добрив з використанням ґрунтових та ендofітних груп мікроорганізмів за проведення обробки насінневого матеріалу і позакореневих підживлень посівів в основні фази росту та розвитку рослин.

Проведено експериментальні дослідження з сортами культур вітчизняної і зарубіжної селекції з високим потенціалом урожайності, встановлено оптимальні параметри живлення рослин за елементів біологізованих технологій вирощування, що забезпечило формування вищої потенційної продуктивності і підвищення економічної та енергетичної ефективності вирощування.

Наші дослідження показали, що гідротермічні умови та досліджувані фактори суттєво впливають на тривалість вегетаційного періоду рослин сої. Таким чином у середньому за роки досліджень найдовший період вегетації (118 діб) формувався на варіантах досліду, де проводили інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) у поєднанні з позакореневими

підживленнями органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). На варіантах, де проводилась інокуляція насіння вегетація рослин сої тривала на 3-5 діб довше, порівняно з контрольним варіантом. Позакореневі підживлення подовжували вегетаційний період рослин сої, у розрізі дослідних варіантів на 4-5 діб.

Крім того, бактеріальні препарати за обробки насіння та позакореневі підживлення суттєво впливали на висоту рослин, фотосинтетичну, симбіотичну і зернову продуктивність сої. Так у середньому за роки досліджень найбільш продуктивним поєднанням технологічних прийомів було обробка насіння інокулянт БТУ (2,0 л/т) та проведення двох позакореневих підживлень органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), при цьому висота рослин становила $78,3 \pm 7,4$ см, тоді як на контролі лише $65,0 \pm 7,2$ см, показники приросту висоти рослин на даному варіанті склали 7,2 см.

Дослідженнями встановлено, що дана модель технології вирощування сої забезпечила формування найвищої у досліді фотосинтетичної продуктивності посівів при цьому площа листкової поверхні досягала рівня $42,1 \pm 6,8$ тис. м²/га, що перевищувало контроль на 11,0 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал становив 3,218 млн м²×діб/га, а чиста продуктивності фотосинтезу знаходились на рівні 1,07-7,68 г/м² за добу.

Передпосівна обробка насіння Біоінокулянт БТУ + позакореневі підживлення добривом Хелпрост соя забезпечували формування максимальної кількості та маси активних бульбочок на кореневій системі рослин відповідно $42,6 \pm 9,2$ шт./рослину та $554,7 \pm 19,6$ мг/рослину, на цих варіантах сформувалися і найвищі показники активного симбіотичного потенціалу 20,730 тис. кг діб/га та найвища кількість біологічно фіксованого азоту, відповідно 101,9 кг/га.

Встановлено, що максимальна індивідуальна продуктивність рослин та урожайність сої формується за умови проведення передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сумісно із позакореневим

підживленням у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) за цих умов кількість бобів насіння на одній рослині становила $28,8 \pm 5,6$ шт., кількість насінин на одній рослині $51,7 \pm 7,4$ шт., маса насіння з однієї рослини $8,19 \pm 1,6$ г. та маса 1000 насінин $157,5 \pm 9,1$ г. при цьому урожайність насіння становила 3,31 т/га, що на 0,84 т/га (34,0 %) більше порівняно з контролем.

Дослідженнями також встановлено, що елементи продуктивності сої суттєво залежали від обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та використанням разом із мінеральними біодобрив.

Встановлено, що оптимальні умови для збереження найбільшої кількості рослин 92,7 %, які досягли фізіологічної стиглості, формувались на варіантах досліду, де у передпосівну культивуацію вносили біодобриво Граунфікс 5 л/га та проводили передпосівну обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Крім того зазначені умови удобрення сприяли формуванню максимальних показників висоти рослин сої на рівні $72,6 \pm 6,8$ см.

Внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс 5 л/га на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та оброблення насіння перед сівбою мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т впливали на формування найвищої у досліді площі листової поверхні – $40,4 \pm 4,4$ тис. $m^2/га$ що відповідно, на 11,6 тис. $m^2/га$ більше порівняно із контролем. На даному варіанті зафіксований і найвищий фотосинтетичний потенціал 3,153 млн $m^2 \times діб/га$, та показники чистої продуктивності фотосинтезу – $1,34-5,44$ г/ m^2 за добу.

Біометричні дослідження засвідчили, що максимальна кількість бобів на одній рослині $27,2 \pm 3,9$ шт. із кількістю насінин із рослини, відповідно, $47,2 \pm 5,2$ шт. формувались на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, біологічного добрива Граунфікс 5 л/га, а також обробкою насіння перед сівбою мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд 1,5 л/т. На цих же варіантах досліду було отримано і найвищу масу

1000 насінин, відповідно, $160,9 \pm 14,2$ г. та урожайність насіння $2,97$ т/га, що на $0,68$ т/га більше при порівнянні з контролем.

Встановлено, що оптимізація системи удобрення гороху за рахунок використання бактеріального та мікоризоутворюючого препаратів для обробки насінневого матеріалу та проведення позакореневого підживлення впливали на формування основних показників продуктивності посіву.

Виявлено, що на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили обробку насіння інокулянтном Андерізі (2 л/т), мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) у поєднанні із позакореневим підживленням комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) формувалась максимальна у досліді висота рослин гороху, яка у фазі фізіологічної стиглості становила $84,3 \pm 11,0$ см у сорту Девіз та $82,9 \pm 10,5$ см у сорту Царевич, що відповідно, на 7,3 см і 7,9 см перевищувало контроль.

За даної системи удобрення формувались і максимальні значення фотосинтетичної та симбіотичної продуктивності рослин гороху. При цьому площа асиміляційної поверхні у сорту Девіз становила 53,5 тис. м²/га та у сорту Царевич – 59,5 тис. м²/га, що відповідно, на 9,3 і 8,4 тис. м²/га перевищувало контроль. Дані варіанти досліду забезпечили і формування максимальних показників фотосинтетичного потенціалу який у сорту Девіз складав 2,769 млн м²×діб/га, а у сорту Царевич 2,978 млн м²×діб/га, та найвищої у досліді кількості біологічно фіксованого азоту, відповідно, у сорту Девіз 48,6 кг/га, Царевич 56,3 кг/га.

Удосконалення системи удобрення гороху шляхом позакореневого підживлення добривом Гуміфренд (1 л/га) та обробки насіння інокулянтном Андерізі (2,0 л/т) та мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) забезпечило інтенсифікацію диференціації генеративних органів. При цьому кількість бобів на рослині у сорту Девіз становила – 4,49 шт./рослину, а у сорту Царевич – 5,32 шт./рослину, маса зерна на одній рослині відповідно до сорту 4,62 і 5,57 г/рослину, а маса 1000 насінин 202,5 і 204,5 г. Встановлено,

що на даних варіантах формувалась і максимальна урожайність насіння досліджуваних сортів. Так, урожайність зерна сорту Девіз, у середньому за роки досліджень становила 3,76 т/га, а сорту Царевич 4,16 т/га, що на 0,78 та 0,81 т/га перевищувало контроль.

На основі розрахунку економічної оцінки досліджуваних технологій вирощування сої та гороху встановлено високу ефективність застосування біологічних факторів. Зокрема поєднання біологічного добрива Граундфікс 5 л/га та обробки насіння перед сівбою мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило рівень рентабельності 125,0 %, а модель технології вирощування сої, яка передбачала обробку насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та два позакореневих підживлень органічно-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації забезпечила одержання найвищого енергетичного коефіцієнту посіву 3,0.

Сумісна обробка насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакореневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ забезпечило формування максимального рівня рентабельності 108,3 % і 126,2 % у сортів гороху Девіз і Царевич.

Ключові слова: соя, горох, бактеріальні препарати, мікоризоутворюючі препарати, добрива, фотосинтетична, симбіотична, індивідуальна продуктивність, урожайність, економічна ефективність, енергетична оцінка.

SUMMARY

I. Didur. Scientific bases of biologization of technologies for growing legumes in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.01.09 “Crop production”. – Vinnytsia National

Agrarian University, IHE Podilsk State University, Kamianets-Podilskyi, 2024.

The dissertation highlights the results of research on the development, improvement and agroecological justification of elements of biological technologies for growing legumes, in particular soybeans and peas, in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe. The regularities of the formation of biometric indicators, growth and production processes of plants of the studied crops, their formation of yield and quality of products by combining the norms of mineral fertilizers with the use of soil and endophytic groups of microorganisms for the treatment of seed material and foliar feeding of crops in the main phases of plant growth and development were revealed.

The experimental studies with varieties of domestic and foreign breeding crops with high yield potential were conducted. The optimal parameters of plant nutrition were determined using elements of biological cultivation technologies, which ensured the formation of higher potential productivity and increased economic and energy efficiency of cultivation.

It was determined that the hydrothermal conditions and factors that were put to study significantly influenced the duration of the vegetation period of soybean plants. Thus, on average over the years of research, the longest vegetation period (118 days) was formed on the experimental options, where seed inoculation was carried out with the preparation Bioinoculant BTU (2 l/t) in combination with foliar fertilizing with organo-mineral fertilizer Helprost soyben (2.5 l/ha). On the options where seed inoculation was carried out, the vegetation of soybean plants lasted 3-5 days longer, compared to the control option, where seed treatment was not carried out. Foliar fertilization extended the growing season of soybean plants by 4-5 days in the experimental options.

In addition, the seed treatment with bacterial preparations and application of foliar fertilization significantly affected plant height, photosynthetic, symbiotic and seed productivity of soybeans. So, on average over the years of research, the most productive combination of technological techniques was seed treatment with the inoculant Bioinoculant BTU (2.0 l/t) and carrying out two foliar feedings with

organo-mineral fertilizer Helprost soybean (2.5 l/ha). At the same time, the height of the plants was 78.3 ± 7.4 cm, while it was only 65.0 ± 7.2 cm in the control.

The research has found that this model of soybean cultivation technology ensured the formation of the highest photosynthetic productivity of crops in the experiment. At the same time, the leaf surface area reached the level of 42.1 ± 6.8 thousand m^2/ha , which exceeded the control by 11.0 thousand m^2/ha . The photosynthetic potential was 3.218 million $m^2 \times day/ha$, while the net productivity of photosynthesis was at the level of 1.07-7.68 g/m^2 per day.

The pre-sowing treatment of seeds with Bioinoculant BTU + foliar fertilizing with Helprost soybean fertilizer ensured the formation of the maximum number and mass of active nodules on the root system of plants in the experiment, 42.6 ± 9.2 pcs/plant and 554.7 ± 19.6 mg/plant, respectively. The highest indicators of active symbiotic potential (20.730 thousand $kg \cdot day/ha$) and the highest amount of biologically fixed nitrogen (101.9 kg/ha) were also formed on those options.

It was determined that the maximum individual productivity of plants and yield of soybeans was formed under the condition of pre-sowing treatment of seeds with the preparation Bioinoculant BTU (2 l/t) + foliar feeding in the 3rd trifoliolate phase and budding with organo-mineral fertilizer Helprost soybean (2.5 l/ha). Under those conditions, the number of beans per plant was 28.8 ± 5.6 pcs, the number of seeds per plant was 51.7 ± 7.4 pcs, the weight of seeds from one plant was 8.19 ± 1.6 g and the weight of 1000 seeds was 157.5 ± 9.1 g. The yield of seeds was 3.31 t/ha, which was by 0.84 t/ha (34.0%) more compared to the control option, where seed treatment and foliar fertilization were not conducted.

The research has defined that the elements of soybean productivity depended significantly on the treatment of seeds with a mycorrhiza-forming preparation and the use of biological fertilizer on the background of mineral fertilizers.

It was determined that the optimal conditions for the preservation of the largest number of plants (92.7%), which reached physiological maturity, were formed on the experimental options, where the biofertilizer Groundfix 5 l/ha was applied to the pre-sowing cultivation and the pre-sowing treatment of the seeds with

the mycorrhiza-forming drug Mycofriend (1.5 l/ha t) on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ mineral fertilizer was carried out. In addition, the specified fertilization conditions contributed to the formation of the maximum height indicators of soybean plants at the level of 72.6 ± 6.8 cm.

The application of Groundfix biological fertilizer 5 l/ha to the pre-sowing cultivation on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ mineral fertilizer and the pre-sowing treatment of the seeds with the mycorrhiza-forming drug Mycofriend 1.5 l/t influenced the formation of the highest leaf surface area in the experiment (40.4 ± 4.4 thousand m^2/ha), which was by 11.6 thousand m^2/ha more compared to the control. The highest photosynthetic potential of 3.153 million $m^2 \times day/ha$ and the indicators of net photosynthesis productivity of 1.34-5.44 g/m^2 per day were recorded in that option.

The biometric studies proved that the maximum number of beans on one plant was 27.2 ± 3.9 pcs with the number of 47.2 ± 5.2 pcs of seeds from the plant, respectively, were formed on the experimental options with the application of mineral fertilizers in a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and the biological fertilizer Groundfix 5 l/ha, as well as the pre-sowing treatment of the seeds with the mycorrhiza-forming drug Mycofriend 1.5 l/t. The highest weight of 1000 seeds was 160.9 ± 14.2 g and the seed yield was 2.97 t/ha, respectively, which was by 0.68 t/ha more than the control option, in which seed treatment was not carried out and foliar fertilization was not applied.

It was determined that the optimization of the pea fertilization system due to the use of bacterial and mycorrhizal preparations for seed treatment and foliar fertilizing influenced the formation of the main indicators of crop productivity.

It was found that on the experimental options, where mineral fertilizers were applied in a dose of $N_{30}P_{60}K_{60}$ and the seed treatment with the inoculant Anderiz (2 l/t) and the mycorrhiza-forming preparation Mycofriend (1.5 l/t) in combination with foliar fertilization with a complex fertilizer based on Humifriend potassium humate (1 l/ha) was carried out, the maximum height of pea plants in the experiment was formed. In the phase of physiological maturity it was 84.3 ± 11.0 cm

in Deviz variety and 82.9 ± 10.5 cm in Tsarevych variety, which exceeded the control by 7.3 cm and 7.9 cm, respectively.

Maximum values of photosynthetic and symbiotic productivity of pea plants were formed under that fertilization system. The area of the assimilation surface was 53.5 thousand m^2/ha in Deviz variety and 59.5 thousand m^2/ha in Tsarevych variety, which exceeded the control option by 9.3 and 8.4 thousand m^2/ha , respectively. Those experimental options ensured the formation of the maximum indicators of photosynthetic potential, which was 2.769 million $\text{m}^2 \times \text{day}/\text{ha}$ in Deviz variety and 2.978 million $\text{m}^2 \times \text{day}/\text{ha}$ in Tsarevych variety. The highest amount of biologically fixed nitrogen in the experiment was 48.6 kg/ha in Deviz variety and 56.3 kg/ha in Tsarevych variety.

The improvement of the pea fertilization system through foliar fertilizing with Humifriend fertilizer (1 l/ha) and seed treatment with Anderiz inoculant (2.0 l/t) and Mycofriend mycorrhizal preparation (1.5 l/t) ensured the intensification of the differentiation of generative organs. The number of beans per plant was 4.49 pcs/plant in Deviz variety and 5.32 pcs/plant in Tsarevych variety. The weight of grain per plant was 4.62 g/plant in Deviz variety and 5.57 g/plant g/plant, while the weight of 1000 seeds was 202.5 g and 204.5 g, respectively. It was found that the maximum grain yield of the studied varieties was formed on those options. On average over the years of research, the productivity of Deviz variety was 3.76 t/ha, while the productivity of Tsarevych variety was 4.16 t/ha, which was by 0.78 and 0.81 t/ha higher than the indicators of the control.

On the basis of the calculation of the economic evaluation of researched technologies of growing soybeans and peas, the high efficiency of the use of biological preparations was determined. In particular, the combination of biological fertilizer Groundfix 5 l/ha and the pre-sowing treatment of the seeds with the mycorrhiza-forming drug Mycofriend (1.5 l/ha) on the background of mineral fertilizer $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$ ensured a profitability level of 125%. The model of soybean cultivation technology, which provided for the treatment of seeds with the preparation Bioinoculant BTU (2 l/t) and two foliar top dressings with organo-

mineral fertilizer Helprost soybean (2.5 l/ha) in the phase of the 3rd trifoliolate leaf and bud formation provided the highest energy coefficient of sowing – 3.0.

The treatment of seeds with Anderiz (2.0 l/t) in combination with Mycofriend (1.5 l/t) and carrying out two foliar feedings in the phase of budding and green beans with a complex fertilizer based on potassium humate Humifriend (1.0 l/ha) on the background of mineral fertilizer $N_{30}P_{60}K_{60}$ ensured the formation of the maximum level of profitability of 108.3% and 126.2% in Deviz and Tsarevych pea varieties.

Key words: soybean, pea, bacterial preparations, mycorrhizal preparations, biological fertilizer, mineral fertilizers, photosynthetic, symbiotic, individual productivity, yield, economic efficiency, energy assessment.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

Статті, що індексуються у наукометричних базах Scopus та Web of Science Core Collection

1. Mazur V.A., **Didur I.M.**, Pansyreva H.V., Telekalo N.V. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of right-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 4. P. 26-33. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/energyeconomic-efficiency-of-growth-of-graincrop-cultures-in-conditions-of-rightbank-foreststeppe-zone-of-ukraine-5455.html> (0,6 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведено польові дослідження та обрахунки енергетичної та економічної ефективності вирощування зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,15 друк. арк., 25 %).
2. **Didur I.M.**, Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko A.O., Klochkova T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, №1. P. 76-80. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/the-effect-of-fertilizer-system-on-soybean-productivity-in-the-conditions-of-right-bank-foreststeppe-18183.html> (0,50 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведення польових дослідів та аналіз насінневої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,25 друк. арк., 50 %).
3. **Didur I.**, Bakhmat M., Chynchuk O., Pansyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 5. P. 177-182. DOI: 10.15421/2020_206. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/substantiation-of-agroecological-factors-on-soybean-agrophytocenoses-by-analysis-of-variance-of-the-rightbank-foreststep-58880.html> (1,0 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведення польових

дослідів та аналіз впливу агроекологічних факторів на агрофітоценози сої залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,50 друк. арк., 50 %).

4. Mazur V.A., **Didur I.M.**, Myalkovsky R.O., Pantsyreva H.V., Telekalo N.V., Tkach O.O. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 1. P. 101-105. DOI: 10.15421/2020_16 URL: <https://www.ujecology.com/abstract/the-productivity-of-intensive-pea-varieties-depending-on-the-seeds-treatment-and-foliar-fertilizing-under-conditions-of--53085.html> (1,0 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки продуктивності гороху посівного залежно від мінерального живлення – 0,50 друк. арк., 50 %).

5. Mostovenko V., Mazur O., **Didur I.**, Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O. Garden pea yield and its quality indicators depending on the technological methods of growing in conditions of Vinnytsia region. *Acta fytotechn zootechn*. 2022. Vol. 25, №3. P. 226-241. DOI.org/10.15414/afz.2022.25.03.226-241. URL: <http://acta.fapz.uniag.sk/journal/article/view/68/55> (1,34 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки насінневої продуктивності гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,67 друк. арк., 50 %).

6. Mazur V., **Didur I.**, Tkachuk O., Pantsyreva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 1. P. 54-60. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60). URL: [https:// sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-24-1-2021/agroyekologichna-stiykist-sortiv-maloposhiryenikh-zyernobobovikh-kultur-v-umovakh-zmini-klimatu](https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-24-1-2021/agroyekologichna-stiykist-sortiv-maloposhiryenikh-zyernobobovikh-kultur-v-umovakh-zmini-klimatu). (0,85 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та обрахунки агроекологічної стійкості зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,42 друк. арк., 50 %).

У наукових фахових виданнях України

7. **Дідур І.М.**, Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 55-62. (0,62 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки урожайності сортів гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,31 друк. арк., 50 %).

8. **Дідур І.М.**, Захарчук В.В. Вплив інокуляції насіння на урожайність сортів гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (2). С. 6-16 (0,84 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки урожайності сортів гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,44 друк. арк., 50 %).

9. **Дідур І.М.**, Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №1 (16). С. 48-60. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/May2020/wa2TSkzKvnr5w51Aae8N.pdf> (1,10 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки симбіотичної діяльності сортів гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,83 друк. арк., 75 %).

10. 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. № 3 (18). С. 5-16. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-1 URL: <http://forestry.vsau.org/uk/particles/obgruntuvannya-adaptivnoyi-sortovoyi-tehnologiyi-viroshuvannya-zernobobovih-kul-tur-u-pravoberezhnomu-lisostepu-ukrayini> (1,00 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та здійснено аналіз сортових технологій вирощування зернобобових культур – 0,60 друк. арк., 60 %).

11. Мазур В.А., Ткачук О.П., **Дідур І.М.**, Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 96-111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8. URL:

<http://forestry.vsau.org/uk/particles/tehnologichnist-ta-agroekologichna-stijkist-skorostiglih-sortiv-soyi> (0,96 друк. арк., особистий внесок автора: здійснено обрахунки технологічної та агроекологічної стійкості сортів сої – 0,48 друк. арк., 50 %).

12. Дідур І.М. Динаміка формування площі листкової поверхні гороху залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 1 (24). С. 204-216. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-15 URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/November2022/uYIS5ddQ4WC2s0IBpAXO.pdf>. (0,49 друк. арк., особистий внесок автора: здійснено обрахунки площі листкової поверхні гороху залежно від технологічних прийомів вирощування).

13. Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньо пізньостиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 1 (24). С. 5-15. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-1. URL:<http://forestry.vsau.org/uk/particles/ekologichna-ocinka-seredn-ostiglih-i-seredn-opizn-ostiglih-sortiv-soyi> (0,71 друк. арк., особистий внесок – проведено екологічну оцінку сортів сої – 0,36 друк. арк., 50 %).*

14. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листкової поверхні рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 4 (27). С. 5-14. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-1 URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/November2022/8aXbEICRbAYmD9okGA52.pdf> (0,59 друк. арк., особистий внесок – проведена обрахунки площі листкової поверхні сої залежно від технологічних прийомів вирощування).*

15. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties. *Аграрні інновації. 2022. № 16. С. 70-79 DOI: [10.32848/agrar.innov.2022.16.12](https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.12) URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/341> (0,80 друк. арк., особистий внесок – проаналізовано сортовий склад середньо ранньостиглих сортів сої за господарсько-цінними показниками – 0,48 друк. арк., 60 %).*

16. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Cultivation of early soybean varieties in the context of intensive agriculture and climate change. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 128-135. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.18.18. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/405/434> (0,70 друк. арк., особистий внесок – досліджено особливості росту та розвитку ранньостиглих сортів сої – 0,42 друк. арк., 60 %).

17. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Adaptability and agroecological sustainability of fast ripening soybean varieties. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 1 (101). DOI: [10.31548/dopovidi1\(101\).2023.001](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.001). URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/27349> (1,20 друк. арк., особистий внесок – проведено дослідження тривалості вегетаційного періоду скоростиглих сортів сої – 0,72 друк. арк., 60 %).

18. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Technological and agro-ecological indicators of groups of soybean varieties by maturity. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102 (1). С. 54-63. DOI: [10.32782/2415-8240-2023-102-1-54-63](https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-54-63). URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/102/102.1/6.pdf> (0,76 друк. арк., особистий внесок – проаналізовано групи сортів сої за господарсько-цінними показниками – 0,46 друк. арк., 60 %).

19. Дідур І.М. Динаміка формування висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. № 1 (28). 2023. С. 17-24. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-2. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/May2023/Abgltas553SSH3j4GpqX.pdf>. (0,47 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та обліки висоти рослин сої залежно від технологічних прийомів вирощування).

20. Дідур І.М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. № 2 (29). 2023. С. 214-221. DOI: [10.37128/2707-5826-2023-2-19](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-2-19). URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/June2023/9hO5IkYGoQphMGSCb2dk.pdf> (0,48 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та розрахунки

економічної ефективності технології вирощування сої).

21. **Дідур І.М., Циганський В.І.** Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 44-56. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-4. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/X6gRUpZYsju3HjXWChcr.pdf> (0,74 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та розрахунки фотосинтетичної діяльності посівів сої – 0,37 друк. арк., 75 %).

22. **Дідур І.М., Циганський В.І.** Вплив мікоризації насіння та ґрунтового біодобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 4 (31). С. 5-15. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-1. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/3QR3ZcqckE3YpMk9IyH6.pdf> (0,68 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обліки індивідуальної продуктивності рослин сої – 0,50 друк. арк., 75 %).

23. **Дідур І.М.** Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агронія і біологія»*. 2023. Вип. 1 (51). DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.5. URL: <https://snaubulletin.com.ua/index.php/ab/article/view/847/770> (0,8 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки насінневої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування).

24. **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. Вип. 130 С. 50-56. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.8> URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/130_2023/8.pdf (0,59 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та спостереження за тривалістю вегетаційного періоду сої залежно від технологічних прийомів вирощування).

25. **Didur I., Tsyhanskyi V., Tsyhanska O.** Influence of biologisation of the

nutrition system on the transformation of biological nitrogen and formation of soybean productivity. *Plant and Soil Science*. 2023. № 14 (4). P. 86-97. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.86> (1,10 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та розрахунки трансформації біологічного азоту – 0,83 друк. арк., 75 %).

26. **Дідур І.М.**, Бандровський Д.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування симбіотичної продуктивності посівів гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. №1 (32). С. 5-14. DOI: URL: (0,60 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та розрахунки симбіотичного потенціалу посівів гороху – 0,44 друк. арк., 75 %).

Співавторство у монографіях

27. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., **Дідур І.М.**, Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 276 с. (11,70 друк. арк.).

28. Мазур В.А., Гончарук І.В., **Дідур І.М.**, Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 180 с. (10,50 друк. арк.).

29. Мазур В.А., **Дідур І.М.**, Мостовенко В.В., Мазур О.В. Науково-теоретичне обґрунтування технологічних прийомів вирощування гороху в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2022. 222 с. (13,20 друк. арк.).

Авторське свідоцтво на науковий твір

30. Мазур В.А., Гончарук І.В., **Дідур І.М.**, Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Монографія «Інноваційні аспекти технологій вирощування,

зберігання і переробки зернобобових культур». Авторське свідоцтво на науковий твір № 104195. Публікація відомостей 21.04.2021, Бюл. № 64.

Тези доповідей та апробації наукових досліджень на конференціях

31. Дідур І.М. Вплив сучасних біологічних препаратів на симбіотичну продуктивність зернобобових культур в умовах дослідного поля ВНАУ. Міжнародна науково-практична конференція «*Інновації сучасної агрономії*», 30-31 травня 2019 р. Вінниця. С. 12-15 (0,30 друк. арк.).

32. Didur I. Influence of the of pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing in Ukraine. *Agronomy Research Biosystems Engineering*. 2020. May 6. P.10-12. (0,30 друк. арк.).

33. Дідур І.М. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. VI Міжнародна науково-практична конференція «*About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them*», 26-30 жовтня 2020 р., Мілан, Італія. С. 26-31 (0,40 друк. арк.).

34. Дідур І.М. Вплив біоінокулянтів на продуктивність рослинно-мікробного симбіозу в агроценозах зернобобових культур. Науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і фахівців у сфері захисту і карантину рослин «*Сучасні аспекти вирішення проблем у захисті і карантині рослин*», 25 лютого 2021 р. Житомир. С. 11-13 (0,40 друк. арк.).

35. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на формування висоти рослин сої в умовах правобережного Лісостепу. XIV Міжнародна наукова конференція «*Корми і кормовий білок*», 12 жовтня 2022 р. Вінниця. С. 61-62 (0,40 друк. арк.).

36. Дідур І.М. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. V Міжнародна науково-практична конференція «*Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*», 19-21 жовтня 2022 р. Миколаїв. С. 41-43 (0,40 друк. арк.).

37. Дідур І.М. Вплив елементів біологізації системи удобрення на продуктивність сої. V Міжнародна науково-практична конференція *«Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*, 15 листопада 2022 р. Київ. С. 55-57 (0,30 друк. арк.).

38. Дідур І.М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення Всеукраїнська науково-практична конференція *«Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку»*, 24-25 травня 2023 р. Вінниця. 3 с. (0,30 друк. арк.).

ЗМІСТ

	сторінка
ВСТУП	24
РОЗДІЛ 1 НАУКОВІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО.....	31
1.1. Значення, сучасний стан та напрямки інтенсифікації виробництва зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного.....	1
1.2. Вимоги до агрокліматичних ресурсів при вирощуванні сої та інших зернобобових культур в умовах змін клімату.....	44
1.3. Використання біологічних препаратів, як обов'язковий елемент технології в системі живлення сої та інших зернобобових культур.....	54
РОЗДІЛ 2 ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	72
2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень.....	72
2.2 Ґрунт дослідної ділянки та динаміка гідротермічних умов у роки проведення досліджень	79
2.3 Програма і методика проведення досліджень	94
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ.....	106
3.1 Вплив гідротермічних умов, обробки насіння та позакореневих підживлень на проходження фаз росту і розвитку рослин сої.....	106

3.2	Особливості формування і функціонування ценозу сої під впливом гідротермічних умов, інокуляції насіння та позакореневого підживлення	110
3.3	Вплив гідротермічних умов, інокуляції насіння та позакореневого підживлення на формування і функціонування біометричних показників рослин сої	114
3.4	Формування фотосинтетичної продуктивності сої залежно від інокуляції насіння та позакореневих підживлень	120
3.5	Формування симбіотичного потенціалу рослин сої залежно від режиму живлення.....	133
3.6	Вплив системи живлення на індивідуальну продуктивність рослин сої.....	151
3.7	Комплексний вплив факторів інтенсифікації на урожайність насіння сої.....	156
3.8	Хімічний склад насіння сої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення.....	161
РОЗДІЛ 4	ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ РІВНЯ УДОБРЕННЯ ТА МІКОРИЗОУТВОРЮЮЧОГО ПРЕПАРАТУ.....	168
4.1	Вплив системи удобрення та мікоризоутворюючого препарату на динаміку густоти та коефіцієнт збереження рослин сої.....	168
4.2	Формування висоти рослин сої залежно від впливу удобрення та мікоризоутворюючого препарату.....	171
4.3	Фотосинтетична продуктивність рослин сої залежно від рівня удобрення та мікоризоутворюючого препарату.....	175
4.4	Формування продуктивності рослин сої залежно від рівня удобрення та обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом.....	187

	4.5. Показники якості насіння сої залежно від передпосівної обробки мікоризоутворюючим препаратом та рівня удобрення.....	197
РОЗДІЛ 5	ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ.....	204
	5.1. Динаміка висоти рослин сортів гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення.....	204
	5.2. Вплив досліджуваних факторів на динаміку густоти та коефіцієнт збереження рослин сортів гороху.....	207
	5.3 Особливості фотосинтетичної діяльності рослин сортів гороху залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень.....	210
	5.4 Формування симбіотичної продуктивності рослин сортів гороху залежно від досліджуваних факторів.....	219
	5.5 Формування індивідуальної продуктивності рослин та урожайності зерна сортів гороху залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень.....	227
	5.6 Хімічний склад зерна сортів гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення.....	234
РОЗДІЛ 6	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР.....	240
	6.1 Економічна та енергетична ефективність вирощування сої за різних моделей технології.....	240
	6.2 Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху за різних моделей технології.....	252
	6.3 Впровадження результатів досліджень у виробництво.....	258
	ВИСНОВКИ.....	265
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	271
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	272
	ДОДАТКИ.....	321

ВСТУП

У сучасних геополітичних та економічних умовах однією із найголовніших проблем агропромислового комплексу України є стабілізація та істотне збільшення виробництва зернобобових культур, які є основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом рослинного білка.

Із зернобобових культур, які інтенсивно використовуються у сучасному світовому землеробстві, за кількісним та якісним складом білка, а також рослинної олії провідне місце займають соя, горох, нут та сочевиця. Існуючі технології їх вирощування ґрунтуються на максимальному використанні факторів інтенсифікації, а саме, мінеральних добрив та пестицидів, частка яких у економічних та енергетичних витратах на вирощування врожаю складає біля 50-60% та чинить високе екологічне навантаження на екосистему.

Таким чином, в складних умовах сьогодення при, порушеній системі логістики, спостерігається гострий дефіцит та зростання цін на різні види енергоресурсів, у тому числі, і на мінеральні добрива, а також мінливість гідротермічних умов спонукає до пошуку альтернативних підходів до оптимізації існуючих та розробки нових моделей технологій вирощування зернобобових культур на основі широкого впровадження біологічних препаратів та біодобрив різного механізму дії.

Актуальність теми. Актуальність досліджень обумовлюється необхідністю розробки та обґрунтування біологізованих елементів технологій вирощування зернобобових культур, формуванню і забезпеченню їх сталого виробництва з урахуванням біологічних вимог рослин до дії гідротермічних умов регіону; потребою в модернізації окремих технологічних прийомів та оптимізації їх комплексної дії у технологічному циклі вирощування зернобобових культур. Розроблення на принципах біологізації технологій, впровадження яких забезпечило б стале виробництво високоякісного насіння сої та гороху в Лісостеповій зоні України із одночасним зниженням економічних та енергетичних витрат.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові розробки, узагальнені в дисертаційній роботі, були складовою частиною тематичного плану Вінницького національного аграрного університету, їх проводили у відповідності до виконання науково-дослідних робіт за тематикою у період 2017-2021 рр.: «Удосконалення елементів технології вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Лісостепу Правобережного» (державний реєстраційний номер 0117U004702), а також прикладного дослідження, що виконувалось у період 2020-2022 рр. за рахунок видатків загального фонду державного бюджету НДР: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (державний реєстраційний номер 0120U102034) та впровадження розроблених технологій у аграрне виробництво Лісостепу правобережного протягом 2022-2023 рр..

Мета й завдання досліджень. Головною метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка адаптивних технологій вирощування сої та гороху в умовах Лісостепу правобережного шляхом використання сучасних біологічних препаратів різного механізму дії.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- провести оцінку агроекологічного потенціалу регіону відносно продуктивності сої та гороху, враховуючи тенденції зміни основних гідротермічних характеристик;
- визначити ефективність використання біологічних препаратів та мікродобрив за обробки насіння та позакореневого підживлення на продуктивність сої та гороху;
- встановити закономірності та розкрити механізм дії біологічних препаратів на фізіологічні особливості формування й реалізації біологічного потенціалу продуктивності зернобобових культур;
- дослідити динаміку наростання надземної біомаси, листкової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу в основні періоди вегетації сої та гороху;

- встановити вплив біологічних препаратів на діяльність симбіотичних систем рослин сої та гороху, а також на величину біологічно фіксованого азоту;
- змоделювати потенційний рівень врожайності зернобобових культур залежно від досліджуваних факторів та гідротермічних умов;
- провести енергетичне та економічне обґрунтування удосконалених моделей технологій вирощування сої та гороху на основі комплексного застосування біологізованих чинників.

Об'єкт дослідження – фізіологічні та біохімічні процеси формування й реалізації потенціалу продуктивності сої та гороху залежно від дії організованих факторів.

Предмет досліджень – перспективні сорти сої та гороху, показники урожайності та якості насіння; біодобриво; мікродобрива; бактеріальні препарати; ґрунт; моделі технологій вирощування зернобобових культур.

Методи дослідження. Теоретичною та методологічною основою досліджень є спеціальні та загальноприйняті методи та методики у агрономії. Гіпотези (для постановки проблематики досліджень), індукції і дедукції (аналіз та узагальнення результатів досліджень), аналогії (проведення порівняння між варіантами), узагальнення (висновки та пропозиції), закони логіки (синтез, аналіз та порівняння) та спеціальні: польовий в поєднанні із візуальним – для встановлення фенологічних змін процесів росту і розвитку рослин залежно від взаємодії об'єкта із досліджуваними та гідротермічними чинниками, ваговий – для визначення індивідуальної та насінневої продуктивності рослин, фізіологічний – для визначення показників фотосинтетичної та симбіотичної діяльності рослин сої та гороху, біохімічний – для визначення хімічного складу насіння. Для обробки і узагальнення експериментальних даних використовували розрахунковий, статистичний та порівняльно-обчислювальний методи: дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи. Для моделювання врожайності досліджуваних зернобобових культур використовували спеціальне програмне забезпечення (Microsoft Excel, Statistica 10, Agrostat New (2013)).

Наукова новизна отриманих результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні принципів біологізації технологій вирощування сої і гороху з урахуванням біологічних вимог рослини до дії кліматичних факторів, погодних умов регіону, технологічних факторів і встановленні залежностей проходження процесів росту, розвитку та формування максимальних рівнів урожайності насіння від впливу сучасних біологічних препаратів різного механізму дії та норм мінеральних добрив. Обґрунтовано вплив організованих факторів на формування фотосинтетичної та симбіотичної діяльності сої та гороху залежно від умов довкілля та біологічних препаратів. Встановлено позитивний вплив досліджуваних чинників на збільшення величини показників урожайності насіння зернобобових культур. Обґрунтовано доцільність використання біодобрив для трансформації важкодоступних форм фосфору та калію у легкодоступні для рослин сої та гороху.

Уперше для умов Лісостепу України:

- обґрунтовано принципи біологізації технології вирощування сої та гороху, формування й функціонування зони їх сталого виробництва з врахуванням біологічних вимог сортів зернобобових культур до технологій їх вирощування в умовах змін клімату;

- встановлено, вплив досліджуваних факторів на тривалість періоду вегетації, морфобіологічну структуру рослин, фотосинтетичний та симбіотичний потенціал зернобобових культур;

- описано тісноту зв'язків та залежності між основними показниками, що характеризують рівень урожайності і якості насіння та наявними гідротермічними ресурсами регіону;

- обґрунтовано фізіологічні особливості формування та реалізації генетичного потенціалу показників урожайності насіння сої та гороху за вирощування на сірому лісовому ґрунті залежно від дії екологічних та організованих факторів, а саме: застосування позакореневих підживлень посівів сучасними біологічними препаратами Біокомплекс БТУ, Гуміфренд, Хелпрост соя.

Удосконалено:

- систему мінерального живлення сої та гороху на основі узагальнення результатів багаторічних досліджень, проведених у різні за гідротермічними умовами роки вирощування;

- технологію вирощування сої та гороху, шляхом використання біологічних та мікоризних препаратів різного механізму дії і біодобрива для трансформації важкодоступних форм макроелементів у легкодоступні для рослин.

Набули подальшого розвитку:

- наукові положення щодо особливостей проходження процесів росту, розвитку, формування продуктивності сої та гороху залежно від гідротермічних ресурсів регіону та факторів, що були поставлені на дослідження;

- теоретичні положення щодо необхідності біологізації технологій вирощування сої та гороху з використанням біо- та мікоризних препаратів та біодобрива для трансформації важкодоступних форм макроелементів фосфору та калію;

- набуло подальшого розвитку уявлення щодо проходження процесів фотосинтезу та біологічної фіксації азоту за комплексного використання біологічних препаратів у технології вирощування сої та гороху.

Практичне значення одержаних результатів. Наукові положення, практичні аспекти, висновки та пропозиції, які відображені у дисертаційній роботі, направлені на оптимізацію процесів, пов'язаних із формуванням продуктивності сої та гороху в зоні Лісостепу правобережного, зокрема за рахунок зниження використання матеріальних та енергетичних ресурсів на формування одиниці врожаю. Розроблено й рекомендовано виробництву нові та удосконалено існуючі технології вирощування сої та гороху з обґрунтуванням оптимізації систем удобрення на основі використання сучасних біологічних форм мікоризоутворюючих препаратів та біодобрив.

Розроблені моделі технологій вирощування сої і гороху впроваджено у агроформуваннях Вінницької області. Виробничу перевірку результатів

досліджень було пройдено впродовж 2022 – 2023 рр. на площі близько 1000 га в наукових установах та агроформуваннях Вінницької області, а саме: Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України, ТОВ «Кусто Агро Фармінг», ФГ «Куманівецьке», ФГ «Агро-Сад», ТОВ «Ольга», в яких було підтверджено, зроблені нами раніше висновки щодо високої ефективності оптимізації системи живлення сої і гороху на основі широкого використання біологічних факторів інтенсифікації.

Матеріали дисертаційної роботи були включені до монографій і навчальних посібників за профілем агрономія та впроваджено у освітній процес факультету агрономії, садівництва та захисту рослин ННІ агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету. Розробки дисертанта використано при підготовці та проведенні лекційних і практичних занять з навчальних дисциплін «Рослинництво», «Інноваційні технології у рослинництві», «Агрохімія», «Системи сучасних інтенсивних технологій».

Особистий внесок здобувача полягає у теоретичному аналізі проблематики та формуванні концепції, завдань і цілей програми досліджень, плануванні польових дослідів, їх постановці та виконанні завдань, узагальненні результатів, підборі методів статистичної обробки даних та оцінки результатів експериментів, формулюванні висновки та сучасних рекомендацій для науки і виробництва. Публікації за темою дисертації виконано самостійно та у співавторстві. Частка особистого внеску в опублікованих у співавторстві працях складається із методичного обґрунтування, виконання польових досліджень, узагальнення результатів та підготовки експериментальних матеріалів до друку.

Апробація результатів дисертації.

Результати досліджень дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на засіданнях кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету та значній кількості

конференцій, а саме, на Міжнародній науково-практичній конференції *«Інновації сучасної агрономії»*, 30-31 травня 2019 р. Вінниця; на Міжнародній науково-практичній конференції *«Використання інноваційних технологій в агрономії»*, 3-4 червня 2020 р. Вінниця; на VI Міжнародній науково-практичній конференції *«About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them»*, 26-30 жовтня 2020 р., Мілан, Італія; на Науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і фахівців у сфері захисту і карантину рослин *«Сучасні аспекти вирішення проблем у захисті і карантині рослин»*, 25 лютого 2021 р. Житомир; на XIV Міжнародній науковій конференції *«Корми і кормовий білок»*, 12 жовтня 2022 р. Вінниця; на V Міжнародній науково-практичній конференції *«Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво»*, 19-21 жовтня 2022 р. Миколаїв; на V Міжнародній науково-практичній конференції *«Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*, 15 листопада 2022 р. Київ; на Всеукраїнській науково-практичній конференції *«Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку»*, 24-25 травня 2023 р. Вінниця. Апробацію матеріалів також висвітлено у співавторстві у ряду монографій. За результатами досліджень одержано авторське свідоцтво на науковий твір та патенти України.

Публікації. Матеріали дисертації висвітлено у 38 публікаціях, в тому числі – у 6 наукових статтях, що індексуються у наукометричних базах Scopus і Web of Science, 20 статей у наукових фахових виданнях України, 3 – у монографіях у співавторстві, 1 у авторському свідоцтві, 8 у тезах та матеріалах доповідей.

Об'єм і структура роботи. Дисертаційну роботу викладено на 377 сторінках тексту комп'ютерного набору. Вона складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел та додатків. Робота містить 51 таблицю, 24 рисунки, 28 формул. Список використаних літературних джерел включає 493 найменування, зокрема – 128 латиницею.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

1.1. Значення, сучасний стан та напрямки інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні та світі.

Зернобобові культури належать до цінних у продовольчому, кормовому та агроекологічному значенні рослин. Проте їх посівні площі на даний час є незначними. Загалом в Україні посівні площі під зернобобовими культурами без сої у 2019 році становили 566,0 тис. га, що становить біля 2% у структурі посівних площ польових культур та є дуже низьким показником [123, 196].

За даними Державної служби статистики в Україні у 2023 році найбільша посівна площа серед усіх зернобобових культур належала сої – 1,8 млн. га, що становить близько 70 % у структурі від усіх зернобобових культур. Решта зернобобових культур мають незначну посівну площу: від 126 тис. га у гороху, понад 45,0 тис. га – у квасолі, до 3,2 тис. га – у бобів кормових, біля 3,1 тис. га – у нуту та до 2,8 тис. га у сочевиці.

За даними Король О. із загальної площі зернобобових культур в Україні (за винятком сої) понад 84 % належить гороху. Водночас в умовах змін клімату не достатньо використовується потенціал інших зернобобових культур, таких як нут, сочевиця, чина, боби, люпин тощо, які можуть забезпечити в екстремальних гідротермічних умовах вищу урожайність за менших затрат [145].

Визначальним фактором розширення посівних площ під малопоширеними зернобобовими культурами є правильний підбір сортів з урахуванням сучасних екологічних умов, адаптація технології їх вирощування з врахуванням біологічних особливостей. Одним із основних показників при

підборі сортів зернобобових культур для тих чи інших ґрунтово-кліматичних умов є їхня потенційна урожайність і технологічність вирощування [88, 131].

Виходячи із структури посівних площ зернобобових культур в Україні, до нішевих зернобобових культур можна віднести нут, із загальною посівною площею 36,0 тис. га, що становить 6,4% серед усіх зернобобових культур [83], сочевицю, яка має посівну площу 8,0 тис. га або 1,4% у структурі та боби – 3,2 тис. га або 0,6% у структурі посівних площ зернобобових культур. Квасоля має дещо більшу посівну площу, проте це часто овочева культура, тому розглядати її у якості типового представника зернобобових культур не зовсім коректно.

Урожайність зернобобових культур за даними Державної служби статистики в Україні у 2019 році варіювала в межах 1,39 – 2,32 т/га. Найвищою вона була у бобів, сої та гороху, а найнижча – у сочевиці, нуту та квасолі. Якщо взяти за орієнтир зернову яру культуру – ячмінь ярий, то показники урожайності зерна зернобобових культур порівняно з нею були у 0,7 – 2,4 рази меншими. Фактична урожайність зерна бобів становить 2,32 т/га і є найвищою серед усіх зернобобових культур, що вирощуються в Україні. Це мало б спонукати до зростання посівних площ під цією культурою. В той же час показники урожайності зерна сочевиці – 1,39 т/га та нуту – 1,40 т/га, є найнижчими серед усіх зернобобових культур. Причинами цього можуть бути недосконалість технологій вирощування цих зернобобових культур, невідповідність їх біологічних умов фактичним екологічним умовам тих зон, де вони культивуються [48, 445].

Зернобобові культури належать до групи цінних в агроекологічному плані рослин, оскільки здатні підвищувати родючість ґрунтів як за рахунок симбіотичної азотфіксації бульбочковими бактеріями на коренях рослин, так і завдяки оптимальному співвідношенню у їх вегетативній масі вуглецю та азоту, на відміну від зернових злакових культур. Проте на сьогодні посівні площі цих культур різко скоротилися, що позначається на родючості ґрунтів [82, 196].

Тривалий час у структурі посівних площ польової сівозміни серед зернобобових культур переважав горох, що займав до 10 % в структурі

посівних площ. За часів занепаду сільськогосподарського виробництва в Україні в 90-х роках 20-го століття посівні площі гороху різко скоротилися. Із запровадженням заходів інтенсивного землеробства на початку 21 століття була переглянута структура посівних площ у напрямі збільшення посівів економічно привабливих та ринковоорієнтованих культур, таких як кукурудза, соняшник, пшениця, ріпак та соя. Більшість цих культур вимагають високих норм добрив та виснажують ґрунт. Саме зростання посівних площ сої, як зернобобової культури, у структурі інтенсивної сівозміни, сприяло частковому збереженню агроекологічного стану ґрунтів [64, 387].

Соя залишається найпоширенішою зернобобовою культурою у структурі посівних площ. Проте певне посівне значення мають інші зернобобові культури: горох, нут, сочевиця – як харчові культури, квасоля – як овочева та боби – як кормова культура. Саме в умовах глобальної зміни клімату роль нетрадиційних та малопоширених зернобобових культур різко зростає, адже нут та сочевиця належать до жаростійких культур, боби – до вологолюбивих, горох – до помірних, а квасоля та соя – до посухостійких культур. Тому залежно від фактичних ґрунтово-кліматичних умов можна підібрати оптимальний вид зернобобових культур, який зможе забезпечити найвищу урожайність [29, 96].

Аналіз урожайності зернобобових культур в Україні показує, що їх можна умовно поділити на дві групи: умовно високоврожайні – боби кормові, соя, горох та умовно низькоурожайні – квасоля, нут та сочевиця, що мають середню урожайність на 30–40 % нижчу, ніж зернобобові культури першої групи [316].

Сучасне інтенсивне землеробство передбачає використання для господарських потреб лише основну частину урожаю: зерно, насіння, плоди та ін. У зернобобових культур продуктивною частиною урожаю є насіння. В той же час побічна продукція рослин використовується для повернення у ґрунт та часткової компенсації затрачених з нього поживних речовин [18].

Соя є рентабельною культурою, тому займає значну частку у структурі посівних площ більшості сільськогосподарських підприємств України.

Причиною збільшення посівних площ сої в Україні є велика експортна потреба та висока ціна на світовому ринку через великий попит імпортерів на сою в світі [338].

У 2016 р. Україна була рекордсменом зі зростання виробництва насіння сої та першою у світі за приростом її експорту, випередивши світових виробників цієї культури – США і Бразилію. Виходячи з цього, у недалекому майбутньому Україна може експортувати великі обсяги сої за кордон і за рахунок цього істотно підвищити економічні переваги вирощування цієї культури. Враховуючи зростання посівних площ сої в Україні останніми роками та доведення її посівів до 2 млн. га, виникає необхідність у пошуку перспективних сортів, які б відзначалися вищою продуктивністю, стійкістю до посухи, хвороб, шкідників, вилягання, осипання насіння із коротким вегетаційним періодом, високою якістю насіння та підвищеною азотфіксуючою здатністю. Саме правильно підібраний сорт сої може забезпечити непоганий прибуток [231].

Однак, при цьому слід констатувати не достатньо високий рівень урожайності насіння сої, де реалізація генетичного потенціалу продуктивності сучасних сортів цієї культури у виробничих умовах складає біля 50% і менше. Причиною цього явища є, перш за все, порушення товаровиробниками технологічного процесу виробництва сої та коректування чітких науково-обґрунтованих рекомендацій щодо технології її вирощування на незрошуваних землях [34].

Технологія вирощування сої передбачає цілісний комплекс послідовних операцій, спрямованих на отримання високого урожаю насіння, і враховує біологічні особливості рослини відповідно до фаз її розвитку. Серед низки заходів, що спрямовані на реалізацію генетичного потенціалу високоврожайних сортів сої інтенсивного типу є, перш за все, ефективне використання біокліматичного потенціалу регіону вирощування, оптимальне, з урахуванням гідротермічних ресурсів, сортового розміщення виробництва сої по Україні [440].

Поряд з цим, впровадження у виробництво ефективних конкурентоспроможних, з високим рівнем окупності енергії, адаптованих до умов середовища технологій вирощування сої, які базуються на підборі інтенсивних, з відповідним ступенем реалізації генетичного потенціалу сортів, науково-обґрунтованому розміщенні у сівозміні, створенні посівів із раціональною оптико-біологічною структурою, науковому підході по визначенню строків сівби, системному обробітку ґрунту, раціональній, оптимізованій системі мінерального і бактеріального живлення із урахуванням потреби рослин в поживних речовинах за етапами органогенезу, а також ефективних методах боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами, забезпечить одержання високих і сталих урожаїв культури. Це буде важливим резервом для успішного розвитку тваринництва, підвищення родючості ґрунту, зміцнення економіки тощо [177, 358].

Сьогодні однією із основних проблем аграрного сектору України є дефіцит білка рослинного походження, вирішення якої можливе за рахунок збільшення посівних площ зернобобових культур та підвищення рівня їх продуктивності [256, 441].

На вітчизняному аграрному ринку соя вже багато років поряд із зерновими культурами займає провідні позиції в експорті та переробці на харчові та кормові цілі, а також має стратегічно важливе значення у забезпеченні продовольчої і економічної безпеки країни. Основними передумовами, які зумовили зміну становища цієї культури в світі за останні 20 років, стали зрушення у структурі харчування населення розвинених країн, що пов'язані із переходом від використання тваринних жирів на рослинні та олію; а також збільшення його чисельності в країнах Азії і стрімкий розвиток галузі тваринництва у ЄС. У сукупності це зумовило зростання глобального попиту на сою та переорієнтацію багатьох країн на її вирощування, серед яких опинилася і наша країна [238, 443].

Соя посідає перше місце у світовому виробництві рослинної олії, яку використовують на харчові цілі і для виробництва промислової продукції [334].

Сівозміни із зерновими бобовими культурами, зокрема з соєю, вважають класичними для відтворення родючості ґрунтів, підвищення їх продуктивності, нарощування продовольчих ресурсів та поліпшення екологічної безпеки. Неперевершеною є роль сої для підвищення родючості ґрунту завдяки симбіозу її з бульбочковими бактеріями, внаслідок чого вона накопичує 150 – 200 кг/га азоту та на 60 – 80 % забезпечує власну потребу в цьому елементі живлення, збагачує ним ґрунт, покращує азотний баланс останнього, підвищує врожайність культур, які висівають після неї, і продуктивність сівозміни в цілому. Саме тому інокуляція насіння сої бактеріальними препаратами є необхідним агротехнічним заходом [128].

Отже, на основі глибокого аналізу джерел наукової літератури, можна зробити висновок, що соя є досить пластичною сільськогосподарською культурою з великим потенціалом та значними посівними площами не тільки в Україні, а й світі. Унікальна за своїм складом вона поєднує в собі значну кількість господарсько-цінних ознак, та відіграє провідну роль у вирішенні проблеми рослинного білка, забезпечуючи при цьому одержання продуктів харчування високої якості. Крім того соя, як азотфіксуюча бобова культура є незамінною складовою біологічного землеробства, підвищуючи показники родючості ґрунту, що робить її одним із кращих попередників для наступних культур сівозміни [150, 344].

Соя ще з тринадцятого століття була традиційною культурою для Східної та Південної Азії, де вона була не лише як зернобобова культура, а й як ефективний замітник молочних та м'ясних продуктів. Незважаючи на це, великої світової популярності вона почала набувати лише в другій половині ХХ ст. Так, за останні 50 років світове виробництво сої зросло в дев'ять разів. Передусім цьому сприяло створення нових більш врожайних сортів та гібридів і покращення технології виробництва й переробки. Зниження втрат при зборі сої також мало місце для зростання показників середньосвітової врожайності. Іншою причиною став розвиток інфраструктури, який призвів до активізації

світової торгівлі, і це дало можливість виробникам реалізовувати готову продукцію на нові ринки [249, 346].

За останні роки у світі істотно зменшилися посівні площі пшениці та ячменю і лише для сої характерна постійна динаміка збільшення її площ. Паралельно підвищується і урожайність цієї культури. На теперішній час за посівними площами та валовими зборами насіння соя посідає четверте місце у світі серед основних польових культур. Якщо на початку інтенсивного впровадження сої на неї робили ставку як на олійну культуру, то в останні роки акцент все більше переноситься як на джерело білка, особливо харчового, збалансованого за амінокислотним складом. Соевий білок поліпшує харчові властивості інших рослинних білків, оскільки ті амінокислоти, яких не вистачає в інших білках, є в достатній кількості у соєвому продукті. Уведення соєвого білка у меню є чудовим способом компенсувати брак лізину та інших амінокислот у білку пшениці, рису, жита, ячменю, вівса, проса, кукурудзи [342, 345].

Світове виробництво сої становить майже 352 млн т і незмінно лідерами є США, Бразилія, Аргентина, які в 2016-2017 р. зібрали рекордні 286 млн т сої, що становить 82 % світового виробництва. Також до провідних виробників відносять Китай (12,3 млн т), Індію (11,5 млн т) та Парагвай (10,3 млн т) [340].

Причиною тому є часткове підвищення площ під сою, за рахунок зменшення посівів кукурудзи в США, а також підвищення врожайності бобових в основних країнах-виробниках. Крім того, загальна світова пропозиція зростає через великі поточні запаси. США, Бразилія, Аргентина є лідерами виробництва продукту. Сполучені штати вирощують 33 % світової сої. Продаж сої на зовнішні ринки склав 46,675 млн т і досяг половини всього світового експорту [349].

Головні покупці сої із США – Китай, Японія і Мексика. Бразилія і Аргентина посідають другу і третю сходинки. Інші місця розподілилися наступним чином: Китай, Індія, Парагвай, Канада. Україна розташувалася на 8 місці у світі по виробництву, але займає 6 місце з продажу сої [347].

Переробка сої на біодизельне пальне також є суттєвим фактором підвищення інтересу до неї. Але є зворотна сторона – ціна на сою стає залежною від світових енергоносіїв. Якщо казати про світовий імпорт, бажаючі купити сою вишикувались в наступному порядку: лідирує Китай – 63,51 % світового попиту і ця доля буде зростати, друге місце в Євросоюзу – 10,81 %, Мексика, Японія і Тайвань – 3,20%, 2,29 % і 1,85 % відповідно [348].

В Україні з 2000-х років спостерігається стійка тенденція і високі темпи збільшення посівних площ та виробництва сої. Україна вийшла на перше місце в Європі за виробництвом сої. Це сталося завдяки створенню та впровадженню у виробництво сортів сої нового покоління, розробці сортової технології їх вирощування, підвищенню попиту на сою на світовому ринку. Прогнози свідчать про те, що виробництво сої зростатиме і надалі і вітчизняне птахівництво буде повністю забезпечене власною соєю. Вирощування сої на відміну від надмірного збільшення посівних площ соняшнику має позитивний ефект для всього сільського господарства, оскільки ця культура є ідеальним попередником практично для всіх зернових культур, її особливою властивістю є наявність бульбочкових бактерій, які дозволяють фіксувати азот з повітря і за період вегетації накопичувати його в ґрунті в межах 80-100 кг/га [233, 341].

Це дуже важливо в економічному плані при недостатніх обсягах внесення мінеральних та органічних добрив, що призводить до від'ємного балансу поживних речовин у ґрунті, який за розрахунками науковців складає біля 200 кг/га, чим порушується основне правило землеробства, яке зобов'язує товаровиробника повернути у ґрунт еквівалентну кількість поживних речовин, що була витрачена на формування урожаю. Учені України розпочали оригінальні дослідження з термічної обробки зерна сої для підвищення її засвоюваності, а також заготівлі гранул монокорму з рослин сої, зібраних у фазі жовтої стиглості. Україна є одним із ініціаторів розробки технології вирощування сої на зрошуваних землях та активного впровадження її у виробництво. Як свідчать наукові дослідження та практика кращих господарств

України, за кращих агротехнічних умов, особливо за умов зрошення, можна щороку одержувати високі, сталі врожаї цієї культури [111, 332].

Соя – один з найкращих попередників для зернових культур, до того ж сама є високорентабельною культурою, яка сприяє підвищенню родючості ґрунтів. Суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України. При дотриманні рекомендованих технологій вирощування можна досягти врожайності 2,5 т/га і вище. Враховуючи витрати на 1 га і середню ціну реалізації, рентабельність виробництва сої становить понад 50 %. Тому, беручи до уваги стабільний попит на цю культуру в світі та Україні, виробники сої можуть отримати великий економічний ефект від її вирощування [135, 229, 278].

Фахівці прогнозували до 2015 року збільшення виробництва сої в Україні до 4 млн тонн, при площі посіву на рівні 2 млн га, а також збільшення частки сої в структурі зернових і зернобобових до 10 %. А за даними НААН України соя в структурі посівних площ може займати до 20%. Слід відмітити, що сподівання фахівців справдились повністю, і навіть більше. Єдиною проблемою при вирощуванні залишається недостатній ріст її врожайності. Нині Мінагрополітики України сприяє впровадженню у виробництво високоврожайних сортів сої [47, 315].

По вирощуванню сої сучасна Україна посідає перше місце у Європі і колишніх країнах СНД, і увійшла до топ – 10 світових виробників (8 позиція). Причому за врожайністю випереджає кілька країн, що попереду у цьому переліку. За врожайністю у топ-10 Україна посідає 6 місце. Варто зауважити, що останніми роками спостерігається цікава тенденція строкатості як врожайності, так і посівних площ: наприклад, 2014 року було посіяно 1,8 млн га сої, отримали врожайність 2,17 т/га, 2015 року посіяли понад 2,1 млн га, врожайність впала до 1,84 т/га [70, 477].

У 2018 році українські аграрії засіяли соєю трохи більше 1,7 млн га, що на 14,5 % менше у порівнянні з минулим роком, свідчать дані Держстату. Це мінімальні площі за останні п'ять років. Найбільші посівні площі сої у 2018 році

були зафіксовані у Полтавській (178,6 тис. га), Хмельницькій (169,1 тис. га), Київській (138,3 тис. га), Сумській (137,0 тис. га), Житомирській (131,6 тис. га) та Кіровоградській (116,2 тис. га) областях (разом по 6 регіонах 52 %). Найбільше скорочення площ посівів сої відбулося у Луганській області (на 59,1 % менше, ніж торік), Дніпропетровській (47,7 %), Миколаївській (43,2 %), Харківській (36,5 %), Одеській (29,0 %) та Кіровоградській областях (27,3 %) [168].

Обґрунтуванню ефективного використання біологічного потенціалу сорту і природно-кліматичних ресурсів належить важливе значення у розробці та впровадженні у виробництво нової адаптивної сортової технології вирощування. Враховуючи недостатні посівні площі і проблеми кормового рослинного білка, на сьогодні постало питання розглянути в технології окремі аспекти її вирощування, спрямовані на отримання максимального рівня продуктивності. До прийомів, за яких можливо отримати високу врожайність та покращити якість зернобобових культур, відноситься оптимізація адаптивних сортових технологій, із одночасним удосконаленням сучасних наукових принципів підбору нових високопродуктивних сортів, системи удобрення, ефективності передпосівної обробки насіння та використання мікродобрив у позакореневому підживленні рослин, спрямованих на посилення реалізації їх біологічного потенціалу [42, 191].

Оцінюючи кормову та харчову цінність зерна бобових культур, проведення таких досліджень є актуальними для науки та виробництва. Вони базуються на науковому, теоретичному і практичному обґрунтуванні основних прийомів технології вирощування адаптивних сортів зернобобових культур на основі аналізу закономірностей формування зернової та білкової продуктивності залежно від умов регіону [83].

У світі вирощується велика кількість різних видів зернобобових культур. За своїм економічним значенням та посівними площами перше місце серед зернобобових займає соя. Не менш важливими є такі культури як: арахіс, різні

види квасолі, горох, нут, сочевиця, кормові боби та люпин, причому деякі з них мають лише місцеве значення [122].

Вирощування різних видів зернобобових в окремих регіонах світу залежить не тільки від вимог до ґрунтово-кліматичних умов. Їх значення, як джерела для задоволення потреб у білках, вище в тих регіонах, де за етнічними чи релігійними міркуваннями, а також через економічні причини, населення мало або й зовсім не вживає м'ясні продукти. Культури, які мають важливе значення у регіонах з помірним кліматом, відіграють незначну роль у світовому масштабі [117].

Насіння зернобобових має порівняно з іншими зерновими найвищий вміст сирого протеїну завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, за допомогою яких фіксується азот із повітря. Вміст сирого протеїну в зерні бобових від двох до чотирьох разів вищий, ніж в зерні злакових зернових культур. Вміст протеїну в основних видів зернобобових може бути у два рази вищий, ніж у злакових, причому сирий протеїн складає у них майже повністю справжній білок [217].

Після сої та квасолі культура нуту посідає третє місце у світі за обсягами посівних площ. Це одна з найцінніших бобових, і в цілому, сільськогосподарських культур, яка має високу харчову цінність, містить велику кількість незамінних і замінних амінокислот, макро- та мікроелементів [218].

Фермери спочатку скептично ставилися до вирощування нуту, оскільки в Україні існують більш врожайні бобові культури, такі, як горох та квасоля. Проте, оцінюючи прибутковість виробництва нуту, слід згадати, що на початку 2018 року тонна його коштувала до 1100 доларів, тож багато вітчизняних аграріїв стали розширювати площі посівів нуту [225].

Крім того, проблема нарощування аграрного виробництва й охорони навколишнього середовища викликає значний інтерес до біологічного азоту в усіх країнах світу, в тому числі і в Україні. Проводяться дослідження з вивчення особливостей азотфіксації, її значення в азотному балансі ґрунту й

азотному живленні рослин, оскільки азотфіксувальні мікроорганізми є важливим резервом поліпшення балансу азоту в ґрунті, відтак і збільшення урожайності сільськогосподарських культур [276, 283].

Як і інші зернобобові культури, нут здатен до симбіозу з бульбочковими бактеріями. Таким чином у біологічний кругообіг вводиться значна кількість атмосферного азоту. Біологічно зв'язаний азот може становити до 70-80% загального азоту врожаю, крім того, значна його кількість залишається в ґрунті, що робить нут важливим попередником для наступних культур у сівозміні [429].

У результаті симбіозу між культурою і бактеріями не тільки підвищується врожайність зерна, але також поліпшується якість врожаю – підвищується вміст білка, жиру, вітамінів тощо [193]. Ріст і розвиток цієї культури може відбуватись без внесення азотних добрив завдяки симбіозу рослин з азотфіксувальними бактеріями, який забезпечує їхнє нормальне живлення та високу врожайність [26].

В наш час, коли іде стабільна тенденція клімату до аридизації, саме вирощування культур здатних протистояти цим небезпечним явищам природи є однією із основних причин їх вирощування. Нут одна із найдавніших культур світового землеробства, її вирощують протягом більше як 10 тис. років. Сьогодні займає у світі третє місце за площами посіву та валовими зборами насіння серед бобових культур. Його вирощують у найбільш спекотних та посушливих зонах світу, а продукція має стабільно високий попит [291, 261].

Окрім сої та гороху, останніми роками є тенденція до збільшення посівних площ під ще однією зернобобовою культурою – нутом. Найсприятливіший клімат для цієї культури – на півдні країни [113]. На думку експертів компанії Pro-Consulting, нут – незаповнена, але вигідна ніша для вітчизняних сільгоспвиробників. Ця бобова культура лише набирає популярності в Україні. І за два останні роки площі посівів під нут дещо зросли. Так, у 2016 р. дану культуру вирощували на площі біля 7 тис.га, у 2017 р. площі під посівами нуту становили в межах 8-9 тис га. У 2017 році нут вирощували у

91 господарстві, які відводили під культуру від ста до півтисячі гектарів. Хоч площі і невеликі, однак врожайність нуту може бути значно вищою середнього показника у світі, переконані експерти. На Вінниччині мова йде про 2,25 тонн з гектара, у Запорізькій області – 1,28 т/га врожаю. Найбільший рівень урожайності може забезпечити у південних регіонах України – до 2,5-3 т/га [225, 41].

Важливими критеріями вирощування культури є сприятливі ґрунтово-кліматичні умови і близькість до морських портів, звідки урожай буде відправлятися на експорт. Це дозволить продавати продукцію за максимальною ціною у період підвищеного попиту на світовому ринку і уникнути додаткових витрат на її зберігання [304].

Популяризація нуту зараз проводиться як на міжнародному, так і на національному рівнях. Вона була одним з пунктів програми Міжнародного року зернобобових, оголошеної у 2016 році продовольчою організацією ООН – ФАО. В Україні профільною зернобобовою Асоціацією розроблено Програму розвитку посівів нуту, сочевиці, квасолі на 2015-2020 рр., яка передбачає підсумкове збільшення нутових посівів більш ніж у три рази. Нині найбільше нуту вирощує Індія. На неї припадає 70 відсотків всіх світових посівів. Далі йдуть Австралія, Пакистан і Туреччина [361, 82].

Реалізація генетичного потенціалу зернобобових культур вимагає не лише оптимізації екологічних чинників, але й відповідної технології вирощування, адаптованої під конкретний сорт. Сучасні сорти зернобобових культур здатні реалізувати приблизно 50 % свого продуктивного потенціалу. Однією з основних причин цього є неправильно підібраний вид зернобобової культури чи сорт для конкретних екологічних умов та невідповідність технології вирощування [121].

Основними показниками технологічності вирощування зернобобових культур є стійкість рослин проти вилягання, осипання бобів, придатність рослин до прямого комбайнування, висота прикріплення нижніх бобів, висота рослин та інші. Також необхідно враховувати строки досягання сортів, їхню

реакцію на гідротермічні та ґрунтові умови. Зміна клімату останніми роками призвела до того, що окремі види зернобобових культур стали сильно пригнічуватися посухою, а це позначилось на їхній стійкості до хвороб, шкідників, а основне – на їхній продуктивності. Тому важливим напрямом підвищення продуктивності зернобобових культур є врахування їх біологічних особливостей в екстремальних гідротермічних умовах та максимальна адаптація до такого стану технології вирощування тієї чи іншої культури [46, 460].

Отже, для умов Лісостепу правобережного соя і зернобобові культури є важливими високобілковими культурами. Тому створення сортів інтенсивного типу та енергоощадних технологій їх вирощування є важливою науковою проблемою, яка потребує відповідного обґрунтування із врахуванням змін клімату.

1.2 Вимоги до агрокліматичних ресурсів при вирощуванні сої та інших зернобобових культур в умовах змін клімату

На території України для виробництва насіння сої за ґрунтово-кліматичними умовами найбільш придатний Правобережний Лісостеп. Таким чином, посівні площі культур, а також рівні їх врожайності, в значній мірі залежать від кліматичних умов року та зони вирощування [126, 489].

У перспективі виробництво сої передбачає формування в Україні соєвого поясу в Лісостепу. Тут ґрунтово-кліматичні умови найкраще відповідають біологічним потребам цієї культури, завдяки чому вона досягає повної стиглості та формує високий урожай. На цій території сою можна вирощувати на площі 2 млн га, в перспективі навіть і більше [467].

За повідомленнями вчених [391, 401, 450, 466, 467], при вирощуванні сої в США, підбір сортів та розміщення їх у різних ґрунтово-кліматичних зонах залежить від тривалості світлового дня. В Україні, де лімітуючими факторами вирощування сої є тепло і волога, сорти даної культури поділяються на різні

групи стиглості залежно від тривалості вегетаційного періоду. Збільшення виробництва сої в усіх зонах вирощування зумовлене як розширенням посівних площ, так і підвищенням її урожайності. Проте, велике значення у підвищенні врожайності та поліпшенні якості насіння сої має підбір сорту [403, 485].

Виявлено, що від суми активних та ефективних температур напряду залежить тривалість проходження фаз росту і розвитку в онтогенезі сільськогосподарських рослин, у тому числі сої [393]. У Степу Північному та Лісостепу Південному, які достатньо забезпечені теплом і в яких достатньо довгий період вегетації, можна вирощувати такі сорти сої, у яких тривалість вегетаційного періоду становить 130 – 140 днів. Та в умовах Лісостепу Правобережного і Лівобережного та Полісся, де є дефіцит тепла, рекомендовані для вирощування лише ранньостиглі або середньостиглі сорти сої з вегетаційним періодом до 120 – 130 днів [408, 482].

Незважаючи на це, при виборі сорту сої для вирощування особливу увагу необхідно звертати на те, для якої зони він районований. При недостатній екологічній пластичності сорт, який формує високу урожайність в умовах Степу, в Лісостеповій зоні України не дасть таких результатів [451].

Під час вирощування сої в умовах Північно-східного Лісостепу України доцільно надавати перевагу сортам із високою пластичністю та стабільністю, що є важливим чинником реалізації генетичного потенціалу сорту та отримання гарантовано високого врожаю сої [404].

Соя – культура мусонного клімату, має підвищені вимоги до забезпечення вологою і теплом. Сою за вимогами до факторів життя можна віднести до тепло-, волого- і світлолюбних рослин, які крім того потребують високої культури землеробства. Кожна рослина сої з її листковою поверхнею і кореневою системою представляє унікальну маленьку біологічну фабрику, яка ефективно працює на сонячній енергії, азоті повітря, мінеральних речовинах орного і більш глибоких шарів ґрунту, встигає синтезувати за 100 днів вегетації найцінніші органічні сполуки – білок, жир, вуглеводи, вітаміни, ферменти, а також підвищує родючість ґрунту, поліпшує, в першу чергу, його азотний

баланс, дає можливість одержувати чисту продовольчу продукцію, поліпшує стан навколишнього середовища [134, 412, 448].

Соя – це культура, яка вимагає специфічних умов вирощування. Вона теплолюбива культура, але її вирощують на великій території – від екватора і майже до 54° північної широти. Соя – теплолюбна культура і одночасно пластична до умов вирощування. Потреба сої в теплі зростає від проростання насіння до сходів, а потім до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури дещо зменшуються [137, 138, 372].

Серед зернобобових культур соя найбільш вибаглива до тепла рослина. Мінімальна температура ґрунту для проростання сої на глибині загортання насіння – 6-7 °С, достатня – 12-14 °С, оптимальна – 15-18 °С. Для росту проростків температура має бути на 2-3 °С вищою, ніж для проростання насіння, а мінімальна для цієї фази – 8-10 °С, достатня – 15-18 °С, оптимальна – 20-22 °С. Якщо після сходів встановилася тепла погода і є волога, рослини будуть більшими, а цвітіння настане раніше [373, 480].

Насіння починає проростати при температурі 8-10 °С, проте при такій температурі сходи з'являються через 20-30 днів, при 14-16 °С – через 7-8 днів, а при 20-22 °С – через 4-5 днів. Підвищення середньодобової температури на початку вегетації до 24-25 °С призводить до деякого зниження ростових процесів, а температура 35-37 °С негативно впливає на ріст, розвиток і утворення бульбочок. Оптимальна температура в період вегетаційного росту 18-22 °С, для формування репродуктивних органів – 22-24 °С, цвітіння – 25-27 °С, формування бобів – 20-22 °С і дозрівання – 18-20 °С [140, 439, 413].

Рослини досить легко переносять весняні приморозки до мінус 2,5 °С, осінні приморозки – до мінус 3 °С не мають негативного впливу на врожай насіння, приморозки мінус 4,0-4,5 °С призводять до сильного промерзання листків, квітки і боби гинуть [433].

Ріст вегетативних і генеративних органів значною мірою залежить від теплового режиму. На період від цвітіння до повної стиглості сої припадає 2/3 всього тепла, необхідного для росту і розвитку її рослин, з деякими

відхиленнями залежно від сортів і умов вирощування. Зниження температури на 0,5 °С може затримувати цвітіння на 2-3 дні. Для формування репродуктивних органів сої сприятлива температура 18-19 °С, оптимальна – 21-23 °С; для цвітіння – мінімальна 16-18 °С, сприятлива – 19-21 °С, оптимальна – 22-25 °С, максимальна – близько 28 °С; для формування бобів і насіння відповідно 13-14, 17-18 і 20-23 °С, а для досягання – 7-8, 13-16, 18-20 °С [434, 486].

У посівах при температурі 15-19 °С насіння досягає за 10-15, а при більш високій – за 6-8 днів. При зниженні температури до 10-13 °С листки поступово жовтіють і досягання затримується до 18-20 днів, а ще більше – при 8-9°С. Ультраскоростиглі сорти північного екотипу більш стійкі до холоду. Цвітіння і утворення бобів у них може відбуватися при температурі 14–16 °С. Для південних екотипів сума активних температур (10 °С і вище) за вегетацію становить 2800-3500 °С. Ультраскоростиглі північні сорти припиняють вегетацію при сумі активних температур 1700-2000 °С, причому тривалість вегетації залежить від напруження температур в окремі міжфазні періоди [436, 437].

В холодні роки ультраскоростиглі сорти можуть виявитися в групі середньостиглих і навіть середньопізніх. У зв'язку з цим більш точною характеристикою сорту за скоростиглістю є не число днів від сходів до дозрівання, а сума активних температур за даний період. Цей показник обумовлений генетично і досить стабільний [438].

Сума активних температур за вегетаційний період сої залежно від сортів становить 1700–3200 °С. Дуже негативно впливає а врожай похолодання під час цвітіння. Потрібна для досягання сума активних температур від сходів до повної стиглості становить від 1600- 2000 °С для скоростиглих сортів – до 3200-3600 °С – для пізньостиглих [385].

Соя – вимоглива до умов вологозабезпеченості. Найбільше вологи вона споживає у період цвітіння, формування і наливання бобів. Щоб одержати високий урожай, необхідно підтримувати вологість у ґрунті у період сходів –

початок цвітіння на рівні 70% найменшої вологоємності (НВ), у період формування і наливання насіння – 80% і досягання – 60-70% НВ, при поєднанні з теплою погодою. Для формування врожаю насіння 30 ц/га вона витрачає 5,0-5,5 тис. м³/га води. При цьому для неї характерне нерівномірне використання води за фазами росту і розвитку рослин [384, 435].

Соя на формування врожаю використовує значно більше води, ніж зернові колосові культури. Коефіцієнт транспірації коливається від 400 до 1000, у середньому він становить 500-650, що менше, ніж у гороху, бобів, ріпаку і соняшника [456].

Впродовж вегетації потреба в волозі неоднакова. Від сходів до цвітіння спостерігається менша потреба в волозі. Найінтенсивніше водоспоживання відбувається в фазу цвітіння і формування бобів. За цей період соя споживає до 70% сумарного використання води за вегетацію. Соя негативно реагує на повітряну засуху, особливо в період цвітіння і утворення бобів. При дуже низькій вологості в цей період на рослинах не утворюються нові і відбувається скидання вже сформованих бобів [388].

Для набубнявіння і нормального проростання насіння потребує 130-160% води від своєї маси, що становить 30 мм води в шарі ґрунту 20 см. Насіння сої набубнявіє швидше, ніж інших культур, однак проросток при нестачі води сильно пригнічується. У перший період вегетації – від сходів до початку цвітіння, вона споживає 15-30 м³/га води на добу і відзначається достатньо високою посухостійкістю [366, 484].

Для сої характерне нерівномірне використання води за фазами росту і розвитку рослин: водоспоживання за період сходів – гілкування становить 7-8%, гілкування – цвітіння – 20-22, цвітіння – формування бобів – 29-31, наливання бобів – досягання – 35-40%. Для сої критичним за вологоспоживанням є період цвітіння – наливання насіння, коли дефіцит води може призвести до різкого зниження врожаю [386].

Соя – середньо стійка до посухи рослина, тому протягом вегетації її потреба в волозі неоднакова. Після сходів у сої інтенсивно розвивається

коренева система і дуже повільно надземна маса, тому випаровування води в цей час незначне. При високій вологості знижується активність процесів азотфіксації. Коефіцієнт водоспоживання – 150-300 м³/ц зерна. Водночас культура не переносить тривалого затоплення (більше трьох днів) [389].

Соя – світлолюбива культура короткого дня, її рослини досить чутливі до світла, сильно реагують на тривалість дня. Чим більше світла – тим коротший вегетаційний період. Зменшення світлового дня прискорює цвітіння, скорочує вегетаційний період, змінює продуктивність рослин і врожайність посіву. Збільшення світлового дня уповільнює розвиток сої, затримує початок цвітіння, розтягує цей період, призводить до поганого запліднення квіток, їх абортивності, подовжує вегетаційний період [452, 475].

Тому доборою сортів і строків сівби регулюють формування посіву так, щоб період утворення перших трійчастих листків припадав на короткий день. Не можна запізнюватися з сівбою, бо тоді у сої перший період росту і розвитку відбувається під час найбільш тривалого дня, який настає 22 червня, що розділяє період вегетації [371].

Слід враховувати, що зміна широти на 1° вже впливає на сорти, які сильно реагують на тривалість дня. Для більшості сортів оптимальна тривалість дня 13-16 год, причому сорти з сильно вираженою фотоперіодичною реакцією утворюють більше квіток і плодів при тривалості дня 10-12 годин, слабо реагуючі – при 14-16 год. Із просуванням на північ їх вегетаційний період збільшується [465, 430].

Скоростиглі сорти менше чутливі до тривалості дня, ніж середньостиглі й особливо пізньостиглі. Сорти сої мають специфічні вимоги фотоперіодизму на початку цвітіння. У сої вегетативний розвиток стимулюється довгим днем, а генеративний – коротким. Для різних груп сортів існують визначені границі тривалості світлового дня, за межами яких їх рослини зовсім не дають урожаю. Тому для кожного градуса географічної широти (100-120 км) повинні бути свої сорти, добре пристосовані до місцевих умов природного освітлення і тривалості дня, ґрунтів, теплового і водного режимів [396, 398].

При просуванні сої на північ зміщуються строки початку її цвітіння, посилюється ріст вегетативної маси, збільшується період вегетації. Ультраскоростиглі форми північного екотипу у більш південних широтах різко скорочують період вегетації, стають низьковрожайними карликами. Умови освітлення впливають на інтенсивність фотосинтезу, біологічної фіксації азоту, на мінеральне живлення і врожай. Серед рослин короткого дня соя найчутливіша до зміни його довжини: щоб прискорити цвітіння, для неї потрібно 2-6 коротких днів, тоді як для інших культур – 7-40 днів. За невеликої довжини дня, цвітіння, навпаки, затримується [397, 432].

Соя погано переносить затінення. У затінених рослин знижується вміст азоту, збільшується кількість абортівних плодів, зменшується висота прикріплення бобів на стеблі, що призводить до збільшення втрат при механізованому збиранні. Це слід враховувати при визначенні площі живлення та густоти стояння рослин [481].

Враховуючи вимоги сої до умов вирощування, ґрунтові та гідротермічні ресурси України, виділено соєвий пояс. Зона вирощування сої на незрошуваних землях включає Вінницьку, Черкаську, Чернігівську, Кіровоградську, Хмельницьку, Тернопільську, Закарпатську, Київську області та райони з кращою вологозабезпеченістю Дніпропетровської, Запорізької, Миколаївської, Одеської, Харківської областей [16].

У південних і східних областях соя може з успіхом вирощуватись на зрошуваних землях. Сорти ультраскоростиглі та скоростиглі можна вирощувати в сприятливих районах Полісся [29].

Найкращими агрокліматичними показниками соєвого поясу є:

1. Сума активних температур повітря вище 10 °С для: ранньостиглих сортів – 1800-2000 °С; середньоранніх сортів – 2000-2600 °С; середньостиглих сортів – 2600-2850 °С; середньопізнньостиглих сортів – 2850-3200 °С.

2. Тривалість безморозного періоду – 130 і більше днів;

3. Сумарна кількість сонячної радіації за вегетаційний період – 2700- 3200 мДж/м²;

4. Фотосинтетична активна радіація (ФАР) за вегетаційний період – 1200-1500 мДж/га;

5. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту навесні – 90 – 180 мм;

6. Гідротермічний коефіцієнт – 0,8-1,7 [377, 380, 424, 464].

Соя належить до тепло- і вологолюбивих культур. Тому в умовах нестачі хоча б одного із перерахованих чинників, необхідно обирати посухо- або холодостійкі сорти цієї культури. Також важливою характеристикою сорту сої є період її досягання [492].

При виборі потенційного сорту сої варто звернути увагу також на вміст білка у насінні, висоту рослин та висоту кріплення нижніх бобів, товщину стебла, характер росту рослин, схильність до розтріскування і осипання насіння та інші [479].

Вміст білка у насінні сої буде важливим показником при експорті насіння сої, зокрема на азійський ринок або при її переробці. Також соя використовується як олійна культура, тому вміст жиру у її насінні відіграє важливу роль. Вміст білка або жиру у насінні сої може істотно позначатися на її реалізаційній ціні [395].

Від висоти рослин сої прямопропорційно залежить її продуктивність. Також високі рослини сої мають глибоку кореневу систему, яка здатна ефективно використовувати вологу з нижніх шарів ґрунту, що є особливо актуальним в умовах посушливого клімату [407].

Висота кріплення нижніх бобів напряду пов'язана із висотою рослин та важлива для якісного збирання урожаю. При низькому розміщенні бобів від поверхні ґрунту можлива їх втрата при комбайновому збиранні. Тому для комбайнового збирання сортів сої, висота прикріплення нижніх бобів має становити не менше 12 см від поверхні ґрунту. Також сприяє збільшенню висоти прикріплення нижніх бобів зменшення ширини міжрядь при сівбі сої [447].

Товщина стебла рослин сої є важливим показником, що визначає стійкість сорту до вилягання. Сприяє вилягання рослин сої дуже густий посів, оскільки соя є світлолюбивою культурою, а в умовах загущеного посіву вона буде відчувати нестачу світла, що призведе до зниження гілкування, але сприятиме зростанню висоти рослин, тоншання стебла та вилягання [469].

Схильність сортів сої до розтріскування і висипання насіння з бобів також може зумовити втрату частини урожаю. Тому цей показник також враховують. Такі параметри сортів сої як висота рослин, висота кріплення нижніх бобів, товщина стебла, схильність до розтріскування бобів та осипання насіння становлять групу технологічних показників, що впливають на умови збирання урожаю комбайновим способом. Стійкість сортів сої до посухи, шкідників, хвороб складають агроекологічні характеристики, що визначають стабільність продуктивності посівів за несприятливих умов довкілля [463, 409].

За раннього посіву сої бажано обирати сорти з опушеним листям, що є більш стійкими до зниження температури. Різні сорти сої характеризуються неоднаковою інтенсивністю росту рослин у різні періоди впродовж вегетаційного періоду. Одні сорти мають дуже повільний початковий ріст та є неконкурентними з бур'янами, а інші мають швидкий початковий ріст. Є сорти з тривалим періодом цвітіння, а інші цвітуть лише близько одного тижня, хоч вегетаційний період у них однаковий [431, 392].

Маса тисячі насінин повністю залежить від ознак сорту і напряму впливає на рівень урожайності. При більшій масі насіння сої, його можна загортати глибше, що сприятиме кращим сходам за посушливої погоди під час сівби [490].

Терміни дозрівання сої мають значення при використанні її в якості попередника для пшениці озимої або для вчасного внесення добрив та якісного обробітку ґрунту під наступну культуру у сівозміні. За таких вимог необхідно обирати скоростиглі сорти [382].

За Міжнародною класифікацією ФАО, усі сорти сої, залежно від тривалості вегетаційного періоду, поділяються на 13 груп стиглості. В Україні

придатні для вирощування лише перші п'ять груп: ультраскоростиглі сорти з періодом вегетації до 85 діб; ранньостиглі сорти – 86-105 діб; середньоранньостиглі сорти – 106-125 діб; середньостиглі сорти – 126-135 діб; середньопізнньостиглі сорти з періодом вегетації 136-145 діб [470, 449].

Існує рекомендований розподіл груп стиглості сортів сої за географічним зонуванням території України. Зокрема для півдня України рекомендовані ранньостиглі сорти, для центральних областей – скоростиглі та середньостиглі, для півночі та заходу України рекомендуються скоростиглі, ранньостиглі та середньоранні сорти [365].

Також при виборі сортів сої користуються наступною залежністю: ранньостиглі сорти використовують у якості попередників для пшениці озимої; середньостиглі – для збирання сої з оптимальною вологістю насіння без додаткової досушки; пізнньостиглі – при наявності у господарствах великих площ під соєю та неможливістю у короткі строки її зібрати, що запобігає осипанню насіння при перестиганні рослин. Ранньостиглі сорти сої дозволяють зменшити ризики через несприятливі умови вегетації, а сорти з тривалішим періодом вегетації є більш урожайними [462, 483].

Сучасний потенціал урожайності більшості сортів сої, що внесені до Державного реєстру сортів рослин України – понад 3,5 т/га, але фактична урожайність в середньому в Україні складає близько 2 т/га. Подальше збільшення валових зборів сої в Україні має забезпечуватись зростанням її урожайності за раціонального використання сортів та оптимізації елементів технології вирощування. Асортимент сортів сої, що занесені до Державного реєстру сортів рослин України з їх адаптацією до різних ґрунтово-кліматичних умов з урахуванням елементів технології вирощування може забезпечити одержання агровиробниками не тільки високих, але й сталих урожаїв сої [375, 400].

Суттєві зміни клімату, які спостерігаються в останні десятиріччя на нашій планеті, спонукають аграріїв не тільки удосконалювати технології вирощування, а й схилитись до пошуку культур, які більш пристосовані до

важких умов. У нашому столітті вже відбулося підвищення середньорічної температури майже на 1 °С, і ці зміни клімату помітні не тільки науковцям, а й звичайним аграріям. Такі, на перший погляд, незначні зміни, в реальному часі проявляються суттєвою зміною звичайних природних кліматичних умов: зміною кількості і характеру опадів, збільшенням кількості екстремальних гідротермічних умов, зміною періодів пікових підвищень температур [425, 405].

Приймаючи до уваги вищенаведене, виникає можливість ефективної заміни звичних культур у сівозмінах на культури, які є у попиті як на внутрішньому, так і на світовому ринках. [476].

Враховуючи те, що сорт є біологічною основою технології вирощування сільськогосподарських культур, тому розробка технологій передбачає врахування його біологічних вимог до факторів життя в умовах змін клімату.

1.3 Використання біологічних препаратів, як обов'язковий елемент технології в системі живлення сої та інших зернобобових культур

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу України соя, як цінна білково-олійна культура, яка має широкий спектр використання в харчовій та технічній промисловості, набуває виключного значення. В ній сконцентровано найцінніші властивості всього рослинного світу. Соя характеризується високою адаптацією до умов регіонів вирощування, універсальністю використання, збалансованістю білка за амінокислотним складом, його функціональною активністю. Завдяки цим властивостям та високій продуктивності соя займає у світовій піраміді рослинного білка перше місце як за площами посіву, так і за валовим збором зерна серед однорічних зернобобових і олійних культур [14, 333, 335].

Особливого значення в сучасних умовах набуває проблема ресурсо- та енергозбереження за використання мінеральних добрив під дану культуру. Це обумовлює проведення подальшого пошуку нових шляхів вирішення цієї проблеми за раціонального й ефективного застосування різних препаратів

біологічного походження та мінеральних добрив. Соя – унікальна рослина: завдяки успішному поєднанню двох важливих процесів – фотосинтезу та біологічної фіксації азоту – вона забезпечує свої потреби та покращує азотний баланс ґрунту і є добрим попередником для інших культур. Біологічна здатність даної культури до симбіотичного типу живлення завдяки бульбочковим бактеріям роду *Rhizobium* забезпечує рослини фіксованим атмосферним азотом у формі органічних сполук у необмеженій кількості й у найбільш необхідний період росту і розвитку рослин, що дає можливість формувати стабільні та екологічно чисті врожаї [240, 337, 354, 362, 320].

Тому, в сучасних умовах досить актуальним є вирішення питання азотфіксації бобових культур за застосування біологічних препаратів на основі перспективних бульбочкових бактерій та використання біологічних препаратів для підвищення продуктивності рослин сої [241, 369].

Соя, як і інші бобові культури, здатна за допомогою бульбочкових бактерій фіксувати азот із повітря, причому, вона фіксує його більше, ніж інші однорічні зернобобові культури, але менше, ніж багаторічні бобові трави. Соеві бульбочкові бактерії, що живуть на коріннях її рослин, відсутні в більшості типів ґрунтів. При інокуляції насіння на коренях сої формуються бульбочкові бактерії, які після збирання врожаю залишаються у ґрунті життєздатними протягом 3-5 років. Якщо сою вирощують на даному полі вперше, для одержання високого врожаю необхідно провести інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями *Rhizobium* [243, 367, 368, 374, 406].

Тому на нових полях сої рекомендується застосовувати гранульовані інокулянти у нормі 5 кг/га на широкорядних посівах і до 10 кг/га – у звужених. В останні роки широко розповсюджені порошкові та рідкі інокулянти, які застосовують під час обробки насіння сої перед сівбою. При багаторічному вирощуванні сої у коротких ланках сівозміни наступне застосування інокулянтів не завжди обов'язкове, бо не сприяє підвищенню врожайності. Якщо сою вирощували на даному полі не більше 1-2 років або не вирощували протягом ряду років, виникає необхідність інокуляції насіння

порошкоподібними торф'яними інокулянтами (ризоторфіном, ризобофітом, ризогуміном) для забезпечення утворення бульбочок. Коли ж вони на коренях не утворюються, тоді на початку цвітіння можна внести у ґрунт 45 кг/га азоту [410, 411, 422, 417].

Бульбочкові бактерії *Rhizobium japonicum* проникають через клітини коркової паренхіми в коріння молодих рослин сої, де вони живуть і розмножуються. В перециклі кореня починається поділ і проростання паренхімної тканини, яка виступає з покривною тканиною у вигляді виростів, що називаються бульбочками. В середині них знаходиться велика кількість бульбочкових бактерій, які мають властивість фіксувати атмосферний азот у формі, легкозасвоювані соєю, в наступному дифундуючи його у бульбочки і ґрунт. Перші бульбочки на її коренях з'являються протягом одного тижня після проростання, а через 10-14 днів вони вже можуть задовольняти більшу частину потреби рослин в азоті. Активність бульбочок продовжується 6-7 тижнів, а нові утворюються протягом більшої частини життя рослин. Соя засвоює мінеральні сполуки азоту, які надходять у результаті азотфіксуючої діяльності бульбочкових бактерій і живляться готовими вуглеводами в клітинах вторинної кори кореня [242, 418, 416, 419, 415].

За нормальних умов на одній рослині утворюється в середньому від 21 до 80 бульбочок і більше. На коренях сої вони формуються в основному в орному шарі, на головному корені та бокових коріннях, основна їх кількість розміщується у шарі ґрунту 0-15 см [421].

У сої фіксація азоту бульбочковими бактеріями і надходження його в рослину найбільш інтенсивно відбуваються в фазі цвітіння, формування і росту бобів при температурі повітря 24-28 °С і відносній вологості 40-60%. Існує суворий температурний режим для життєдіяльності бульбочок – близько 24-25 °С. На структурних ґрунтах з хорошою аерацією бульбочки утворюються інтенсивніше, ніж на ущільнених і безструктурних [198, 246, 423, 420].

Ефективність засвоєння азоту повітря бульбочковими бактеріями залежить від активності бульбочок. Розрізняють активні й неактивні бульбочки.

Активні бульбочки круглі, рожевого кольору, щільні, в них бактерії добре засвоюють азот повітря. Краще розвиваються бульбочки на коренях на структурних ґрунтах з хорошою аерацією, причому при низькому вмісті в ґрунті засвоюваного азоту, бульбочки можуть фіксувати його в кількості, достатній для одержання врожаю 40,8 ц/га з рівнем фіксованого азоту 180 кг/га; на ґрунтах з високим вмістом азоту засвоєння його бульбочковими бактеріями невелике [414, 426, 428, 455, 458].

При сприятливих умовах симбіозу (рН 6,5–7,0, оптимальне значення вологості ґрунту, достатня забезпеченість макро- і мікроелементами, оптимальна температура 15–25 °С, наявність специфічного вірулентного активного штама ризобій) активний симбіотичний потенціал становить 25–30 тисяч одиниць, а кількість фіксованого азоту повітря за вегетацію – 200–250 кг на 1 га [453, 445].

Оскільки симбіотична активність рослин визначається генотипом, а селекція на підвищену азотфіксацію раніше не проводилася, існуючі сорти гетерогенні за цією ознакою. В одному і тому ж сорті зустрічаються рослини з добре розвинутим симбіотичним апаратом, які активно фіксують азот повітря і рослини з слабкою азотфіксуючою активністю або імунні до ризобій. Відповідно вміст білку в зернах цих рослин різняться на 5–10%. При повільному рості наземної маси і потужному розвитку кореневої системи соя задовільно переносить нестачу вологи в перший період вегетації, однак при цьому затримується формування симбіотичного апарату. В фази цвітіння, формування бобів і наливу насіння вологість орного шару ґрунту не повинна опускатися нижче 65% вологості. При нестачі вологи в цей період відмирають бульбочки, соя потерпає від азотного голодування і знижує врожай зерна [475, 459, 468, 471].

Унікальною властивістю зернобобових культур є здатність акумулювати мінеральний азот у ґрунті з атмосфери завдяки симбіотичній азотфіксації бульбочкових бактерій на коренях бобових та зернобобових культур. Симбіотично фіксований азот використовується рослинами для свого росту і

розвитку, а також залишається у ґрунті для наступних культур у сівозміні [473].

Найбільше утворює симбіотично фіксованого азоту соя – 120 кг/га, боби – на 8,3 % менше, горох – на 16,7 %, сочевиця – на 29,2 %, нут – на 33,3 %, квасоля – на 41,7 % менше, ніж соя. Загальне накопичення азоту у ґрунті від побічної продукції та симбіотичної азотфіксації зернобобових культур становить 93,3–158,4 кг/га. Найбільше накопичується у ґрунті азоту після вирощування сої – 158,4 кг/га, після бобів – на 7,1 % менше, після гороху – на 16,7 %, після сочевиці – на 34,7 %, після нуту – на 37,4 % і після квасолі – на 41,1 % менше, ніж після сої [250, 487, 488, 202, 339, 260].

Бульбочкові бактерії, що розвиваються на корінцях рослин, залишають у ґрунті після збирання врожаю до 100 кг/га азоту, що відповідає 12-16 тоннам гною і позитивно впливає на наступні культури в сівозміні [234].

Дослідження проведені в умовах Лісостепу правобережного показали, що максимальна площа листової поверхні всіх досліджуваних сортів сої (Легенда, Вільшанка, Сузір'я, відповідно 42,2, 46,0, 46,8 тис.м²/га) формувалася у фазі наливу бобів за сівби інокульованим фосфонітрагіном насінням у ґрунт, прогрітий до 10 °С. Проведення бактеризації посівного матеріалу забезпечує у фазі наливу бобів додатково 1,2–3,7 тис. м²/га приросту площі листової поверхні посівів [339].

Результати досліджень впливу інокуляції насіння і позакореневого підживлення в мовах Лісостепу України показують, що у середньому за 2013-2015 роки найбільшу площу листя виявлено в ультрараннього сорту Легенда та ранньостиглого сорту Хорол, яка на варіанті з інокуляцією насіння становила 23,0 та 27,7 тис. м²/га за відповідного показника 22,8 та 25,5 тис. м²/га у варіанті без інокуляції [66, 260, 129].

Азотфіксація – один з найважливіших процесів, який забезпечує кругообіг азоту в природі, що впливає на біологічну продуктивність рослин. Стовп повітря, який знаходиться над одним гектаром поверхні містить 80 тис.т азоту. Якби рослини пшениці могли засвоювати азот прямо з повітря, то його б

вистачило для отримання урожаю 30 ц/га протягом більш ніж півмільйона років. Однак, рослини самостійно не можуть засвоювати молекулярний азот, що змусило людство шукати способи забезпечення рослин цим важливим елементом через промисловий синтез азотних сполук, доступних для рослин, але, не зважаючи на це, природний процес азотфіксації бобовими культурами у симбіозі з бульбочковими бактеріями залишається важливим і достатньо дешевим заходом підвищення родючості ґрунтів [68, 202, 187, 308].

У процесі вирощування кожної сільськогосподарської культури перед товаровиробником постає першочергове завдання щодо створення сприятливих умов для реалізації її потенціальних можливостей. У зв'язку з розширенням посівних площ такої зернобобової культури як соя, виникає питання з'ясування та формування умов живлення, щоб забезпечити високу її продуктивність. Важливим фактором стримування зростання продуктивності сої є недостатньо удосконалена система удобрення цієї культури. Як відомо з літературних джерел, соя на формування 1 ц насіння потребує 7,2–10,0 кг азоту, 1,8–4,0 кг фосфору та 2,2–4,4 кг калію. Серед макроелементів рослини сої найбільше засвоюють азот. Завдяки здатності сої до фіксації азоту з повітря та проведення інокуляції її насіння, ця культура забезпечує свої потреби в азоті майже на 70 % [364, 369, 379, 383, 390].

Тому в сучасних умовах досить актуальним є вирішення питання азотфіксації бобових культур за застосування біологічних препаратів на основі перспективних бульбочкових бактерій та використання мікроелементів для підвищення продуктивності рослин сої [101, 170].

У сучасному сільськогосподарському виробництві насиченість сівозміни бобовими культурами може досягати 20 – 25%. Для гарантованого отримання високих показників азотфіксації, насіння бобових культур перед висівом обробляють препаратами, що містять високий титр (кількість) бульбочкових бактерій. Процедура отримала назву інокуляція. За здатністю фіксувати азот з повітря бобові культури істотно відрізняються між собою. Найбільш продуктивні: люцерна – до 300 кг/га, конюшина червона – 180 кг/га, буркун

білий та люпин в межах 150 кг/га, горох і соя – 50 – 70 кг/га. На сьогоднішній день відома група вільноживучих азотфіксаторів у ґрунті з родів Клострідіум та Азотобактер [173, 152, 302, 206, 219, 351].

Діяльність вільноживучих азотфіксуючих бактерій у ґрунті обмежена нестачею органічної речовини, а тому їх продуктивність незначна – біля 5 кг/га за вегетаційний період. Бульбочкові бактерії забезпечують бобову рослину азотом фіксованим з повітря, а від рослини отримують мінеральні солі та продукти вуглеводного обміну. Продуктивність процесу засвоєння азоту з повітря залежить від багатьох факторів. Першою і головною умовою є висока вірулентність, яка є ознакою якісного інокулянта. Оптимальна вологість ґрунту повинна бути в межах 60 – 70% від повної вологоємності. Мінімальна вологість ґрунту, за якої бульбочкові бактерії можуть розвиватись становить 16 – 18% від повної вологоємності. За нижчого рівня вологості ґрунту бульбочкові бактерії переходять в неактивний стан, спостерігається їх часткове відмирання [133, 72, 461, 309, 130].

Надмірна вологість також небажана, оскільки порушується аерація ґрунту, що негативно впливає на розвиток бульбочкових бактерій. Процес азотфіксації відбувається за температури +10 °C і вище. Оптимальною температурою, за якої азотфіксація досягає максимальних значень, вважається 20–25 °C. Температура понад 30 °C негативно впливає на процес азотфіксації [307, 176].

Другою важливою умовою є реакція ґрунту, як екологічний фактор, що впливає на активність і вірулентність бульбочкових бактерій. На кислих ґрунтах сполуки марганцю та алюмінію мають токсичну дію на розвиток кореневої системи, знижують доступність для рослин кальцію, фосфору, молібдену, вуглекислоти, чим негативно впливають на процеси засвоєння азоту. Оптимальною вважається реакція ґрунту близька до нейтральної. Кисла реакція ґрунту впливає як на саму рослину – шляхом погіршення розвитку кореневої системи, так і на бульбочкові бактерії, через скорочення періоду

функціонування бактеріодної тканини, а отже, і скорочення об'ємів азотфіксації [303, 292, 32, 81, 221].

Крім того, слід зауважити, що ключовий мікроелемент для бобових культур – молібден, краще засвоюється на ґрунтах з нейтральною реакцією. Спостерігається і певна екологічна адаптація видів і штамів бульбочкових бактерій до кислотності ґрунту. Бульбочкові бактерії конюшини більш стійкі до підвищеної кислотності ґрунту, ніж бульбочкові бактерії люцерни, посіви якої розміщені в основному на ґрунтах з нейтральною і слабколужною реакцією. Третя особливість – умови мінерального живлення бобових рослин. Вони мають значний вплив на азотфіксацію, оскільки, бульбочкові бактерії отримують елементи мінерального живлення та вуглеводи від рослини–господаря [40, 93, 100, 115, 99].

Одними з найважливіших елементів живлення, які впливають на процес симбіотичної азотфіксації бобовими, є азот та молібден. Дослідженнями встановлено, що чим вищий вміст доступних форм азоту, тим важче іде проникнення бактерій в корінь, а отже, формується менше бульбочок на коренях і їх активність невисока. Зниження частки атмосферного азоту, що засвоюється рослинами при підвищеній забезпеченості мінеральним азотом, має лише відносний характер. Абсолютна кількість азоту, засвоєного бактеріями з повітря, практично не знижується, а в окремих випадках навіть підвищується, у порівнянні з варіантами досліду де азот не вносили [106, 108, 248, 257, 321, 131].

Важливе значення для азотфіксації має забезпеченість бобових рослин фосфором, за низького вмісту якого в ґрунті бульбочки можуть зовсім не утворюватись. За недостатнього живлення фосфором у рослин погіршується засвоєння азоту [265].

Бобові належать до культур з підвищеним виносом калію, а тому, удобрення калійними добривами позитивно впливає на продуктивність азотфіксації, що очевидно пов'язано з фізіологічним впливом калію у вуглеводному обміні в рослинах [326].

Для бобових рослин особливо важливими мікроелементами є молібден та бор. Нестача молібдену гальмує утворення бульбочок, порушується синтез вільних амінокислот та леггемоглобіну. За нестачі бору в бульбочках не формуються судинні пучки, як наслідок, порушується розвиток бактероїдної тканини. Для подолання та упередження можливого прояву дефіциту цих важливих елементів мінерального живлення у виробництві використовують мікродобрива при передпосівному протруюванні насіння та позакоренево – по листку [328, 327, 98].

Високий ефект від застосування інокуляції спостерігається на ґрунтах, де відсутні або низькопродуктивні специфічні ризобії. Так, на чорноземних ґрунтах переважають в основному малоактивні бульбочкові бактерії з низьким рівнем азотфіксації. Широке застосування біологічного азоту для бобових рослин є одним із альтернативних шляхів одержання екологічно чистого продукту для потреб харчування людини та годівлі тварин. Передпосівна інокуляція насіння сої є важливим агротехнічним заходом ресурсо- та енергозберігаючої технології вирощування даної культури [96, 50, 330, 62].

Серед актуальних проблем сільськогосподарського виробництва, що не вирішені до цього часу, однією із головних є проблема мінерального, зокрема фосфорного, живлення рослин. Застосування фосфорних мінеральних добрив не повністю вирішує проблеми дефіциту фосфору, тому що коефіцієнт його використання з добрив не перевищує 20% і в умовах економічної кризи мінеральні добрива недоступні виробнику сільськогосподарської продукції через їх дорожнечу [63, 65].

Одним із шляхів вирішення проблеми є застосування бактеріальних препаратів поліфункціональної дії, які мають цілий ряд переваг: поліпшують мінеральне живлення рослин, нагромаджують біологічний азот у ґрунті, призводять до зниження темпів розкладання гумусових речовин, покращують структурованість ґрунту, зменшують випаровування вологи ґрунту і масштаби ерозії [247].

Бактеріальні препарати дозволяють одержати екологічно чисту продукцію, тому що містять природні ефективні штами, які не здатні викликати у людини віддалені генетичні наслідки подібно неприродним хімічно синтезованим засобам. Одним із важливих наслідків використання бактеріальних препаратів поліфункціональної дії є також зниження рівня захворюваності рослин, що дозволить зменшити застосування пестицидів і тим самим поліпшити екологічну ситуацію в агрофітоценозах [74, 251].

Препарати на основі фосфатмобілізуючих бактерій дозволяють мобілізувати 30% і більше закріпленого в ґрунті фосфору [33]. Однак до цього часу не повністю з'ясовано механізм взаємодії фосфатмобілізуючих мікроорганізмів з мінеральною основою ґрунту та рослинами, особливо бобовими, для яких існує теоретична можливість поліпшення не тільки фосфорного, але й азотного живлення [267].

Значна кількість мікроорганізмів має здатність до розчинення фосфору. До них належать бактерії, гриби, актиноміцети і навіть водорості. Ці мікроорганізми здатні розвиватися в різних умовах, але істотно різняться здатністю до розчинення мінерального фосфату, яка залежить від типу ґрунту, його фізико-хімічного складу, а також виду культури, яка на ній ростиме. Концентрація заліза, температура й джерела вуглецю та азоту значною мірою впливають на фосфатмобілізуючі потенціали цих мікроорганізмів [94, 75].

Як правило, гриби продукують більше кислот, ніж бактерії, а отже, проявляють велику фосфатмобілізуючу активність. Навіть більше – вони здатні проникати набагато далі в ґрунтах, аніж бактерії, тож мають більший потенціал для розчинення фосфору в ґрунтах. Серед філаментозних грибів, які розчиняють фосфат, найхарактернішими є роди *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* і *Rhizoctonia* [284, 215].

Разом з цим, в ґрунті бактерії-фосфатмобілізатори становлять близько 50% загальної кількості мікробної популяції, а гриби – лише 0,1–0,5%. З-поміж видів бактерій на практиці найчастіше використовують *Pseudomonas* і *Bacillus*, а серед грибів переважають види *Aspergillus* і *Penicillium* [80].

Проте рослини по-різному реагують на інокуляцію фосфатмобілізаторами. Їхня реакція залежить від цілої низки чинників, таких як температура і рН ґрунту, вологість, засоленість, джерело нерозчинного фосфору, метод інокуляції, джерело вуглецю і штам мікроорганізму. Організми, що беруть участь в кругообігу фосфору в ґрунтах, дуже різноманітні, й мікроорганізми, ймовірно, відіграють у цьому процесі найважливішу роль [49, 110, 305, 350].

Але близько 99% ґрунтових мікроорганізмів-фосфатмобілізаторів не знайшли успішного застосування, як біологічної основи біодобрих. Основні механізми, використовувані ґрунтовими мікроорганізмами, що перетворюють фосфор на доступні для рослин форми, включають: 1) вивільнення комплексоутворювальних або мінералорозчинних сполук, наприклад: аніони органічних кислот, сидерофори, протони, гідроксильні іони; 2) вивільнення позаклітинних ферментів (біохімічна фосфатмінералізація); 3) вивільнення фосфору під час деградації субстрату (біологічна фосфатмінералізація) [22, 69, 143, 266].

Мікроорганізми відіграють важливу роль у всіх трьох основних компонентах фосфорного циклу ґрунту (тобто розчинення – осадження, сорбція – десорбція і мінералізація – іммобілізація). Крім того, ці мікроорганізми за наявності лабільного вуглецю слугують накопичувачами фосфору, швидко іммобілізуючи його навіть попри низькі його кількості в ґрунтах. Таким чином фосфатмобілізуючі мікроорганізми стають джерелом фосфору для рослин після його вивільнення з клітин після їхньої загибелі внаслідок змін умов довкілля, голодування або хижацтва. Зміни довкілля, такі як висушування з наступним зволоженням або заморожування – відтавання, можуть призводити до так званих промивних явищ, раптового збільшення доступності фосфору в ґрунтовому розчині в результаті незвично високої частки лізису мікроорганізмів. Так, зокрема, було виявлено, що близько 30-45% мікробного фосфору (0,8-1,0 мг/кг) вивільнялося в піщаному ґрунті після циклів сушіння – повторного зволоження впродовж перших 24 годин [268, 357, 358, 169, 306].

Несприятлива дія на довкілля хімічних фосфорних добрив, виснаження ресурсів високосортних фосфатних порід і нестримне зростання ціни на них змушують людство шукати новий підхід до забезпечення рослин фосфором та його доступності для застосування в сільському господарстві. Ґрунтові мікроорганізми беруть участь у низці важливих природних процесів, які впливають на трансформацію фосфору і, відповідно, на його доступність рослинам. Зокрема, мікроорганізми можуть розчиняти і мінералізувати фосфор із неорганічних і органічних ґрунтових пулів [178, 355, 356].

Мікробіологічні фосфатмобілізатори є ефективним способом вирішення проблеми доступності фосфору в ґрунті для агрокультур. Також учені висловили припущення, що накопичений у сільськогосподарських ґрунтах фосфор міститься в достатній кількості для підтримання максимального рівня врожаю у всьому світі впродовж приблизно 100 років, якщо його перевести в доступну для рослин форму [194, 195].

Окрім інформації про роль мікроорганізмів у доступності фосфору для поглинання рослинами, є низка повідомлень про стимулювання ними росту рослин, що досягається шляхом вироблення корисних метаболітів, таких як фітогормони, антибіотики або сидерофори. Вчені зазначають, що різні препарати фосфатмобілізаторів сприяють зростанню багатьох агрокультур. Хоча за останні декілька десятиліть були проведені значні дослідження, пов'язані з фосфатмобілізаторами і їхнім значенням для стабільного ведення сільського господарства, за результативністю ці наукові пошуки все ще залишаються в зачатковому стані. Проте використання ефективних фосфаттрансформувальних мікроорганізмів відкриває новий горизонт для підвищення врожайності сільськогосподарських культур поряд із підтриманням здоров'я ґрунту [168, 172, 235, 234, 237].

Біотехнологічні й молекулярні підходи до вирішення цього питання могли б поглибити розуміння механізмів мобілізації фосфору, що, безумовно, посприяло б успішній взаємодії рослин і мікроорганізмів. Також зусилля практиків мають бути спрямовані на використання фосфатмобілізуючих

мікроорганізмів для зменшення рівня використання пестицидів у рослинництві [167].

Таким чином, вивчення механізмів взаємодії мікроорганізмів з мінеральною основою ґрунту актуальне і цінне з наукового погляду, а подальший добір серед фосфатмобілізуючих мікроорганізмів штамів з підвищеною здатністю до синтезу біологічно активних речовин і антибіотиків дозволить створити ефективний бактеріальний препарат поліфункціональної дії [236].

В сучасному рослинництві перед сівбою масово застосовують активні штами азотфіксаторів з метою підвищення симбіотичної та асоціативної азотфіксації [175].

У літературних джерелах вказується позитивна дія бульбочкових бактерій на бобові культури не лише, як азотфіксаторів, але й як продуцентів різних фізіологічно активних речовин, що сприяють процесам онтогенезу рослин. Препарати рістрегулювальної дії є екологічно безпечними [174] і широко використовуються для активації процесів росту, що у кінцевому результаті призводить до підвищення урожайності сільськогосподарської продукції [8].

Досліджена ефективність використання передпосівної обробки насіння препаратами рістрегулювальної дії на різних бобових рослинах: горосі [300], нуту [84], квасолі [386], сої [246]. Для покращення якості товарної продукції і фітосанітарного стану посівів варто застосовувати комплексне внесення рістрегулювальних препаратів та інокулянтів, оскільки перші здійснюють вплив на формування та функціонування симбіотичних систем бобових культур і призводять до підвищення їх продуктивності. Так, за передпосівної обробки насіння гороху Ризобофітом, Фосфоентерином та Біополіцидом подовжувався вегетаційний період культури, а також підвищувалися показники урожайності [44].

Дослідженнями В. А. Іщенко [111] доведено, що за передпосівної обробки насіння гороху препаратами Емістим С і Ризогумін підвищувалася

урожайність і виявлений приріст врожаю на 32,4 %, у порівнянні з контрольним варіантом.

Іншим представником біодобрив є препарат ґрунтових спорових бактерій та мікроміцетів, які характеризуються високою фосфатмобілізуючою активністю, призначений для покращення фосфорного живлення сільськогосподарських культур [127].

Ефективність такого біодобрива забезпечується комплексною дією спорових бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens* та мікроміцетів *Trichoderma harzianum*. Мікроорганізми *Bacillus megaterium* і *Trichoderma harzianum* мобілізують неорганічний фосфор завдяки синтезу комплексу органічних та неорганічних кислот, бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* мобілізують органічні сполуки фосфору за рахунок продукування ферментів – фосфатаз [188].

Застосування комплексу наночасток металів у концентрації 240 мг/л для обприскування посівів сої на початку бутонізації сприяє збільшенню площі листя у фазу цвітіння до 22,9 для ультраранніх та 28,1 тис. м²/га – для ранньостиглих сортів сої. Максимальна в досліді листкова поверхня 24,4 тис. м²/га для сорту Легенда та 30,9 тис. м²/га для сорту Хорол формувалася за поєднання інокуляції насіння «ХайКот Супер» + «ХайКот Супер Extender» та позакореневого підживлення комплексним мікродобривом «Росток Бобові» на фоні добрив у нормі N₃₀P₆₀K₆₀ [4, 376].

Відомо, що 90-95% сухої речовини врожаю культурних рослин утворюється завдяки фотосинтезу, який проходить у зелених листках під впливом засвоюваної сонячної енергії вуглекислого газу та води [370]. Важливою особливістю фотосинтезу є те, що асимілюючи CO₂ зелені рослини виділяють в атмосферу O₂, тобто походження кисню є біогенне. В процесі фотосинтезу в рослинах утворюються і накопичуються органічні речовини, фотосинтез визначає урожай сільськогосподарських рослин. Одним з основних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу є збільшення площі асимілюючих органів – листків. Встановлено, що підживлення рослин

біологічними препаратами збільшує розміри листкової поверхні, а також покращує фізіологічні особливості фотосинтетичного апарату – здатності поглинати і засвоювати енергію променів [53, 58].

З погляду [353], формування максимальної врожайності культурних рослин відбувається за оптимального розміру площі листків, яка знаходиться у діапазоні від 40 до 50 тис. м²/га. Проте, це твердження не є аксіомою, позаяк дослідженнями інших вчених [246] доведено факт накопичення енергії фотосинтезу рослинами не лише листовою поверхнею, але і стеблами та генеративними органами. Фотосинтез відбувається в зелених органах рослин і, насамперед, в листках, тому величина площі листкової поверхні дуже важлива [293].

Біопрепарати захисної та стимулюючої дії з підвищеною антибактеріальною та антигрибковою активністю для захисту від фітопатогенних мікроорганізмів – збудників захворювань культурних рослин розробляються на основі бактерій *Pseudomonas*. Ці бактерії здатні продукувати антибіотики групи феназінів, пірролнітрин та сульфазезин, які пригнічують розвиток фітопатогенів як бактеріального, так і грибкового походження. Феназини індукують утворення активних форм кисню всередині клітин усіх фітопатогенних мікроорганізмів, що призводить до їх загибелі. Пірролнітрин порушує осмотичний тиск клітин грибкових фітопатогенів, призводячи до їх автолізу [76].

Біофунгіциди на основі бактерії *Pseudomonas* забезпечують захист культурних рослин, в тому числі плодових від потенційних збудників захворювань бактеріального та грибкового походження: фітопатогенних грибів родів *Fusarium*, *Phytium*, *Helminthosporium*, *Cladosporium*, *Colletotrichium*, *Botrytis*, *Rhizopus*, *Sclerotinia*, *Septoria* та бактерій родів *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas* [322].

Антибіотик сульфазезин володіє бактеріостатичною активністю, призводить до порушення синтезу тетрагідрофолієвої кислоти, необхідної для

синтезу пуринів і піримідинів бактеріальної клітини, тобто основних структурних елементів її ДНК [61].

Біофунгіциди для захисту рослин від захворювань викликаних збудниками грибкового походження розроблені на основі спор та міцеліїв представників грибів роду *Trichoderma*. Ефективність препарату забезпечується широким спектром властивостей мікроміцетів роду *Trichoderma*, дія яких спрямовується на боротьбу зі збудниками хвороб грибкового походження [228].

До таких властивостей належать: мікопаразитизм – пряме атакування видами *Trichoderma* патогенних форм мікроскопічних грибів, за якого *Trichoderma* завдяки синтезу літичних ферментів (β -глюканаз, хітиназ, протеаз) проникає через клітинну оболонку в клітину фітопатогену та повністю руйнує її зсередини; синтез антибіотичних сполук, які згубно впливають на інші форми мікроміцетів; конкурентні переваги *Trichoderma* порівняно з патогенними формами грибів у процесі харчування та розмноження, завдяки чому види *Trichoderma* витісняють інших представників грибного царства зі своєї ніші; пошкодження структури та деактивація ферментів фітопатогенів, які забезпечують їхні інфекційні властивості шляхом руйнування клітинної стінки рослин, сприяючи патогену потрапити всередину [216].

Біофунгіциди на основі *Trichoderma* ефективні від грибкових хвороб фітофторозу, альтернаріозу, ризоктоніозу, фузаріозу, парші, чорної ніжки, антракнозу, переноспорозу, борошнистої роси, білої і сірої гнилі [281].

Біоінсектициди розробляються на основі природних авермектинів – специфічних нейротоксинів, які здатні проникати в організм комах-шкідників кишковим або контактним способом та уражувати їх нервову систему. Виробляються авермектини корисним ґрунтовим грибом *Streptomyces avermitilis*. Ефективний препарат проти шкідників: попелиці, кліщі, листокрутки, п'ядуни, совки та інші [16].

Біопрепарати для захисту культурних рослин від несприятливих умов навколишнього середовища становлять групу нового типу – антистресантів. До

складу таких препаратів входять кілька видів мікроорганізмів із синергічною дією, які забезпечують комплексне відновлення рослинного організму [73].

Представники роду *Pseudomonas* синтезують фітогормони групи ауксинів, дія яких спрямовується на відновлення і розвиток кореневої системи рослини. Бактерії *Paenibacillus polymyxa* завдяки своїй схильності до формування біоплівки на поверхні кореня створюють захисний шар навколо підземної частини рослини, захищаючи її від проникнення будь-яких патогенних форм ґрунтових бактерій та грибків. Асоціативні азотфіксатори *Azospirillum lipoferum* поповнюють запаси азоту в родючому шарі ґрунту, а завдяки здатності закріплюватися в ризоплані рослини ці бактерії активно постачають азот до поверхні кореня та забезпечують посилене азотне живлення рослин. Мікроорганізми виду *Pseudomonas putida* мають здатність розкладати залишки пестицидів та агрохімікатів у ґрунті, нейтралізуючи у такий спосіб післядію цих препаратів для наступних культур сівозміни. Це забезпечує відновлення та захист рослинного організму після дії стресових чинників: впливу високих та низьких температур, посухи, засоленості ґрунту, надлишку пестицидів та агрохімікатів [154, 288].

Синергічна дія 4-х видів бактерій забезпечує швидке відновлення рослинного організму, рослина надійно захищена від стресових чинників, які можуть впливати на неї впродовж вегетаційного періоду. Завдяки внесенню бактерій з корисними агрономічними властивостями відновлюється нормальна мікробіота ґрунту, а також відбувається процес знезараження ґрунту від залишків пестицидів та агрохімікатів [119].

Комплексна стимулююча дія біопрепаратів на зернобобові культури може проявлятися у захисті посівів від хвороб та одночасній стимуляції росту і живлення рослин. Такі біопрепарати містять три види бактерій та представника роду стрептоміцетів, які разом забезпечують повноцінний захист, особливо на початкових етапах вегетаційного періоду. Профілактика захворюваності зернобобових культур забезпечується дією бактерії *Paenibacillus polymyxa*, яка вкриває поверхню кореня рослини біоплівою, непроникною для патогенних

форм мікроорганізмів. *Pseudomonas luorescens* забезпечує повноцінний розвиток кореневої системи, синтезує фітогормони ауксини, які сприяють швидкому збільшенню площі підземної частини рослини, а отже – покращують її водне та мінеральне живлення, підвищують вегетаційні показники та врожайність. Захист рослини відбувається насамперед завдяки активному продукуванню біоагентами препарату (*Bacillus subtilis*, *Streptomyces* sp.) низки антибіотичних сполук, які чинять опір фузаріозу, септоріозу, рамуляріозу, фітофторозу, кореневій та м'якій гнилі, а також іншим поширеним хворобам садових культур, що викликаються грибами родів *Fusarium*, *Septoria*, *Aspergillus*, *Phytophthora*, *Colletotrichium*, *Botrytis*, *Rhizopus* та бактеріями родів *Erwinia*, *Clavibacter* та *Xanthomonas* [7, 232].

Висновки до розділу 1.

1. Основними факторами підвищення урожайності та якості насіння сої та гороху є підбір високопродуктивних сортів, раціональної системи їх удобрення та захисту від шкодо чинних об'єктів.

2. Недостатньо дослідженими для умов Лісостепу правобережного є детермінантні сорти інтенсивного типу вітчизняної та закордонної селекції. Потребують наукового обґрунтування моделі технологій вирощування цих сортів із врахуванням дії та взаємодії організованих факторів та наявних гідротермічних ресурсів регіону. Залишається дискусійним питання щодо застосування у технологічному процесі вирощування зернобобових культур, зокрема стартових та середніх доз мінеральних добрив, інокуляції насіння сої, біологічних препаратів різного механізму дії з врахуванням умов довкілля.

3. Для культури сої та гороху залишається не дослідженим вплив активності симбіозу на рівень забезпеченості азотного живлення детермінантних сортів та впливу симбіотичних взаємин ризобіума і культури на мікробіологічну активність ґрунтової біоти та мінералізації рослинних решток. Саме ці важливі питання і є основою нашої робочої гіпотези.

РОЗДІЛ 2

ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

На ростові процеси, розвиток та формування продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі зернобобових, безпосередній вплив мають абіотичні чинники, серед яких основне місце займають ґрунтові та кліматичні умови зони вирощування. Вони безпосередньо визначають виникнення лімітуючих факторів у певній зоні і корекцію технологічних прийомів вирощування для оперативного управління продукційним процесом та створення оптимальних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Таким чином, детальний аналіз особливостей ґрунтового покриву та мінливість клімату зони вирощування дає можливість всебічно обґрунтувати особливості формування продуктивності досліджуваних культур.

2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень

Зона Лісостепу простягається безперервною смугою від Карпат на заході до східного кордону на 1500 км, ширина зони з півночі на південь знаходиться в межах 250 – 350 км. Загальна площа Лісостепу становить 202,8 тис. км², або 33,6 % території України. Сільськогосподарські угіддя займають 35 % державного земельного фонду [2, 153].

За природним та сільськогосподарським районуванням Лісостепова зона включає такі провінції: Західну, Правобережну і Лівобережну, які за складом ґрунтів, кліматичними умовами та іншими особливостями відрізняються між собою [203].

Центральна частина Правобережного Лісостепу України простягається із заходу на схід від центральної частини Подільського плато через Подільську

височину із центром у Вінницькій області до Придніпровської височини. Вона включає у себе більшу частину Тернопільської та майже 70 % території Хмельницької областей, всю Вінницьку область, південну частину Житомирської, південно-західну частину Київської та Черкаську область. Площа сільськогосподарських угідь даного регіону складає понад 6 млн. га, в тому числі ріллі – понад 4,4 млн. га, або майже половину усіх орних земель Лісостепу України.

Західна частина регіону (Подільське плато) висотою до 400 м (над рівнем моря) – рівнинна територія у вигляді паралельних плоских слабодренованих міжрічкових просторів і неглибоких каньйоноподібних долин річок. Плато межує із Товтровим кряжем – ланцюгом горбів із відносною висотою від 40 – 60 до 100 м та крутими схилами з виходами вапняків, який простягається від Збаража до Кам'янця-Подільського і далі на схід до Нової Ушиці.

Східна частина Подільської височини, яка охоплює південний схід Хмельницької і майже дві третини Вінницької області, виділяється своєрідним рельєфом і представляє собою чергування широких хвилясто-горбистих міжрічкових територій з долинами річок. Густота балкової мережі складає 0,5 – 1,0 км/км². Південно-східна частина Поділля на півдні Вінницької області характеризується неширокими вододілами та глибокими – до 100–150, а поблизу Дністра – до 160–200 м – річковими долинами. Густота балкової мережі складає тут 1 – 1,25 км/км² [3].

Західна частина Придніпровської височини, до складу якої входять південний схід Житомирської, північ та північний схід Вінницької, південний захід Київської та захід Черкаської областей, характеризується переважанням слабодренованих рівнин. У напрямі на південь і на схід розчленування території і частка силових земель зростає.

З точки зору літологічного складу центральна підзона Лісостепу Правобережного досить однорідна. Серед ґрунтоутворних порід домінують леси і лесовидні суглинки. Щільні глини, як ґрунтоутворна порода, що характеризуються несприятливими фізичними властивостями внаслідок

важкого гранулометричного складу, зустрічається локально і здебільшого – на схилах. В цілому, за співвідношенням природних факторів ґрунтоутворення територія регіону є типовою для Лісостепу Правобережного України [239].

Лісостеп характеризується високою розораністю земель. У сільськогосподарській оборот відведено 71,8 % від загальної площі території зони. Частка ріллі складає 58,3 %, що на 4,1 більше ніж у середньому по Україні.

Рельєф Лісостепової зони в основному рівнинний, але трапляються і хвилясті території. В західній частині провінції простягається Волино-Подільська височина, яка на схід поступово переходить у Дніпровські тераси. У зв'язку з такими особливостями рельєфу, орні землі у Лісостепу правобережному значною мірою зазнають водної ерозії [203].

Зона Лісостепу за структурою ґрунтового покриву є однією із найскладніших. У структурі її земельного фонду поширені ясно-сірі лісові (3,8%, або 590,4 тис. га), сірі лісові (1786,6 тис. га, або 11,3%), темно-сірі опідзолені (2054,9 тис. га, 13,0%), чорноземи опідзолені (3418,7 тис. га, або 21,6%), чорноземи типові (5779,8, або 36,5), лучно-чорноземні (450,7 тис. га, або 2,8%) і лучні (559,3 тис. га, або 3,5%) ґрунти. Структура ґрунтового покриву окремих частин Лісостепу ще більш ускладнюється за рахунок ксероморфних, солонцювато-солончакуватих, осолоділих та оглеєних видів. Проте все різноманіття ґрунтів та параметри їх властивостей і відповідно агровиробничі якості земельних ресурсів мають закономірно узгоджений з гідротермічними ресурсами регіонів зв'язок, що обумовлює диференціацію ґрунтового покриву.

Чорноземи типові є найпоширенішим у Лісостепу типом ґрунтів. Чорноземи типові сформувались у минулому під трав'янистою рослинністю, у зв'язку з чим характеризуються високим накопиченням гумусу (від 3 до 4,5–6,0 %), поживних речовин за відсутності перерозподілу мінеральної частини у профілі. Глибина профілю фонових ґрунтів коливається у межах 110–200 см і залежить від їх гранулометричного складу та кількості опадів у холодний

період відповідно до фаціальних особливостей їх засвоєння.

За гранулометричним складом переважають середньо-суглинкові (40%), важко-суглинкові (35%) і легкосуглинкові (25%) відміни. При формуванні на схилах ці ґрунти характеризуються погіршеним волого-забезпеченням через втрату частини вологи опадів із поверхневим стоком та підвищення інсоляції на схилах південних експозицій. Чорноземи типові характеризуються сприятливими агрономічними властивостями, за використанням універсальні – придатні під усі культури.

Чорноземи опідзолені – другий за поширенням у Лісостепу тип ґрунтів. Вони розповсюджені в місцях, які обумовлюються або кліматичними, або рельєфними факторами за рахунок додаткового зволоження в регіонах із меншими гідротермічними показниками. Ці ґрунти сформувалися під широколистяними лісами з проективним покриттям трав'янистою рослинністю 75–85%, що обумовило переважання у профілі чорноземних ознак: глибока гумусованість профілю (80–130 см), дуже слабкий перерозподіл мулистих часток, значні параметри гумусо-нагромадження. Вміст гумусу становить від 2,5 до 3,5–4,0 %. Гранулометричний склад чорноземів опідзолених змінюється від легкого суглинку на північному заході Лісостепу до важкого суглинку та іноді легкої глини у південній частині зони. Вони мають слабокислу реакцію ґрунтового розчину, насичені основами на 85–95%, у складі яких домінує кальцій, відносно багаті на поживні речовини. Від гранулометричного складу і зволоження залежить родючість цих ґрунтів, яка, в цілому, одна з найкращих серед ґрунтів України.

Темно-сірі опідзолені ґрунти Лісостепу сформувались під широколистяними лісами з проективним покриттям трав'янистою рослинністю 65–75%, у зв'язку з цим у них слабо виражені ознаки опідзоленості і добре накопичення гумусу (вміст гумусу від 2,0 до 3,0–3,5%. Інтенсивність нагромадження органічної речовини у шарі 0–30 см визначається підзональними особливостями гідротерміки.

Сірі лісові ґрунти розповсюджені в зоні Лісостепу в місцях із

мінімальними параметрами ГТК = 1,17–1,2, які обумовлені як кліматичними факторами, так і рельєфними в регіонах із меншими параметрами зволоження за рахунок додаткової акумуляції вологи стокових вод. Вони сформувались під широколистяними лісами з проєктивним покриттям трав'янистою рослинністю 45–65%, переважно на лесових породах. Ці ґрунти поширені в основному у правобережній частині лісостепової зони, на Лівобережжі Дніпра вони трапляються невеликими ареалами на правих берегах річок на добре дренованих територіях. У профілі сірих лісових ґрунтів виділяють такі горизонти: гумусово-елювіальний (потужність 25–35 см), ілювіальний, у верхній частині (15–20 см) гумусований, і материнська порода з глибини 100–150 см. За ступенем зволоження ці ґрунти розподіляють на автоморфні і поверхнево оглеєні. Вміст гумусу від 1,6 до 2,5%. Насиченість основами досягає 68–90%. рН сольовий коливається в межах 4,7–6,5. Родючість цих ґрунтів визначається гранулометричним складом, зволоженням та наявністю оглеєння.

Ясно сірі лісові ґрунти розповсюджені у зоні Лісостепу в місцях з мінімальними значеннями ГТК у межах 1,25, які обумовлені як кліматичними факторами так і рельєфними за рахунок додаткового надходження вологи при перерозподілі атмосферних опадів. Місця формування цих ґрунтів є найсприятливішими для лісової рослинності – вона була домінантною, а трав'янистий покрив був у незначній кількості (< 40% проєктивного покриття). У зв'язку з цим ясно-сірі лісові ґрунти характеризуються чіткою диференціацією профілю за елювіально-ілювіальним типом і своєрідним гумусонакопиченням у ньому. Вони сформувались переважно на лесах і лесовидних породах, але зустрічаються і на алювіальних супіщаних відкладах. В ясно-сірих лісових ґрунтах вміст гумусу коливається в межах від 1,2 до 2,5% залежно від гранулометрії та зволоження. Оглеєні види характеризуються кислішою реакцією ґрунтового розчину (рН сольовий = 4,0–4,8) щодо автоморфних (рН сольовий = 5,0–6,0). У зв'язку з підвищеною кислотністю ясно-сірі лісові ґрунти мають низький ступінь насиченості основами 50–75%.

Продуктивність цих ґрунтів значною мірою визначається наявністю спорадичного поверхневого перезволоження.

Лучно-чорноземні ґрунти зустрічаються у кожній підзоні Лісостепу і приурочені до лесових терас низького рівня, заплав високого рівня, знижень рельєфу серед вододільних територій з неглибоко залягаючими ґрунтовими водами 3–5 м на важких за гранулометрією породах і 2–4 м на легких. Сформувались ґрунти під лучно-степовою рослинністю в умовах додаткового порівняно з чорноземами типовими ґрунтового зволоження. Внаслідок цього вони морфологічно подібні до чорноземів типових, відрізняючись більшою, на 30–50 % інтенсивністю гумусонакопичення. Вміст гумусу — від 3,5 до 6% і більше. За гранулометричним складом зустрічаються лучно-чорноземні ґрунти від легкого до важкого суглинку.

Окрім ґрунтів, описаних вище, у зоні Лісостепу зустрічаються локально дернові опідзолені ґрунти на пісках, дернові опідзолені карбонатні ґрунти, мочаристі ґрунти, лучно-болотні та болотні ґрунти. Торфово-болотні і торфовища низинні поширені окремими масивами в заплавах рік, притерасних зниженнях, від'ємних елементах рельєфу тощо. В структурі ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь їх нараховується 325 тис. га, з них більшість осушено. Широкий розвиток меліорації на цих ґрунтах обумовлений їх низькою родючістю в природному стані внаслідок перезволоження. Проте осушені органогенні ґрунти – одні з найсприятливіших для сільськогосподарського використання. Добра забезпеченість азотом за рахунок розкладу органічної речовини і вологою за умови додаткового живлення фосфорними та калійними добривами обумовлюють високу їх родючість [203].

Клімат зони має чітку сезонну контрастність, помірно теплий. Це пов'язано з особливостями географічного розташування та геоморфології її території. Клімат Лісостепу Правобережного зазнає впливу повітряних мас, які формуються над Атлантичним океаном. Середньомісячна температура повітря в січні та лютому коливається від мінус 4 °С на заході до мінус 8 °С на сході. Літо характеризується високими сталими температурами. Середньомісячна

температура у липні коливається від 10 °С на заході до 20 °С на сході. Із заходу на схід спостерігається збільшення континентальності, що відповідно впливає на амплітуду коливань добової температури [59, 264].

Багаторічні метеорологічні спостереження показали, що перехід середньодобової температури через +5 °С навесні відбувається на початку квітня, а восени наприкінці жовтня – на початку листопада. Таким чином, тривалість вегетаційного періоду становить 200 – 205 днів. Середньорічна сума опадів становить 580 – 630 мм, за вегетаційний період – 320 мм опадів. Найбільша кількість опадів спостерігається влітку – 80 – 90 мм/міс, найменша – взимку – 30 – 35 мм/міс (табл. 2.1) [264].

Таблиця 2.1.

**Агрокліматичні показники центральної зони Вінницької області
(за Півошенко І. М., 1997 р.)**

Кліматичні показники	Величина
Сума активних температур, t° С	2671 - 2780
Довжина без морозного періоду, дні	141 - 147
Середньорічна температура повітря, t° С	6,7 – 7,0
Мінімальна температура повітря, t° С	- 34
Максимальна температура повітря, t° С	+ 38
Дата осінніх заморозків	6 – 7. 10
Дата останніх весняних заморозків	23 – 25. 04
Довжина вегетаційного періоду, дні	199 - 205
Сума атмосферних опадів за рік, мм	581 - 634
Сума опадів за вегетаційний період, мм	368 - 425
Довжина періоду з сніговим покривом, дні	87 - 90
Середня максимальна глибина снігового покриву, см	14 - 15
Середня глибина промерзання ґрунту, см	56
Сума ефективних температур >5°С	1949 - 2059
Переважаючий напрямок вітру	Північно-західний

Таким чином, можна зробити висновок, що ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу правобережного є цілком сприятливими як для вирощування більшості сільськогосподарських культур в тому числі зернобобових.

2.2 Ґрунт дослідної ділянки та характеристика гідротермічних умов у роки проведення досліджень

Польові дослідження з вивчення впливу біологічних препаратів та добрив різного механізму дії на продуктивність зернобобових культур проводили на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету, яке розташоване у центральній частині Вінницької області. Рельєф дослідного поля – рівний, тип ґрунту – сірі лісові, гранулометричний склад – середньо-суглинкові, структура – грудочкувата, щільність – 1,35 – 1,4 г/см³, глибина орного шару ґрунту – 30 см. За морфологічними ознаками, фізичними та фізико-хімічними показниками вони є типовими для Вінницької області та в цілому для Лісостепу Правобережного.

За даними агрохімічного обстеження орний шар ґрунту має такі фізико-хімічні показники: вміст гумусу (за Тюрнімом) становить 1,97 – 2,25 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 65 – 67 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) відповідно 140 – 150 і 85 – 90 мг на 1 кг ґрунту, рН сольової витяжки 5,5 – 5,9. Гідролітична кислотність – 2,90 – 3,31 мг-екв на 100 г ґрунту.

За агрохімічною характеристикою дані ґрунти мають помірно середній потенціал родючості, вони схильні до значного кіркоутворення та запливання при надмірному зволоженні. Сірі лісові ґрунти мають середні темпами весняного досягання та знижений вміст агрономічно цінної структури при підвищеній розпиленості верхнього горизонту 0-5 см. З позиції біологічних властивостей досліджуваних зернобобових культур даний тип ґрунту є помірно сприятливими для їх ростових та фізіологічних процесів.

За різними твердженнями насіння сої для оптимальних параметрів набубнявіння та проростання потребує 140 – 160 % води від своєї маси. Проростки сої при нестачі вологи сильно пригнічуються. Перший критичний період по вологозабезпеченню у сої настає у фазі гілкування, а другий – більш інтенсивний – у фазі формування та наливання насіння [12].

Таблиця 2.2.

Необхідні показники температурного та водного режиму в основні періоди росту і розвитку рослин сої

Період росту і розвитку сої	Температура повітря, °С			Кількість вологи, м ³ /га
	мінімальна	достатня	оптимальна	
Сівба-сходи	8–10	15–18	20–22	15–30
Сходи-гілкування	10–12	17–20	22–25	15–30
Цвітіння	16–18	19–21	22–25	40–60
Формування бобів	13–14	17–18	20–23	40–60
Дозрівання	7–8	13–16	18–20	30–40

При вирощуванні сої, поряд із рівнем зволоження, температура є важливим фактором формування високої продуктивності посівів. Сучасні сорти сої класифікують за необхідною сумою активних температур ($t > 10$ °С). Так, для групи дуже ранніх сортів сума активних температур повинна бути у межах 1600 – 1900 °С, ранньостиглих – 2000 – 2200, середньо пізньостиглих – 2800 – 2950 і пізньостиглих – 3000 – 3200 °С. Таким чином можна зробити висновок, що сума активних температур є одним із вирішальних факторів підбору сортів для конкретного регіону [17].

Отже, гідротермічні умови місця вирощування зернобобових культур, у тому числі і сої, є визначальним фактором отримання високої продуктивності.

Аналіз гідротермічних умов в роки проведення досліджень проводили на основі метеорологічних даних Вінницького обласного центру гідрометеорології. Гідротермічні умови за роки досліджень були в загальному досить сприятливими для росту і розвитку рослин, проте, в окремі роки спостерігались суттєві відхилення від багаторічних показників, що у свою чергу відобразилось на продуктивності посівів.

Перша декада квітня 2017 року була надзвичайно тепла (намітився перехід температури через +10°), в другій п'ятиденці температура суттєво знизилася до заморозків на поверхні ґрунту, місцями пройшли дощі. В другій

декаді погода характеризувалася глибоким зниженням температури з опадами в вигляді дощу та мокрого снігу. Спостерігалися значні заморозки в повітрі та на поверхні ґрунту. У третій декаді переміщення циклонів на території області супроводжувалося опадами в вигляді дощу та дощу з мокрим снігом. В південно - східних районах області утворився нестійкий сніговий покрив висотою до 3 см. Утримувалися інтенсивні та тривалі заморозки на поверхні ґрунту та на висоті 2 см, місцями і в повітрі.

Впродовж першої декади травня 2017 року відбулося підвищення температурного режиму яке сприяло інтенсивному наростанню тепла. В кінці декади відмічено суттєве зниження температури, інтенсивні заморозки на поверхні ґрунту та на висоті 2 см, місцями і в повітрі. Середня декадна температура повітря становила $12,5^{\circ}$, що було в межах норми. Кількість опадів за декаду була в межах 7 мм, що становить 37 % від норми. В другій декаді травня продовжувалися коливання добових температур повітря, спостерігалися заморозки на поверхні ґрунту та на висоті 2 см від поверхні ґрунту, місцями в повітрі. Середня декадна температура повітря становила $12,6^{\circ}$, що на $2,1^{\circ}$ менше норми. Кількість опадів за декаду була в межах 4 мм, що становить 25 % від норми. В третій декаді травня продовжувалося поступове підвищення температур повітря, протягом тижня пройшли дощі з грозами. Гідротермічні умови були переважно сприятливими для росту і розвитку всіх сільськогосподарських культур, в тому числі сої. 19-23 травня відбувся перехід середньодобових температур через $+15^{\circ}$, що на 3-4 дні пізніше середньобогаторічних строків (15-20.05). Під пізніми теплолюбними культурами (соняшник, кукурудза, гречка, соя) запаси продуктивної вологи в 0-20 см шарі 14-41 мм, в 0-100 см 103-175 мм. Середня декадна температура повітря становила $16,7^{\circ}$, що на $1,6^{\circ}$ перевищувало норму. Кількість опадів за декаду становила 17 мм, або 61 % від норми.

В першій декаді червня 2017 року утримувалася помірно тепла погода, протягом декади пройшли дощі різної інтенсивності, місцями гриміли грози. Середня декадна температура повітря становила $18,0^{\circ}$, що на $1,5^{\circ}$ вище від

норми. Розподіл опадів на території області був нерівномірний, сума опадів за декаду становила 1 мм. Підвищення температури повітря, особливо в нічні години, активізували ріст та розвиток сої. Протягом другої декади червня утримувалася помірно тепла погода, пройшли дощі різної інтенсивності. Середня декадна температура повітря становила 18,1°, що на 1,3° вище від норми. Кількість опадів протягом декади становила 9 мм, або 31 % від декадної норми. Впродовж останньої декади червня утримувалася жарка з опадами різної інтенсивності погода. В окремих місцях спостерігались сильні зливи, посилення вітру. Середня декадна температура повітря становила 21,2°, що на 3,1° вище від норми. Опади різної інтенсивності спостерігалися протягом 2-4 днів. Їх кількість протягом декади становила 10 мм, що становить 31 % від декадної норми.

Протягом першої декади липня 2017 року відбулося зниження температурного режиму порівняно з попередньою декадою. Протягом декади спостерігалася помірно тепла з короткочасними локальними дощами, місцями грозами погода. Середня декадна температура повітря становила 18,2°, що на 0,5° вище від норми. Опади різної інтенсивності спостерігалися протягом 1-2 днів. Їх кількість протягом декади становила 5 мм, що відповідно 14 % від декадної норми. Протягом декади спостерігалася помірно тепла з низькими нічними температурами та нерівномірним розподілом опадів погода. Середня декадна температура повітря становила 20,1°, що на 1,4° вище від норми. Впродовж декади випало 9 мм, що становить 26 % від декадної норми. У третій декаді липня протягом 5 днів максимальна температура перевищувала позначку +30° тепла. Рослини в денні години втрачали тургор. На посівах сої затримувалося формування репродуктивних органів. Середня декадна температура повітря становила 21,5°, що на 3,1° вище від норми. Кількість опадів протягом декади знаходилися в межах 36 мм, що становить 144 % від декадної норми.

Протягом першої декади серпня 2017 відбулося значне коливання добової температури: від 8° вище за норму в першій п'ятиденці до 3° нижче за норму в

кінці періоду. В середині декади пройшли нерівномірні дощі. Середня декадна температура повітря становила $23,8^{\circ}$, що на $4,8^{\circ}$ вище від норми. Кількість опадів протягом декади знаходилися в межах 11 мм, що становить 53 % від декадної норми. Протягом другої декади серпня утримувалась жарка, сонячна, суха погода, при цьому середня декадна температура знаходилась на рівні $23,8^{\circ}$, що на $5,9^{\circ}$ вище від норми, а опади протягом декади були практично відсутні. Потужний атмосферний фронт обумовив значне зниження температури та опади у третій декаді. Додаткова температура в окремі дні знижувалася до осінніх значень. Середня декадна температура повітря знизилась до $16,6^{\circ}$, що на $0,3^{\circ}$ вище від норми. Всього за декаду випало 26 мм, за норми 20 мм.

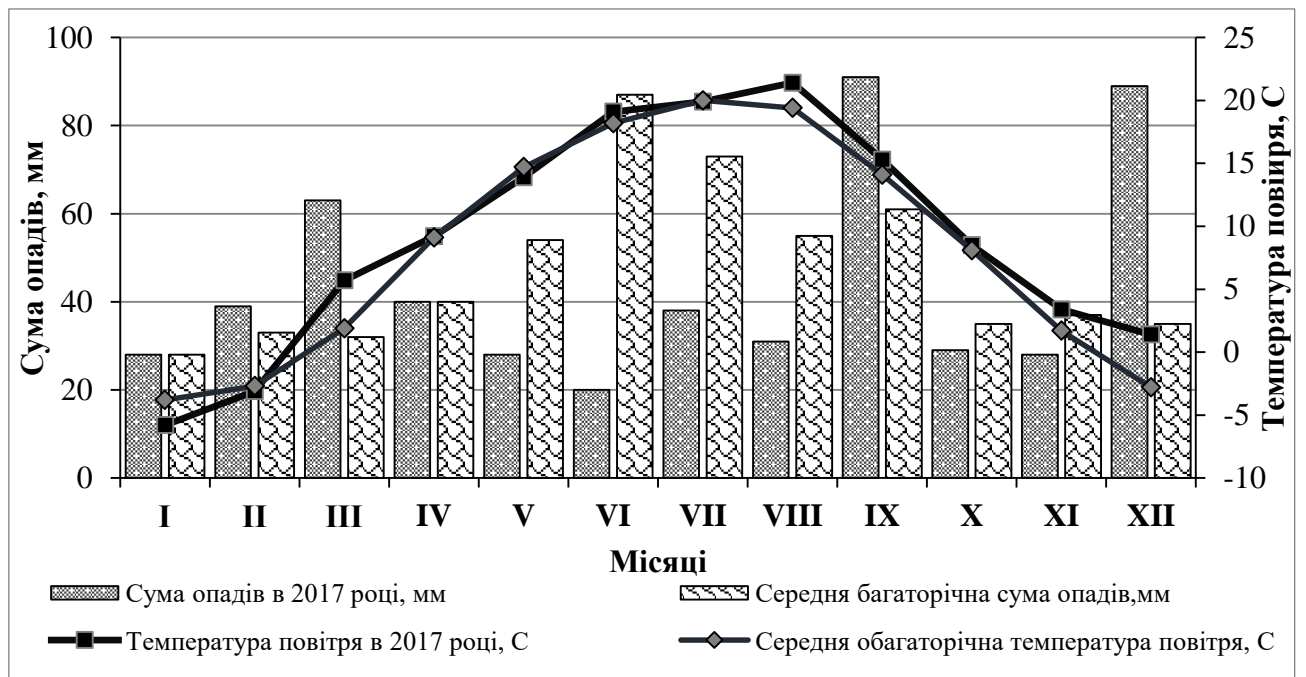


Рис 2.1. Динаміка середньодобової температури повітря та суми опадів у 2017 році, (за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології)

Потужний атмосферний фронт обумовив значні опади в першій декаді вересня. Опади різної інтенсивності випадали протягом 3-5 днів. Кількість опадів за декаду була в межах 17 мм, що становить 85 % декадної норми. Середня декадна температура повітря становила $16,4^{\circ}$ що на $1,0^{\circ}$ вище від

норми. Протягом другої декади відбувалися коливання температури, але в загальному утримувалася літня, помірно тепла, з нерівномірним розподілом опадів погода. Протягом третьої декади температура повітря поступово знижувалася. 23 вересня добова температура знизилася нижче $+15^{\circ}$, що свідчить про закінчення кліматичного літнього періоду. Середня декадна температура повітря становила $12,0^{\circ}$, що на $0,5^{\circ}$ вище від норми. Оподи різної інтенсивності випадали протягом 3-5 днів. Кількість опадів за декаду становила 63 мм, або 420 % декадної норми.

Протягом першої декади жовтня 2017 року спостерігалися коливання температури, в нічні години відмічені заморозки на поверхні ґрунту, а місцями і в повітрі. Середня декадна температура повітря становила $8,1^{\circ}$, що на $1,8^{\circ}$ нижче від норми. Сума опадів за декаду становила 12 мм, що становить 100 % декадної норми. Впродовж другої декади відбулося суттєве підвищення температурного режиму при чому спостерігались незначні опади. Протягом третьої декади відбулося суттєве зниження температурного режиму до $5,3^{\circ}$, а сума опадів за декаду склала 13 мм.

У листопаді та грудні утримувалася помірно тепла погода із середньодобовою температурою повітря відповідно $+3,5^{\circ}$ і $+1,4^{\circ}$, та опадами різної інтенсивності із сумою 28 і 89 мм.

Впродовж січня 2018 року утримувалась характерна для зимового періоду погода, але без достатнього снігового покриву. Лютий характеризувався досить великим коливанням температури, збільшенням висоти снігового покриву та значним промерзанням ґрунту.

В першій декаді березня переважала холодна погода. Середня добова температура повітря була нижчою за норму на $12-14^{\circ}$. Оподи випадали у вигляді снігу, мокрого снігу та дощу. Гідротермічні умови другої і третьої декади березня на були неоднорідними. Утримувалися від'ємні значення добових температур, але в подальшому відбулося поступове підвищення до позитивних. 25-27 березня відбувся перехід середньодобової температури через 0° в бік підвищення, що свідчить про закінчення кліматичної зими.

Гідротермічні умови першої декади квітня 2018 року були характерні для кінця квітня. 30-31 березня на території області відбувся перехід середньодобових температур через $+5^{\circ}$, що відповідає середньо багаторічним строкам. 4 квітня намітився перехід середньодобових температур через $+10^{\circ}$, що на два тижні раніше середньо-багаторічних строків. Протягом другої декади утримувалася суха, тепла погода, яка характерна для середини травня. Стрімке наростання температур сприяло накопиченню ефективного тепла. Середня декадна температура повітря становила $14,3^{\circ}$ тепла, що на $7,1^{\circ}$ вище від норми. Кількість опадів склала 3 мм, що становить 14 % декадної норми. Третя декада квітня характеризувалася вищим норми температурним режимом, довгоочікуваними опадами в кінці декади. Середня декадна температура повітря становила $15,1^{\circ}$ тепла, що на $5,2^{\circ}$ вище від норми. Кількість опадів становила 5 мм, що становить 33 % декадної норми.

Перша декада травня 2018 року характеризувалася жаркою переважно сухою погодою. Середньодобова температура повітря становила $19,5^{\circ}$ тепла, а опадів за декаду не зафіксовано. Атмосферні процеси в другій декаді травня обумовили зниженням температурного режиму порівняно з попереднім періодом. Середня декадна температура повітря становила $14,7^{\circ}$. Сума опадів за декаду становила 11 мм, що становить 69 % декадної норми. Протягом третьої декади травня та першої червня утримувалася жарка погода з недобором опадів. У другій декаді червня утримувалася жарка погода з інтенсивними опадами. Середня декадна температура повітря становила $20,8^{\circ}$ тепла, що вище за норму на $4,0^{\circ}$. Кількість опадів коливалася в межах 86 мм, що відповідає 297 % від норми. Третя декада червня характеризувалася помірно теплою, дощовою погодою. Середня декадна температура повітря становила $17,9^{\circ}$ тепла, що в межах норми. За декаду випало 100 мм, що відповідає 313 % від норми.

У першій декаді липня відбулася певна зміна погоди. Спостерігалось похолодання, середньодобова температура повітря при цьому становила $18,5^{\circ}$ тепла. До кінця декади відбувалося поступове підвищення температурного

режиму. Сума опадів за декаду становила 19 мм. Протягом другої декади липня утримувалася тепла, дощова погода. У третій декаді зафіксована помірно тепла з щоденними опадами погода. Середня декадна температура повітря становила 21,4° тепла, що на 3,0° вище норми. Кількість опадів становила 38 мм, що відповідає 152 % від норми.

Перша декада серпня характеризувалась жаркою погодою без істотних опадів. Середня декадна температура повітря становила 21,6° тепла, а сума опадів 08 мм. Гідротермічні умови другої декади були задовільними для продовження вегетації зернобобових культур. Негативний вплив високих температур був зменшений достатньою волого-забезпеченістю посівів. Протягом третьої декади утримувався температурний режим значно вищий норми з незначною кількістю опадів.

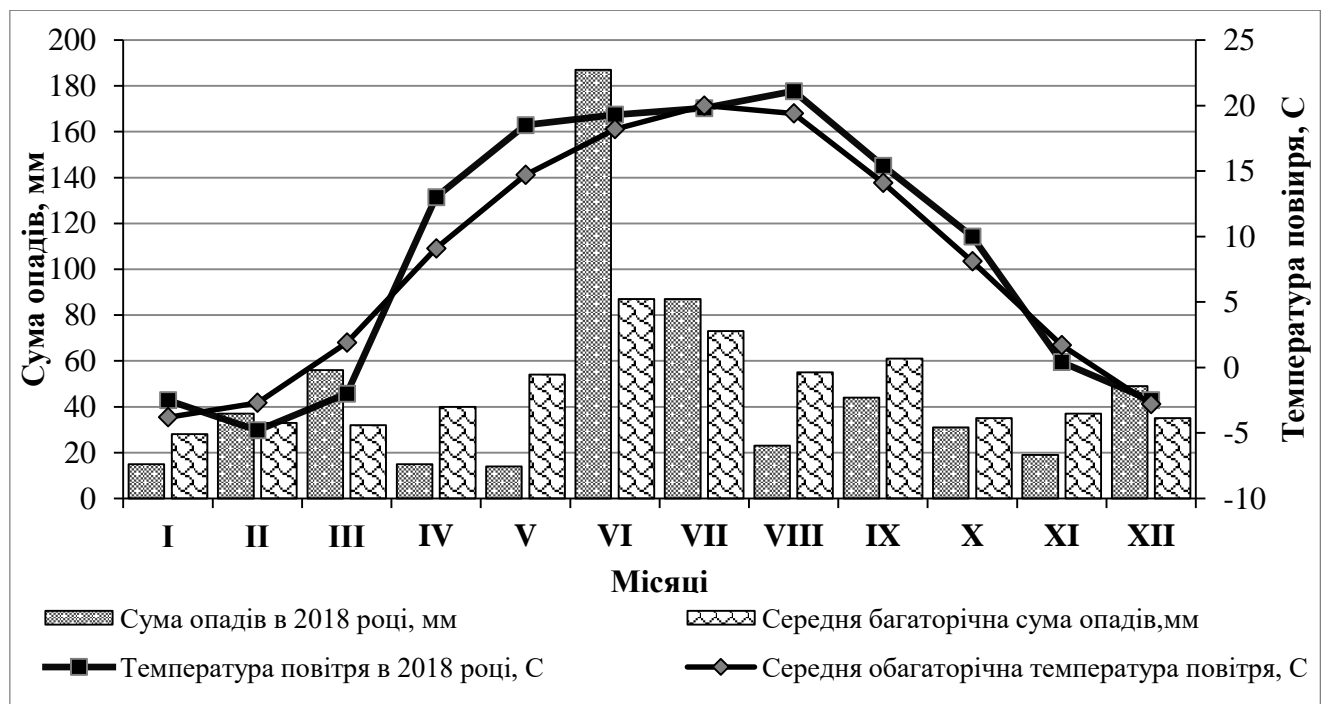


Рис 2.2. Динаміка середньодобової температури повітря та суми опадів у 2018 році, (за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології)

Початок вересня характеризувався зниженням температури і випаданням дощів різної інтенсивності. Протягом другої декади вересня утримувалася літня, тепла, з нерівномірним розподілом опадів погода. В окремі дні

максимальна температура повітря була вище $+25^{\circ}$ тепла. Середня декадна температура повітря становила $17.2-18.7^{\circ}$ тепла, що на $2.9-4.8^{\circ}$ вище від норми. Оподи різної інтенсивності випадали протягом 1-3 днів і їх кількість становила 4-25 мм, або 29-192 % декадної норми. Впродовж третьої декади відбулося коливання температурного режиму при цьому випадали оподи різної інтенсивності. 23 вересня добова температура знизилася нижче $+15^{\circ}$, що свідчить про закінчення кліматичного літнього періоду.

Впродовж жовтня утримувалася помірно тепла погода з опадами різної інтенсивності на початку та у кінці місяця. На початку місяці відмічені заморозки на поверхні ґрунту мінус $0-2^{\circ}$ та на висоті 2 см від поверхні ґрунту інтенсивністю мінус $0-4^{\circ}$.

Впродовж першої декади листопада утримувалася помірно тепла без істотних опадів погода. У середині місяця В зв'язку з проходженням холодного фронту відбулося ускладнення гідротермічних умов: сніг з дощем, з 17 листопада відбувся перехід середньодобової температури через 0° в бік зниження, що свідчить про початок зимового періоду. У кінці листопада пройшли невеликі та помірні оподи у вигляді дощу, снігу та мокрого снігу.

Протягом грудня спостерігалися коливання середньодобових температур від від'ємних до позитивних значень, випадали оподи у вигляді дощу, мокрого снігу та снігу.

Впродовж січня 2019 року утримувався зимовий режим погоди, а саме від'ємні температури, наявність суттєвого снігового покриву. У лютому відмічена надзвичайно тепла без істотних опадів погода. Надходження теплих повітряних мас спричинило інтенсивну відлигу. Березень та квітень характеризувалися значними коливаннями температури від негативних до позитивних значень та опадами різної інтенсивності.

Перша декада травня 2019 року характеризувалася прохолодною, дощовою погодою. Середня декадна температура повітря становила $10.4-13.3^{\circ}$ тепла, що на $0,8-2,0^{\circ}$ нижче норми. Протягом декади випадали оподи різної інтенсивності та кількості. У другій декаді, 13 травня, зафіксований перехід

середньодобової температури через $+15^{\circ}$, що свідчить про початок кліматичного літнього періоду. Середня декадна температура повітря становила $16.5-18.9^{\circ}$ тепла, що на $1.1-3.2^{\circ}$ вище норми. Упродовж останньої весняної декади переважала тепліша звичайного погода. Розподіл опадів мав типово літній вкрай нерівномірний характер – від сильних злив до незначних дощів. В загальному за місяць випало 144 мм опадів.

Протягом червня утримувалася значно тепліша норми з опадами різної інтенсивності погода. Середня температура повітря становила $21,6^{\circ}$ тепла, що на $3,4^{\circ}$ вище норми. Розподіл опадів за місяць був нерівномірним, а їх кількість становила 88 мм, що було в межах норми.

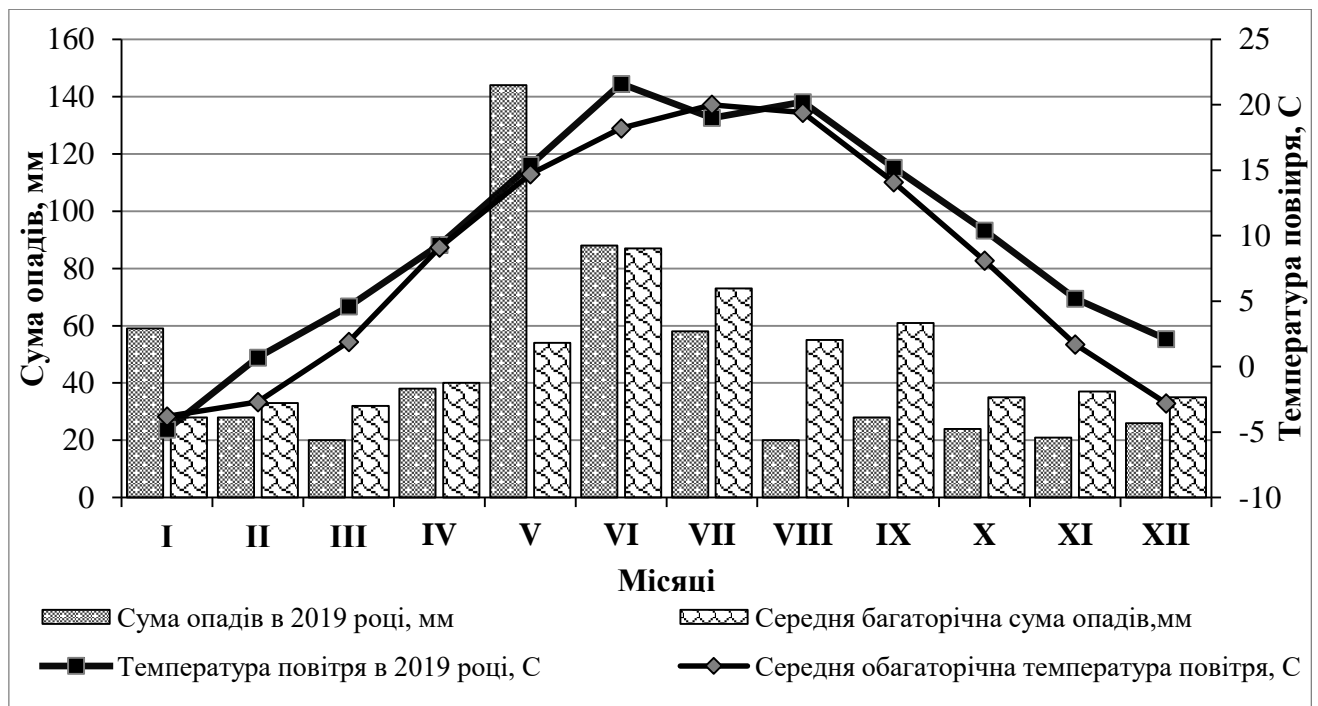


Рис 2.3. Динаміка середньодобової температури повітря та суми опадів у 2019 році, (за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології)

Перша декада липня характеризувалась підвищеною температурою повітря та нерівномірним розподілом опадів. Кількість опадів за декаду була в межах 4-24 мм, що становить 17- 49 % декадної норми. Друга декада липня характеризувалась прохолодною, дощовою погодою. Спостерігалися низькі для середини липня середні добові та нічні температури повітря. Середня декадна

температура повітря становила 16.5-18.0° тепла, що на 1.7-2.5° нижче норми. Кількість опадів за декаду була в межах 12-42 мм, що становить 40-150 % декадної норми. Протягом третьої декади липня спостерігалася помірно тепла, без істотних опадів погода. В загальному за місяць середньодобова температура повітря становила +19 °, а сума опадів склала 58 мм.

Серпень характеризувався коливанням температури від помірно теплих до жарких днів з нерівномірним розподілом опадів. У середньому за місяць температура повітря становила 20,29° тепла, а сума опадів 19,2 мм. У сої відмічено формування бобів. Упродовж вересня спостерігалася дуже тепла та суха погода, обумовлена впливом потужного антициклону. Спостерігалися високі середньодобові температури, які були близькими до серпневих кліматичних норм. В окремі дні максимальні температури перевищували позначку + 30° тепла. Нічні мінімуми температур були нижчі 10° тепла. Впродовж вересня випало 28,1 мм опадів при нормі 61 мм, а середньодобова температура повітря становила 15,2°, що дало змогу вчасно і з мінімальними втратами провести збирання урожаю зерна.

Впродовж першої декади жовтня 2019 року спостерігалися коливання температури, в нічні години відмічені заморозки на поверхні ґрунту і в повітрі. Кількість опадів в межах становила 5-27 мм. Друга і третя декада жовтня характеризувалися сухою, сонячною, дуже теплою погодою. Температурний режим утримувався на рівні норми. Протягом декад істотних опадів не спостерігалось.

Впродовж зимового періоду гідротермічні умови обумовлювали активні синоптичні процеси. Спостерігалися значні коливання температур від позитивних до від'ємних і навпаки. Температурний режим відповідав багаторічним нормам.

В березні 2020 року спостерігалася надзвичайно тепла з невеликими опадами та густими туманами погода. Температурний режим був характерний для початку квітня. Середня температура повітря становила 5,2° тепла, а сума опадів, відповідно 19 мм. Перша декада квітня характеризувалася сонячною,

сухою погодою з поступовим підвищенням добових температур від одного градуса тепла на початку декади до 10-11° тепла в кінці. Відмічалися заморозки в повітрі та на поверхні ґрунту. Друга декада квітня характеризувалася значним коливанням температури, сонячною, з невеликими опадами, протягом декади кількість опадів склала 3-10 мм, або 17-53 % від декадної норми. Третя декада квітня характеризувалася значним коливанням температури та опадами різної інтенсивності. В загальному за місяць кількість опадів становила 32 мм при середньодобовій температурі повітря 9,2°.

Травень року 2020 характеризувався прохолодною і дощовою погодою. Сівбу сої проводили у першій декаді, при цьому середньодобова температура повітря становила 11,7 °С, що на 0,8 більше за багаторічне значення, із сумою опадів 45 мм, або 237 % до норми. Друга та третя декада характеризувались підвищеною кількістю опадів, що становило 156 і 236 % від багаторічних показників та пониженою температурою повітря, яка була на 1,7 і 4,8 °С нижчою за норму.

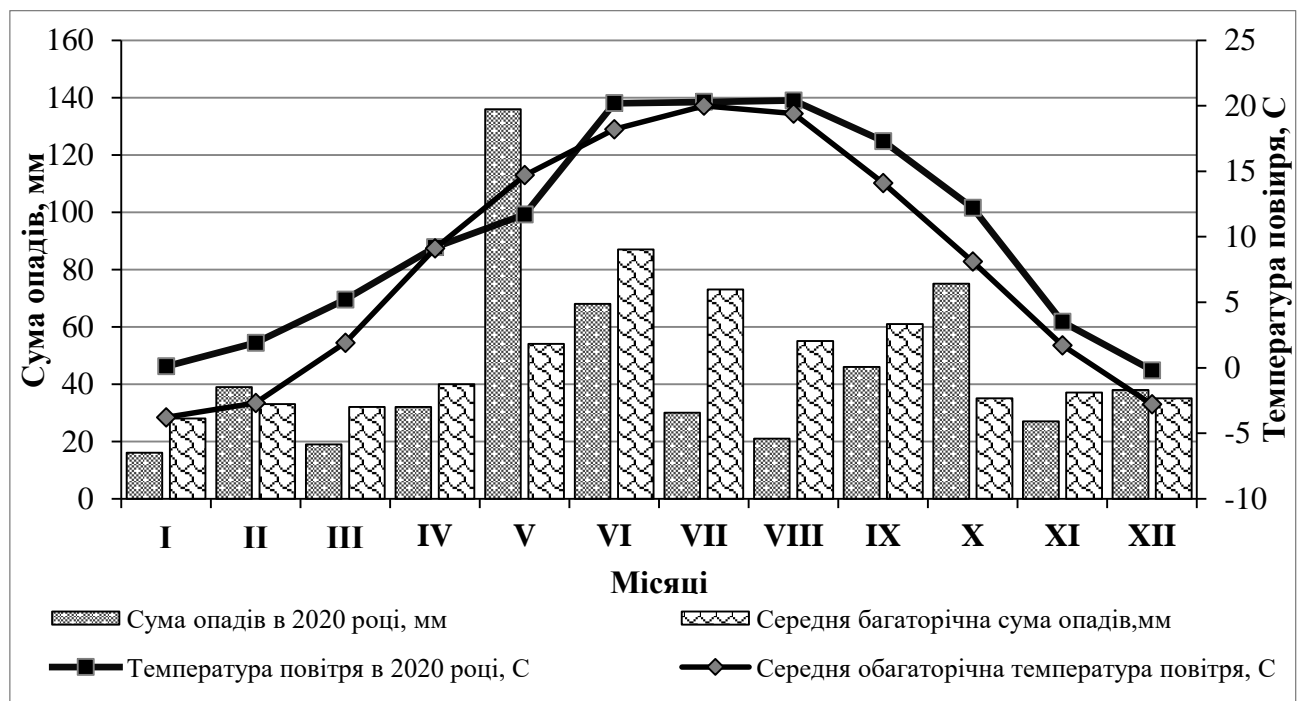


Рис 2.4. Динаміка середньодобової температури повітря та суми опадів у 2020 році, (за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології)

У середньому за місяць середньодобова температура повітря становила 11,7 °С, що на 3,0 °С нижче норми що є достатнім для періоду росту рослин сої від сівби до сходів, проте опадів за травень випало на 82 мм більше від середньо-багаторічних показників. Таким чином, гідротермічні умови травня були досить складними для швидкого проростання насіння сої.

Червень 2020 року характеризувався наростанням середньодобової температури повітря та опадами різної інтенсивності. Впродовж першої декади червня середньодобова температура повітря становила 17,3 °С при нормі 16,5 °С. У другій та третій декаді червня утримувалась тепла погода, при цьому середньодобова температура повітря перевищувала норму, відповідно, на 5,1 і 3,3°, із інтенсивним випаданням атмосферних опадів, що відповідно становило 72 і 122 % до норми. В загальному сума опадів за місяць становила 68 мм, з середньодобовою температурою повітря 20,2 °.

Липень характеризувався помірно теплою погодою 20,3 ° з нерівномірним розподілом атмосферних опадів 30 мм. В окремих районах спостерігались зливові дощі.

У серпні зафіксовано недостатнє вологозабезпечення та подекадним зниженням середньодобової температури повітря. Так, у I і II декаді середньодобова температура повітря становила 20,8 і 19,9 °С та перевищувала багаторічні показники, відповідно на 1,8 і 2,0°, сума опадів становила 14 % від багаторічної норми у першій декаді, а у другій декаді опади були відсутні. У третій декаді кількість опадів становила 25 мм за норми 27 мм, при цьому середньодобова температура повітря становила 20,5 °.

У вересні 2020 року спостерігалась тепла, сонячна погода з опадами різної інтенсивності. Середньодобова температура повітря у першій декаді дорівнювала 19,4 °, при нормі 15,4 °, а сума опадів становила 8 мм, або - 40 % від багаторічної норми. Друга і третя декади вересня характеризувались пониженням середньодобової температури повітря, відповідно, до 16,7 і 15,8 ° та низькою кількістю опадів, відповідно, до 0,4 і 38 мм. В загальному за місяць середньодобова температура повітря становила 17,3 °, при середньо

багаторічній нормі $14,1^{\circ}$, а сума опадів $46,4$ мм, що на $14,6$ мм менше від норми. Впродовж жовтня було відмічено пониження температурного режиму та сильні опади, особливо у першій декаді.

В квітні 2021 року спостерігалася нестійка, прохолодна з нічними мінусовими температурами погода. Опади випадали в вигляді дощу та мокрого снігу.

У першій декаді травня вторгнення спостерігалася помірно тепла з нерівномірним розподілом опадів погода, 9 та 10 травня відмічені заморозки на поверхні ґрунту та на висоті 2 см від поверхні ґрунту. Гідротермічні умови протягом другої декади травня формувалися під впливом циклонів та антициклонів. Температура повітря за другу декаду травня була дещо нижча від норми і становила $13,9$. Протягом третьої декади спостерігалася, нестійка погода, подекуди з грозами. Загалом за місяць випало 100 мм опадів, що на 46 мм більше норми, середньодобова температура повітря становила $13,4^{\circ}\text{C}$, при нормі $14,7^{\circ}\text{C}$.

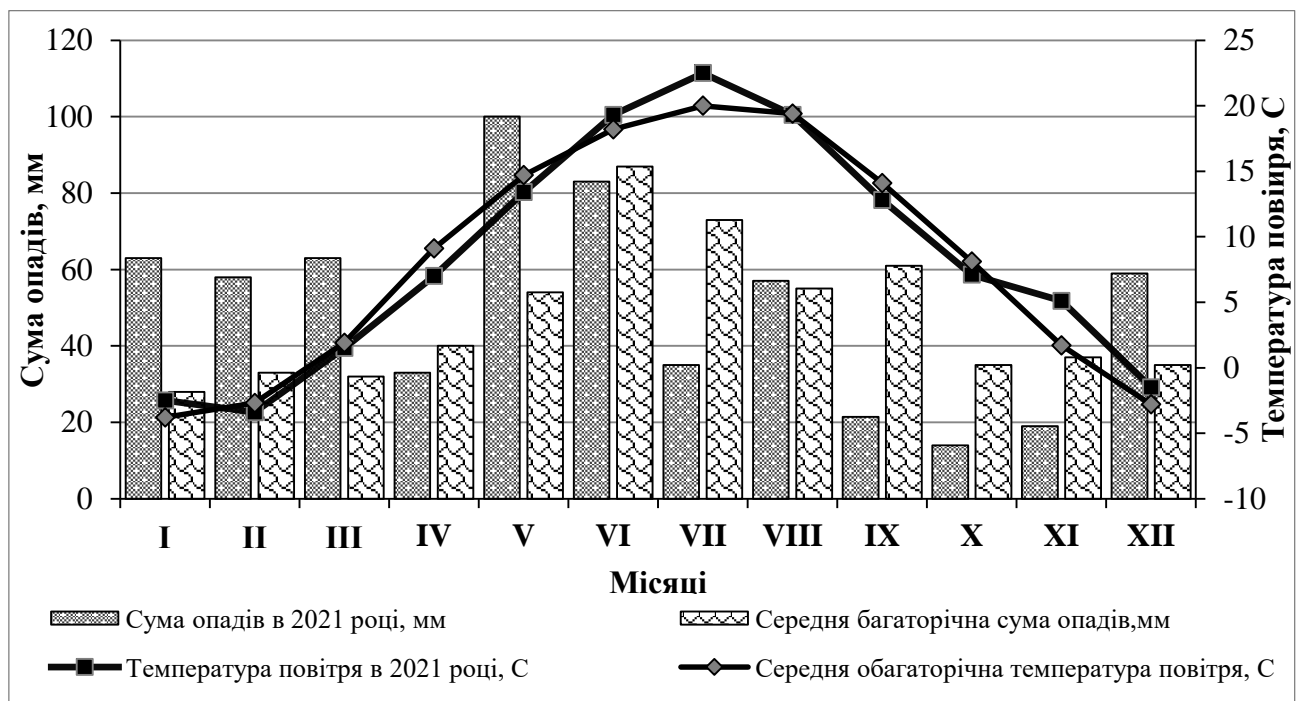


Рис 2.5. Динаміка середньодобової температури повітря та суми опадів у 2021 році, (за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології)

Червень 2021 року характеризувався нестійкою прохолодною погодою з

достатньою кількістю опадів. Підвищення середньодобової температури повітря та сильні атмосферні опади відмічались у другій та третій декадах. Середньодобова температура повітря за місяць складала 19,3 °С, а сума опадів 83 мм.

Початок липня характеризувався помірно теплою погодою 21,5° та відсутністю опадів. Упродовж другої декади липня спостерігалась суха та жарка погода з підвищенням температурного режиму до 24,3 ° та зростанням кількості опадів до 5 мм. Протягом третьої декади липня утримувалась тепла погода 21,6 °С із сумою опадів за декаду 30 мм. У загальному за місяць середньодобова температура повітря становила 22,5 °С при нормі 20,0 °С із сумою опадів 35 мм, що менше норми на 38 мм.

Упродовж серпня температура повітря становила 19,3°, що відповідало багаторічній нормі. Серпень характеризувався значною строкатістю випадання опадів, коли в першій декаді випало 19 мм опадів 106 % від норми, тоді як у другій 60 %, а у третій кількість опадів була на рівні 109 % від норми. Таким чином за місяць випало 57 мм опадів, а середньодобова температура повітря становила 19,3 °.

Протягом першої декади вересня із переміщенням атмосферних фронтів переважала прохолодна погода. У найпрохолодніші ночі 5-6 вересня мінімальна температура повітря знижувалася до позначки 3-5° тепла. Тепла, суха та сонячна погода переважала впродовж другої декади вересня. Протягом третьої декади вересня переважала контрастна погода. Загалом за місяць випало 21,4 мм опадів, а середньодобова температура повітря становила 12,8 °С. Жовтень характеризувався прохолодною, сухою погодою. На поверхні ґрунту та місцями в повітрі відмічались незначні заморозки.

Таким чином, гідротермічні умови періоду вегетації у роки проведення досліджень були досить контрастними, часто спостерігалось відхилення середньодобової температури і кількості атмосферних опадів від середніх багаторічних показників, проте наявні умови дозволяють в повній мірі використовувати абіотичні складові у системі оцінки отриманих експериментальних даних та дозволяють оцінити дію та взаємодію організованих факторів.

2.3 Програма і методика проведення досліджень

Експериментальну частину дисертаційної роботи виконано впродовж 2017–2021 рр. в умовах науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, що розташоване у с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Загалом було проведено три польових дослідів. Окремо проведено науково-виробничі дослідження по апробації розроблених моделей технологій вирощування зернобобових культур і сої.

Дослід 1. «Вплив передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами та позакореневого підживлення на формування продуктивності сої», проведено впродовж 2017-2021 рр. Повторність у досліді чотирихразова. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікової дослідної ділянки – 25 м², загальної – 40 м². Факторіальна схема досліду 4:4=16 варіантів (загальна кількість ділянок у чотирьох повтореннях – 64).

Схема досліду включала наступні фактори:

Фактор А – обробка насіння: 1. Без обробки; 2. Біоінокулянт БТУ (2 л/т); 3. Різолاین (2 л/т) + Різосейв (2 л/т); 4. Андеріз (1,5 л/т).

Фактор В – позакореневе підживлення: 1. Без підживлення (Контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1,0 л/га); 3. Гуміфренд (1,0 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Дослід 2. «Вплив сумісного використання мінеральних добрив, біодобрива та мікоризоутворюючого препарату на продуктивність сої», проведено впродовж 2017-2021 рр. Повторність у досліді чотирихразова. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікової дослідної ділянки – 25 м², загальної – 40 м². Факторіальна схема досліду 5:2=10 варіантів (загальна кількість ділянок у чотирьох повтореннях – 40).

Схема досліду включала наступні фактори:

Фактор А – норми добрив: 1. N₆₀P₆₀K₆₀ (100 %); 2. N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс (3 л/га); 3. N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс (5 л/га); 4. N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс (3 л/га); 5. N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс (5 л/га);

Фактор В – обробка насіння: 1. Без обробки; 2. Мікофренд (1,5 л/т).

Дослід 3. «Вплив оптимізації системи мінерального живлення на продуктивність сортів гороху», проведено впродовж 2019-2021 рр. Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікової дослідної ділянки – 25 м², загальної – 40 м². Факторіальна схема досліду 2:4=8 варіантів (загальна кількість ділянок у чотирьох повтореннях – 32).

Схема досліду включала наступні фактори:

Фактор А – сорти: 1. Девіз; 2. Царевич;

Фактор В – Системи удобрення: 1. N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2. Фон + Андеріз (2,0 л/т); 3. Фон+Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т); 4. Фон + Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) + Гуміфренд (1,0 л/га);

Технологія вирощування сої включала всі базові елементи рекомендовані для зони Лісостепу правобережного. Гербіцидний контроль передбачав застосування гербіциду Харнес (д.р. 900 г/л ацетохлор) 2,5 л/га до появи сходів та Базагран (д.р. 480 г/л бентазон) 2,0 л/га у фазу 3 трійчастого листка.

Попередник у всіх дослідях пшениця озима. Основний обробіток ґрунту проводився після збирання попередника і передбачав дискування на глибину 8-12 см та полицевий обробіток на глибину 23–25 см. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивацію на глибину загортання насіння. Під передпосівний обробіток ґрунту вносили мінеральні добрива у вигляді нітроамофоски, а під горох, ще додатково вносили фосфорно-калійне добриво Макош 18+, в нормі відповідно до варіантів досліду, а також проводилось внесення біологічних препаратів і обробка насіння відповідно до схем дослідів. Позакореневі підживлення проводили препаратами передбаченими схемами досліду у фази 3 трійчастий листок (ВВСН 13) та бутонізації (ВВСН 51) [263].

Сівбу сої проводили у третій декаді квітня широкорядним (45 см) способом, норма висіву 650 тис. схожих насінин на 1 гектар з глибиною заробки насіння – 4–5 см.

Сівбу гороху здійснювали звичайним рядковим способом у другій декаді квітня в добре прогрійтий ґрунт на глибину 4-5 см, норма висіву – 1,3 млн. схожих насінин на 1 гектар.

У досліді висівали сорти сої Медісон та Діадема Поділля. У досліді з горохом сорти Девіз та Царевич.

Medison – оригінатор: *Hyland Seeds*, Канада. Вегетаційний період 100-110 днів. Напрямок використання – зерновий. Середня врожайність: Лісостеп – 30,1 ц/га, Полісся – 21,7 цга з вмістом жиру – 24,0 %, білка – 36,2 %. Висота прикріплення нижнього бобу – 13,9 см. Маса 1000 насінин – 171,7 г. Сорт стійкий до вилягання, осипання, посухи, ураження хворобами. Гіпокотиль у рослин сорту з наявним антоціановим забарвленням.

Діадема Поділля – до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні занесений з 2015 року. Створено шляхом індивідуального відбору із гібридної комбінації Київська 27 × Білосніжка. Апробаційна група абенагіа. Ранньостиглий сорт, напівдетермінантного типу росту. Вегетаційний період 105-115 днів. Оригінатор – Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Девіз – Оригінатор Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН. Сорт середньостиглий, безлисточковий (вусатий), напівкарликового типу, стебло звичайне, висота рослин – 78-85 см, міжвузлів до першого суцвіття – 12-14. Квітки білі, на квітконіжках по 2 квітки. Біб луцильного типу, середньої величини, слабо увігнутий, з тупою верхівкою. Кількість насінин у бобі 4-5, максимальна – 8, насіння округло-здавлене, з гладенькою поверхнею, рожеве з чорним насінневим рубчиком. Потенціал врожайності 5 т/га.

Царевич – Оригінатор Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН. Сорт середньопізній, Сорт стійкий до аскохітозу та антракнозу. Рекомендований для поширення в зонах Лісостепу та Полісся. Рослини сорту за висотою низькі, без

антоціанового забарвлення, з відсутніми вторинними листочками (вусаті), мають дві-три квітки на вузлі, ранній час цвітіння та середній час досягання. Стебло нефасційоване коротке з середньою кількістю вузлів. Листок помірно зелений, без сіруватого забарвлення, з середньої довжини черешком від пазухи до першого вусика. Біб жовтого кольору, має середню кількість насінних зачатків, довгий, середньої ширини, з наявною пергаментністю, з увігнутим типом вигину та слабким ступенем його прояву. Насінина сферичної форми, має прості крохмальні зерна, сім'ядолі жовтого кольору без зморшкуватості.

Характеристика препаратів, які використовували у дослідженнях наведена нижче.

Біоінокулянт БТУ – біопрепарат для інокуляції насіння бобових культур. Склад: життєздатні клітини бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, симбіотичні до сої, титр від $2,0 \times 10^9$ КУО/см³, макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (вітаміни, гетероауксини, гібереліни тощо). Біологічна дія біопрепарату: 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 в насінні, підвищує урожайність, покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту. Норма витрати препарату – 2-3 л/т.

Різолан – біопрепарат для інокуляції насіння бобових культур. Склад: життєздатні клітини бульбочкових бактерій: *Bradyrhizobium japonicum*, симбіотичні до сої, титр $(2,0 - 6,0) \times 10^9$ КУО/см³, інші штами бульбочкових бактерій, симбіотичні до певних бобових культур, макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (вітаміни, гетероауксини, гібереліни тощо). Біологічна дія біопрепарату: 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, жирів, вітамінів групи В у насінні, підвищує урожайність, покращує агрохімічні

та фізичні показники ґрунту, зменшує витрати азотних добрив. Норма витрати препарату – 2-3 л/т.

Андері́з – біопрепарат для інокуляції насіння бобових культур. Склад: Компонент 1: життєздатні клітини бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium Leguminosorum* які мають унікальну симбіотичну спорідненість до бобових культур, активні метаболіти мікроорганізмів (вітаміни, фітогормони тощо); компоненти поживного середовища (джерела живлення мікроорганізмів); загальне число життєздатних клітин $-2,5 \times 10^9$ КУО/см³. Компонент 2: фосформобілізуючий гриб *Penicillium bilaii*. Біологічна дія препарату: фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його у форму, доступну для засвоєння рослинами; синтезує рістстимулюючі речовини (вітаміни, фітогормони тощо); перетворює ґрунтові фосфати, що важко засвоюються рослиною, в легкозасвоювані форми; покращує якість насіння та стимулює ріст і розвиток бобових рослин; сприяє інтенсивності процесів бульбочкоутворення, фотосинтезу, засвоєнню фосфору з ґрунту, розвитку потужної кореневої системи; запобігає розвитку фітопатогенної мікрофлори - збудників хвороб рослин внаслідок конкурентного домінування бульбочкових бактерій; збільшує вміст білка, жирів та вітамінів групи В у рослинах. Норма витрати препарату – 1,5-3 л/т.

Біокомплекс БТУ – біопрепарат для живлення та профілактики хвороб. Склад: живі бактерії: азотфіксуючі – забезпечують рослини азотом, фосфор- та калій мобілізуючі – перетворюють важкорозчинні сполуки на доступні для рослин форми: фосфор, калій, інші елементи живлення; мікроорганізми з фунгіцидними властивостями – захищають рослини від бактеріальних і грибних хвороб; компоненти поживного середовища (макро-, мікроелементи та органічні джерела живлення). Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³. Біологічна дія препарату: підвищує схожість та енергію проростання насіння, підвищує коефіцієнт азотфіксації, захищає насіння та рослини від збудників хвороб, покращує обмінні процеси та

живлення рослин, покращує якісний склад продукції, підвищує урожайність, зменшує наслідки стресу у рослин. Норма витрати препарату – 0,5–1,0 л/га.

Гуміфренд – комплексне добриво на основі гумату калію з додатковим вмістом корисних мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму. Склад: калійні солі гумінових та фульвових кислот; комплекс мікроорганізмів: *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Bacillus macerans*, *Paenibacillus polymyxa*; БАР (амінокислоти, пептиди); янтарна (бурштинова) кислота; поліетиленгліколь; мікроелементи (сірка, магній, цинк, залізо, марганець, бор, мідь, кремній, молібден, кобальт). Біологічна дія препарату: прискорює надходження в рослину поживних речовин і підвищує коефіцієнт їх використання; посилює фунгіцидні та рістстимулюючі властивості мікрофлори ґрунту за рахунок інтродукції корисних мікроорганізмів; активізує синтез білків, вуглеводів і вітамінів в рослинах; підвищує стійкість рослин до негативних факторів навколишнього середовища; активізує ріст та розвиток рослин; підвищує врожайність та якість сільськогосподарської продукції. Норма витрати препарату – 0,5–1,0 л/га.

Хелпрост соя – органо-мінеральне добриво. добриво "ХЕЛПРОСТ Соя" містить в %: макроелементи (P-2,9; K-3,5); мезоелементи (S-1,2; Mg-0,8), мікроелементи (Fe-0,12; Co-0,01; Mn-0,2; Mo-0,03); біологічно активні речовини: вітаміни-0,02; амінокислоти-1,0; пептиди-0,5; полісахариди-0,05. Норма витрати препарату – 1,0–3,0 л/га.

Граундфікс – ґрунтове мікробіологічне добриво для РК-мобілізації та N-фіксації. Підвищує доступність і рухомість в ґрунті фосфору і обмінного калію, а також збільшує кількість різних форм азоту в ґрунті, підвищує коефіцієнт використання поживних елементів з добрив у 1,2-1,5 рази, сприяє вільному надходженню в рослини кремнію, поліпшує агрохімічні показники ґрунту, збільшує біологічну активність ґрунту, оздоровлює ґрунт та запобігає його деградації, підвищує стресостійкість рослин, збільшує продуктивність сільськогосподарських культур, ефективність препарату не знижується при внесенні з різними видами добрив має позитивну післядію. Склад: клітини

бактерій *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter* sp., *Paenibacillus polymyxa*, інша корисна мікрофлора (молочнокислі бактерії, продуценти ферментів), вітаміни, фітогормони, амінокислоти та інші фізіологічно-активні речовини, Загальне число життєздатних клітин $(0,5 - 1,5) \times 10^9$ КУО/см³. Норма витрати препарату – 3,0–5,0 л/га.

Мікофренд – мікоризоутворюючий біопрепарат. Склад: мікоризоутворюючі гриби: *Glomus* sp., ризосферні мікроорганізми, що підсилюють утворення мікоризи: *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces* sp., фосфатмобілізуючі бактерії та бактерії з фунгіцидними та бактерицидними властивостями: *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter* sp. Біологічна дія біопрепарату: покращує схожість насіння, збільшує площу поглинання води та елементів живлення кореневою системою за рахунок посилення коренеутворення та утворення мікоризи, забезпечує рослини збалансованим мінеральним живленням, а також вітамінами, фітогормонами, амінокислотами, забезпечує утримання вологи в кореневій зоні рослини, захищає рослини від збудників кореневих гнилей та пліснявіння насіння, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища, підвищує урожайність рослин, покращує якісні показники продукції. Норма витрати препарату – 1,0–1,5 л/т.

Для достовірної оцінки результатів польових досліджень проводили такі, фенологічні спостереження, виміри та лабораторні аналізи:

- фенологічні спостереження проводили згідно "Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур". Початок фенологічних фаз росту і розвитку рослин фіксували коли вони наступали у 10 % рослин, а повні фази у 75 % рослин [183, 184, 185];

- густоту рослин підраховували у два етапи: під час формування повних сходів і перед збиранням урожаю. Обрахунок проводили на трьох фіксованих

майданчиках площею 0,25 м² на I і IV повтореннях кожного варіанту досліду [223];

- польову схожість насіння сої і гороху та збереженість рослин визначали за загальноприйнятими методиками [223].

- висоту визначали шляхом заміру 25 закріплених рослин в основні фази росту і розвитку зернобобових культур у двох несуміжних повтореннях [223];

- показники фотосинтетичної діяльності рослин сої та гороху, а саме площу листкової поверхні сої та площу прилистків у гороху, фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методикою А. А. Нечипоровича [208-215] ДСТУ.

Площу листкової поверхні у основні фази росту визначали методом «висічок» з подальшими розрахунками за формулою:

$$P = \frac{M * n * k}{m}, \quad (2.1)$$

де: P – площа листкової поверхні, тис. м² /га;

M – маса листків в пробі, г;

n – площа однієї висічки, см²;

k – кількість висічок;

m – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал визначали, використовуючи формулу 2.2:

$$\Phi P = \frac{(L_1 + L_2) * T_1 + \dots + (L_n + L_{n+1}) * T_n}{2}, \quad (2.2)$$

де: ΦP – фотосинтетичний потенціал, млн м² діб/га;

$L_1 + L_2$ – сума площі листків за періодами, тис. м²/га;

$T_1 T_n$ – тривалість періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали використовуючи формулу 2.3:

$$\text{ЧПФ} = \frac{2 * (B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) * T}, \quad (2.3)$$

де: ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м²*добу;

B_1 – суха маса врожаю в попередній фазі, г;

B_2 – суха маса врожаю в наступній фазі, г;

L_1 – площа листя в попередній фазі, тис. м²/га;

L_2 – площа листя в наступній фазі, тис. м²/га;

T – тривалість, діб.

Великої уваги, з точки зору визначення площі листкової поверхні, заслуговують детермінантні сорти гороху. Опрацювання значної кількості джерел наукової літератури не дало нам відповідь на низку питань, пов'язаних з формуванням фотосинтетичного апарату чи формування їх асиміляційної поверхні, тому, метою пошуку було визначення способу достовірного розрахунку площі вуса.

Для цього було прийнято рішення визначати площу асиміляційної поверхні за розробленою нами методикою апробованою в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН України та опублікованою в збірнику наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААНУ» [256] за допомогою математичних формул визначення площі бічної поверхні конуса (Рис. 2.6):

$$S_{\text{біч}} = \pi \cdot R \cdot \ell \quad (2.4)$$

де, ℓ - твірна

R - радіус

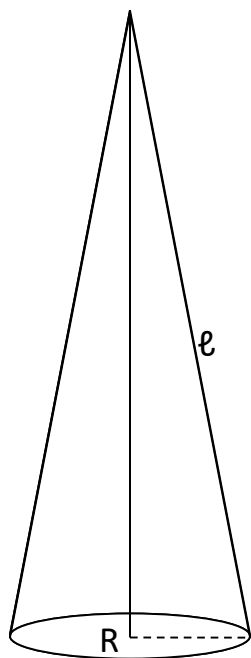


Рис. 2.6. Геометрична модель видозміненого листка (вусика) рослини гороху

Так як за допомогою формули (2.4) ми визначали площу одного вусика то наступним кроком, було визначення загальної площі вусиків першого і другого порядків з врахуванням прилистків на рослині.

Для цього ми використовували формулу (2.5):

$$S_z = \sum S_{x1} + \sum S_{x2} + S_p \quad (2.5)$$

де, S_z – загальна площа асиміляційної поверхні з рослини;

$\sum S_{x1}$ – сума площі видозмінених листків першого порядку;

$\sum S_{x2}$ – сума площі видозмінених листків другого порядку;

S_p – площа прилистків (визначених методом «висічок»).

- гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова розраховували використовуючи формулу:

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum t} * 10, \quad (2.6)$$

де: $ГТК$ – гідротермічний коефіцієнт Г. Т. Селянінова;

$\sum P$ – сума опадів за період з активними температурами (вище 10 °С), мм;

$\sum t$ – сума активних температур, °С.

- вміст сухої речовини у відповідні фази росту визначали ваговим методом, згідно ДСТУ ISO 6496-2005 [92], при дворазовому повторенні шляхом висушування зразків рослин сої у термостаті при температурі + 105 °С до постійної маси, використовуючи формулу (2.7) з подальшим перерахунком на 1 га:

$$C_p = \frac{100 * M_2}{M_1}, \quad (2.7)$$

де: C_p – вміст сухої речовини, %;

M_2 – маса наважки після висушування, г;

M_1 – маса наважки до висушування, г.

- кількість і сиру масу бульбочок на коренях та відповідно симбіотичну продуктивність рослин оцінювали на основі розрахунків загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалу і питомої активності симбіозу (ПАС) за методикою Г.С. Посипанова [272]:

$$ЗСП = \frac{M_1 + M_2}{2} * T, \quad (2.8)$$

де: $ЗСП$ – загальний симбіотичний потенціал, тис. кг діб/га;

T – період між двома сусідніми строками аналізу, діб;

M_1, M_2 – середня маса бульбочок за період T , кг/га.

$$АСП = \frac{M_1 + M_2}{2} * T, \quad (2.9)$$

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

T – період між двома сусідніми строками аналізу, діб;

M_1, M_2 – середня маса бульбочок за період T , кг/га.

$$ПАС = \frac{N_1 + N_2}{АСП_1 - АСП_2}, \quad (2.10)$$

де: $ПАС$ – питома активність симбіозу, гN/кг;

N_1, N_2 – максимальне використання азоту рослинами у відповідних варіантах дослідження за окремі періоди або за вегетацію в цілому, кг/ га;

$АСП_1, АСП_2$ – активний симбіотичний потенціал у варіантах які порівнюються, тис. кг діб/га.

- перед збиранням врожаю проводили відбір пробного снопа з кожного варіанта для визначення індивідуальної продуктивності рослин. Збирання проводили методом поділянкового обмолоту у фазі повної стиглості, з коректуванням на стандартну вологість.

- математичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу з використанням пакетів програм на ПЕОМ (Excel, Statistica 10, Agrostat (2013)) [92, 315].

- економічну ефективність досліджуваних моделей технології розраховували відповідно до стандартизованих показників базового економічного аналізу із кінцевою калькуляцією рівня рентабельності кожного варіанту на основі технологічних карт вирощування сої у досліді [89].

- енергетичну оцінку вирощування сої та гороху проводили згідно методики О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [182].

Висновки до розділу 2.

1. За результатами характеристики ґрунту дослідного поля науково-дослідного господарства «Агрономічне» ВНАУ (сірий лісовий середньосуглинковий), на якому були проведені польові дослідження, можна зробити висновок, що цей ґрунт цілком придатний для формування високої продуктивності сої та гороху за умов забезпечення рослин основними елементами живлення.

2. Кліматичні умови Лісостепу правобережного цілком сприятливі для формування високих врожаїв сої та гороху. Проте, реалізація генетичних можливостей формування високої продуктивності рослин часто не використовувалася повною мірою через недостатню наявність гідротермічних ресурсів регіону.

3. За роки проведення досліджень наявні гідротермічні ресурси в повній мірі забезпечували можливість отримувати максимально можливі показники урожайності та якості насіння гороху та сої. Сформовані нами висновки і рекомендації виробництву можуть успішно використовуватись у господарствах зони Лісостепу правобережного.

4. Схеми польових дослідів та методика їх проведення в повній мірі відповідали реалізації робочої гіпотези. Завданнями досліджень передбачено відповідну кількість спостережень, аналізів і обліків, які дозволили у повній мірі обґрунтувати вплив досліджуваних організованих факторів на продуктивність рослин сої та гороху.

5. Урожайність та якість насіння сої і гороху безпосередньо залежали від інтенсивності насичення моделі технології вирощування у розрізі кожної дослідної ділянки. Важливими елементами біологізації технології вирощування досліджуваних культур були сучасні біологічні препарати, використання яких дозволило дослідити відмінності їх ефективного застосування.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

3.1 Вплив гідротермічних умов, обробки насіння та позакореневих підживлень на проходження фаз росту і розвитку рослин сої

Одним із перших та основних критеріїв дослідження технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури, у тому числі сої, є детальний аналіз ростових процесів та розвитку рослин у різні фази вегетації [162].

Тривалість вегетаційного періоду сортів сої безпосередньо залежить від взаємодії зовнішніх метеорологічних факторів з біологічними особливостями розвитку рослин. На тривалість вегетаційного періоду впливають температурні умови, освітленість посівів, наявність достатньої кількості вологи та інші фактори. Нестача тепла в поєднанні з підвищеною вологістю подовжують період вегетації. Порівняно суха та тепла погода значно скорочують відмічені показники. Підвищена температура повітря зумовлює скорочення міжфазного періоду від сівби до появи сходів та від сходів до цвітіння [253, 260].

Найбільш сприятливі умови для отримання високих урожаїв сої формуються, коли впродовж вегетації рослин випадає 300-350 мм опадів, а сума активних температур складає 2000-2500 °С. При цьому урожайність культури залежить не від абсолютного рівня гідротермічних ресурсів, а від їх розподілення упродовж усього вегетаційного періоду, особливо в критичні періоди росту та розвитку культури [2].

Сівбу сої, у роки досліджень, проводили в III декаді квітня. На основі результатів проведених досліджень встановлено, що як загальна тривалість вегетаційного періоду так і окремі її періоди безпосередньо залежали від передпосівної обробки насіння, позакореневих підживлень та умов вологозабезпечення і гідротермічного режиму року.

Встановлено, що при формуванні сприятливих гідротермічних умов рослини сої розвивались оптимально, а тривалість періоду вегетації відповідала групі стиглості досліджуваного сорту, однак в умовах посушливих років його тривалість змінювалася.

В середньому за роки проведення досліджень тривалість періоду вегетації сої коливалась від 110 до 118 діб, при цьому найдовшим періодом вегетації зафіксований на варіантах досліду, де проводили інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ та проводили два позакореневі підживлення у фази 3 – й трійчастий листок та бутонізації Хелпрост соя. На варіантах досліду, де проводили лише передпосівну інокуляцію насіння, вегетація тривала 112-113 діб, в той час, як на контрольному варіанті тривалість вегетаційного періоду становила відповідно 110 діб.

Аналіз тривалості міжфазних періодів у розрізі варіантів досліду показав, що період від сівби до повних сходів на контрольному варіанті тривав – 16 діб, а на варіанті досліду, де проводили передпосівну інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ сходи з'явилися на 2 доби раніше, ніж на контролі. При обробці насіння препаратами Андеріз або композицією Різоланн + Різосейв сходи з'являлись на 1 добу раніше в порівнянні з контролем.

Період від сходів до формування третього трійчастого листка, у середньому за роки досліджень, тривав на контролі 23 доби, на варіантах, де проводили передпосівну інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ 21 добу, а за оброки інокулянтами Андеріз та Різоланн + Різосейв, відповідно, 22 доби.

Період від появи третього трійчастого листка до масового цвітіння характеризувався інтенсивним лінійним ростом рослин сої та формуванням її вегетативних органів, що потребувало значної кількості вологи та тепла.

Після проходження вегетативних стадій росту і розвитку, впродовж яких формується основна вегетативна маса рослин та закладаються генеративні органи, після чого настають репродуктивні стадії розвитку, які тривають від цвітіння до повного дозрівання насіння.

Відомо, що критичним періодом щодо забезпечення вологою для рослин сої є період цвітіння. За роки наших досліджень даний період характеризувався підвищеним температурним режимом та різною кількістю опадів. Так, у 2017 році показники ГТК за даний період становили 0,55, у 2018 – 0,91, у 2019 – 0,65 та у 2020 і 2021 роках, відповідно 0,41 і 0,73. Відмічено, що позакореневі підживлення рослин сої, які проводили у фазу третього трійчастого листка та повного цвітіння мало позитивний вплив на тривалість генеративного періоду росту та подовжували його (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1

Тривалість міжфазних періодів рослин сої залежно від інокуляції насіння та позакореневих підживлень, у середньому за 2017-2021 рр., діб, $M \pm m^*$

Обробка насіння	Позакореневе підживлення*	Сівба-повні сходи	Повні сходи-третій трійчастий листок	Третій трійчастий листок-початок цвітіння	Цвітіння	Кінець цвітіння-повне наливання насіння	Повне наливання насіння – повна стиглість	Повні сходи – повна стиглість
Без обробки	1	16±0,9	23±2,7	22±1,6	22±2,2	29±1,9	13±1,8	110±3,7
	2	16±0,9	23±2,7	21±1,1	23±2,3	30±1,9	14±1,8	112±3,3
	3	16±0,9	23±2,7	21±1,6	23±2,4	30±2,2	14±1,3	111±4,2
	4	16±0,9	23±2,7	20±1,5	24±2,5	31±1,8	15±1,9	113±3,9
Біо-інокулянт БТУ	1	14±1,3	21±3,2	20±1,1	25±2,6	32±2,3	14±1,5	113±3,3
	2	14±1,3	21±3,2	19±1,1	27±3,2	34±2,2	15±1,7	117±4,0
	3	14±1,3	21±3,3	20±1,3	26±3,0	33±2,6	15±1,6	115±4,1
	4	14±1,3	21±3,3	19±1,3	28±3,6	35±1,8	16±1,7	118±4,3
Різолайн + Різосейв	1	15±0,7	22±2,5	21±1,1	23±2,5	32±2,1	14±1,6	112±2,9
	2	15±0,7	22±2,5	20±1,1	25±2,8	33±1,9	15±1,6	115±3,3
	3	15±0,7	22±2,5	20±1,1	24±2,7	32±1,5	14±1,7	114±3,2
	4	15±0,7	22±2,5	20±1,1	26±3,0	33±1,9	15±1,6	115±3,6
Андеріс	1	15±0,7	22±2,9	21±1,1	24±2,6	32±1,9	14±1,6	112±2,5
	2	15±0,7	22±2,9	20±1,1	25±3,0	33±1,9	15±1,6	115±2,9
	3	15±0,7	22±2,9	20±1,5	24±2,8	32±1,8	15±1,3	113±2,9
	4	15±0,7	22±2,9	20±1,1	26±3,0	33±1,5	15±1,6	115±3,0

Примітка: * $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості. 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ; 3. Гуміфренд; 4. Хелпрост соя.

Починаючи від фази цвітіння рослини сої інтенсивніше реагували на досліджувані фактори. На варіантах, де проводили позакореневе підживлення орано-мінеральним добривом Хелпрост Соя (2,5 л/га) на фоні інокуляції препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) період цвітіння тривав – $28 \pm 3,6$ діб, що на 3 доби більше порівняно з ділянками, де позакореневе підживлення не проводили та на 6 діб – порівняно з контролем. Аналогічна залежність була зафіксована і на фоні інших досліджуваних інокулянтів. Так, на варіантах де інокуляцію проводили препаратами Різолан (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) період цвітіння становив $23 \pm 2,5$ доби, за проведення позакорневих підживлень біопрепаратом Біокомплекс БТУ (1 л/га) та комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) даний період подовжувався до $25 \pm 2,8$ і $24 \pm 2,7$ діб відповідно, максимальна тривалість періоду цвітіння $26 \pm 3,0$ діб була відмічена за використання орано-мінерального добрива Хелпрост Соя (2,5 л/га). За використання інокулянту Андеріс та проведенні позакорневих підживлень тривалість періоду цвітіння була такою ж як і на фоні використання Різолан (2 л/т) + Різосейв (2 л/т).

Аналогічна тенденція була зафіксована впродовж періоду кінець цвітіння - повне наливання насіння, позакореневі підживлення на фоні інокуляції насіння різними препаратами сприяли подовженню даного періоду на 1-3 доби порівняно з контролем (без підживлень) та на 4-6 діб порівняно з абсолютним контролем досліду.

Таким чином, на основі проведених фенологічних спостережень за ростовими процесами та розвитком рослин сої можна зробити висновок, що як на тривалість періодів між окремими фазами росту і розвитку, так і на тривалість вегетаційного періоду в цілому суттєвий вплив мали як гідротермічні умови року, так і організовані чинники, які були поставлені на вивчення, а саме інокуляція насіння та позакореневі підживлення.

Найбільш сприятливі умови для росту, розвитку та оптимального проходження міжфазних періодів рослинами сої формувались за вирощування їх на варіантах досліду, де проводили інокуляцію насіння препаратом Біо-

інокулянт БТУ (2 л/т) у поєднанні з позакореновими підживленнями органічно-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

3.2. Особливості формування і функціонування ценозу сої під впливом гідротермічних умов, інокуляції насіння та позакоренового підживлення

За відношенням до освітлення соя є світлолюбною культурою, яка формує високу продуктивність при дотриманні оптимальної густоти рослин та площі живлення. Для сої характерна висока залежність до підбраної густоти рослин. Лише за науково-обґрунтованого підбору оптимальної норми висіву можна досягти максимальної реалізації генетичного потенціалу рослин сої [17]. Зрідження або загущення посівів сільськогосподарських культур, в тому числі і сої призводить до зниження фотосинтетичної продуктивності агрофітоценозу [21, 217].

При оптимальній густоті стояння рослин і диференційованій площі живлення найбільш продуктивно використовується сонячне світло, відведена кожній рослині площа живлення з відповідним шаром ґрунту, об'ємом повітря, кількістю вологи і поживних речовин.

Норма висіву насіння сої безпосередньо залежить від групи стиглості сорту. Попередніми дослідженнями було встановлено, що для умов Лісостепу оптимальна норма висіву насіння сої для ранньостиглих сортів становить 700 – 800 тис./га, для середньо-ранньостиглих – 600 – 700 тис./га, а для сортів більш пізньостиглої групи стиглості – 500 – 550 тис./га [16].

Одним з перших показників, який дасть можливість оцінити вплив біопрепаратів та регуляторів росту на якість сходів посіву сої є польова схожість насіння. На думку переважної більшості вчених для отримання високого врожаю необхідно мати дружні та повні сходи культури. Вже відомо, що польова схожість насіння зернобобових культур становить від 70 до 80 %, що призводить до значних втрат урожаю. Для отримання високої

продуктивності посівів схожість насіння сої повинна становити не менше 90 %, а чистота не менше 98 % [290]. Таким чином, підвищення польової схожості насіння є одним із вагомих факторів підвищення урожайності.

У роки проведення польових досліджень густоту рослин визначали двічі за період вегетації сої на зафіксованих ділянках, які відмічали після появи сходів. Перший облік густоти рослин проводили у фазу повних сходів, а другий перед збиранням урожаю. Перший облік при відомій нормі висіву давав змогу визначити польову схожість насіння, а другий визначити коефіцієнт збереження рослин (виживаність). Як стверджують науковці виживаність є генетично обумовленою ознакою, але рівень залежить також від умов вирощування та факторів інтенсифікації [31, 205].

У середньому за роки проведення досліджень (2017 – 2021 рр.), на період повних сходів густина рослин сої знаходилась у межах від $560 \pm 16,3$ до $594 \pm 23,9$ тис./га, при цьому її польова схожість становила, відповідно, $86,2 \pm 2,5$ – $91,3 \pm 3,7$ % (табл. 3.2).

На основі отриманих результатів встановлено, що інокуляція насіння препаратами Біоінокулянт БТУ (2 л/т), Різолан (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) забезпечила зростання показників польової схожості насіння. Передпосівна обробка сприяла кращому проростанню насіння, активізації ростових процесів у рослинах, за рахунок того, що крім активних клітин *Bradyrhizobium japonicum* у даних препаратах містяться макро- та мікроелементи, біологічно активні речовини, продукти життєдіяльності бактерій, вітаміни, гетероауксини та гібереліни, крім того у процесі вегетації рослини стають більш стійкими до дії негативних факторів зовнішнього середовища.

Так, на варіантах без інокуляції густина рослин сої становила $560 \pm 16,3$ – $569 \pm 17,8$ тис./га, а показники польової схожості, відповідно, $86,2 \pm 2,5$ – $87,5 \pm 2,7$ %. Встановлено, що передпосівна обробка насіння інокулянтами забезпечила суттєве зростання польової схожості насіння до $89,4 \pm 2,9$ – $91,3 \pm 3,7$ %.

На початкових етапах органогенезу сої проростки живляться за рахунок пластичних речовин насінини і лише після появи сім'ядольних листків над поверхнею ґрунту рослина починає засвоювати вуглекислий газ атмосфери повітря і поживні речовини з ґрунту.

Таблиця 3.2

Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на польову схожість та збереження рослин сої, у середньому за 2017–2021 рр., $M \pm m$ *

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Густота стояння рослин, тис./га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості сходів
		Повні сходи	Повна стиглість		
Без обробки	Без підживлення (К)	560±16,3	488±28,3	86,2±2,5	87,1±2,6
	Біокомплекс БТУ	563±20,2	508±29,8	86,6±3,1	90,1±2,2
	Гуміфренд	567±18,2	499±28,6	87,3±2,8	87,8±2,3
	Хелпрост соя	569±17,8	517±26,2	87,5±2,7	90,8±2,1
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	588±22,8	524±30,9	90,5±3,5	89,1±2,0
	Біокомплекс БТУ	589±23,8	542±36,8	90,6±3,7	92,0±2,6
	Гуміфренд	587±25,7	530±37,1	90,3±4,0	90,2±2,4
	Хелпрост соя	591±21,2	552±34,5	91,0±3,3	93,2±2,8
Різоланн + Різосейв	Без підживлення (К)	583±22,2	514±30,4	89,7±3,4	88,2±2,1
	Біокомплекс БТУ	587±21,4	534±30,3	90,3±3,3	90,8±2,1
	Гуміфренд	591±24,0	522±29,1	90,9±3,7	88,4±1,8
	Хелпрост соя	594±23,9	543±31,1	91,3±3,7	91,3±2,0
Андеріс	Без підживлення (К)	581±18,9	518±30,0	89,4±2,9	89,1±2,3
	Біокомплекс БТУ	583±23,3	537±31,0	89,8±3,6	92,0±1,8
	Гуміфренд	588±25,4	527±30,8	90,4±3,9	89,7±1,5
	Хелпрост соя	593±21,3	545±32,3	91,2±3,3	91,8±2,2
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		<i>1,9</i>	<i>3,3</i>	<i>1,9</i>	<i>1,9</i>
<i>Відносна похибка Sx %</i>		<i>0,5</i>	<i>0,8</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>

Примітка: * $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Створення сприятливих умов для росту й розвитку рослини на початкових етапах, особливо в перші 30-40 діб вегетації, відіграє важливу роль у формуванні продуктивності сої. Передпосівна обробка насіння сої позитивно впливала на польову схожість, в той час як позакореневе підживлення – на збереження рослин впродовж вегетації.

Спостереження упродовж вегетаційного періоду за динамікою густоти рослин сортів сої показують, що вона дещо зменшується у міру росту і розвитку, що є наслідком випадання рослин із посіву. Це пояснюється впливом цілого ряду факторів, зокрема, гідротермічних, біотичних, ґрунтових та антропогенних.

На період повної стиглості, у зв'язку із дією, спричиненою шкідниками та хворобами, окремими технологічними прийомами та факторами, які були поставлені на вивчення, густина рослин за варіантами дослідів становила від $488 \pm 28,3$ до $552 \pm 34,5$ тис./га.

На варіантах дослідів без інокуляції густина рослин на час повної стиглості знаходилась від $488 \pm 28,3$ до $517 \pm 26,2$ тис./га. залежно від позакореневих підживлень. На варіантах де була проведена передпосівна бактеризація насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т), у фітоценозі збереглось, залежно від позакореневого підживлення, на 6,7 – 7,3 % ($524 \pm 30,9$ – $552 \pm 34,5$ тис./га.) більше рослин порівняно з контролем, а при використанні препаратів Різолан (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т), відповідно, на 5,0 – 5,3 % ($514 \pm 30,4$ – $543 \pm 31,1$ тис./га.) та 5,4 – 6,1 % ($518 \pm 30,0$ – $545 \pm 32,3$ тис./га.).

Позакореневі підживлення біопрепаратом Біокомплекс БТУ (1 л/га), комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) та органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) суттєво підвищували коефіцієнт збереження рослин від повних сходів до повної стиглості. Так, на варіантах з позакореневим підживленням Біокомплексом БТУ густина рослин на момент повної стиглості становила від $508 \pm 29,8$ до $542 \pm 36,8$ тис./га., залежно від інокуляції насіння, що на 18-20 тис./га. перевищувало варіанти без підживлення, коефіцієнт збереження рослин при цьому становив $90,1 \pm 2,2$ – $92,0 \pm 2,6$ %. Дещо нижчий показник збереженості рослин отримали за використання добрива на основі гумату калію Гуміфренд при цьому густина рослин коливалась у межах $499 \pm 28,6$ – $530 \pm 37,1$ тис./га., що на 6-11 тис./га.

більше контролю, коефіцієнт збереження рослин становив $87,8 \pm 2,3$ – $90,2 \pm 2,4$ %.

Найбільш ефективним виявилось проведення позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), на даних варіантах густота рослин на час повної стиглості знаходилася у межах від $517 \pm 26,2$ до $552 \pm 34,5$ тис./га., що перевищувало контроль на 27-29 тис./га., а коефіцієнт збереження на даних варіантах становив $90,8 \pm 2,1$ – $93,2 \pm 2,8$ %.

Таким чином, встановлено, що найбільш сприятливі умови для росту та розвитку, а як наслідок і найбільшої виживаності рослин сої, були на варіантах досліду із поєднанням інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). За цих умов вирощування частка збереження рослин сої становив $93,2 \pm 2,8$ % в той час, як на абсолютному контролі досліду даний показник складав лише $87,1 \pm 2,6$ %.

Отже, комплексний підхід до біологізації системи удобрення сої, а саме вирощування її з проведенням інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) забезпечує найкращі умови для росту, розвитку та збереження найбільшої кількості рослин на час повної стиглості. Показники виживаності рослин сої засвідчують позитивний вплив організованих факторів на формування високих врожаїв насіння сої.

3.3 Вплив гідротермічних умов, інокуляції насіння та позакореневого підживлення на формування і функціонування біометричних показників рослин сої

Інтенсивність формування вегетативної частини рослин сої безпосередньо впливає на величину її урожаю. Темпи її наростання прямопропорційно залежать від умов мінерального живлення, обробки насіння, позакореневих підживлень та способів обробітку ґрунту [280].

Відомо, що рівень формування надземної частини сільськогосподарськими культурами є результатом сукупності багатьох фізіолого-біохімічних процесів. Ріст і розвиток рослин може бути повноцінним лише тоді, коли кількість тепла, світла і елементів живлення буде оптимальною. Регулювання поживного режиму є одним із основних способів підвищення врожаю і ефективності ведення землеробства. Доведено, що ефективність мікроелементів, що вносяться на активну листову поверхню є більшою порівняно з їх внесенням у ґрунт [285].

Детальне дослідження особливостей ростових процесів і розвитку рослин сої у процесі вегетації дає можливість розкрити найбільш важливі елементи формування високої продуктивності цієї культури, сформулювати наукові основи формування високопродуктивних агроценозів сої [287].

Виявлено, що висота рослин сої безпосередньо залежала від гідротермічних умов, які склались у роки досліджень. Так, у 2018 році, який характеризувався більшою кількістю опадів (386 мм) за період вегетації, та оптимальним температурним режимом впродовж вегетації, рослини сої залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень формували висоту в межах від 73,1 до 85,5 см. Така висота рослин була значно більшою порівняно із іншими дослідними роками. В несприятливих гідротермічних умовах 2020 року та при значних змінах температури повітря впродовж 2017 року формувались складні умови для росту і розвитку рослин сої. В зв'язку з цим висота рослин, у 2020 році, була меншою порівняно з 2018 роком на 14,6-18,2 см та варіювала в межах 56,2-67,3 см (Додаток Б1-Б5.).

Детальний аналіз динаміки формування висоти стебла рослин сої за фазами росту і розвитку показує, що застосування досліджуваних факторів інтенсифікації забезпечило досить істотне її збільшення. Так, зокрема, проведення передпосівної інокуляції насіння та позакореневих підживлень сприяли інтенсивнішому росту рослин, а як наслідок збільшенню висоти стебла з початку вегетації рослин сої (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Показники висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, у середньому за 2017-2021 рр., см., $M \pm m$ *

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлення (К)	15,0±2,5	42,5±4,8	55,9±7,3	60,4±7,3	65,0±7,2
	Біокомплекс БТУ	15,4±2,6	46,0±5,5	60,9±8,1	65,0±8,3	67,8±7,3
	Гуміфренд	15,7±2,6	44,7±5,1	59,0±8,2	63,2±7,7	66,1±7,4
	Хелпрост соя	15,6±2,4	47,1±5,1	62,7±7,8	66,3±7,8	69,3±7,2
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	16,2±2,8	47,6±5,8	62,8±8,0	67,7±7,5	71,0±6,9
	Біокомплекс БТУ	16,2±2,7	51,8±5,5	69,2±8,7	73,4±8,1	76,5±7,3
	Гуміфренд	16,6±2,8	50,6±5,1	66,5±8,6	70,8±7,7	75,0±6,9
	Хелпрост соя	16,2±2,6	53,9±5,0	71,7±7,6	75,7±8,0	78,3 ±7,4
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	16,1±2,9	45,2±5,4	59,8±8,1	64,2±7,2	67,7±6,9
	Біокомплекс БТУ	16,4±2,6	48,8±4,7	64,8±7,4	68,9±7,7	72,3±6,4
	Гуміфренд	16,4±2,8	47,1±5,2	62,3±8,2	67,0±7,7	70,2±7,0
	Хелпрост соя	17,0±2,6	50,2±4,7	67,0±7,2	70,1±8,3	74,3±6,6
Андеріз	Без підживлення (К)	16,5±2,9	45,8±6,0	61,5±8,5	65,9±6,9	68,8±6,3
	Біокомплекс БТУ	16,9±2,9	50,0±5,3	67,0±7,8	70,4±7,7	73,8±6,7
	Гуміфренд	16,7±2,7	48,8±5,2	64,7±8,8	69,1±7,4	72,2±6,9
	Хелпрост соя	17,3±2,8	51,9±5,0	69,1±8,1	72,6±7,9	76,1±6,8
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		3,8	6,3	6,6	5,9	5,5
<i>Відносна похибка Sx%</i>		0,9	1,6	1,6	1,5	1,4

Примітка: * $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Так, у середньому за роки досліджень, на контрольних варіантах досліду (без інокуляції) висота рослин складала, залежно від позакореневих підживлень, від 65,0±7,2 до 69,3±7,2 см, оптимізація системи мінерального живлення рослин сої за рахунок інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяло зростанню їх висоти до 71,0±6,9 – 78,3±7,4 см, що на 6,0-9,0 см (9,2 – 12,9 %) більше контролю.

При проведенні передпосівної інокуляції насіння препаратом Різолан (2 л/т) із протектором Різосейв (2 л/т) висота рослин сої формувалась на рівні $67,7 \pm 6,9$ – $74,3 \pm 6,6$ см що більше контролю на 2,7 – 5,0 см (4,1 – 7,2 %). Відмічено позитивний вплив організованих факторів на показники висоти рослин. Так більша висота рослин $68,8 \pm 6,3$ – $76,1 \pm 6,8$ см формувалась на варіанті, де використовували інокулянт Андеріз (1,5 л/га). Зростання при порівнянні до варіантів без інокуляції становило 3,8 – 6,8 см (5,8 – 9,8 %).

Залежно від позакореневого підживлення різними досліджуваними препаратами показники висоти рослин також змінювались у сторону зростання.

На варіанті досліду із внесенням біопрепарата Біокомплекс БТУ (2,5 л/га) висота рослин змінювалась залежно від передпосівної обробки, від $67,8 \pm 7,3$ до $76,5 \pm 7,3$, що на 2,8-5,4 см більше варіанту, де позакореневе підживлення не проводили. На варіанті з використанням для позакореневого підживлення комплексного добрива на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) висота рослин була дещо нижчою, порівняно з показниками на вищезгаданих варіантах, однак перевищувала контроль без підживлень на 1,1 – 3,9 см. Встановлено, що більш ефективним було використання органо-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га). При цьому висота рослин становила $69,3 \pm 7,2$ – $78,3 \pm 7,4$ см, тоді як на контролі лише $65,0 \pm 7,2$ – $71,0 \pm 6,9$ см. Показники приросту висоти рослин на даному варіанті склали 4,3-7,2 см. За сумісного використання передпосівної інокуляції насіння та позакореневого підживлення висота рослин сої перевищувала рослини на варіантах за окремого використання цих технологічних прийомів.

Ще одним важливим показником, який характеризує особливості та темпи росту і розвитку рослин сої за період вегетації є середньодобові лінійні прирости стебла. Встановлено, що інтенсивність середньодобового лінійного приросту стебла, у розрізі варіантів досліду, мала подібний характер, проте різну інтенсивність (рис. 3.1.).

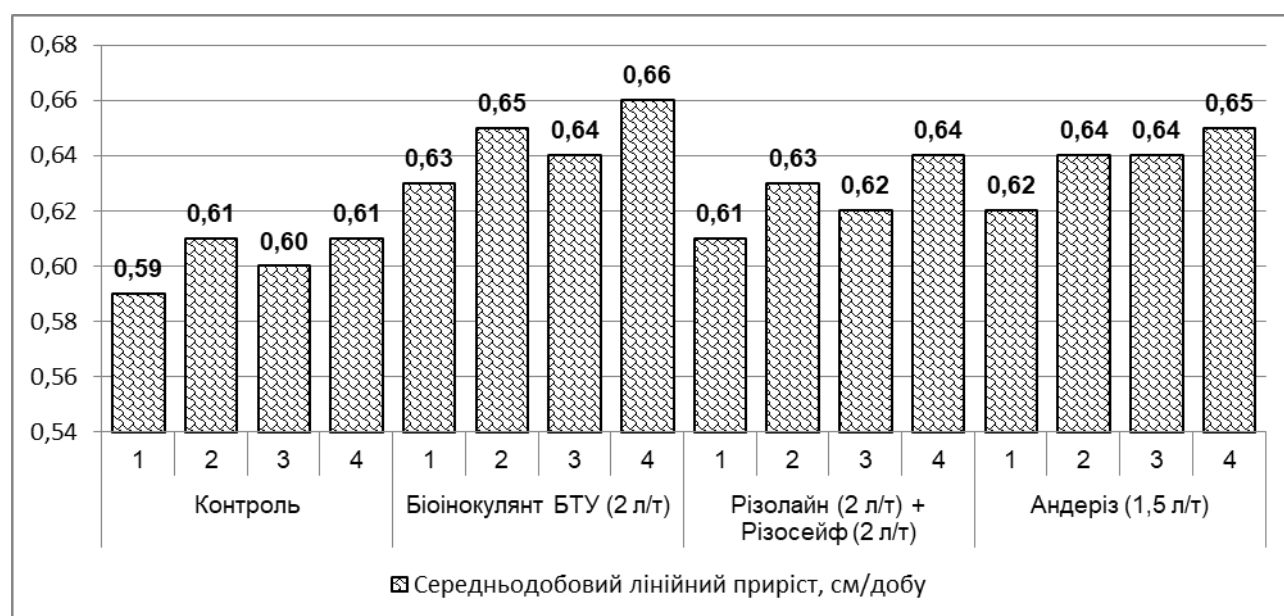
Найвищі середньодобові лінійні прирости у рослин сої – 0,65 – 0,66 см/добу, зафіксовані на варіантах досліду, де проводили інокуляцію

насіння сої Біоінокулянт БТУ та Андеріс у поєднанні з позакореневими підживленням органо-мінерального добрива Хелпрост соя.

Провівши кореляційно – регресійний аналіз, встановили, що існує сильний позитивний зв'язок між показниками висоти рослин та кількістю опадів за вегетаційний період рослин сої. При цьому коефіцієнт кореляції мав високу тісноту і становив $r = 0,805$. Залежність показників висоти рослин сої від кількості опадів за вегетаційний період подано рівнянням лінійної регресії:

$$Y = 37,2596 + 0,1068 * x \quad (3.1)$$

Коефіцієнт детермінації становив $R^2 = 0,664$.



Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд(1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Рис 3.1 Середньодобовий лінійний приріст стебла рослин сої залежно від обробки насіння біоінокулянтами та позакореневих підживлень, (у середньому за 2017- 2021 рр., см/добу).

У наших дослідженнях ми також визначали кореляційно-регресійні залежності між показниками висоти рослин і врожайністю насіння сої (рис. 3.2).

Встановлено високу тісноту зв'язку між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості та врожайністю насіння сої. Це підтверджує і ступінь

статистичних зв'язків між досліджуваними показниками, яку характеризує коефіцієнт кореляції (R^2). Відомо, що чим ближче його значення до одиниці, тим сильнішою є тіснота між показниками. Коефіцієнт кореляції знаходився на рівні 0,936. Тому можемо зробити висновок, що у поданій нами залежності ступінь тісноти зв'язку за шкалою Чеддока є дуже сильною.

$$Y = -2,6307 + 0,0774 * X \quad (3.2)$$

де: Y – урожайність насіння т/га; X – висота рослин, см.

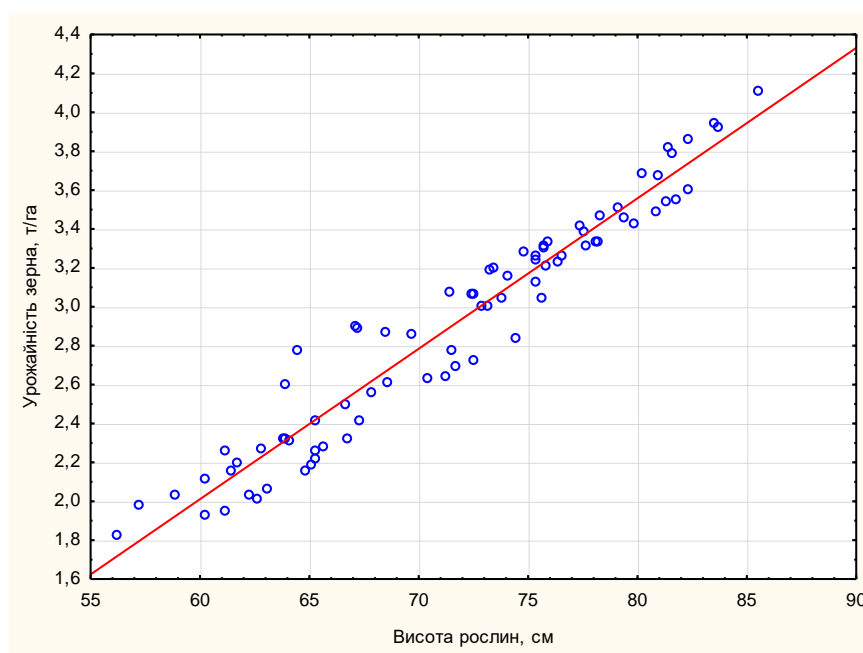


Рис. 3.2 Кореляційно-регресійна залежність між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості насіння та врожайністю сої, (у середньому за 2017- 2021 рр.)

Таким чином, у середньому за роки досліджень, максимальна висота рослин $78,3 \pm 7,4$ см формувалась на варіанті, де застосовували проведення інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя. Відмічено достовірні показники зростання висоти рослин сої на 13,3 см або 20,4 % при порівнянні з контрольним варіантом. Відмічено також найвищі середньодобові лінійні прирости.

3.4 Формування фотосинтетичної продуктивності сої залежно від інокуляції насіння та позакорневих підживлень

Максимальна реалізація генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі і сої, в значній мірі визначається інтенсивністю процесу фотосинтезу, коефіцієнтом використання фотосинтетичної активної радіації посівами [220, 211, 212], за рахунок формування оптимальної оптико-біологічної структури, асиміляційної поверхні листків, які здатні певний час виконувати відповідні їм функції, формувати відповідний фотосинтетичний потенціал і забезпечувати інтенсивне накопичення сухої речовини.

Фотосинтез є основним джерелом утворення і нагромадження рослинами сухої речовини за рахунок поглинання сонячного світла і вуглекислого газу. Урожай сільськогосподарських культур формується завдяки засвоєнню ними поживних речовин і їх переробки в процесі внутрішнього обміну, а також і процесах росту і розвитку. Близько 90 – 95 % маси урожаю формується за рахунок фотосинтетичних процесів, що змінюються в часі та залежать від особливостей біології культури, сорту, віку рослин та умов середовища [317].

У формуванні врожаю зернобобових культур, внаслідок фотосинтетичної діяльності посівів, одним із найважливіших чинників є площа листкової поверхні, величина якої може суттєво змінюватися під впливом технологічних прийомів вирощування, що підтверджується результатами проведених нами досліджень з вивчення впливу передпосівної обробки насіння інокулянтами та позакорневих підживлень на динаміку листкової поверхні.

На основі проведених, в умовах Лісостепу України, досліджень, було визначено оптимальну площу листкової поверхні для фітоценозів сої, яка становить від 40 до 50 тис. м²/га . Проте, також відомо, що площа листкової у сої може коливатись у досить широких межах, це залежить від залежно від генотипу сорту, гідротермічних та ґрунтових умов регіону та технологічних прийомів її вирощування [141].

У період початку генеративної фази росту коли формуються боби та починає наливатись насіння відбувається сповільнення вегетативного росту і як наслідок зменшення інтенсивності наростання листкової поверхні. Застосування досліджуваних елементів технології вирощування сої сприяло певному подовженню періоду формування площі листкової поверхні. Встановлено, що позакореневі підживлення позитивно впливали на величину листкової поверхні починаючи з фази цвітіння і до повного наливу насіння, тоді як передпосівна інокуляція – впродовж всього періоду вегетації.

У середньому за період досліджень 2017 – 2021 рр. інтенсивність наростання площі листкової поверхні мала синусоїдний характер, спостерігалось її зростання до фази кінець цвітіння ($31,1 \pm 5,3$ – $42,1 \pm 6,8$ тис. $\text{m}^2/\text{га}$), у послідуєчі фази рослини переходили до генеративної стадії розвитку, відбувалось формування бобів, що зумовило сповільнення вегетативного росту та відтік і перерозподіл поживних речовин, а як наслідок спостерігалось зниження і площі листкової поверхні. У фазі фізіологічної стиглості площа листкової поверхні становила відповідно $19,4 \pm 3,8$ - $25,7 \pm 4,4$ тис. $\text{m}^2/\text{га}$ (табл. 3.4).

У розрізі варіантів найменша площа листкової поверхні формувалась на контролі досліді і становила $31,1 \pm 5,3$ тис. $\text{m}^2/\text{га}$. На варіантах досліді, де проводили інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) площа листкової поверхні рослин сої зростала на 5,4 тис. $\text{m}^2/\text{га}$, і складала $36,5 \pm 6,6$ тис. $\text{m}^2/\text{га}$. Використання препарату Різолайн (2 л/т) із протектором Різосейв (2 л/т) також забезпечило зростання площі листкової поверхні до $33,7 \pm 6,0$ тис. $\text{m}^2/\text{га}$, що більше на 2,6 тис. $\text{m}^2/\text{га}$ при порівнянні з контролем. На варіанті із проведенням інокуляції препаратом Андеріз (1,5 л/т) площа листкової поверхні збільшилась до $34,9 \pm 6,7$ тис. $\text{m}^2/\text{га}$, що на 3,8 тис. $\text{m}^2/\text{га}$ перевищувало контроль без інокуляції. Таким чином, встановлено залежність позитивного впливу організованих факторів на формування фотосинтетичних показників у рослин сої.

Крім інокуляції насіння позитивний вплив на формування листкової поверхні мало і позакореневе підживлення.

Таблиця 3.4

**Динаміка площі листкової поверхні рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
(у середньому за 2017-2021 рр.), тис. м²/га., М±m***

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлення (К)	10,8±1,8	23,4±3,9	31,1±5,3	26,1±5,5	19,4±3,8
	Біокомплекс БТУ	11,3±2,1	26,8±4,4	34,7±6,1	29,5±6,3	21,3±4,0
	Гуміфренд	11,5±2,0	25,2±3,6	33,3±6,0	28,7±5,8	20,8±3,8
	Хелпрост соя	11,5±2,3	27,6±4,3	35,9±6,1	30,4±6,4	22,2±3,9
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	12,3±2,3	27,5±4,4	36,5±6,6	30,2±6,2	22,3±4,0
	Біокомплекс БТУ	12,7±2,0	31,4±5,0	40,6±7,5	34,0±7,2	24,7±4,4
	Гуміфренд	12,6±2,3	29,6±4,9	39,0±7,3	32,3±6,7	23,8±4,4
	Хелпрост соя	13,4±2,2	32,8±4,9	42,1±6,8	35,4±7,2	25,7±4,4
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	11,8±2,0	26,7±4,5	33,7±6,0	29,1±6,1	21,2±3,9
	Біокомплекс БТУ	12,6±2,0	29,6±4,6	38,4±6,9	32,0±6,7	23,2±4,0
	Гуміфренд	12,4±2,1	28,2±4,8	35,8±6,3	30,1±6,1	22,1±4,0
	Хелпрост соя	12,9±2,0	30,4±4,7	39,5±7,0	33,0±6,8	24,0±4,2
Андеріз	Без підживлення (К)	11,9±2,0	27,2±4,5	34,9±6,7	29,7±5,8	21,5±3,8
	Біокомплекс БТУ	12,6±2,2	30,2±4,6	39,2±7,1	33,0±7,0	23,8±4,1
	Гуміфренд	12,6±2,1	29,3±4,6	37,0±6,7	30,9±6,1	22,9±4,3
	Хелпрост соя	13,1±2,2	31,6±5,0	40,7±7,4	33,8±7,0	24,5±4,2
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		5,7	8,5	8,3	7,7	7,3
<i>Відносна похибка Sx%</i>		1,4	2,1	2,1	1,9	1,8

Примітка: *М ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Так, у фазу кінець цвітіння на варіантах дослідів із позакореневим підживленням біопрепаратом Біокомплекс БТУ (1 л/га) площа листкової поверхні була більшою порівняно із варіантами без підживлення на 11,2 – 13,9 %. На варіантах з обробкою вегетуючих рослин комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) площа листкової поверхні становила, залежно від інокуляції насіння, 33,3±6,0 – 39,0±7,3 тис. м²/га, що на 6,0-7,1 % більше контролю без підживлень. Найбільш ефективним

виявилось проведення позакореневого підживлення орґано-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), при цьому листкова поверхня зростала відповідно на 15,3 – 17,2 % до 35,9 – 42,1 тис. м²/га проти 31,1 – 36,5 тис. м²/га на контролі.

За результатами проведених досліджень встановлено, що величина листкової поверхні також змінювалась в залежності від гідротермічних умов року, а особливо забезпечення вологою. Критичним щодо забезпечення вологою, а особливо її розподілом впродовж вегетаційного періоду, був 2020 рік, при цьому площа листкової поверхні змінювалась у межах від 25,1 до 34,0 тис. м²/га. Найбільша площа листкової поверхні сої формувалась у 2018 році і складала 37,1- 50,1 тис. м²/га, причому даний рік був найбільш оптимальним щодо умов вологозабезпечення та сприятливим для росту і розвитку рослин сої (додаток В1-В5.).

Відомо, що площа листкової поверхні рослин, тривалість її життєдіяльності та продуктивність фотосинтезу мають безпосередній вплив на величину урожайності насіння сої. Наші дослідження підтверджують зв'язок між площею листкової поверхні рослин та рівнем нагромадження сухої речовини в рослинах впродовж вегетації.

Встановлено, що нагромадження сухої речовини рослинами сої мало тісну кореляцію з площею листкової поверхні в умовах Лісостепу правобережного (рис. 3.3).

На основі проведеного математичного аналізу виявлено, що між рівнем накопичення сухої речовини посівами сої та їх площею листкової поверхні наявний позитивний зв'язок високої сили. Так, коефіцієнт кореляції між зазначеними показниками становить $r=0,900$, а скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2= 0,810$. Тобто, встановлено залежність, яка характеризує нагромадження сухої речовини рослинами сої. А сам коефіцієнт кореляції засвідчує, що на 90 % нагромадження сухої речовини залежало від розміру площі листкової поверхні сої.

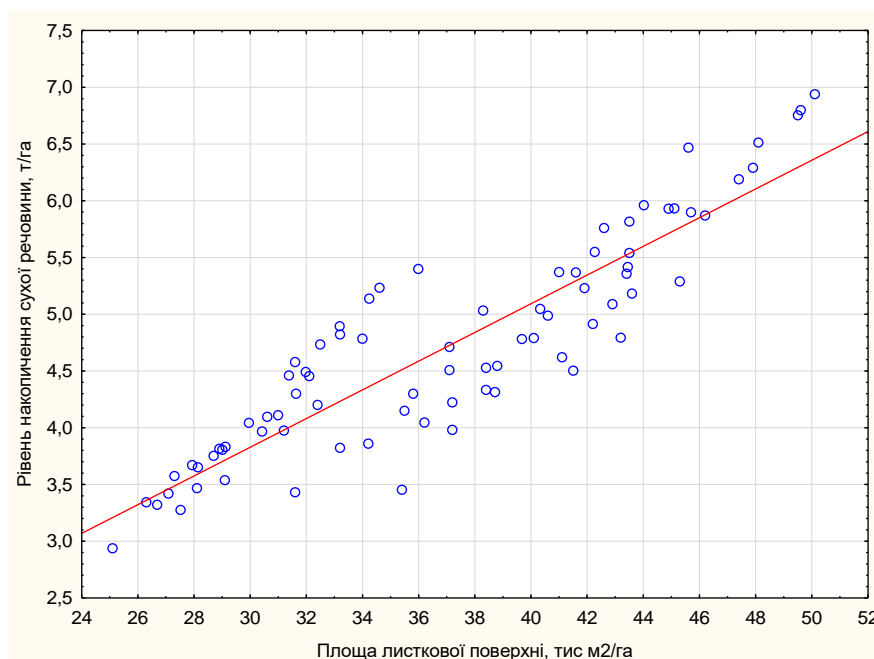


Рис. 3.3 Кореляційні зв'язки між нагромадженням сухої речовини рослин сої та їх площею листкової поверхні, (у середньому за 2017- 2021 рр. рр.)

$$Y = -2,6307 + 0,0774 * x \quad (3.3)$$

де: Y – рівень нагромадження сухої речовини, т/га; X – площа листкової поверхні, тис м²/ га.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що найбільша у досліді площа листкової поверхні 42,1 тис. м²/га формувалась за рахунок поєднання інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого органо-мінерального добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на 11,0 тис. м²/га більше порівняно з ділянками абсолютного контролю (без інокуляції та без позакореневого підживлення).

На фотосинтетичну продуктивність посівів впливають не лише величина площі листкової поверхні, але й тривалість її активної роботи. Виходячи з цього, показником за допомогою якого можна достовірно оцінити фотосинтетичну продуктивність посівів є фотосинтетичний потенціал (ФП), який характеризує фенотипічні особливості рослин, площу листової поверхні та темпи її розвитку за весь період вегетації з врахуванням гідротермічних умов. Фотосинтетичний потенціал в більшій мірі показує реальні можливості посівів формувати органічну речовину ніж площа асиміляційної поверхні рослин.

За повідомленнями А. А. Ничипоровича [210], продуктивність посівів сільськогосподарських культур може бути високою лише за умов, якщо фотосинтетичний потенціал фітоценозу буде більшим ніж 2 млн м²/добу на 1 га у розрахунку на 100 днів вегетації. На інтенсивність та величину фотосинтетичного потенціалу посівів сільськогосподарських культур впливає значна кількість факторів, серед яких гідротермічні умови року, генетичні та біологічні особливості сортів, система мінерального живлення, агротехніка вирощування, система захисту рослин від шкочочинних об'єктів.

Таким чином, на основі детального аналізу інтенсивності формування фотосинтетичного потенціалу посіву, можна оцінити роботу фотосинтетичного апарату в цілому та його дольову участь у формуванні продуктивності сої.

На основі отриманих нами результатів та розрахунків встановлено, що фотосинтетичний потенціал фітоценозів сої підвищувався впродовж всього періоду вегетації і безпосередньо залежав від обробки насіння та позакореневого підживлення. У середньому за п'ять років досліджень найвищі показники фотосинтетичного потенціалу в усіх варіантах дослідження зафіксовані у період повні сходи – фізіологічна стиглість від 2,375 до 3,218 млн м²×діб/га (табл.3.5).

За період від повних сходів до фізіологічної стиглості насіння передпосівна інокуляція насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяла зростанню фотосинтетичного потенціалу посівів сої на 0,470 млн м²×діб/га, або на 19,7 %. Менш ефективним було використання препаратів Різолан (2 л/т)+ Різосейв (2 л/т). За цих умов, показники фотосинтетичного потенціалу посівів сої, збільшились відповідно на 0,308 млн м²×діб/га, або на 12,9 % при порівнянні з контролем. На варіантах дослідження, де насіння сої перед сівбою обробляли препаратом Андеріз (1,5 л/т) показники фотосинтетичного потенціалу становили 2,743 млн м²×діб/га, що на 0,368 млн м²×діб/га більше при порівнянні з контролем.

Таблиця 3.5

**Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень,
(у середньому за 2017-2021 рр.), млн м²×діб/га.**

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		повні сходи-третій трійчастий исток	повні сходи-початок цвітіння	повні сходи-кінець цвітіння	повні сходи-наливання насіння	повні сходи-фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлення (К)	0,240	0,492	1,163	2,040	2,375
	Біокомплекс БТУ	0,253	0,542	1,300	2,283	2,657
	Гуміфренд	0,255	0,527	1,247	2,197	2,561
	Хелпрост соя	0,256	0,554	1,336	2,351	2,738
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	0,270	0,565	1,392	2,449	2,845
	Біокомплекс БТУ	0,281	0,616	1,545	2,729	3,173
	Гуміфренд	0,277	0,593	1,479	2,610	3,034
	Хелпрост соя	0,295	0,646	1,611	2,841	3,218
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	0,259	0,545	1,311	2,302	2,683
	Біокомплекс БТУ	0,278	0,595	1,457	2,568	2,985
	Гуміфренд	0,272	0,574	1,383	2,422	2,747
	Хелпрост соя	0,284	0,609	1,495	2,636	2,989
Андеріз	Без підживлення (К)	0,262	0,553	1,339	2,356	2,743
	Біокомплекс БТУ	0,277	0,600	1,480	2,618	2,970
	Гуміфренд	0,276	0,590	1,429	2,499	2,831
	Хелпрост соя	0,289	0,627	1,544	2,718	3,080
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		5,5	7,0	8,5	8,7	8,0
<i>Відносна похибка Sx%</i>		1,4	1,7	2,1	2,2	2,0

Встановлено, що поряд із передпосівною обробкою насіння позитивний вплив на формування фотосинтетичного потенціалу посівів сої мали позакореневі підживлення.

Проведення позакоренового підживлення Біокомплекс БТУ (1 л/га) забезпечило підвищення фотосинтетичного потенціалу, відповідно, на 0,227 – 0,328 млн м²×діб/га, або на 8,2 – 11,5 % залежно від передпосівної обробки насіння. За використання гумінового добрива Гуміфренд (1 л/га) зростання

показників фотосинтетичного потенціалу було на рівні 0,064 – 0,189 млн $\text{m}^2 \times \text{дiб/га}$, що є суттєвим на п'ятивідсотковому рівні значущості.

Найкращим варіантом проведення позакореневих підживлень, досліджуваними препаратами, виявилось використання органо-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га). Показник фотосинтетичного потенціалу за цих умов суттєво зріс та становив 2,738 – 3,218 млн $\text{m}^2 \times \text{дiб/га}$, що відповідно на 0,306 – 0,373 млн. $\text{m}^2 \cdot \text{дiв/га}$ (11,4 – 13,1%) більше порівняно з ділянками рослин контрольного варіанту.

У роки проведення досліджень найвищі показники фотосинтетичного потенціалу посівів сої у розрізі варіантів формувалися в умовах 2018 року, і становили 3,045 – 4,395 млн $\text{m}^2 \times \text{дiб/га}$, а найнижчі показники фотосинтетичного потенціалу посівів були відмічені в умовах 2020 року і становили, відповідно, 1,886 – 2,492 млн $\text{m}^2 \times \text{дiб/га}$.

Максимальні значення фотосинтетичного потенціалу 3,218 млн $\text{m}^2 \times \text{дiб/га}$, у середньому за роки проведення досліджень, формувались на варіанті досліду, де проводили передпосівну обробку насіння Біоінокулянтот БТУ (2 л/т) та проводили два позакореневих підживлення у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). При цьому встановлено суттєве збільшення показників фотосинтетичного потенціалу сої на 0,843 млн $\text{m}^2 \times \text{дiб/га}$ при порівнянні з контролем.

Ще одним важливим показником, який характеризує потенційні можливості рослин щодо формування рівня урожайності, є чиста продуктивність фотосинтезу – ЧПФ [213]. Вже відомо, що чиста продуктивність фотосинтезу показує ефективність роботи листової поверхні рослин щодо накопичення сухої речовини врожаю сільськогосподарських культур за одиницю часу. Цей показник має безпосередній зв'язок із площею листової поверхні, що є найбільш впливовим чинником у розвитку та управлінні наростання надземної маси рослини та відіграє важливе значення у інтенсивності поглинання CO_2 і формуванні органічної маси в процесі фотосинтезу [9, 21].

Чиста продуктивність фотосинтезу показує поетапні зміни росту рослин протягом періоду їх вегетації, у зв'язку з чим глибше розкриває їх особливості в окремі міжфазні періоди [142].

На основі проведених розрахунків встановлено, що динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин сої впродовж періоду вегетації мала обернену залежність порівняно з наростанням площі листкової поверхні. Так, аналізуючи динаміку показників ЧПФ по фазах росту встановлено, що її максимальний рівень формувалася від фази сходів до третього трійчастого листка (4,95-7,68 г/м² за добу), оскільки в цей період фотосинтетичний апарат лише починав формуватись і загальна площа листків була незначною, це спричиняло вільний доступ фотосинтетично активної радіації до листків як верхнього так і нижнього ярусів, а як наслідок високу інтенсивність фотосинтезу. (Табл. 3.6, рис. 3.4, 3.5).

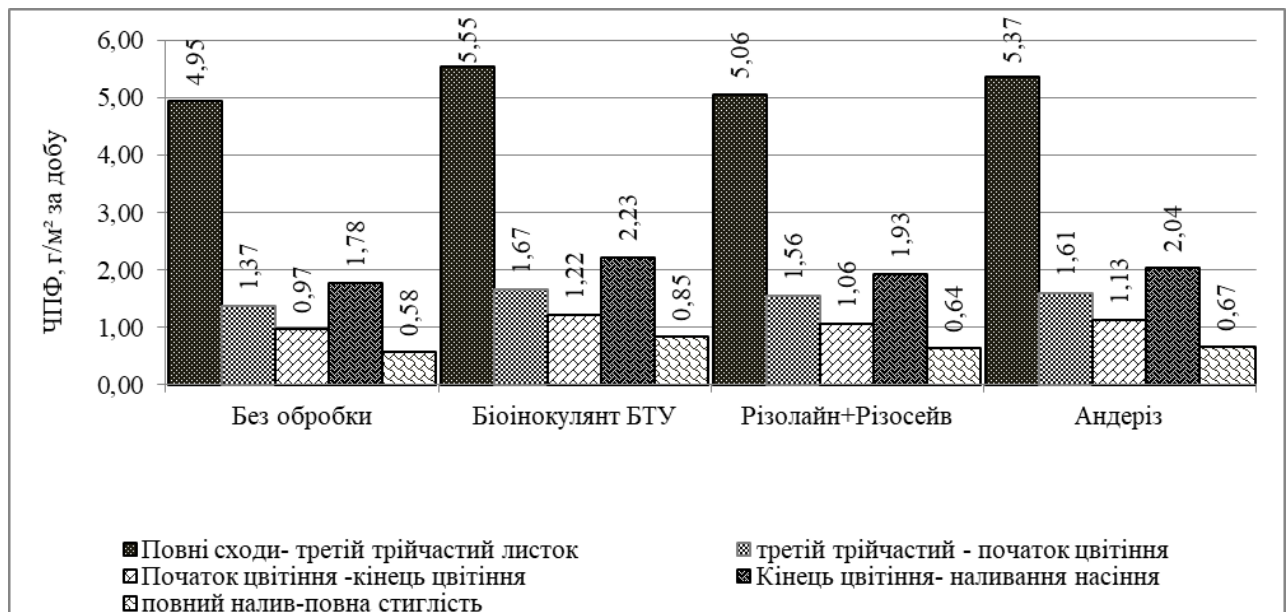


Рис. 3.4 Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу у рослин сої залежно від інокуляції насіння, у середньому за 2017- 2021 рр., г/м² за добу

Від фази початку цвітіння і до кінця цвітіння інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу продовжувала знижуватися. На нашу думку, це пов'язано із певним перерозподілом пластичних речовин і їх використання рослинами на формування квіток, бобів та насіння.

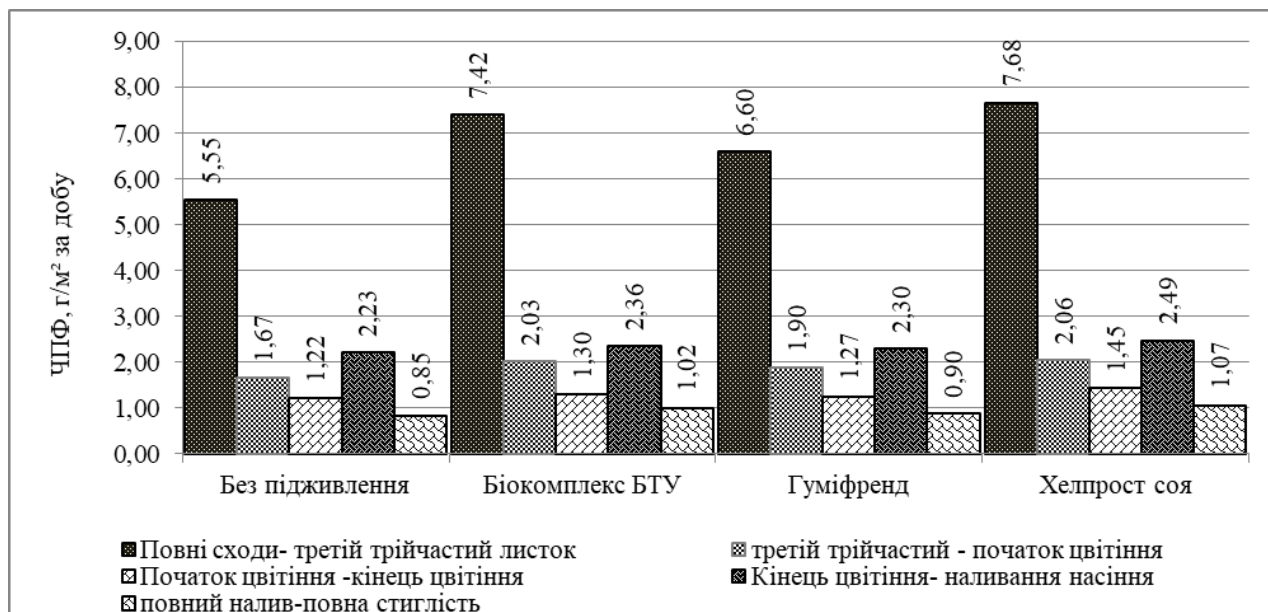


Рис. 3.5 Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу у рослин сої залежно від позакорневих підживлень, у середньому за 2017- 2021 рр., г/м² за добу

За міжфазний період від кінця цвітіння до повного наливання насіння відбулось певне зростання рівня показників чистої продуктивності фотосинтезу до 1,78 – 2,49 г/м² за добу залежно від передпосівної обробки та позакорневих підживлень. Найнижчі показники чистої продуктивності фотосинтезу формувались за період від повного наливання насіння до фізіологічної стиглості і знаходились в межах 0,58 – 1,07 г/м² за добу.

Встановлено, що передпосівна обробка насіння інокулянтами та проведення позакорневих підживлень препаратами різного механізму дії та складу, досить суттєво впливали на інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої.

Відмічено, що передпосівна обробка насіння інокулянтом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяла зростанню показника чистої продуктивності фотосинтезу у фазі повні сходи – початок цвітіння, відповідно, на 0,60 г/м² за добу, в той час як використання препаратів Різолан (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) забезпечило зростання цих показників, відповідно, на 0,11 – 0,42 г/м² за добу.

Таблиця 3.6

**Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
(у середньому за 2017-2021 рр.), г/м² за добу, М±m**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		повні сходи- 3-й трійчастий листок	3-й трійчастий листок-початок цвітіння	початок цвітіння- кінець цвітіння	кінець цвітіння-повний налив насіння	повний налив насіння- фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлення (К)	4,95±0,4	1,37±0,3	0,97±0,1	1,78±0,1	0,58±0,2
	Біокомплекс БТУ	5,92±0,2	1,89±0,6	1,08±0,1	2,05±0,1	0,77±0,1
	Гуміфренд	5,75±0,3	1,84±0,6	1,02±0,2	1,95±0,1	0,64±0,2
	Хелпрост соя	5,65±0,2	1,95±0,7	1,15±0,1	2,15±0,1	0,81±0,2
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	5,55±0,2	1,67±0,2	1,22±0,1	2,23±0,1	0,85±0,1
	Біокомплекс БТУ	7,42±0,4	2,03±0,3	1,30±0,1	2,36±0,1	1,02±0,2
	Гуміфренд	6,60±0,2	1,90±0,2	1,27±0,1	2,30±0,1	0,90±0,2
	Хелпрост соя	7,68±0,3	2,06±0,3	1,45±0,1	2,49±0,1	1,07±0,2
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	5,06±0,2	1,56±0,2	1,06±0,1	1,93±0,2	0,64±0,2
	Біокомплекс БТУ	5,89±0,3	1,97±0,3	1,23±0,1	2,18±0,1	0,86±0,1
	Гуміфренд	5,57±0,4	1,86±0,3	1,19±0,1	2,10±0,1	0,82±0,1
	Хелпрост соя	6,48±0,4	2,01±0,3	1,26±0,1	2,29±0,1	0,90±0,2
Андеріз	Без підживлення (К)	5,37±0,2	1,61±0,2	1,13±0,1	2,04±0,2	0,67±0,2
	Біокомплекс БТУ	6,31±0,2	1,98±0,3	1,27±0,1	2,27±0,1	0,90±0,2
	Гуміфренд	5,91±0,2	1,92±0,3	1,23±0,1	2,22±0,1	0,86±0,1
	Хелпрост соя	6,84±0,2	2,02±0,3	1,30±0,1	2,37±0,1	0,94±0,2
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		12,9	10,7	10,3	8,6	16,8
<i>Відносна похибка Sx%</i>		3,2	2,7	2,6	2,1	4,2

Крім того встановлено, що на інтенсивність та величину показників чистої продуктивності фотосинтезу позитивний вплив мало і позакореневе листкове підживлення. При цьому величина показників чистої продуктивності фотосинтезу підвищувалась порівняно до контрольного варіанту, відповідно, на 0,51 – 2,12 за добу залежно від досліджуваних

препаратів. Аналогічні залежності у розрізі варіантів спостерігались і у наступні міжфазні періоди сої.

Таким чином, на основі багаторічних результатів досліджень встановлено, що динаміка показників чистої продуктивності фотосинтезу, впродовж проходження фаз росту і розвитку рослин сої, мала чітко виражений синусоїдний характер. Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу впродовж вегетації сої формувались за передпосівної обробки насіння інокулянтном Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення орґано-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

Впродовж років досліджень ми визначали накопичення сухої речовини в динаміці за фазами росту і розвитку сої, а саме: повні сходи – третій трійчастий листок – початок цвітіння – кінець цвітіння – наливання насіння – фізіологічна стиглість. Виявлено, що гідротермічні умови років досліджень суттєво впливали на накопичення сухої речовини рослинами сої. Так, найкращі умови для накопичення сухої речовини склалися в 2018 р., а найгірші – в 2020 р. Проте варто відмітити, що саме в умовах цього року вміст сухої речовини у рослинах був найвищим. Для визначення впливу досліджуваних факторів (передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення) на динаміку накопичення сухої речовини рослинами сої ми проаналізували дані, одержані в середньому за 2017-2021 рр. Найвищими показники накопиченої сухої речовини були у фазі фізіологічної стиглості культури.

Так, у середньому за роки проведення досліджень, встановлено, що вихід сухої речовини, залежав від впливу позакореневих підживлень (табл. 3.7).

Так, оптимізація системи мінерального живлення сої за рахунок обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т), забезпечила максимальну ефективність, та сприяла зростанню виходу сухої речовини до 4,41 – 5,90 т/га, тоді як на контрольному варіанті отримали показники на рівні 3,54-4,40 т/га. На варіантах із передпосівною інокуляцією насіння препаратом Різолайн (2 л/т) із протектором Різосейв (2 л/т) вихід сухої речовини був на рівні 3,84 – 5,32 т/га, а за використання препарату Андеріс (1,5 л/т), відповідно, 3,84 – 5,32 т/га.

Таблиця 3.7

**Динаміка наростання сухої речовини сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
(у середньому за 2017-2021 рр.), т/га, М±m**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Контроль	Контроль	0,91	1,45	2,19	3,31	3,54
	Біокомплекс БТУ	1,01	1,77	2,71	4,01	4,18
	Гуміфренд	1,02	1,72	2,55	3,79	3,90
	Хелпрост соя	1,16	1,96	2,96	4,30	4,40
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	1,22	1,87	2,91	4,22	4,41
	Біокомплекс БТУ	1,69	2,57	3,83	5,46	5,65
	Гуміфренд	1,49	2,27	3,43	4,99	5,21
	Хелпрост соя	1,84	2,77	4,15	5,77	5,90
Різолайн + Різосейв	Контроль	1,07	1,65	2,51	3,69	3,84
	Біокомплекс БТУ	1,33	2,15	3,26	4,65	4,87
	Гуміфренд	1,23	1,97	2,99	4,33	4,53
	Хелпрост соя	1,50	2,35	3,52	5,09	5,32
Андерізі	Контроль	1,14	1,76	2,69	3,92	4,08
	Біокомплекс БТУ	1,42	2,25	3,43	4,89	5,13
	Гуміфренд	1,33	2,12	3,21	4,65	4,87
	Хелпрост соя	1,61	2,49	3,75	5,38	5,62
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		20,2	17,7	17,2	15,5	15,2
<i>Відносна похибка Sx%</i>		5,0	4,4	4,3	3,9	3,8

При дослідженні ефективності впливу позакореневих підживлень встановлено, що найбільший приріст кількості сухої речовини 0,86 – 1,53 т/га, відносно контролю, отримано за використання органо-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га). Проведення позакореневого підживлення біологічним препаратом Біокомплекс БТУ (1 л/га) забезпечило підвищення виходу сухої речовини, відповідно, на 0,64 – 1,25 т/га, залежно від передпосівної обробки насіння. За використання гумінового добрива Гуміфренд (1 л/га) зростання виходу сухої речовини було відповідно на рівні 0,37 – 0,81 т/га.

Таким чином, максимальні показники кількості сухої речовини 5,90 т/га були відмічені на варіанті, де проводили два позакореневі підживлення у фазу 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) на фоні обробки насіння інокулянт БТУ (2 л/т). при цьому відмічено суттєві прирости при порівнянні з рослинами контрольного варіанту.

3.5 Формування симбіотичного потенціалу рослин сої залежно від режиму живлення

Одним із шляхів вирішення проблеми дефіциту азоту в ґрунті є використання біологічних особливостей бобових культур, в тому числі і сої, яка за допомогою симбіотичних бульбочкових бактерій здатна фіксувати значну кількість атмосферного азоту [43, 78, 148]. На сьогоднішній день науковцями розроблено шляхи не тільки ефективного використання азотфіксуючої здатності даної культури, а й одночасної мобілізації важкодоступних форм фосфору у ґрунті. Зокрема, це досягається при застосуванні сучасних бактеріальних препаратів в основі яких крім симбіотичних бульбочкових бактерій присутні також фосфор-мобілізуючі мікроорганізми [71, 244].

Фотосинтетичні процеси, завдяки яким синтезуються вуглеводи, що слугують джерелом енергії для складних нітрогеназних реакцій відновлення N_2 , зумовлюють значний вплив на хід і активність симбіотичної фіксації азоту. Рослини, за рахунок взаємодії з бульбочковими бактеріями, забезпечують їх продуктами фотосинтезу, а самі за цих умов отримують біологічно фіксований азот. Бульбочкові бактерії належать до біологічних стимуляторів, тому можуть окрім здатності «фіксувати» молекулярний азот з повітря самі та залишати його в ґрунті зв'язаним в легкодоступні рослинам сполуки, синтезувати амінокислоти вітаміни групи В та інші біологічно активні речовини [79, 272].

Активність і життєздатність бульбочок на кореневій системі у зернобобових культур, в тому числі й сої, залежить від гідротермічних чинників, виду та сорту, мінерального живлення та зволоження ґрунту навесні та у першій половині літа, температури ґрунту 22-26 °С, які сприяють циклічному проходженню процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту [166]. В умовах знижених температури ґрунту спостерігається значне сповільнення роботи бульбочкових бактерій.

Інтенсивний розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не тільки від ефективної взаємодії генотипів рослини-господаря та симбіотрофних мікроорганізмів в певних умовах вирощування, але і від того, що на нього можна чинити певний вплив окремими технологічними прийомами вирощування. А саме, використанням бактеріальних препаратів та позакореневими підживленнями [45, 77].

На основі проведених п'ятирічних досліджень нами виявлено, що кількість бульбочок у процесі вегетації рослин сої досягає максимального значення у фазі кінця цвітіння, з подальшим її зменшенням, що пояснюється перегрупуванням пластичних речовин та вуглеводів, які забезпечують функціонування бульбочкових бактерій у репродуктивні органи (табл. 3.8, 3.9).

На контрольному варіанті у фазу кінець цвітіння загальна кількість бульбочок становила $24,3 \pm 5,1$ шт./рослину, з них активних $21,4 \pm 4,5$ шт./рослину, варто відмітити, що бульбочки були мали не великий розмір. Саме кількість активних бульбочок дає змогу виявити саме ту частину, яка безпосередньо впливає на формування урожайності та створення біологічного азоту, що легко використовується рослинами, на відміну від загальної кількості, яка дає лише загальне уявлення про діяльність бобово-ризобіального симбіотичного апарату.

Проведення передпосівної обробки насіння досліджуваними інокулянтами забезпечило формування на коренях рослин більших за розміром бульбочок, з яскраво вираженим рожевим кольором, що свідчить про наявність леггемоглобіну та їх здатність до активної біологічної фіксації

молекулярного азоту порівняно з контролем де зафіксовано формування дрібних корневих бульбочок переважно за рахунок природних штамів ризобій, які не є такими ефективними, а тому не забезпечували достатньої фіксації азоту для нормального розвитку рослин сої.

Таблиця 3.8

Динаміка загальної кількості бульбочок на коренях рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакорневих підживлень, (у середньому за 2017-2021 рр.), шт./рослину, $M \pm m$

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Без обробки	Без підживлення (К)	9,4±2,0	19,8±4,1	24,3±5,1	16,8±3,5	10,7±2,2
	Біокомплекс БТУ	10,1±2,2	26,7±5,8	29,1±6,4	23,1±5,0	16,7±3,7
	Гуміфренд	9,9±2,2	24,4±5,4	26,8±5,9	21,7±4,8	15,4±3,4
	Хелпрост соя	10,4±2,2	28,0±5,9	31,3±6,6	26,0±5,5	21,9±4,6
Біоінокулянт БТУ	Без підживлення (К)	24,3±5,4	30,7±6,9	34,3±7,7	27,9±6,2	18,2±4,1
	Біокомплекс БТУ	25,8±5,8	39,2±8,8	41,8±9,3	38,7±8,6	24,6±5,5
	Гуміфренд	25,1±5,7	37,5±8,6	39,7±9,1	32,4±7,4	22,1±5,1
	Хелпрост соя	28,7±6,2	44,0±9,5	49,9±10,8	40,6±8,7	29,2±6,3
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	18,6±4,2	24,6±5,5	30,6±6,9	21,3±4,8	15,9±3,6
	Біокомплекс БТУ	20,7±4,5	35,4±7,7	36,6±8,0	31,5±6,8	23,8±5,2
	Гуміфренд	19,1±4,4	32,8±7,5	33,3±7,6	27,7±6,3	20,2±4,6
	Хелпрост соя	20,0±4,4	37,6±8,2	40,7±8,9	36,0±7,8	26,3±5,7
Андеріз	Без підживлення (К)	18,3±4,0	26,5±5,8	31,7±6,9	23,9±5,2	16,5±3,6
	Біокомплекс БТУ	19,0±4,1	33,2±7,2	37,1±8,1	34,4±7,5	25,3±5,5
	Гуміфренд	18,1±4,1	31,7±7,2	34,8±7,9	29,7±6,7	21,4±4,9
	Хелпрост соя	20,1±4,3	39,7±8,6	46,1±10,0	38,3±8,3	28,3±6,1
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		32,2	20,9	19,4	23,9	24,5
<i>Відносна похибка Sx%</i>		8,0	5,2	4,9	6,0	6,1

Так, на варіанті, де застосовували препарат Біоінокулянт БТУ (2 л/т) формувалось 34,3±7,7 шт./рослину загальних бульбочок, з них активними були 27,8±6,2 шт./рослину, що більше на 10,0 шт. (41,1 %) та 6,4 шт. (29,9 %) в порівнянні з контролем.

Таблиця 3.9

**Динаміка кількості активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
(у середньому за 2017-2021 рр.), шт./рослину, $M \pm m$**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стигlosti
Без обробки	Без підживлення (К)	5,6±1,2	15,2±3,2	21,4±4,5	14,9±3,1	5,0±1,0
	Біокомплекс БТУ	6,6±1,4	18,5±4,0	26,1±5,7	18,8±4,1	6,4±1,4
	Гуміфренд	5,8±1,3	17,2±3,8	23,6±5,2	16,9±3,7	5,7±1,3
	Хелпрост соя	6,8±1,4	23,3±4,9	28,4±5,9	21,1±4,4	8,7±1,8
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	16,9±3,8	20,4±4,5	27,8±6,2	22,3±5,0	9,4±2,1
	Біокомплекс БТУ	19,2±4,3	31,0±6,9	35,2±7,9	30,4±6,8	12,2±2,7
	Гуміфренд	17,3±4,0	28,7±6,6	32,8±7,5	26,2±6,0	10,3±2,4
	Хелпрост соя	19,9±4,3	35,1±7,6	42,6±9,2	33,4±7,2	13,9±3,0
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	12,3±2,8	16,0±3,6	24,5±5,5	17,6±4,0	7,0±1,6
	Біокомплекс БТУ	13,6±3,0	26,0±5,7	30,8±6,7	23,2±5,1	10,6±2,3
	Гуміфренд	12,9±2,9	22,4±5,1	29,0±6,6	20,7±4,7	9,2±2,1
	Хелпрост соя	14,1±3,1	29,0±6,3	35,6±7,8	27,6±6,0	11,2±2,4
Андеріз	Без підживлення (К)	12,9±2,8	17,1±3,7	25,9±5,6	19,1±4,2	8,1±1,8
	Біокомплекс БТУ	13,5±2,9	26,4±5,8	31,4±6,8	25,4±5,5	10,3±2,3
	Гуміфренд	13,2±3,0	22,8±5,2	29,6±6,7	22,7±5,1	9,5±2,1
	Хелпрост соя	14,3±3,1	31,7±6,8	38,7±8,4	28,5±6,2	12,4±2,7
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		35,4	26,0	18,9	22,5	26,6
<i>Відносна похибка Sx%</i>		8,9	6,5	4,7	5,6	6,6

Бактеризація насіння препаратом Різолайн (2 л/т) із протектором Різосейв (2 л/т) також сприяла покращенню поживного режиму у фітоценозі сої та підвищила кількість загальних та активних бульбочок порівняно з контролем без обробки насіння на 6,3 шт./рослину (25,9 %) та 3,1 шт./рослину (14,4 %).

За умов використання інокулянта Андеріз (1,5 л/т) загальна кількість бульбочок на корінні рослин сої становила 31,7±6,9 шт./рослину із них 25,9±5,6 шт./рослину активних, що перевищувало контроль, відповідно на 4,5 шт./рослину (30,4 %) та 4,5 шт./рослину (21,0 %).

На основі проведених досліджень встановлено, що поряд із передпосівною інокуляцією насіння на формування симбіотичного апарату рослин сої значний вплив мають позакореневі підживлення, яке забезпечують зростання фотосинтетичної продуктивності посівів, а як наслідок покращується забезпечення рослин пластичними речовинами які приймають безпосередню участь у процесі біологічної фіксації азоту.

На варіантах із проведенням позакореневих підживлень біологічним препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) у фазу 3-й трійчастий листок та бутонізації загальна кількість бульбочок, та з них активних, залежно від передпосівної обробки насіння, становила відповідно $29,1 \pm 6,4$ – $41,8 \pm 9,3$ шт./рослину та $26,1 \pm 5,7$ – $35,2 \pm 7,9$ шт./рослину, проти $24,3 \pm 5,1$ – $34,3 \pm 7,7$ шт./рослину та $21,4 \pm 4,5$ – $27,8 \pm 6,2$ шт./рослину на контролі без підживлень. Дещо менша кількість загальних та активних бульбочок формувалась на коренях рослин сої при використанні для позакореневого підживлення комплексного добрива на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га), при цьому загальна кількість бульбочок знаходилася у межах $26,8 \pm 5,9$ – $39,7 \pm 9,1$ шт./рослину, а з них активних, відповідно $23,6 \pm 5,2$ – $32,8 \pm 7,5$ шт./рослину, залежно від варіантів передпосівної обробки насіння.

Найбільш ефективним серед препаратів, які використовували для позакореневого підживлення, було органо-мінеральне добриво Хелпрост соя (2,5 л/га), на даних варіантах загальна кількість бульбочок на коренях рослин сої становила $31,3 \pm 6,6$ – $49,9 \pm 10,8$ шт./рослину із них $28,4 \pm 5,9$ – $42,6 \pm 9,2$ шт./рослину активних, що перевищувало контроль без підживлень, відповідно на 7,0-15,6 шт./рослину (28,8-45,4 %) та 7,0-14,8 шт./рослину (32,7-53,2 %).

Встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування максимальної кількості як загальних $49,9 \pm 10,8$ шт./рослину так і активних $42,6 \pm 9,2$ шт./рослину бульбочок формувались на варіанті, де проводили два позакореневі підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації на фоні інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т). Більш важливим показником за

допомогою якого проводять розрахунок кількості біологічно фіксованого азоту є маса активних бульбочок та тривалість періоду їх роботи. Виходячи з чого для детальнішого дослідження процесів симбіотичної діяльності рослин сої, ми оцінювали динаміку формування маси бульбочок. Встановлено, що формування маси бульбочкових бактерій впродовж вегетації рослин сої мало таку ж тенденцію що і наростання їх кількості (табл. 3.10, 3.11).

Таблиця 3.10

Динаміка загальної маси бульбочок на коренях рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, (у середньому за 2017-2021 рр.), мг/рослину, $M \pm m$

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Без обробки	1	91,3±19,0	215,4±44,9	312,3±65,2	196,8±41,0	102,4±21,4
	2	96,2±21,0	244,5±53,5	386,9±84,7	262,5±57,4	134,1±29,3
	3	94,0±20,8	234,3±51,8	328,8±72,7	217,9±48,2	111,9±24,7
	4	94,6±19,8	298,9±62,6	431,9±90,4	313,8±65,7	142,1±29,8
Біоінокулянт БТУ	1	143,3±32,0	376,5±84,1	494,3±110,5	320,2±71,6	154,6±34,6
	2	172,6±38,6	488,9±109,2	609,1±136,1	385,4±86,1	188,6±42,1
	3	169,8±38,8	446,6±102,2	532,2±121,7	350,4±80,1	165,0±35,5
	4	180,9±39,0	563,7±121,5	630,6±136,0	420,1±90,6	200,5±43,2
Різолайн + Різосейв	1	103,4±23,2	286,3±64,3	387,9±87,1	215,7±48,5	106,3±23,9
	2	111,6±24,3	397,9±86,6	459,3±100,0	308,5±67,1	150,5±32,8
	3	104,3±23,7	350,5±79,7	426,5±97,0	293,4±66,7	136,2±31,0
	4	108,3±23,6	452,3±98,7	531,6±116,2	360,4±78,6	181,4±39,6
Андеріс	1	114,0±24,8	292,4±63,6	402,7±87,6	252,0±54,8	116,7±25,4
	2	125,2±27,3	412,3±89,8	511,5±111,4	336,7±73,4	162,3±35,4
	3	127,7±29,0	358,7±81,4	442,8±100,5	306,7±69,6	143,1±35,2
	4	129,8±28,0	480,7±103,9	558,9±120,8	365,2±78,9	183,5±39,6
		24,0	27,6	20,0	20,9	20,3
%		6,0	6,9	5,0	5,2	5,1

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Загальна маса бульбочок і маса активних бульбочок на коренях сої збільшувалася до фази кінець цвітіння, після чого поступово зменшується до фази фізіологічної стиглості. За період повне цвітіння-кінець цвітіння

бульбочки активно утворювались на бічних коренях, сягали найбільших розмірів та мали яскраво-рожевий колір. Варто відмітити, що вплив інокуляції насіння та позакоренових підживлень на масу бульбочок був суттєвішим порівняно з їх кількістю.

На контрольному варіанті у фазу кінець цвітіння загальна маса бульбочок становила $312,3 \pm 65,2$ мг/рослину, а активних $283,3 \pm 59,1$ мг/рослину. Інокуляція насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) збільшувала сиру масу бульбочок до $494,3 \pm 110,5$ мг/рослину, а масу активних бульбочок до $401,3 \pm 89,7$ мг/рослину, що відповідно більше контролю на 182,0 і 118,0 мг/рослину.

Таблиця 3.11

Динаміка маси активних бульбочок на коренях рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, (у середньому за 2017-2021 рр.), мг/рослину, $M \pm m$

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Без обробки	1	$75,3 \pm 15,7$	$183,7 \pm 38,3$	$283,3 \pm 59,1$	$188,0 \pm 39,2$	$49,8 \pm 10,4$
	2	$80,1 \pm 17,5$	$218,2 \pm 47,7$	$350,2 \pm 76,6$	$227,1 \pm 49,7$	$54,0 \pm 11,8$
	3	$76,8 \pm 17,0$	$192,4 \pm 42,5$	$307,4 \pm 67,9$	$212,4 \pm 46,9$	$51,4 \pm 11,4$
	4	$76,9 \pm 16,1$	$238,6 \pm 50,0$	$369,2 \pm 77,3$	$245,3 \pm 51,4$	$65,2 \pm 13,7$
Біоінокулянт БТУ	1	$112,2 \pm 25,1$	$325,4 \pm 72,7$	$401,3 \pm 89,7$	$281,8 \pm 63,0$	$74,0 \pm 16,5$
	2	$153,8 \pm 34,3$	$465,9 \pm 104,1$	$514,8 \pm 115,0$	$309,8 \pm 69,2$	$97,2 \pm 21,7$
	3	$142,3 \pm 32,6$	$406,1 \pm 92,9$	$484,3 \pm 110,8$	$294,8 \pm 67,4$	$85,8 \pm 19,6$
	4	$156,2 \pm 33,7$	$513,6 \pm 110,7$	$554,7 \pm 119,6$	$315,4 \pm 68,0$	$98,9 \pm 21,3$
Різолайн + Різосейв	1	$96,2 \pm 21,6$	$249,6 \pm 56,1$	$317,4 \pm 71,3$	$222,8 \pm 50,1$	$56,6 \pm 12,7$
	2	$107,2 \pm 23,3$	$373,9 \pm 81,4$	$430,9 \pm 93,8$	$253,7 \pm 55,2$	$61,4 \pm 13,4$
	3	$100,8 \pm 22,9$	$330,0 \pm 75,1$	$403,2 \pm 91,7$	$242,7 \pm 55,1$	$58,2 \pm 13,2$
	4	$108,7 \pm 23,7$	$409,8 \pm 89,4$	$512,4 \pm 111,8$	$274,9 \pm 60,0$	$74,7 \pm 16,3$
Андерізі	1	$105,1 \pm 22,9$	$279,5 \pm 60,8$	$327,2 \pm 71,2$	$229,8 \pm 50,0$	$66,0 \pm 14,4$
	2	$113,2 \pm 24,7$	$397,0 \pm 86,5$	$445,4 \pm 97,0$	$263,8 \pm 57,5$	$79,4 \pm 17,3$
	3	$109,3 \pm 24,8$	$345,1 \pm 78,3$	$422,6 \pm 95,9$	$254,8 \pm 57,8$	$68,2 \pm 15,5$
	4	$114,9 \pm 24,7$	$428,2 \pm 92,5$	$521,4 \pm 112,7$	$290,8 \pm 62,8$	$90,6 \pm 19,6$
		23,5	29,9	20,5	14,1	22,5
$Sx\%$		5,9	7,5	5,1	3,5	5,6

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

На варіантах з використанням препаратів Різолан (2 л/т)+ Різосейв (2 л/т), загальна маса бульбочок зросла порівняно із контролем на 75,6 мг/рослину (24,2 %) з $312,3 \pm 65,2$ мг/рослину до $387,9 \pm 87,1$ мг/рослину, а маса активних, відповідно, на 34,1 мг/рослину (12,0 %) з $283,3 \pm 59,1$ мг/рослину до $317,4 \pm 71,3$ мг/рослину. На варіантах де насіння перед сівбою обробляли інокулянтном Андеріз (1,5 л/т) загальна маса бульбочок становила $402,7 \pm 87,6$ мг/рослину в той час як на контролі $312,3 \pm 65,2$ мг/рослину тобто була більшою на 90,4 мг/рослину (28,9 %), маса активних бульбочок при цьому становила $327,2 \pm 71,2$ мг/рослину проти $283,3 \pm 59,1$ мг/рослину на контролі, тобто була на 43,9 мг/рослину (15,4 %) більшою.

Варто відзначити, що характер впливу позакореневих підживлень досліджуваними препаратами на формування маси загальних та активних бульбочок аналогічний формуванню їх кількості. Позакореневі підживлення біологічним препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) забезпечили підвищення маси загальних бульбочок, в залежності від передпосівної інокуляції насіння, на 74,6-114,7 шт./рослину (23,2-23,8%) з $312,3 \pm 65,2$ - $494,3 \pm 110,5$ шт./рослину до $386,9 \pm 84,7$ - $609,1 \pm 136,1$ шт./рослину та, відповідно, активних на 66,9-112,7 шт./рослину (23,6-28,2%) з $283,3 \pm 59,1$ - $401,3 \pm 89,7$ шт./рослину до $350,2 \pm 76,6$ - $514,8 \pm 115,0$ шт./рослину. Варто відмітити що максимальну ефективність позакореневі підживлення мали на фоні інокуляції препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га).

При проведенні позакореневого підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) формувалась дещо менша маса загальних та активних бульбочок, на даних варіантах загальна маса бульбочок коливалась у межах $328,8 \pm 72,7$ - $532,2 \pm 121,7$ мг/рослину, а активних, відповідно $307,4 \pm 67,9$ - $484,3 \pm 110,8$ мг/рослину, залежно від варіантів передпосівної обробки насіння, що на 16,5-37,9 мг/рослину (5,2-7,6 %) та 24,1-83,0 мг/рослину (8,5-20,6 %) перевищувало контроль. Як і при формуванні кількості бульбочок, більш ефективним серед досліджуваних препаратів було органо-мінеральне добриво Хелпрост соя (2,5 л/га), на даних

варіантах загальна маса бульбочок на коренях рослин становила $431,9 \pm 90,4$ - $630,6 \pm 136,0$ мг/рослину, а маса активних $369,2 \pm 77,3$ - $554,7 \pm 119,6$ мг/рослину, що перевищувало контроль без підживлень, відповідно на $119,6$ - $136,3$ мг/рослину ($27,5$ - $38,2$ %) та $85,9$ - $153,4$ мг/рослину ($30,3$ - $38,2$ %).

Максимальна маса загальних бульбочок $630,6 \pm 136,0$ мг/рослину та активних відповідно $554,7 \pm 119,6$ мг/рослину формувалась на варіантах досліду, де проводили бактеризацію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2,0 л/т) та позакореневе підживлення у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на $296,8$ - $271,4$ мг/рослину більше абсолютного контролю.

Величина біологічної азотфіксації в першу чергу залежить від концентрації леггемоглобіну у корневих бульбочках. Чим більша маса активних бульбочок, і відповідно більший вміст у них леггемоглобіну, тим інтенсивніше засвоюється азот з повітря. В той час, як загальна маса бульбочок враховується лише для характеристики ступеню активності симбіотичного апарату [313].

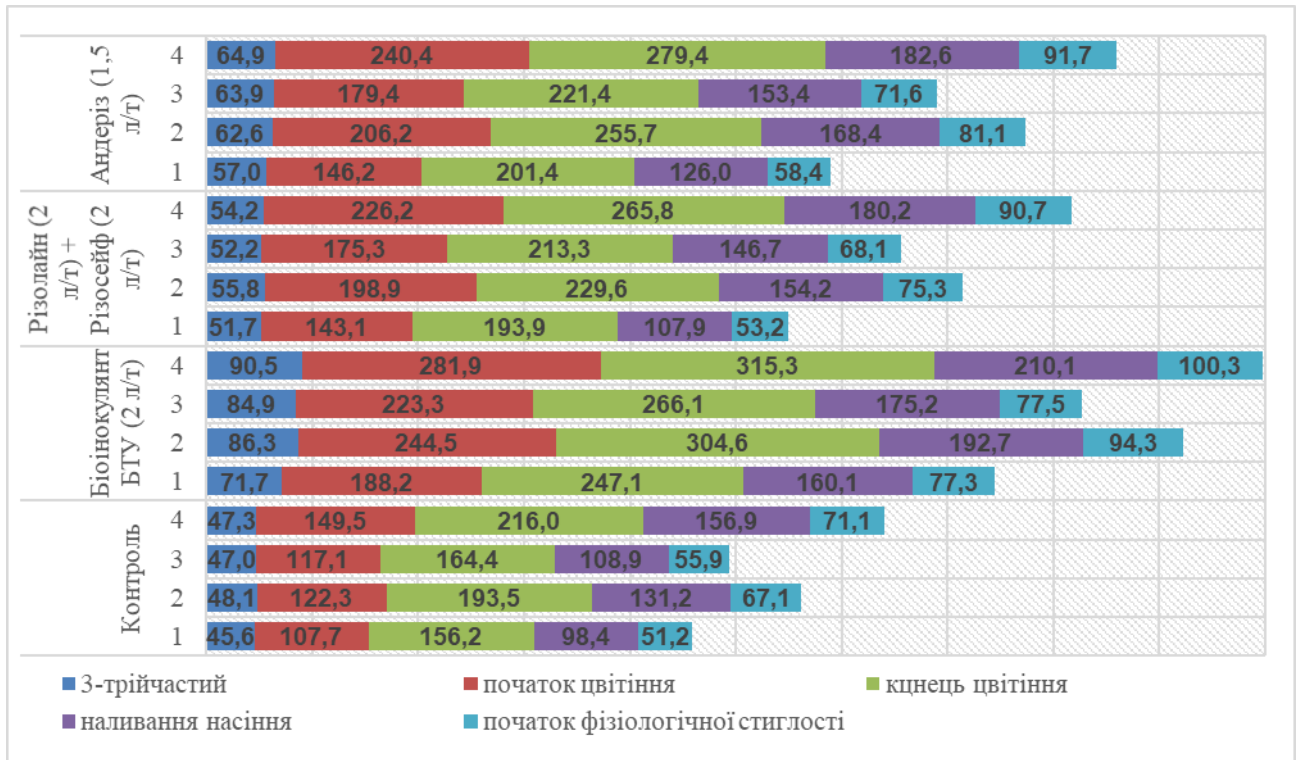
Таким чином при проведенні обрахунків симбіотичної продуктивності одним із важливих завдань є розрахунок кількості накопичення сирової маси бульбочок на одиниці площі та період їх активної роботи, під час якої вони спроможні фіксувати атмосферний азот.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що накопичення сирової маси бульбочок посівами сої на одиниці площі впродовж періоду вегетації проходить нерівномірно і має синусоїдний характер, а саме зростає від фази третього трійчастого листка до фази кінця цвітіння, після чого відбувається її зниження. Дана тенденція спостерігалася як при формуванні загальної маси бульбочок, так і маси активних бульбочок. Встановлено, що у середньому за п'ять років проведення досліджень найвища маса сирих та активних бульбочок формувалася у фазі кінець цвітіння.

Так, на контрольному варіанті загальна маса сирих бульбочок становила $156,2$ кг/га, а активних $141,7$ кг/га. Встановлено, що інокуляція насіння та

позакореневі підживлення по різному впливали на інтенсивність формування маси бульбочок в процесі вегетації сої (рис. 3.6, 3.7).

Інокуляція насіння досліджуваними препаратами досить суттєво підвищувала сиру масу бульбочок на одиницю площі, і вона становила 193,9 кг/га, в тому числі активних 158,7 кг/га при використанні Біоінокулянта БТУ (2 л/т), що відповідно більше контролю на 37,7 і 17,0 кг/га.

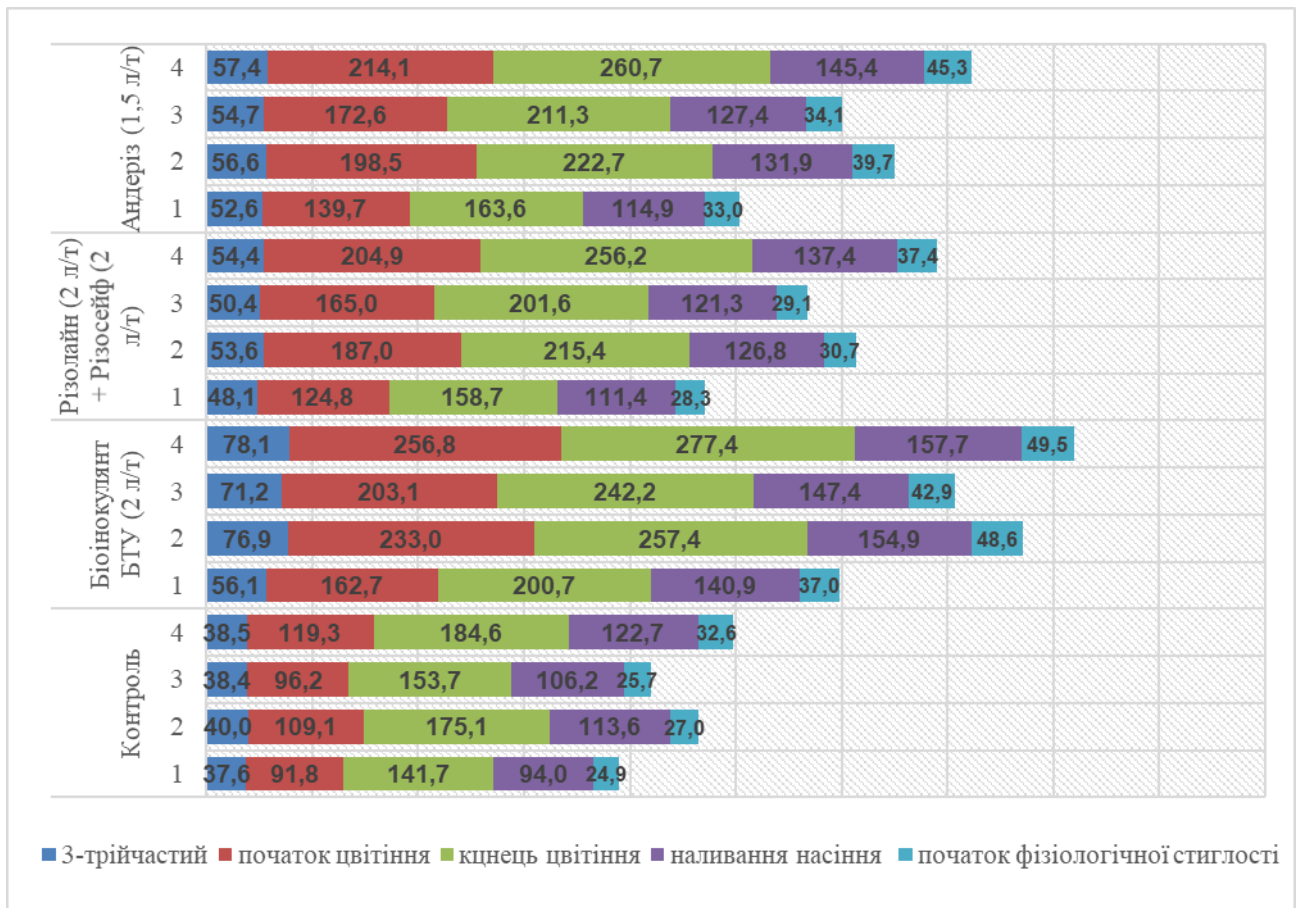


Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Рис. 3.6 Динаміка накопичення сирі маси загальної кількості бульбочок в онтогенезі сої залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, (у середньому за 2017- 2021 рр.), кг/га

На варіантах де використовували інокулянт Андерізі (1,5 л/т) загальна маса бульбочок становила 201,4 кг/га а активних 163,6 кг/га, що відповідно на 45,2 і 21,9 кг/га більше контрольного варіанта. Використання для передпосівної обробки насіння препарату Біоінокулянт БТУ забезпечило інтенсивніше формування маси бульбочок, за цих умов прибавка загальної маси бульбочок становила 90,9 кг/га (247,1 кг/га проти 156,2 кг/га), а активних – 59,0 кг/га (200,7 кг/га проти 141,7 кг/га).

Поряд із обробкою насіння позитивний вплив на накопичення сирої маси бульбочок мали позакореневі підживлення. При цьому, максимальний ефект забезпечило використання, у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації, органічно-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га). За таких умов вирощування приріст маси бульбочок становив від 27,5 % до 38,7 % залежно від передпосівної обробки насіння.



Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Рис. 3.7 Динаміка накопичення сирої маси кількості активних бульбочок в онтогенезі сої залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, (у середньому за 2017- 2021 рр.), кг/га

Крім маси кореневих бульбочок із леггемоглобіном кількість симбіотично фіксованого азоту залежить від тривалості їх функціонування, тобто проміжку часу від появи леггемоглобіну в бульбочках до переходу його в холеглобін. Показник активного симбіотичного потенціалу АСП об'єднує ці два критерії азотфіксації [270].

АСП за вегетаційний період визначають сумою показників АСП за окремі періоди. Аналогічно розраховують загальний симбіотичний потенціал ЗСП, який враховує масу всіх бульбочок. Цей показник має більш теоретичне значення і визначається у випадках, коли необхідно показати вплив окремих факторів середовища на активність симбіозу, оскільки вони більше позначаються на масі бульбочок з леггемоглобіном, ніж на їх загальній масі [271].

Таблиця 3.12

Динаміка формування загального симбіотичного потенціалу сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, (у середньому за 2017-2021 рр.), тис. кг діб/ га

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку					За весь період тривалості симбіозу
		3-й трій-частий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіо-логічна стиглість	
Без обробки	1	1,069	2,320	4,013	3,244	0,828	11,474
	2	1,126	2,636	4,966	4,299	1,085	14,113
	3	1,100	2,526	4,222	3,610	0,906	12,364
	4	1,108	3,222	5,544	5,140	1,150	16,164
Біо-інокулянт БТУ	1	1,676	4,057	6,362	5,248	1,248	18,592
	2	2,019	5,289	7,833	6,316	1,524	22,980
	3	1,986	4,813	6,844	5,743	1,253	20,641
	4	2,116	6,074	8,115	6,886	1,620	24,811
Різолайн + Різосейв	1	1,210	3,086	4,986	3,798	0,860	13,940
	2	1,320	4,288	5,908	5,055	1,216	17,787
	3	1,233	3,778	5,500	4,805	1,100	16,417
	4	1,347	4,876	6,926	5,910	1,467	20,526
Андерізі	1	1,334	3,171	5,175	4,130	0,944	14,753
	2	1,464	4,476	6,582	5,520	1,311	19,353
	3	1,493	3,885	5,740	5,029	1,156	17,303
	4	1,519	5,200	7,209	5,986	1,482	21,395
		23,6	27,7	20,1	20,3	20,3	21,6
Sx%		6,0	6,9	5,0	5,2	5,1	5,4

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

На основі отриманих результатів виявлено, що відсоток АСП у ЗСП до періоду кінець цвітіння-повний налив насіння, у розрізі варіантів досліду, коливався у межах від 83 % до 97 %, а у подальшому дане співвідношення знижувалося до 41 – 57 %, що пояснюється погіршенням умов азотфіксації.

За результатами проведених нами досліджень та обрахунків встановлено, що найвищий показник як загального – 4,013 – 8,111 тис. кг-діб/га так і активного симбіотичного потенціалу, відповідно, 3,702 – 7,258 тис. кг-діб/га формувались у фазі кінця цвітіння.

Таблиця 3.13

Динаміка формування активного симбіотичного потенціалу сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, (у середньому за 2017-2021 рр.), тис. кг діб/га

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку					За весь період тривалості симбіозу
		3-й трій-частий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіо-логічна стиглість	
Без обробки	1	0,876	1,998	3,702	3,134	0,405	10,116
	2	0,933	2,375	4,572	3,786	0,440	12,106
	3	0,894	2,094	4,015	3,522	0,418	10,943
	4	0,896	2,597	4,820	4,090	0,530	12,933
Біо-інокулян т БТУ	1	1,305	3,542	5,253	4,699	0,601	15,401
	2	1,789	5,072	6,733	5,166	0,790	19,550
	3	1,655	4,421	6,335	4,917	0,698	18,026
	4	1,818	5,590	7,258	5,260	0,804	20,730
Різолайн + Різосейв	1	1,120	2,717	4,149	3,644	0,460	12,091
	2	1,248	4,071	5,636	4,230	0,499	15,684
	3	1,175	3,594	5,271	4,046	0,473	14,558
	4	1,264	4,461	6,709	4,587	0,607	17,628
Андеріз	1	1,223	3,041	4,276	3,833	0,537	12,910
	2	1,317	4,321	5,828	4,400	0,645	16,511
	3	1,271	3,756	5,532	4,251	0,554	15,364
	4	1,337	4,661	6,820	4,850	0,736	18,404
		23,5	29,9	20,6	14,3	22,5	20,8
<i>Sx%</i>		5,9	7,5	5,1	3,6	5,6	5,0

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Виявлено, що на формування рівня симбіотичного потенціалу рослин сої суттєвий вплив мала передпосівна обробка насіння інокулянтами, яка забезпечила більш активне заселення коренів рослин сої симбіотичними бактеріями, активізацію процесу утворення симбіозу, що в свою чергу сприяло зростанню величини біологічної фіксації азоту мікроорганізмами.

Таким чином, за весь період тривалості симбіозу обробка насіння препаратами Різолан (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) забезпечила зростання показників ЗСП та АСП, відповідно, на 2,466-3,280 тис. кг діб /га та 1,975-2,794 тис. кг діб /га порівняно із контролем без інокуляції. Передпосівна обробка насіння інокулянтом Біоінокулянт БТУ (2 л/га) виявилась більш продуктивною. При цьому зростання рівня загального симбіотичного потенціалу порівняно із контрольним варіантом становила 7,118 тис. кг·діб/га, а активного 5,285 тис. кг·діб/га, що суттєво більше. Тобто встановлено вплив організованих факторів на формування максимальних показників роботи симбіотичного апарату у рослин сої.

Отримані нами результати показали, що одним із шляхів мобілізації внутрішніх резервів азотфіксаторів для досягнення максимальної інтенсифікації процесу біологічної фіксації азоту, крім інокуляції насіння, є позакореневі підживлення, які покращують фізіологічну активність бульбочкових бактерій, поліпшують фізіолого-біохімічні процеси які відбуваються під час зв'язування інертних молекул азоту та їх перетворення в доступні рослинам сполуки, внаслідок чого зростає величина активного симбіотичного потенціалу.

Позакореневі підживлення біологічним препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) забезпечили підвищення ЗСП і АСП, залежно від передпосівної інокуляції насіння, на 2,639-4,599 тис. кг діб /га і 1,990-4,149 тис. кг діб /га, відповідно. Дещо менша ефективність відмічена при використанні для позакореневого підживлення комплексного добрива на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га), при цьому підвищення ЗСП і АСП порівняно до контролю становило 0,890-2,550 тис. кг діб /га і 0,827-2,625 тис. кг діб /га, залежно від варіантів передпосівної обробки насіння. Проведення

позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) підвищувало дані показники відповідно на 4,691-6,642 тис. кг діб /га і 2,817-5,537 тис. кг діб /га.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах найкращі умови для формування максимально можливого показника загального 24,811 тис. кг·діб/га і активного симбіотичного потенціалу 20,730 тис. кг·діб/га рослин сої, за весь період тривалості симбіозу, формувались за умов поєднання передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

Фіксація азоту — це основна функція сформованої симбіотичної системи. Тому за інтенсивністю цього показника визначають ефективність (активність) бульбочкових бактерій. Фіксація азоту починається тоді, коли у бульбочках ризобії переходять у стан бактероїдів, у яких інтенсивно синтезується нітрогеназа, її вміст може досягати до 30 % від загального вмісту білків. Разом із рослиною також виконуються такі функції, як захист нітрогенази від кисню, забезпечення енергетичних потреб і асиміляція продуктів азотфіксації. Фіксований азот асимілюється у формі амонію, який включається у метаболізм рослинної клітини (первинна асиміляція), потім утворюються транспортні форми фіксованого азоту (наприклад, глутамін, аспарагін, алантоїн), які надходять із бульбочок до провідної системи кореня рослини. Далі відбувається перерозподіл фіксованого азоту поміж різними органами рослин [224].

Детальне вивчення біологічної фіксації атмосферного азоту бобовими рослинами, у тому числі і соєю, при різних умовах вирощування, вплив їх на азотний баланс ґрунту і підвищення коефіцієнта використання біологічного азоту в землеробстві є однією з головних проблем, спрямованих на підвищення інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. У вирішенні цієї проблеми важливе значення має методичний підхід до кількісного обліку розмірів фіксації і накопичення азоту різними бобовими культурами за рахунок ґрунту і повітря.

У сучасній науці існує декілька методів визначення рівня біологічної фіксації атмосферного азоту, а саме: метод мічених атомів, метод балансу, метод порівняння бобових з не бобовими рослинами, метод порівняння з не інокульованою культурою, метод розрахунку за коефіцієнтами, метод інокуляції рослин, метод з використанням ізотопу, ацетиленовий метод, розрахунок фіксованого азоту за активним симбіотичним потенціалом та питомою активністю симбіозу; позитивний та негативний баланс азоту ґрунту; прогнозування та контроль забезпечення рослин симбіотично фіксованим азотом повітря [271].

У наших дослідженнях для визначення кількості біологічно фіксованого азоту ми використовували методом розрахунку по величині активного симбіотичного потенціалу та питомої активності симбіозу. На підставі цих показників ми розраховували і кількість біологічно фіксованого азоту за відповідний період.

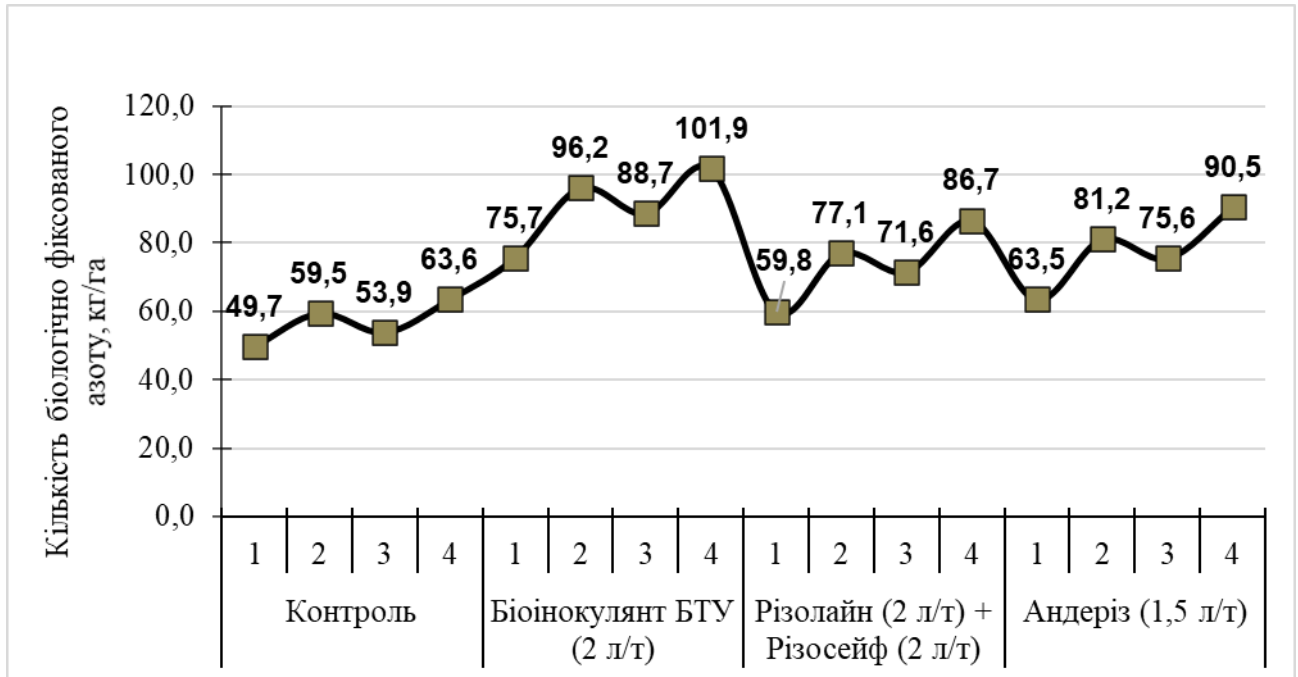
Виходячи із результатів нашого дослідження встановлено, що у середньому за 2017-2021 рр. кількість біологічно фіксованого азоту була найменшою на контрольному варіанті без інокуляції насіння та позакореневих підживлень і становила 49,7 кг/га.

Проведення передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) забезпечило підвищення показників накопичення біологічно фіксованого азоту на 26 кг/га, обробка препаратами Різолан (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) – на 10,1 кг/га, а використання інокулянта Андеріс (1,5 л/т) збільшувало даний показник, відповідно, на 13,8 кг/га порівняно з варіантами без обробки.

Проведення позакореневого підживлення рослин сприяло підвищенню продуктивності фотосинтезу, а як наслідок кращому забезпеченню рослин і бульбочок вуглеводами, які використовувались під час біологічної фіксації азоту, таким чином зростала величина симбіотичного потенціалу, що суттєво впливало на продуктивність азотфіксації.

За результатами проведених досліджень встановлено, що проведення двох позакореневих підживлень у фази 3-го трійчастого листка та бутонізації

біологічним препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) підвищують фіксацію азоту на 9,8-20,4 кг/га (59,5-96,5 кг/га) залежно від інокуляції насіння. При використанні для позакореневого підживлення комплексного добрива на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) рівень фіксації азоту становив 53,9-88,7 кг/га, що на 4,1-12,9 кг/га більше контролю.



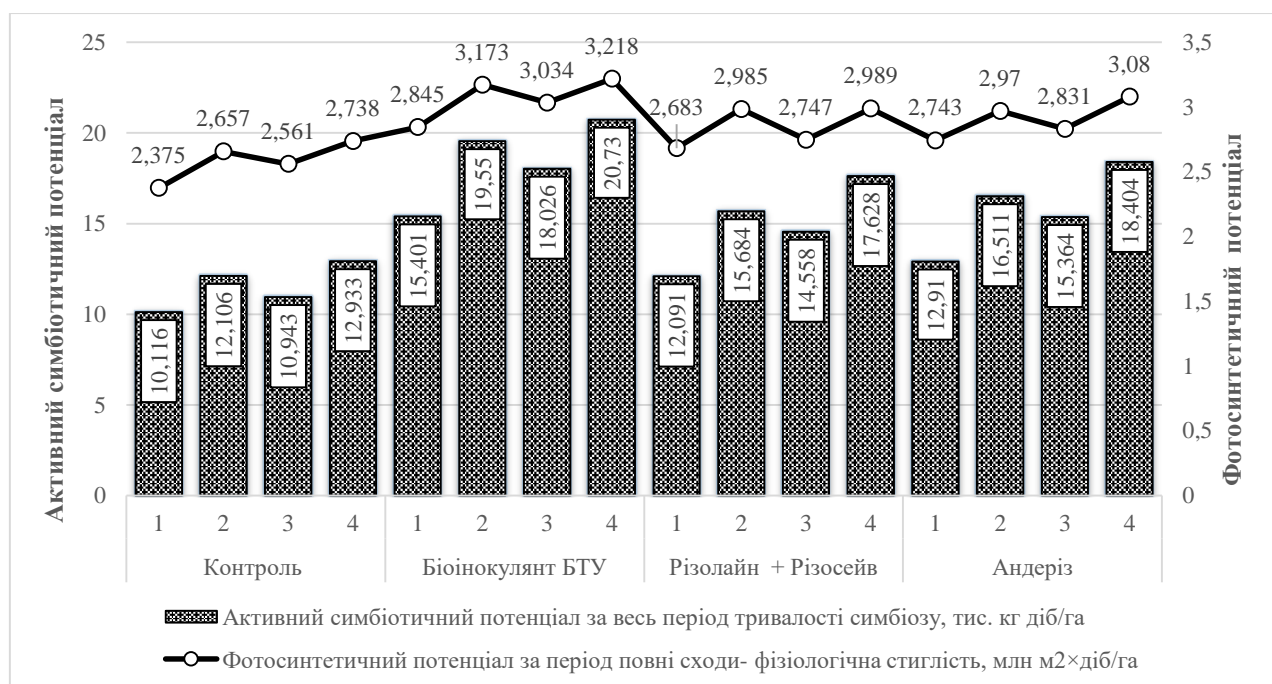
Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Рис. 3.8 Кількість біологічно фіксованого азоту залежно від обробки насіння та позакорневих підживлень, у середньому за 2017- 2021 рр., кг/га

Найбільш інтенсивно фіксація біологічного азоту з повітря відбувалась на варіантах, де проводили позакореневе підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), на даних варіантах, залежно від передпосівної обробки насіння, кількість біологічно фіксованого азоту становила 63,6-101,9 кг/га, що на 13,8-26,2 кг/га більше контролю.

Таким чином, за результатами проведених нами досліджень виявлено, що найвищу кількість біологічного азоту атмосфери 101,9 кг/га рослини сої фіксували на варіантах дослідження за проведення позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) на фоні проведення інокуляції насіння препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га).

Слід відмітити, що поряд із впливом на біологічну азотфіксацію досліджуваних чинників величина накопичення у ґрунті симбіотичного азоту безпосередньо залежала від гідротермічних умов років проведення досліджень. Так, гідротермічні умови 2020 року були найбільш складними для формування симбіотичного апарату. 2018 рік був найбільш сприятливим для максимальної реалізації симбіотичного потенціалу, слід відзначити, що в умовах цього року спостерігалась найбільша величина біологічного фіксованого азоту.



Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Рис. 3.9 Залежність між активним симбіотичним потенціалом та фотосинтетичним потенціалом посівів сої, у середньому за 2017- 2021 рр.

Характер наростання показників ФСП у посівах сої подібний до характеру наростання показників АСП, що засвідчує взаємодію про взаємозалежність та взаємообумовленість цих двох фізіологічних процесів для культури сої.

На основі результатів проведеного кореляційно-регресійного аналізу було достовірно визначено залежність рівня накопичення біологічного азоту рослинами сої від кількості опадів за вегетаційний період. Дана залежність описується наступними рівняннями регресії:

$$Y = -29,9657 + 0,3264 * X \quad (3.4)$$

де: Y – Кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га; X – кількість опадів за вегетаційний період, мм.

При цьому коефіцієнт кореляції становив $r = 0,729$, для а скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2 = 0,531$.

Таким чином, важливими технологічними прийомами, створення найбільш сприятливих умов для формування та життєдіяльності бульбочкових бактерій, підвищення рівня симбіотичної азотфіксації і зростання частки біологічно фіксованого азоту при вирощуванні сої є бактеризація насіння інокулянтом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) в комплексі з позакореневими підживленнями органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

3.6 Вплив системи живлення на індивідуальну продуктивність рослин сої

Формування високопродуктивних посівів сої у значній мірі залежить від рівня реалізації генетичного потенціалу вирощуваного сорту. До найбільш негативних біологічних властивостей сої відносяться висока редукція елементів продуктивності, а саме опадання бутонів, квітів та бобів. Причинами значних втрат рослиною плодоелементів є ряд факторів, таких як біологічні особливості цвітіння і запилення культури, негативна дія шкочинних об'єктів, незбалансованість системи мінерального живлення та вплив умов вирощування.

Тому, дослідження особливостей формування високопродуктивних посівів сої залежно від біологізації системи живлення є досить актуальним та дає можливість пошуку шляхів активізації процесу максимальної реалізації генетичного потенціалу та підвищення стійкості рослини, як біологічного об'єкту, до впливу несприятливих умов навколишнього середовища.

Для більш об'єктивної оцінки впливу факторів, які досліджувались, на реалізацію потенціалу продуктивності сої ми користувались показником рівня індивідуальної продуктивності рослин. Важливість даного показника,

визначається тим, що за його допомогою можна розрахувати біологічну врожайність посівів, що є важливим елементом програмування урожаю сільськогосподарських культур. Аналізуючи цей показник можна зробити висновки про вплив зовнішніх факторів на продукційний процес рослин і побудувати математичні моделі, які будуть описувати залежність формування плодоеlementів від дії спектру регульованих і нерегульованих факторів зовнішнього середовища.

Індивідуальна продуктивність рослин залежить від забезпечення їх факторами життя, що в кінцевому результаті виражається зміною основних елементів структури урожаю – кількістю бобів на одній рослині, кількістю насінин в бобі, масою насіння з однієї рослини та масою 1000 шт. насінин. Між елементами структури урожаю існує тісний зв'язок. Збільшення одного із показників не завжди дає прибавку урожаю. Лише оптимальне співвідношення компонентів структури урожаю на фоні раціонального співвідношення агротехнічних і гідротермічних умов забезпечує високої продуктивності рослин сої. Сорти інтенсивного типу більш вимогливі до умов живлення і тільки при повному та збалансованому забезпеченні поживними речовинами можуть формувати високу врожайність насіння.

За результатами проведених нами досліджень встановлено, що крім гідротермічних умов, проведення інокуляції насіння та позакореневих підживлень мало безпосередній вплив на формування основних елементів структури урожаю сої, а саме, кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у бобі, кількість насінин із рослини, маса насіння із однієї рослини та величину маси 1000 насінин (Табл. 3.14).

Як відомо кількість бобів на рослині безпосередньо залежить від навколишніх умов місця вирощування. Фізіологічно у пазусі листка рослини сої формується від трьох до 35 квіток, але через високий показник абортивності (35-80 %), яка пов'язана зі стресовими факторами та індивідуальним розвитком рослин, формується до 12 бобів, а у верхівковій китиці до 30.

Таблиця 3.14

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, (у середньому за 2017-2021 рр.), М±m

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Кількість, шт		Маса, г	
		бобів на одній рослині	насінин на одній рослині	насіння з однієї рослини	1000 насінин
Без обробки	Без підживлення (К)	14,2±2,8	35,8±5,1	5,13±1,0	142,5±9,5
	Біокомплекс БТУ	18,4±3,7	40,4±6,1	5,93±1,2	146,0±8,7
	Гуміфренд	17,6±3,5	38,8±6,0	5,61±1,1	143,7±8,7
	Хелпрост соя	21,9±4,1	43,4±6,2	6,43±1,2	147,6±7,8
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	22,2±4,4	43,8±6,8	6,58±1,4	149,2±9,2
	Біокомплекс БТУ	25,2±5,2	48,7±7,6	7,59±1,5	154,8±9,4
	Гуміфренд	24,0±5,0	47,3±7,5	7,27±1,5	152,9±9,9
	Хелпрост соя	28,8±5,6	51,7±7,4	8,19±1,6	157,5±9,1
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	19,8±4,0	41,5±6,5	6,08±1,2	145,6±8,9
	Біокомплекс БТУ	23,5±4,7	46,1±6,7	6,94±1,4	149,5±9,4
	Гуміфренд	21,9±4,6	45,6±7,4	6,78±1,4	147,8±8,9
	Хелпрост соя	25,3±5,1	49,1±7,3	7,47±1,5	151,3±9,4
Андеріз	Без підживлення (К)	20,4±4,0	42,7±6,5	6,34±1,2	147,6±9,0
	Біокомплекс БТУ	23,5±4,7	48,0±7,1	7,26±1,4	150,3±8,9
	Гуміфренд	22,3±4,6	46,8±7,4	7,03±1,5	149,2±9,0
	Хелпрост соя	25,8±5,2	49,5±7,2	7,73±1,5	155,2±8,9

У середньому за роки проведення досліджень найвища кількість бобів на 1 рослині $28,8 \pm 5,6$ шт. була отримана на варіанті досліду де проводили обробку насіння перед сівбою препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневим підживленням органомінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на 14,6 шт. більше абсолютного контролю. Варто відмітити, що інокуляція насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяла зростанню кількості бобів на 8,0 шт., а препаратами Різолайн (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) – на 5,6 – 6,2 шт. відповідно.

Крім інокуляції насіння на формування кількості бобів на рослині позитивний вплив мало і позакореневе підживлення. Так, використання біологічного препарату Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) підвищувало кількість бобів на 3,1 – 4,3 шт./рослину, позакореневе підживлення комплексним

добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) сприяло зростанню кількості бобів порівняно до контролю на 1,9 – 3,4 шт./рослину, проте найвищу прибавку 5,5 – 7,7 шт./рослину залежно від інокуляції насіння забезпечило використання органо-мінерального добрива Хелпрост соя (2,5 л/га).

Досить важливими показниками індивідуальної продуктивності рослин зернобобових культур, у тому числі і сої, є кількість та маса насіння із рослини. У середньому за 2017-2021 рр. було виявлено, що досліджувані фактори впливали на кількість насіння з однієї рослини, як окремо так і за їх поєднання.

Встановлено, що на ділянках контрольного варіанту кількість насінин з однієї рослини становила $35,8 \pm 5,1$ шт./рослину, проведення інокуляції насіння сої препаратами Біоінокулянт БТУ (2 л/т), Різолан (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) забезпечило збільшення кількості насіння з однієї рослини відповідно на 8,0 шт./рослину, 5,7 шт./рослину та 6,9 шт./рослину. Встановлено, що проведення подвійного позакореневого підживлення у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації препаратами Біокомплекс БТУ (1,0 л/га), Гуміфренд (1,0 л/га) та Хелпрост соя (2,5 л/га) теж виявилось досить ефективним технологічним прийомом, збільшення кількості зерен з однієї рослини становило, відповідно, 4,6-5,3 шт./рослину, 3,0-4,1 шт./рослину, 6,8-7,9 шт./рослину, залежно від інокуляції насіння.

Найкращий ефект спостерігався за сумісного застосування інокуляції Біоінокулянтом БТУ (2 л/т) та позакореневого підживлення Хелпрост соя (2,5 л/га), кількість насінин на даних варіантах знаходилась на рівні $51,7 \pm 7,4$ шт./рослину, що на 15,9 шт./рослину більше абсолютного контролю.

Одним із важливих показників індивідуальної продуктивності рослин сої є маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин. Ці показники, як і інші елементи продуктивності сої, в значній мірі піддавалися впливу факторів, що вивчалися.

Маса насіння з однієї рослини варіювала залежно від проведення інокуляції та позакореневих підживлень в межах від $5,13 \pm 1,0$ до $8,19 \pm 1,6$ г. Найвищу у досліді масу насіння з однієї рослини $8,19 \pm 1,6$ г забезпечило поєднання позакореневих підживлень у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) та інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т), прибавка до контролю при цьому становила відповідно 3,06 г.

Слід відмітити, що передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення мали різний вплив на зростання маси зерен з однієї рослини. Так, використання інокулянтів Біоінокулянт БТУ (2 л/т), Різолан (2 л/т)+Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) забезпечило збільшення маси насіння з однієї рослини відповідно на 1,45 г, 0,95 г та 1,21 г. А проведення позакореневого підживлення у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації препаратами Біокомплекс БТУ (1,0 л/га), Гуміфренд (1,0 л/га) та Хелпрост соя (2,5 л/га) підвищували масу зерен з рослини, відповідно, на 0,80-1,01 г., 0,48-0,70 г. та 1,30-1,61 г.

Загальновідомо, що маса 1000 насінин сої є сортовою ознакою та може коливатися від 130 до 230 г, проте в залежності від технології вирощування цей показник може варіювати у межах від 20 до 30 %, або в межах норми реакції. За результатами багаточисельних досліджень було встановлено, що варіація розміру насінин є наслідком сприятливості умов навколишнього середовища у період наливу зерна та від якої безпосередньо залежить рівень урожайності [192, 394].

Маса 1000 насінин у певній мірі залежала від кількості бобів та зерен на одній рослині, більшою вона була на варіантах з передпосівною інокуляцією та позакореневими підживленнями і коливалася у межах $143,7 \pm 8,7$ - $157,5 \pm 9,1$ г, в той час як на контрольному варіанті даний показник становив – 142,5 г. Зростання маси 1000 насінин у розрізі варіантів досліді було аналогічним іншим показникам індивідуальної продуктивності. Максимальне значення маси 1000 насінин $157,5 \pm 9,1$ г. формувалось на варіанті, де проводили інокуляцію

насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневе підживлення у фазі 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), прибавка до контролю при цьому становила 15,0 г (10,5 %).

Таким чином, на основі проведених п'ятирічних досліджень встановлено, що максимальна реалізація генетичного потенціалу, а як наслідок і показників індивідуальної продуктивності рослин сої створюється за умови проведення передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазі 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

3.7 Комплексний вплив факторів інтенсифікації на урожайність насіння сої

Урожайність насіння сої є основним результативним показником агрономічного дослідження. Як відомо, урожай – це функція сукупних дій ряду факторів, випадання хоча б одного з них може привести до мінімізації дії всіх інших [161]. Він є наслідком всебічного впливу на хід продукційного процесу, зокрема гідротермічних факторів, строку і способу сівби, інокуляції, добрив, пестицидів та інших агротехнічних прийомів. Взаємозв'язок між основними групами факторів й визначає рівень врожайності цієї культури [228].

Урожайність насіння сої – це надзвичайно багатогранна і складна властивість, лише близько 25 % якої зумовлюється сортовим генотипом.

Рівень урожайності та якість сільськогосподарської продукції – це головні показники, за якими виявляється доцільність застосування тих чи інших агротехнічних заходів [165].

Проведені нами дослідження в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах свідчать про те, що величина урожайності насіння сої у значній мірі залежала від гідротермічних умов років досліджень та факторів, що досліджувалися, а саме передпосівної інокуляції насіння та

позакореневих підживлень. Так, у середньому за 2017 – 2021 рр. урожайність насіння коливалась у межах від 2,47 до 3,31 т/га (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Урожайність насіння сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення, т/га

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Роки досліджень					Середнє за 2017-2021 рр.
		2017	2018	2019	2020	2021	
Без обробки	Без підживлення (К)	2,12	3,01	2,60	1,83	2,78	2,47
	Біокомплекс БТУ	2,27	3,34	2,89	2,03	3,16	2,74
	Гуміфренд	2,20	3,28	2,78	1,98	3,07	2,66
	Хелпрост соя	2,31	3,42	2,90	2,16	3,23	2,80
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	2,42	3,51	3,07	2,01	3,05	2,81
	Біокомплекс БТУ	2,73	3,95	3,46	2,28	3,54	3,19
	Гуміфренд	2,64	3,82	3,32	2,16	3,43	3,07
	Хелпрост соя	2,84	4,11	3,55	2,42	3,61	3,31
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	2,26	3,32	2,87	1,93	3,01	2,68
	Біокомплекс БТУ	2,50	3,69	3,19	2,19	3,26	2,97
	Гуміфренд	2,32	3,47	3,08	2,03	3,13	2,81
	Хелпрост соя	2,63	3,86	3,24	2,26	3,34	3,07
Андерізі	Без підживлення (К)	2,32	3,31	2,86	1,95	3,05	2,70
	Біокомплекс БТУ	2,61	3,79	3,26	2,22	3,34	3,04
	Гуміфренд	2,56	3,68	3,20	2,07	3,21	2,94
	Хелпрост соя	2,70	3,92	3,39	2,32	3,49	3,16
<i>Середнє по варіантах</i>		<i>2,46</i>	<i>3,59</i>	<i>3,10</i>	<i>2,12</i>	<i>3,23</i>	<i>2,90</i>
НІР _{0,5, т/га}	<i>по фактору А</i>	<i>0,055</i>	<i>0,073</i>	<i>0,086</i>	<i>0,064</i>	<i>0,076</i>	-
	<i>по фактору В</i>	<i>0,055</i>	<i>0,073</i>	<i>0,086</i>	<i>0,064</i>	<i>0,076</i>	-
	<i>взаємодія АВ</i>	<i>0,110</i>	<i>0,147</i>	<i>0,172</i>	<i>0,128</i>	<i>0,153</i>	-

Максимальна урожайність насіння сої 3,31 т/га формувалася на варіантах, де перед сівбою насіння сої обробляли інокулянтом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та проводили два позакореневі підживлення добривами у фазі 3- го трійчастого листка та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що на 0,84 т/га (34,0 %) більше порівняно з контролем без передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень.

Серед досліджуваних інокулянтів, найбільш ефективним виявилось використання препарату Біоінокулянт БТУ (2 л/т). При цьому урожайність насіння сої становила 2,81 т/га, що на 0,34 т/га (13,7 %) більше порівняно з варіантом без передпосівної обробки насіння. На варіантах де використовували інокулянти Різолан (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) урожайність насіння становила, відповідно, 2,68 т/га і 2,70 т/га, що на 0,21 т/га (7,6 %) і 0,23 т/га (9,3 %) більше контролю без інокуляції.

Поряд із суттєвим зростанням продуктивності сої залежно від передпосівної обробки насіння позитивний вплив на формування даного показника мало позакореневе підживлення, що проводилось у фази 3 – й трійчастий листок та бутонізації. Позакореневе підживлення препаратом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) забезпечило прибавку урожайності насіння до контролю 0,27-0,38 т/га (10,9-13,5 %), на варіантах з використанням Гуміфренду (1,0 л/га) та Хелпрост соя (2,5 л/га) прибавки становили, відповідно, 0,19-0,26 т/га (7,7-9,3 %) і 0,33-0,50 т/га (13,4-17,8 %).

За результатами проведеного дисперсійного аналізу отриманих даних встановлено, що величина формування приросту урожайності насіння сої на 40,8 % залежала від інокуляції насіння, та на 42,8 % від позакорневих підживлень, взаємодія факторів становила 2,7 %, а інші невраховані фактори становили 13,7 %. (рис. 3.10).

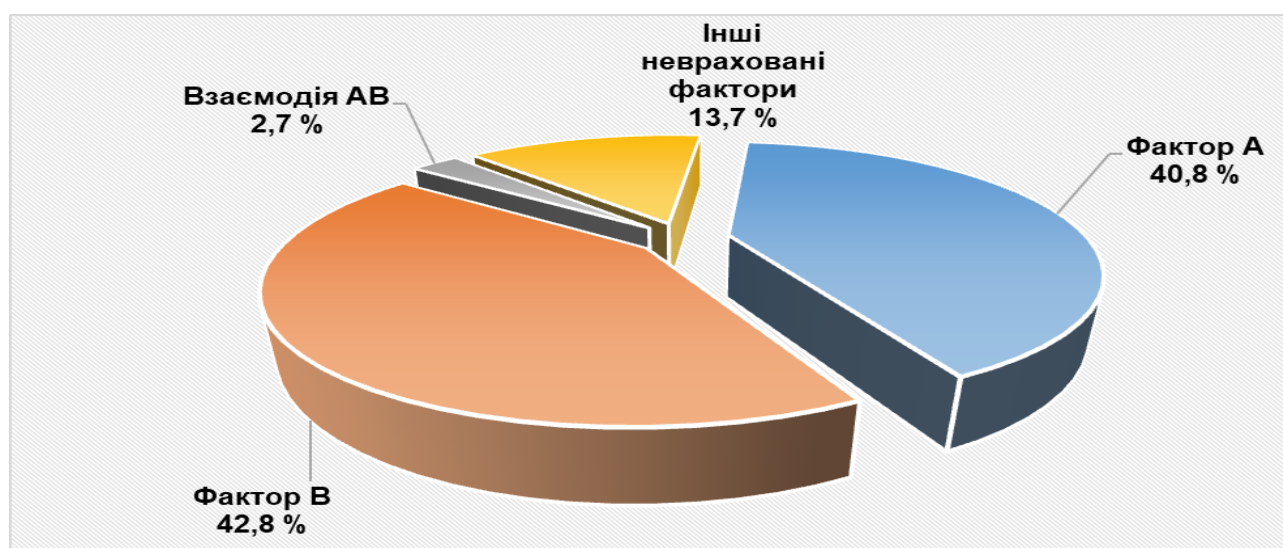


Рис. 3.10 Частка впливу досліджуваних чинників у формуванні приросту урожайності насіння сої, (у середньому за 2017 – 2021 рр.), %.

На основі результатів проведеного кореляційно-регресійного аналізу було достовірно визначено залежність урожайності насіння сої від показників фотосинтетичної продуктивності (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Регресійні залежності між урожайністю насіння сої та фотосинтетичною продуктивністю посівів, у загальній сукупності даних за 2017 – 2021 рр.

Урожайність насіння (Y), т/га	Рівняння регресії
	= $0,972$, $p < 0,001$)
	= $0,548$, $p < 0,001$)
	= $0,896$, $p < 0,001$)

Примітка: Значення параметрів X_0 – площа листкової поверхні, тис.м²/га; X_1 – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу; X_2 – фотосинтетичний потенціал, млн м² × діб/га; R – коефіцієнт кореляції; R^2 – скорегований коефіцієнт детермінації.

Таким чином, проаналізувавши результати розрахунків, які наведені у таблиці 3.16, можна зробити висновок, що між урожайністю насіння та площею листкової поверхні, чистою продуктивністю фотосинтезу та фотосинтетичним потенціалом існує позитивний зв'язок різної сили, про що свідчать високі коефіцієнти кореляції.

Крім того, нами було виявлено, що між рівнем урожайності насіння та виходом сухої речовини з одиниці площі існує сильний позитивний зв'язок. При цьому коефіцієнт кореляції становив $r = 0,877$, а детермінації $r^2 = 0,769$.

$$Y = 0,3156 + 0,5482 * X \quad (3.5)$$

де: Y – урожайність насіння, т/га; X – рівень нагромадження сухої речовини, т/га.

Поряд із показниками фотосинтетичної продуктивності на урожайність насіння сої досить суттєвий вплив мала і величина симбіотичної продуктивності. Так, у результаті кореляційно-регресійного аналізу було виявлено істотний вплив кількості накопичення біологічного азоту на

урожайність насіння. Залежність між урожайністю насіння та кількістю накопиченого у ґрунті біологічного азоту описується наступними рівняннями регресії (3.6):

$$Y = 1,2618 + 0,022 * X \quad (3.6)$$

де: Y – урожайність насіння, т/га; X – кількість накопиченого у ґрунті біологічного азоту, кг/га.

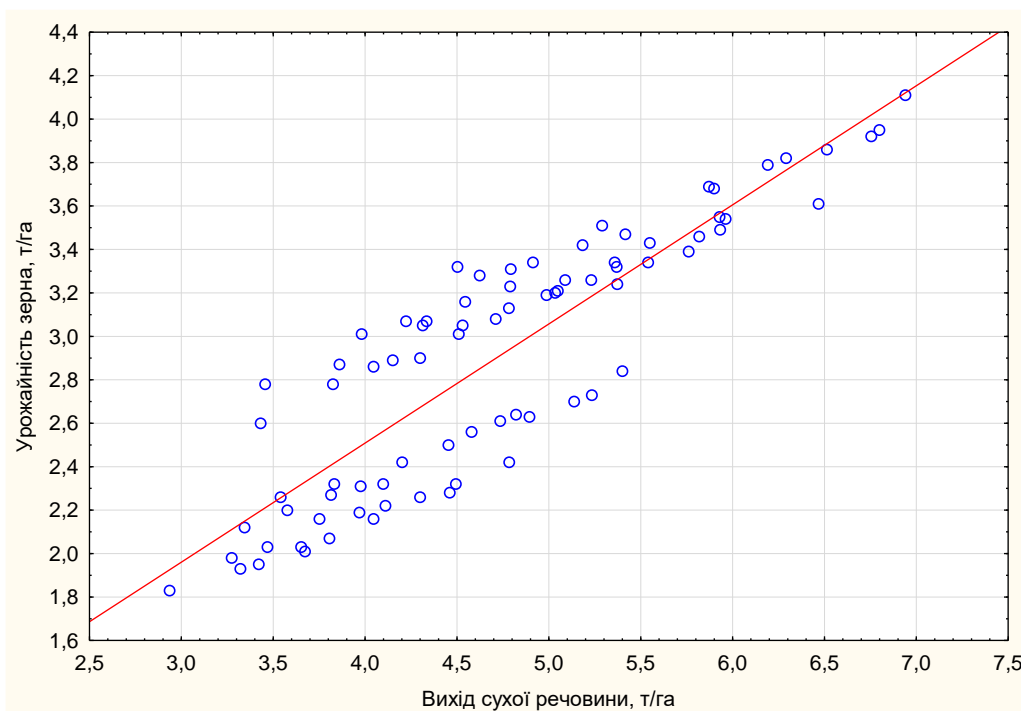


Рис. 3.11 Кореляційний зв'язок між виходом сухої речовини рослин сої та урожайністю насіння, (у середньому за 2017- 2021 рр.).

При цьому коефіцієнт кореляції становив $r = 0,938$, а скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2 = 0,879$.

На основі проведеного математичного аналізу встановлено, що між елементами індивідуальної продуктивності рослин сої та їх урожайністю існує позитивний зв'язок високої сили. Так, між величиною урожайності та кількістю бобів на одній рослині коефіцієнт кореляції становив $r = 0,935$, при цьому скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно, $r^2 = 875$, між величиною урожайності та масою насіння з рослини, відповідно, $r = 0,975$, $r^2 = 0,951$, поряд

із цим сильний кореляційний зв'язок був відмічений між урожайністю насіння та масою 1000 насінин сортів сої, і становив, відповідно, $r = 0,910$, $r^2 = 0,828$.

Таким чином, в умовах Лісостепу правобережного у середньому за роки досліджень, найбільш ефективними з варіантів оптимізації системи мінерального живлення визначено проведення інокуляції препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) і проведення двох позакореневих підживлень посіву рослин в основні періоди вегетації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). За такого поєднання, досліджуваних технологічних прийомів, окупність у зазначених варіантах приростом урожайності насіння сої відповідно складала 0,84 т/га, або 34,0 %. При цьому, від окремого використання Біоінокулянта БТУ (2 л/т) вона складала 0,34 т/га (13,7 %), а Хелпрост соя – 0,33 т/га (13,3 %).

3.8 Хімічний склад насіння сої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення

Не менш важливою причиною для всебічного дослідження процесів біологічної азотфіксації сої є те, що симбіотично зв'язаний азот слугує джерелом повноцінного білка. Бобові культури в симбіозі з бульбочковими бактеріями не тільки залучають у біологічний кругообіг велику кількість азоту атмосфери, але і перетворюють його в біологічні цінні білки. При цьому вміст білків на одиницю маси рослини у бобових в 2-3 рази вище, ніж у зернових культур. Отже, при вирощуванні бобових з одиниці площі отримують більше сирого протеїну, ніж при вирощуванні зернових [45].

Соевий білок добре збалансований за амінокислотним складом, містить велику частку незамінних поліненасичених жирних кислот в унікальному співвідношенні, що найбільш повно відповідає потребам організму людини [19].

Синтез білкових сполук як форм запасних поживних речовин є складним процесом низки послідовних перетворень глюкози як продукту фотосинтезу у

складні білкові сполуки, який вимагає покращення умов живлення рослин сої упродовж вегетації [156].

У результаті оптимізації системи живлення рослин процеси фотосинтезу у листках проходять більш інтенсивно, при цьому створюються кращі передумови для біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що у свою чергу є фундаментом для синтезу протеїну, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [27].

Також відомо, що від місця та часу формування насіння на рослині сої залежить і інтенсивність надходження до нього асимільованих речовин, що, в свою чергу, обумовлює його збереженість, визначає його посівні якості та урожайні властивості. За даними багатьох науковців, вміст сирого білка у зерні знаходиться в прямій, а олії – в оберненій залежності від висоти формування його на рослині. Так, найменше білка містилось в насінні нижнього ярусу, а вміст олії, навпаки, зменшувався від нижнього ярусу до верхнього [161].

Показники якості насіння сої залежать від гідротермічних умов року. Науковці стверджують, що кількість протеїну досягає максимуму за недостатнього зволоження та підвищеної температури повітря в період формування урожаю, а олії – за умови надлишку вологи та високої температури. У прохолодні роки з великою кількістю опадів спостерігається зменшення загального збору білка та олії [24].

У наших дослідженнях встановлено, що кількість протеїну змінювалася як за роками, так і за факторами, що вивчалися (табл. 3.17).

На контрольному варіанті досліді вміст протеїну в насінні сої становив 36,52 %. Тоді як передпосівна обробка насіння препаратом Різолан (2 л/т) із протектором Різосейв (2 л/т) сприяла зростанню вмісту сирого протеїну у зерні сої на 0,70 %, а використання Андерізу, відповідно на 0,91 %. Інокуляція насіння препаратом Біоінокулянт БТУ виявилась більш ефективною та забезпечила зростання даного показника на 1,93 %.

Таблиця 3.17

Вміст сирого протеїну в насінні сої та його вихід залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, (у середньому за 2017 – 2021 рр.).

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Вміст сирого протеїну, %	± до контролю	Вихід сирого протеїну, т/га	± до контролю
Без обробки	Без підживлення (К)	36,52	-	0,91	-
	Біокомплекс БТУ	37,37	0,85	1,07	0,16
	Гуміфренд	37,22	0,70	1,03	0,12
	Хелпрост соя	37,65	1,13	1,10	0,19
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	38,45	-	1,13	-
	Біокомплекс БТУ	39,48	1,03	1,31	0,19
	Гуміфренд	39,46	1,01	1,26	0,14
	Хелпрост соя	40,22	1,77	1,39	0,26
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	37,22	-	1,04	-
	Біокомплекс БТУ	38,12	0,90	1,18	0,14
	Гуміфренд	38,09	0,87	1,11	0,08
	Хелпрост соя	38,88	1,66	1,24	0,20
Андерізі	Без підживлення (К)	37,43	-	1,05	-
	Біокомплекс БТУ	38,39	0,96	1,22	0,16
	Гуміфренд	38,38	0,95	1,18	0,12
	Хелпрост соя	39,12	1,69	1,29	0,23
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		2,6	-	10,8	-
<i>Відносна похибка Sx%</i>		0,7	-	2,7	-

Створення оптимальних умов для проходження продукційного процесу сої за рахунок позакорневих підживлень препаратами різного складу сприяло не лише формуванню більшої урожайності насіння, але й суттєвому покращанню біохімічних показників, і як наслідок підвищення вмісту сирого протеїну та жиру.

Проведення позакореневого підживлення Біокомплексом БТУ (1,0 л/га), у фази 3-ій трійчастий листок та бутонізації, забезпечило підвищення вмісту сирого протеїну в зерні сої на 0,85-1,03 %, на варіантах із застосуванням Гуміфренду (1,0 л/га) та Хелпрост соя (2,5 л/га) прирости становили, відповідно, 0,7-1,01 % і 1,33-1,77 %.

Поряд із вмістом сирого протеїну у насінні досить важливим показником є і його вихід з одиниці площі, при цьому до уваги береться і

рівень урожайності сої. У середньому за роки проведення досліджень, на контрольному варіанті вихід сирого протеїну становив 0,91 т/га. На варіантах із проведенням інокуляції насіння препаратами Біоінокулянт БТУ (2 л/т), Різолан (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) вихід сирого протеїну збільшився, відповідно на 0,22 т/га, 0,13 т/га і 0,14 т/га. Проведення позакореневого підживлення також забезпечило підвищення виходу сирого протеїну, відповідно, на 0,16 – 0,19 % на варіантах із використанням Біокомплексу БТУ (1,0 л/га), та на 0,12 – 0,14 % і 0,19 – 0,26 % за використання Гуміфренду (1,0 л/га) та Хелпрост соя (2,5 л/га).

Отже, характеризуючи вплив комплексної взаємодії досліджуваних бактеріальних препаратів і різних добрив для позакореневого підживлення на синтез сирого протеїну слід відмітити, що максимальні у досліді показники його вмісту у насінні на рівні 40,22 %, та виходу з одиниці площі – 1,39 т/га, зафіксовано на варіанті де використовували інокулянт Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та проводили два позакореневі підживлення добривами у фазі 3- го трійчастого листка та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що перевищувало контроль, відповідно, на 3,70 % і 0,48 т/га.

Зважаючи на те, що для сучасного аграрного комплексу соя є не тільки високобілковою, але й олійною культурою, у своїх дослідженнях ми проводили визначення і впливу досліджуваних елементів технології вирощування на рівень накопичення в насінні сої сирого жиру (табл. 3.18).

Так, у середньому за роки досліджень на контрольному варіанті досліді вміст жиру у насінні становив 18,43 %, а його вихід з одиниці площі 0,47 т/га, інокуляція насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сприяла зростанню даних показників на 1,08 % і 0,10 т/га. На варіантах з використанням інокулянта Різолан (2 л/т) сумісно із протектором Різосейв (2 л/т) – вміст жиру у насінні підвищився порівняно з контролем на 0,28 %, а його вихід на 0,09 т/га, а використання інокулянта Андеріз (1,5 л/т) збільшувало дані показники, відповідно, на 0,39 % і 0,10 т/га порівняно з контролем.

Таблиця 3.18

Вміст сирого жиру в насінні сої та його вихід залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, у середньому за 2017 – 2021 рр.

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Вміст сирого жиру, %	± до контролю	Вихід сирого жиру, т/га	± до контролю
Без обробки	Без підживлення (К)	18,43	-	0,47	-
	Біокомплекс БТУ	18,67	0,24	0,53	0,06
	Гуміфренд	18,65	0,22	0,52	0,04
	Хелпрост соя	18,84	0,41	0,55	0,08
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлення (К)	19,51	-	0,57	-
	Біокомплекс БТУ	20,28	0,77	0,66	0,09
	Гуміфренд	20,26	0,75	0,64	0,07
	Хелпрост соя	20,59	1,08	0,70	0,12
Різолайн + Різосейв	Без підживлення (К)	18,71	-	0,56	-
	Біокомплекс БТУ	19,23	0,52	0,63	0,07
	Гуміфренд	19,25	0,54	0,60	0,04
	Хелпрост соя	19,52	0,81	0,67	0,10
Андерізі	Без підживлення (К)	18,82	-	0,57	-
	Біокомплекс БТУ	19,44	0,62	0,65	0,08
	Гуміфренд	19,40	0,58	0,63	0,07
	Хелпрост соя	19,68	0,86	0,69	0,12
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		3,3	-	11,0	-
<i>Відносна похибка Sx%</i>		0,8	-	2,7	-

Аналіз результатів досліджень свідчить, що зростання вмісту жиру залежало впливу організованих факторів. Однак ми не встановили у своїх дослідженнях прямо пропорційної залежності зростання показників вмісту жиру та сирого протеїну, що узгоджується із дослідженнями Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (2014 р.).

Найбільший вміст 20,59 % та вихід жиру 0,7 т/га зафіксований на варіантах де проводили дворазове позакореневе підживлення у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) на фоні інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т), при цьому прибавка до абсолютного контролю становила, відповідно, 2,16 % та 0,23 т/га.

Висновки до розділу 3.

1. Ґрунтово-кліматичні умови Лісостепової зони в загальному є сприятливими для отримання дружних і рівномірних сходів сої, що є основою для формування високої продуктивності посівів культури. Використання сучасних інокулянтів та біологічних препаратів і добрив мало позитивний вплив на коефіцієнт збереження рослин сої у період вегетації.

2. Максимальну густоту стояння рослин сої перед збиранням 552 тис/га забезпечив варіант, який передбачав інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та два позакореневих підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

3. Найвищі показники висоти стебла було зафіксовано у фазу фізіологічної стиглості на варіанті комплексного застосування інокуляції насіння та проведення двох позакореневих підживлень. При цьому приріст до контролю становив 6,1 см або 7,0 %.

4. Максимальна площа листкової поверхні рослин сої у всіх варіантах дослідження сформувалась на фазу кінець цвітіння. Варіанти з інокуляцією у середньому забезпечували вищі значення площі листкової поверхні на 8,3 – 17,3 %. Проведення позакореневого підживлення досліджуваними препаратами забезпечило прирости даного показника до контролю на фоні з інокуляцією 6,1 – 11,2 %. Максимальне значення площі листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу відмічено у варіанті комбінованого застосування препарату Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та двох позакореневих підживлень органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га).

5. Встановлено тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,900$, коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,810$) між між нагромадженням сухої маси рослин сої та їх площею листкової поверхні, а також залежність тотожного характеру ($r = 0,985$, коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,972$ %) між площею листкової поверхні та врожайністю насіння.

6. Максимальну кількість та масу активних бульбочок на коренях рослини сої формували на варіанті з обробкою насіння Біоінокулянтом БТУ (2 л/т) та позакореневому підживленні посівів Хелпрост соя (2,5 л/га). При цьому їх приріст до контролю становив відповідно 21,2 шт/рослину і 271,4 мг/рослину.

7. Встановлено, що максимальний рівень врожайності насіння сої формувався в 2018 році – 3,59 т/га, а мінімальний у 2020 році – 2,12 т/га. Максимальна урожайність насіння – 3,31 т/га у розрізі варіантів досліду відмічена за обробки насіння Біоінокулянтом БТУ (2 л/т) та позакореневому підживленні посівів добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). Поряд із цим даний варіант забезпечив і формування найкращих показників якості насіння.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ РІВНЯ УДОБРЕННЯ ТА МІКОРИЗОУТВОРЮЮЧОГО ПРЕПАРАТУ

4.1 Вплив системи удобрення та мікоризоутворюючого препарату на динаміку густоти та коефіцієнт збереження рослин сої

Густота рослин є одним із визначальних факторів формування продуктивності посівів. Враховуючи те, що рослини сої, як і інші бобові культури, на початкових фазах вегетації ростуть досить повільно і зріджені посіви більше піддаються негативному впливу шкочочинних об'єктів, особливо бур'янів [229].

Рівномірні та вирівняні повні сходи є передумовою формування високопродуктивних фітоценозів та максимальної реалізації генетичного потенціалу рослин. Поряд із цим варто відзначити, що у період онтогенезу, на рослини чинять певний вплив фактори зовнішнього середовища, які можуть як посилювати так і пригнічувати процеси росту і розвитку, а в окремих випадках призвести до загибелі рослин. Однак, фізіологічно обумовлено, що рослини здатні в певній мірі проявляти стійкість до несприятливих факторів зовнішнього середовища у період вегетації, що називається коефіцієнтом збереження рослин або виживаністю. Коефіцієнт збереження рослин у першу чергу залежить від їх морфо-біологічних особливостей і зовнішніх умов, в яких вони знаходяться. Густота рослин та їх індивідуальна продуктивність є одними із найважливіших показників, які визначають рівень урожайності сільськогосподарських культур, вона безпосередньо залежить від норми висіву, польової схожості насіння та коефіцієнту збереження рослин [282].

Дослідження Центральноукраїнського національного технічного університету показали, що застосування біопрепаратів Ризостим і Ризогумін

має істотний вплив на польову схожість насіння сої. Відмічено, що ці показники збільшилися на 2,0–2,4 % [352].

Тому надзвичайно важливим етапом проведення польових досліджень є оцінка впливу технологічних прийомів вирощування сої на формування її густоти та коефіцієнту збереженості рослин впродовж вегетації. Одержані результати досліджень підтвердили значний вплив на даний показник організованих факторів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Показники польової схожості та збереженості рослин сої залежно від мікоризуючих препаратів та норм добрив, (у середньому за 2017–2021 рр.), $M \pm m^*$

Обробка насіння	Норми добрив	Густота стояння рослин, тис./га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості сходів
		Повні сходи	Повна стиглість		
Без обробки	$N_{60}P_{60}K_{60}$	561±15,9	510±21,6	86,3±2,4	90,8±2,3
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 3 л/га	572±16,8	523±22,2	88,0±2,6	91,5±2,0
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 5 л/га	580±14,9	532±27,3	89,3±2,3	91,7±3,0
	$N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 3 л/га	565±15,7	491±23,5	87,0±2,4	86,9±3,2
	$N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 5 л/га	562±16,6	498±22,0	86,4±2,6	88,6±2,0
Мікофренд (1,5 л/т)	$N_{60}P_{60}K_{60}$	577±22,3	522±24,2	88,7±3,4	90,5±1,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 3 л/га	587±22,7	537±25,8	90,2±3,5	91,6±2,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 5 л/га	593±19,8	550±27,0	91,2±3,0	92,7±2,6
	$N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 3 л/га	576±21,3	515±20,7	88,6±3,3	89,5±2,0
	$N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 5 л/га	581±22,3	524±18,9	89,4±3,4	90,2±1,8
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		<i>1,9</i>	<i>3,6</i>	<i>1,8</i>	<i>2,0</i>
<i>Відносна похибка Sx %</i>		<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>

Примітка: * $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості

Враховуючи зміни рівня зволоження як атмосферного, так і ґрунтового у середньому за роки проведення досліджень (2017-2021 рр.) у фазі повних сходів було отримано густоту рослин на рівні 561±15,9 – 593±19,8 тис./га, яка в певній

мірі різнилася за варіантами дослідів. Показники польової схожості на варіантах дослідів варіювали від $86,3 \pm 2,4$ до $91,2 \pm 3,0$ %, а виживаність рослин на період збирання – від $86,9 \pm 3,2$ до $92,7 \pm 2,6$ %.

Встановлено, що внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 л/га, на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$, сприяло зростанню показників польової схожості, до $88,0 \pm 2,6$ %, а за норми Граунфікса 5 л/га до $89,3 \pm 2,3$ %, що перевищувало показники контрольного варіанту на 3,0 %.

Використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд забезпечило підвищення польової схожості насіння на 2,4 % порівняно з контролем. На варіантах з обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т), на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$, внесення біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 і 5 л/га забезпечило підвищення польової схожості на 1,5–2,5 %.

На варіантах дослідів із зниженням норми мінеральних добрив на 30 % польова схожість насіння становила 87,0 % за норми Граунфікса 3 л/га та 86,4 % за норми Граунфікса 5 л/га. На аналогічних варіантах на фоні обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) польова схожість насіння була дещо вищою і становила, відповідно, 88,6 % і 89,4 %.

Окремі дослідники стверджують, що оптимізація технологічних прийомів вирощування, зокрема системи удобрення, може суттєво покращити фізіологічні процеси у рослинах, що у свою чергу знижує негативний вплив факторів зовнішнього середовища [10]. Варто відзначити, що використання біологічного добрива Граунфікс та мікоризоутворюючого препарату Мікофренд позитивно вплинуло на виживаність рослин сої упродовж періоду вегетації.

Так, на основі підрахунку густоти рослин у період дозрівання встановлено, що внаслідок дії факторів зовнішнього середовища, технологічних операцій які передбачені технологією вирощування сої у досліді та

досліджуваних чинників, густина рослин за варіантами становила $491 \pm 23,5$ – $550 \pm 27,0$ тис./га.

Внесення біологічного добрива Граунфікс у нормах 3 і 5 л/га забезпечило підвищення коефіцієнта збереження рослин на 0,7-2,2 %.

Найвищий коефіцієнт збереження рослин сої 92,7 % зафіксовано на варіанті, де проводили передпосівну обробку насіння Мікофрендом (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та внесення біодобрива Граундфікс у нормі 5 л/га у передпосівну культивуацію, що на 1,9 % більше порівняно з контрольним варіантом.

Дещо менший коефіцієнт збереження рослин спостерігався на варіантах із зниженою нормою мінеральних добрив і становив 86,9 % за норми Граунфікса 3 л/га і 88,6 % за норми 5 л/га, на аналогічних варіантах з обробкою насіння Мікофрендом даний показник був на 1,6-2,6 % більшим і коливався у межах 89,5 – 90,2 %.

Таким чином встановлено, що оптимальні умови для збереження найбільшої кількості рослин, які досягли фізіологічної стиглості, формувались на варіантах досліду, де у передпосівну культивуацію вносили біодобриво Граунфікс 5 л/га та проводили передпосівну обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Крім того варто відмітити що дані біологічні препарати забезпечили формування високого коефіцієнту збереження рослин і на варіантах із зниженою нормою мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$.

4.2 Формування висоти рослин сої залежно від впливу удобрення та мікоризоутворюючого препарату

Висота центрального стебла є однією з важливих ознак, яка характеризує інтенсивність ростових процесів та розвиток рослин. Висота рослин безпосередньо змінюється залежно від видових і сортових особливостей

культури, ґрунтових і кліматичних умов вирощування, а також від рівня інтенсифікації елементів технології [109].

Вже відомо, що рослини сої у початковій фазі характеризується повільним та нерівномірним ростом, проте в подальшому інтенсивність лінійного приросту зростає, особливо після початку цвітіння. Інтенсивність приросту висоти стебла у даний період безпосередньо залежить від сортових особливостей рослин та умов зовнішнього середовища [197]. Детальний аналіз динаміки висоти рослин дає можливість виявити найбільш оптимальні умови для формування агрофітоценозів сої високої продуктивності.

Мінеральні добрива є одним із головних факторів, які впливають на продуктивність посівів. За результатами досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених встановлено, що для оптимального росту і розвитку рослинам необхідні макро- і мікроелементи, які засвоюються кореневою системою із ґрунту. Варто також відмітити, що кожний елемент виконує певну фізіологічну роль і при недостатньому забезпеченні ним рослина уповільнює або припиняє ріст, пригнічується і навіть гине [6].

За результатами проведених досліджень виявлено, що висота рослин сої підвищувалась від фази повних сходів до фізіологічної стиглості, внаслідок наростання біомаси рослин та залежала від досліджуваних факторів. На варіантах досліду, де у передпосівну культивуацію вносили біологічне добриво Граунфікс (3 і 5 л/га), та проводили обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) рослини відрізнялись по висоті та темпах росту (табл. 4.2). Відмічена залежність спостерігалася протягом всього періоду вегетації сої.

Максимальну висоту рослин сої $72,6 \pm 6,8$ см у фазі фізіологічної стиглості насіння, у середньому за роки досліджень (2017-2021 рр.), зафіксовано на варіанті досліду, де у передпосівну культивуацію вносили біодобриво Граундфікс (5 л/га) та проводили обробку насіння Мікофрендом (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$, що на 11,6 см більше порівняно з контролем (без обробок).

Таблиця 4.2

**Динаміка висоти рослин сої залежно від обробки насіння
мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив,
(у середньому за 2017-2021 рр.), см., $M \pm m^*$**

Обробка насіння	Норми добрив*	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	1	14,6±2,4	34,5±3,9	50,5±6,6	58,3±7,1	61,0±6,8
	2	15,4±2,6	36,8±4,4	53,2±7,1	61,4±7,9	63,5±5,2
	3	16,8±2,8	40,1±4,6	55,6±7,7	62,5±7,6	65,1±7,3
	4	14,8±2,5	32,1±3,8	47,9±6,3	55,8±6,1	58,4±6,1
	5	15,5±2,3	33,5±3,8	48,7±5,7	56,7±6,4	59,1±6,0
Мікофренд (1,5 л/т)	1	16,2±2,7	41,4±5,1	55,9±7,0	63,3±6,9	66,8±6,3
	2	16,8±2,8	43,9±5,4	58,5±6,9	66,4±7,6	70,1±6,4
	3	18,1±2,9	46,7±4,3	60,3±6,4	68,5±7,2	72,6±6,8
	4	15,7±2,8	36,6±4,0	52,2±6,8	60,9±6,9	64,2±6,2
	5	15,1±2,3	38,0±3,7	54,0±6,1	62,0±6,1	65,9±5,9
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		6,8	12,1	7,5	6,5	7,0
<i>Відносна похибка Sx%</i>		1,7	3,0	1,9	1,6	1,7

Примітка: *1 - N₆₀P₆₀K₆₀; 2 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 3 л/га; 3 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 5 л/га; 4 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 3 л/га; 5 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 5 л/га.

**M ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Оптимізація мінерального живлення рослин сої за рахунок внесення біодобрива Граундфікс (3 л/га), на фоні повного мінерального удобрення, сприяло збільшенню висоти стебла до 63,5±5,2 см, що на 2,5 см більше порівняно з контролем (61,0±6,8 см). Поряд з цим, збільшення норми даного біодобрива до 5 л/га сприяло збільшенню висоти до 65,1±7,3 см, що відповідно перевищувало контроль на 4,1 см.

Також спостерігалось суттєве зростання висоти рослин сої від обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т), при цьому приріст до контролю становив 5,8 см.

Показники висоти рослин сої на варіантах досліджу, де проводили передпосівну обробку насіння Мікофрендом + Граундфікс 3 і 5 л/га, відповідно, становили $70,1 \pm 6,4$ – $72,6 \pm 6,8$ см, що на 9,1 і 11,6 см більше рослин контрольного варіанту.

Аналогічну залежність позитивної дії досліджуваних біологічних препаратів на ростові процеси рослин сої встановлено на варіантах з зниженою нормою мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. При цьому показники висоти рослин за внесення біодобрива Граундфікс (3 л/га) становили $58,4 \pm 6,1$ – $64,2 \pm 6,2$ см, а за норми Граундфікса (5 л/га) $59,1 \pm 6,0$ – $65,9 \pm 5,9$ см, залежно від обробки насіння Мікофрендом.

Проведений кореляційно – регресійний аналіз показав що між показниками висоти рослин сої та кількістю опадів за вегетаційний період існує позитивний зв'язок. При цьому коефіцієнт кореляції становив $r = 0,768$. Залежність висоти рослин сої від кількості опадів за період вегетації можна описати наступним рівнянням лінійної регресії:

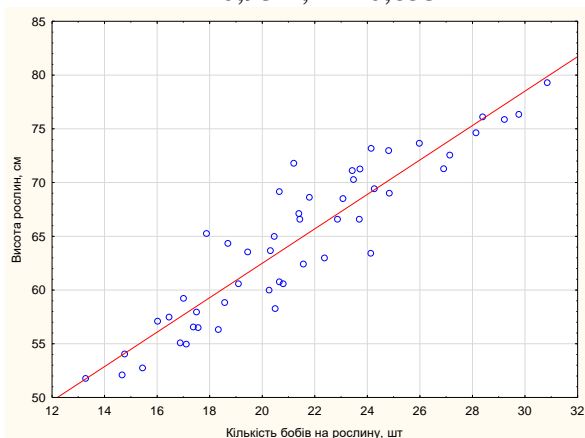
$$Y = 43,9656 + 0,2739 * x \quad (4.1)$$

Коефіцієнт детермінації становив $R^2 = 0,590$.

Поряд із цим встановлено сильні кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин і кількістю бобів на рослині і урожайністю насіння (рис. 4.1).

$$Y = 30,4606 + 1,6015 * x \quad (4.2)$$

$$R = 0,932 ; R^2 = 0,853$$



$$Y = 19,4664 + 1,79318 * x \quad (4.3)$$

$$R = 0,954 ; R^2 = 0,911$$

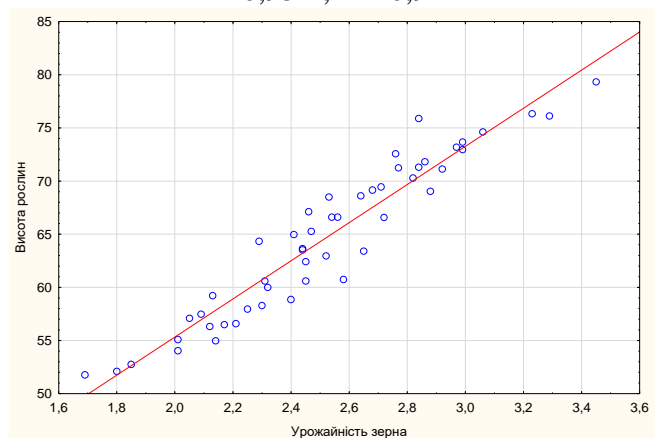


Рис. 4.1 Кореляційно-регресійна залежність між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості насіння та кількістю бобів на рослині і урожайністю насіння сої, у загальній сукупності даних за 2017- 2021 рр. ($n = 50$)

Отже, поєднання біологічного добрива Граундфікс (5 л/га), внесеного у передпосівну культивуацію, з обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/га), на фоні повного мінерального удобрення, сприяло формуванню максимальних показників висоти рослин сої на рівні $72,6 \pm 6,8$ см. Відмічено, що зменшення норми мінеральних добрив на 30 % спричинило зниження висоти рослин на 5,1–6,7 см.

4.3 Фотосинтетична продуктивність рослин сої залежно від системи удобрення та мікоризоутворюючого препарату

Рівень продуктивності рослин, величина сформованого урожаю та його якість безпосередньо залежить від інтенсивності фотосинтезу, в процесі якого з простих хімічних речовин та сонячної інсоляції утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Дослідники стверджують, що за рахунок фотосинтезу відбувається забезпечення енергією процесів поглинання рослинами мінеральних форм азоту, відновлення нітратів і включення відновленого азоту до складу органічних сполук, а також їхнього транспорту до місць утилізації або проміжного депонування. Крім того у процесі фотосинтезу забезпечується надходження вуглецевих скелетів для синтезу амінокислот та інших азотовмісних сполук. Фотосинтетичний апарат сам по собі є дуже містким резервуаром різних органічних форм азоту, починаючи з хлорофілу й закінчуючи головним ферментом асиміляції CO_2 - РБФК/О [102, 278].

Рівень продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, є результатом ефективності використання ними сонячної енергії. Одними із найважливіших умов одержання високої урожайності сої є оптимальна площа листової поверхні рослин та її ефективне функціонування. Недостатня і надлишкова площі листової поверхні на початкових фазах росту і розвитку рослин є причиною зниження використання фотосинтетично активної радіації через нераціональний перерозподіл продуктів асиміляції. Виходячи з цього

формування потужного листкового апарату рослин і забезпечення довготривалості його продуктивної роботи є важливим завданням, оскільки між величиною врожаю і площею листків існує пряма кореляційна залежність [214, 104].

Продуктивність фотосинтезу безпосередньо залежить від розмірів площі листової поверхні рослин, яка може регулюватись шляхом створення оптимальної оптико-біологічної структури посіву, та покращенням умов росту. Це, в значній мірі, зумовлює основну вимогу до величини асиміляційної поверхні: вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту протягом періоду вегетації рослин. Однак більшість культур на початку вегетації не забезпечують такого покриття. Тому, для більш повного використання фотосинтетично активної радіації потрібно прискорити розвиток асимілюючої поверхні на початку росту і розвитку сої за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема мінеральних добрив і біологічних препаратів різного механізму дії [217].

Проведення досліджень щодо визначення особливостей фотосинтетичної діяльності фітоценозів є передумовою оптимізації технологічних прийомів вирощування, крім того вивчення впливу біологічних препаратів на основі фосфор і калій мобілізуючих бактерій та мікоризоутворюючих грибів на функціонування фотосинтетичного апарату сільськогосподарських культур, у тому числі і сої, не втрачає своєї актуальності. Дані про особливості формування листкового апарату рослин часто дають змогу визначити ефективність проведення окремих технологічних прийомів. Ряд дослідників стверджують, що врожайність зернобобових культур, в тому числі і сої, в першу чергу, залежить від сумарної фотосинтетичної продуктивності, яку визначають за інтенсивністю наростання та величиною листової поверхні [35, 95, 263, 360].

На основі проведених спостережень та обліків встановлено, що у сої наростання площі листової поверхні відбувається від повних сходів до кінця цвітіння після чого починається сповільнення ростових процесів та зменшення

даного показника, що пов'язане з біологією культури, а саме з відмиранням листків нижнього ярусу та відтоком поживних речовин з листового апарату до генеративних органів, хоча процеси розвитку рослин ще не припиняються. Виходячи з цього детальний аналіз впливу досліджуваних факторів на формування площі листової поверхні ми проводили у фазу кінець цвітіння.

Таблиця 4.3

**Динаміка площі листової поверхні рослин сої
залежно від обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та норм
добрих, (у середньому за 2017-2021 рр.), см., $M \pm m$ ***

Обробка насіння	Норми добрив	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	1	11,9±2,0	21,6±2,5	28,8±3,8	23,6±2,9	18,6±2,1
	2	12,2±2,0	22,0±2,4	31,9±4,3	26,4±3,4	20,7±2,2
	3	12,3±2,1	23,6±1,9	32,7±4,5	27,2±3,3	21,5±2,4
	4	11,0±1,8	20,3±2,2	25,9±3,4	22,8±2,5	17,1±1,8
	5	10,4±1,5	20,4±2,6	27,7±3,5	23,4±2,7	18,2±1,8
Мікофренд (1,5 л/т)	1	12,8±2,2	22,9±2,4	34,5±4,5	27,2±3,0	21,6±2,1
	2	13,6±2,3	24,1±2,2	38,9±4,6	30,5±3,5	23,4±2,2
	3	14,1±2,2	25,3±2,3	40,4±4,4	31,9±3,4	24,0±2,4
	4	12,3±1,8	21,1±2,5	31,6±4,1	24,7±2,8	19,4±1,8
	5	12,2±1,9	23,5±2,4	34,9±4,0	28,3±3,2	21,4±2,0
Коефіцієнт варіації V , %		8,1	7,4	10,9	9,5	9,2
Відносна похибка Sx , %		2,8	2,3	4,7	3,6	3,5

Примітка: *1 - $N_{60}P_{60}K_{60}$; 2 - $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 3 л/га; 3 - $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 5 л/га; 4 - $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 3 л/га; 5 - $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 5 л/га.

** $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Внесення у передпосівну культивування біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 л/га, на фоні повного мінерального удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$), забезпечило зростання площі листової поверхні на 8,9 – 12,7 % або 3,1 – 4,4 тис. м²/га порівняно із контролем залежно від передпосівної обробки насіння

мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т, а за норми Граунфікса 5 л/га площа листкової поверхні була на 13,5 – 17,1 % або на 3,9 – 5,9 тис. м²/га більшою ніж на контролі. Так, на контрольному варіанті площа листкової поверхні у фазі початку цвітіння становила 28,8±3,8 тис. м²/га, а за внесення Граунфікса 3 л/га та 5 л/га даний показник становив, відповідно, 31,9±4,3 і 32,7±4,5 тис.м²/га, а на варіантах з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т показники становили, відповідно 34,5±4,5 тис. м²/га на контрольному варіанті та 38,9±4,6 і 40,4±4,4 тис. м²/га за внесення Граунфікса 3 і 5 л/га.

Крім біодобрива Граунфікс позитивний вплив на формування площі листкової поверхні мало і передпосівне оброблення насіння Мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/га. Так, у фазі кінець цвітіння на варіантах досліду із передпосівною обробкою насіння Мікофрендом площа листкової поверхні була більшою порівняно із варіантами без його застосування на 5,7 – 7,7 тис. м²/га.

Поряд із цим встановлено, що зниження норми мінеральних добрив до N₄₅P₄₅K₄₅ сприяло зменшенню площі листкової поверхні на 5,0 – 7,3 тис. м²/га. За результатами наших досліджень виявлено, що на варіантах із зниженою нормою мінеральних добрив на 30 %, обробкою насіння Мікофрендом 1,5 л/т і внесенням Граунфікса у нормі 5 л/га формувалась площа листкової поверхні на такому ж рівні як і при внесення лише мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀.

Отже, на основі отриманих результатів встановлено, що внесення у передпосівну культивуацію біодобрива Граундфікс (5 л/га) та обробка насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні повного мінерального удобрення N₆₀P₆₀K₆₀ забезпечило формування максимальної у досліді площі листкової поверхні 40,4±4,4 тис. м²/га, що на 11,6 тис. м²/га більше у порівнянні до контролю.

Для більш детальної характеристики продуктивності фотосинтезу в агрофітоценозі сої за період вегетації необхідно також аналізувати показник

фотосинтетичного потенціалу, який на відміну від площі листкової поверхні, повніше характеризує фактичні можливості посівів нагромаджувати органічну речовину і залежить від дії та взаємодії природних та антропогенних факторів.

Отримані дані щодо формування фотосинтетичного потенціалу підтвердили позитивний вплив досліджуваних чинників біологізації системи удобрення сої. Зафіксоване закономірне зростання даного показника у співставленні міжфазних періодів від повних сходів до фізіологічної стиглості. При цьому на фазу фізіологічної стиглості мінімальне значення фотосинтетичного потенціалу було зафіксовано у варіанті абсолютного контролю $N_{60}P_{60}K_{60}$ на рівні 2,417 млн. $m^2/га$, а максимальне, відповідно, на варіанті із комплексним застосуванням Граундфікса 5 л/га і Мікофренда 1,5 л/т – на рівні 3,153 млн. $m^2/га$, тобто був вищим в 1,3 рази.

Встановлено, що внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 л/га на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищувало фотосинтетичний потенціал посівів сої до 2,610 млн m^2 діб/га, що більше на 0,193 млн m^2 діб/га порівняно з контролем. Підвищення норми Граундфіксу до 5 л/га забезпечило формування фотосинтетичного потенціалу на рівні 2,706 млн m^2 діб/га, що на 0,289 млн m^2 діб/га більше контролю. Використання Граундфіксу у нормах 3 і 5 л/га на варіантах де норму мінеральних добрив було знижено на 30 % забезпечило формування фотосинтетичного потенціалу, відповідно, 2,245 млн m^2 діб/га і 2,285 млн m^2 діб/га, що на 0,365 млн m^2 діб/га і 0,421 млн m^2 діб/га нижче ніж на аналогічних варіантах із повною нормою мінеральних добрив та на 0,172 млн m^2 діб/га і 0,132 млн m^2 діб/га нижче порівняно до контролю лише з мінеральними добривами (2,417 млн m^2 діб/га).

Аналогічну залежність відмічено на варіантах досліду, де проводили передпосівну обробку насіння сої мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т), при цьому показники фотосинтетичного потенціалу були на 12,6 – 19,8 % вищими і знаходились у межах від 2,530 млн m^2 діб/га до 3,153 млн m^2 діб/га (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу рослин сої
залежно від норм добрив та обробки насіння мікорізоутворюючим
препаратом, у середньому за 2017-2021 рр., млн м² діб/га., М±m***

Обробка насіння	Норми добрив	Періоди вегетації сої				
		повні сходи- третій трійчастий листок	повні сходи- початок цвітіння	повні сходи-кінець цвітіння	повні сходи- наливання насіння	повні сходи- фізіологічна стиглість
Без обробки	1	0,144	0,527	1,208	2,042	2,417
	2	0,148	0,538	1,266	2,192	2,610
	3	0,150	0,560	1,321	2,272	2,706
	4	0,128	0,485	1,116	1,890	2,245
	5	0,132	0,486	1,118	1,914	2,285
Мікофренд (1,5 л/т)	1	0,156	0,564	1,355	2,353	2,786
	2	0,165	0,596	1,447	2,550	3,028
	3	0,171	0,621	1,509	2,658	3,153
	4	0,146	0,531	1,244	2,138	2,530
	5	0,152	0,558	1,363	2,387	2,738
Коефіцієнт варіації V, %		8,8	7,9	10,0	11,4	11,3
Відносна похибка Sx, %		2,8	2,5	3,2	3,6	3,4

Примітка: *1 - N₆₀P₆₀K₆₀; 2 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 3 л/га; 3 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 5 л/га; 4 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 3 л/га; 5 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 5 л/га.

**M ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Передпосівна обробка насіння Мікофрендом (1,5 л/т) та використання Граундфіксу у нормах 3 і 5 л/га на фоні N₆₀P₆₀K₆₀ забезпечили формування фотосинтетичного потенціалу посівів сої, відповідно, 3,028 млн м² діб/га і 3,153 млн м² діб/га, що перевищувало контроль на 0,242 млн м² діб/га і 0,367 млн м² діб/га. Зниження норми мінеральних добрив від N₆₀P₆₀K₆₀ до N₄₅P₄₅K₄₅ сприяло зниженню рівня фотосинтетичного потенціалу на 15,1 – 19,6 %.

Варто відмітити, що обробка насіння Мікофрендом 1,5 л/т і внесення Граундфікса у нормі 5 л/га забезпечили формування фотосинтетичного

потенціалу посіву та такому ж рівні як і за використання лише мінеральних добрив у повній нормі.

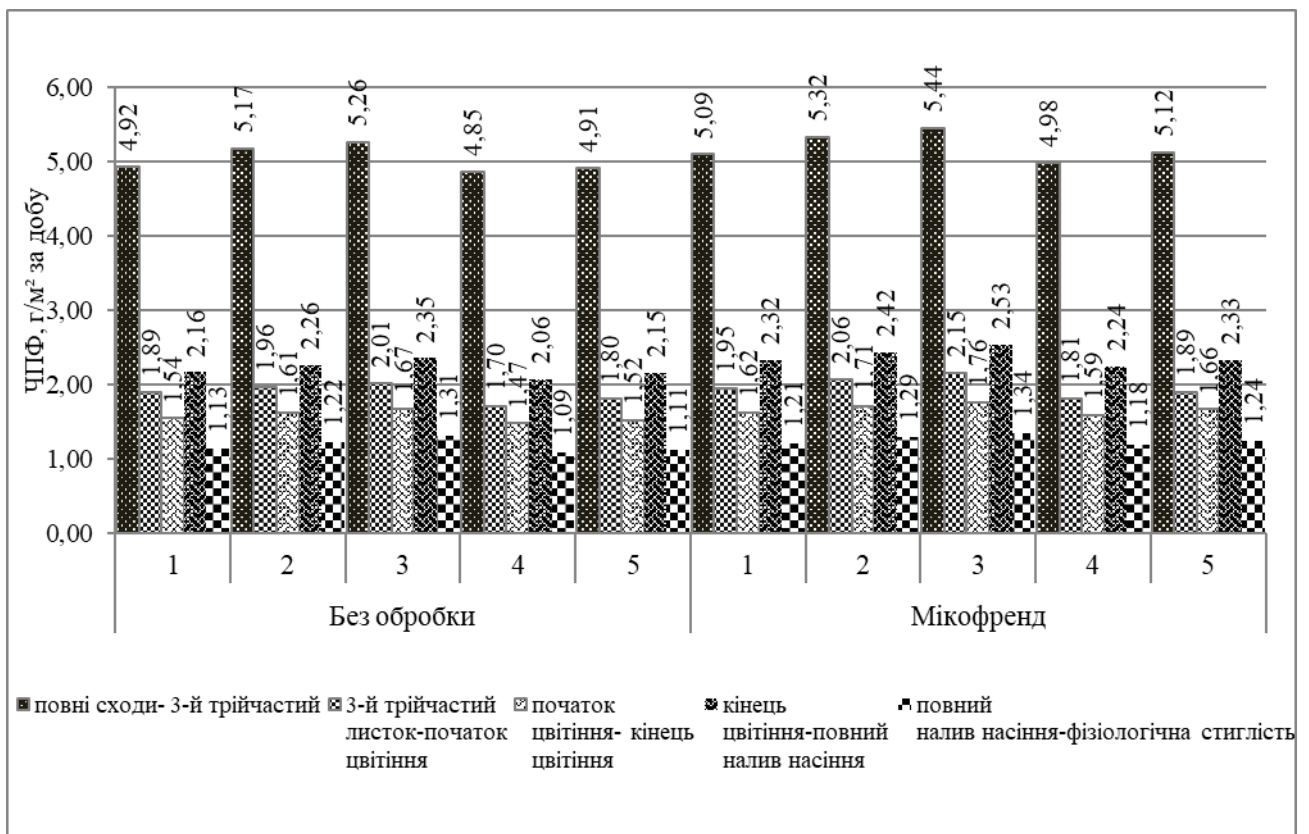
Певні особливості з такими ж тенденціями щодо впливу досліджуваних факторів зафіксовано і при оцінці ще одного показника ефективності діяльності листкової поверхні – чистої продуктивності фотосинтезу.

Поряд з величиною фотосинтетичного потенціалу у формуванні продуктивності посівів сої важливу роль відіграє чиста продуктивність синтезу. Відомо, що від величини і особливостей формування фотосинтетичного потенціалу у відповідні періоди росту і розвитку рослин безпосередньо залежить інтенсивність самого процесу фотосинтезу, і в першу чергу – чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), розрахунок якої потрібний для визначення лімітуючих факторів у підвищенні продуктивності посівів, визначенні потенціалу рослин, прогнозуванні врожаїв та максимальної реалізації генетичного потенціалу рослин сої. Чиста продуктивність фотосинтезу є показником, який відображає продуктивність культури впродовж доби з розрахунку на 1 м² площі листків. На відміну від загальної продуктивності фотосинтезу, ЧПФ не включає органічну масу, витрачену рослинами на дихання, а тільки ту, яка накопичується за добу.

Ряд дослідників [1, 11, 12] стверджують, що інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу агрофітоценозу сої зростає від фази повних сходів до початку цвітіння. За міжфазний період початок цвітіння – кінець цвітіння інтенсивність нагромадження органічної речовини знижується, однак за період від кінця цвітіння до повного наливання насіння знову зростає. Найнижчі показники чистої продуктивності фотосинтезу формуються за період від повного наливання насіння до фізіологічної стиглості. Варто відзначити, що аналогічна тенденція щодо синусоїдного характеру формування інтенсивності нагромадження агрофітоценозами сої органічної речовини за окремими періодами росту і розвитку знайшли своє підтвердження і у наших дослідженнях.

Так динаміка чистої продуктивності посівів мала істотні відмінності у

розрізі застосованих варіантів щодо оптимізації та біологізації живлення рослин сої. Найвищий рівень чистої продуктивності фотосинтезу у розрізі варіантів досліду 4,85 – 5,44 г/м² за добу формувалася за період від повних сходів до третього трійчастого листка. Як вже відмічалось це зумовлено швидкими темпами росту листостеблової маси, у той час коли площа листової поверхні листків ще мала низькі значення. За цих умов відбувається інтенсивне проникнення ФАР до листків всіх ярусів рослини. Починаючи від фази початку цвітіння до кінця цвітіння інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу за варіантами досліду знижувалася і знаходилася у межах 1,47 – 1,76 г/м² за добу (рис 4.2).



Примітка: *1 - N₆₀P₆₀K₆₀; 2 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 3 л/га; 3 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 5 л/га; 4 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 3 л/га; 5 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 5 л/га.

Рис. 4.2. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу у рослин сої залежно від обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та системи удобрення, (у середньому за 2017- 2021 рр.), г/м² за добу

За міжфазний період кінець цвітіння – повне наливання насіння інтенсивність чистої продуктивності агрофітоценозу сої підвищилась і

знаходилась у межах 2,06 – 2,53 г/м² за добу залежно від норми мінеральних добрив, обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та внесення біодобрива. Найнижчі показники чистої продуктивності фотосинтезу 1,09 – 1,34 г/м² формувались за період від повного наливання насіння до фізіологічної стиглості насіння.

На основі проведених досліджень встановлено, що покращення системи мінерального живлення рослин за рахунок використання біодобрива Граундфікс та обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд позитивно впливало на синтез органічної речовини посівами сої та підвищувало показники ЧПФ. Так, максимальне у досліді значення чистої продуктивності фотосинтезу 5,44 г/м² за добу зафіксовано у період повні сходи – третій трійчастий листок на варіантах досліду, де проводили передпосівну обробку насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та вносили у передпосівну культивуацію біологічне добриво Граундфікс (5 л/га), що на 0,52 г/м² за добу більше порівняно з контрольним варіантом. Аналогічні показники для міжфазного періоду третій трійчастий листок – початок цвітіння склали 2,15 г/м² за добу та 0,26 г/м² за добу, відповідно. Дана тенденція спостерігалась і у міжфазні періоди початок цвітіння – кінець цвітіння, кінець цвітіння – повний налив насіння та повний налив насіння – фізіологічна стиглість. При цьому прибавка до контролю становила , відповідно, 0,22, 0,37 і 0,21 г/м² за добу.

На фоні повного мінерального удобрення внесення біологічного добрива Гранунфікс у нормі 3 і 5 л/га на варіантах з необробленим насінням забезпечило зростання показника ЧПФ на 3,8 % – 8,4 % і 6,5 % – 9,7 % залежно від міжфазного періоду. Аналогічна тенденція зростання рівня ЧПФ, на 4,4 % – 7,1 % і 6,8 % – 10,9 %, зафіксована для таких же варіантів, за умов проведення обробки насіння Мікофрендом.

Позитивну дію встановлено і за використання мікоризоутворюючого препарату для обробки насіння. При цьому прирости величини показника ЧПФ до варіантів без його застосування становили від 3,0 до 11,6 % залежно від міжфазного періоду та використання мінерального та біологічного удобрення.

Формування вегетативної маси, маси сухої речовини та в цілому урожаю зернобобових – складний, багатоступінчастий процес, який обумовлений слабкою можливістю регуляції структурних показників ценозу, поступовою й тривалою диференціацією органів рослин і особливо суттєвою залежністю їх розвитку від умов середовища, що мають місце на певних етапах органогенезу [319].

Вже відомо, що між процесами фотосинтезу та засвоєнням елементів мінерального живлення з ґрунту, існує взаємозв'язок високої сили. Покращення або погіршення умов проходження будь-якого з цих процесів зумовлює функціональні зміни іншого, так як фотосинтез і кореневе мінеральне живлення рослин є дві частини одного фундаментального процесу [213].

Накопичення органічної речовини в процесі вегетації рослин сої у період активного росту та розвитку є основною похідною процесу фотосинтезу, яка характеризує продуктивність посівів. Тому, щоб мати змогу об'єктивно оцінити потенціал продуктивності посівів сої залежно від факторів, які були поставлені на вивчення, у дослідженнях ми вивчали накопичення сухої речовини в динаміці, залежно від впливу норми мінерального удобрення, внесення ґрунтового біодобрива та обробки насіння перед сівбою мікоризоутворюючим препаратом.

Встановлено, що у середньому за роки проведення досліджень, на варіантах без передпосівної обробки насіння Мікофрендом вихід сухої речовини, залежно від рівня мінерального удобрення та використання ґрунтового біодобрива становив 4,11 – 5,18 т/га. На варіанті досліду з рівнем удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ вихід сухої речовини був на рівні 4,55 т/га, внесення за цих умов у передпосівну культивуацію ґрунтового біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 л/га сприяло зростанню даного показника на 0,45 т/га, а підвищення норми Граундфіксу до 5 л/га підвищувало вихід сухої речовини на 0,63 т/га. На варіантах досліду із зниженою нормою мінеральних добрив до $N_{45}P_{45}K_{45}$ вихід сухої речовини був на рівні 4,11 – 4,30 т/га, що на 20,5 – 21,6 % нижче від аналогічних варіантів з повною нормою.

Таблиця 4.5

**Динаміка наростання сухої речовини сої
залежно від обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та системи
удобрення, (у середньому за 2017-2021 рр.), т/га., $M \pm m^*$**

Обробка насіння	Норми добрив	Періоди вегетації сої				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	1	1,23	1,89	2,67	4,44	4,55
	2	1,30	2,08	2,96	4,83	5,00
	3	1,39	2,20	3,10	5,01	5,18
	4	1,10	1,63	2,29	3,99	4,11
	5	1,17	1,79	2,47	4,17	4,30
Мікофренд (1,5 л/т)	1	1,34	2,14	3,09	4,89	4,97
	2	1,53	2,31	3,36	5,38	5,54
	3	1,59	2,47	3,68	5,51	5,69
	4	1,23	1,92	2,81	4,63	4,80
	5	1,33	2,03	3,08	4,65	4,98
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		<i>11,5</i>	<i>12,2</i>	<i>13,9</i>	<i>10,2</i>	<i>10,3</i>
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		<i>3,6</i>	<i>3,9</i>	<i>4,4</i>	<i>3,2</i>	<i>3,1</i>

Примітка: *1 - $N_{60}P_{60}K_{60}$; 2 - $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 3 л/га; 3 - $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 5 л/га; 4 - $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 3 л/га; 5 - $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 5 л/га.

** $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Аналогічну залежність відмічено і на варіантах з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т), проте рівень накопиченої посівами сухої речовини був на 9,2 – 15,8 % вищим.

Таким чином, з використанням лише мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ вихід сухої речовини становив 4,97 т/га, на варіанті з поєднанням мінеральних добрив і добрив органічного походження Граундфікс (3 л/га) рівень накопичення сухої речовини становив 5,54, що на 0,57 т/га більше контролю, а за норми Граундфіксу (5 л/га) ці показники становили, відповідно, 5,69 т/га і 0,72 т/га. Зниження норми мінеральних добрив від $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло зниженню рівня накопичення сухої речовини на 14,2 – 15,4 %.

Досить важливим критерієм оцінки будь яких досліджуваних показників є встановлення їх зв'язку із елементами продуктивності рослин. Таким чином, такими показниками продуктивності можуть бути як площа листкової поверхні, рівень нагромадження сухої речовини та урожайність насіння.

Враховуючи ці чинники було проведено кореляційно-регресійний аналіз взаємозалежностей величини площі листкової поверхні з інтенсивністю накопичення сухої речовини та урожайністю насіння сої у загальній сукупності років досліджень та співставленні масиву даних у системі роки-варіанти (рис. 4.3).

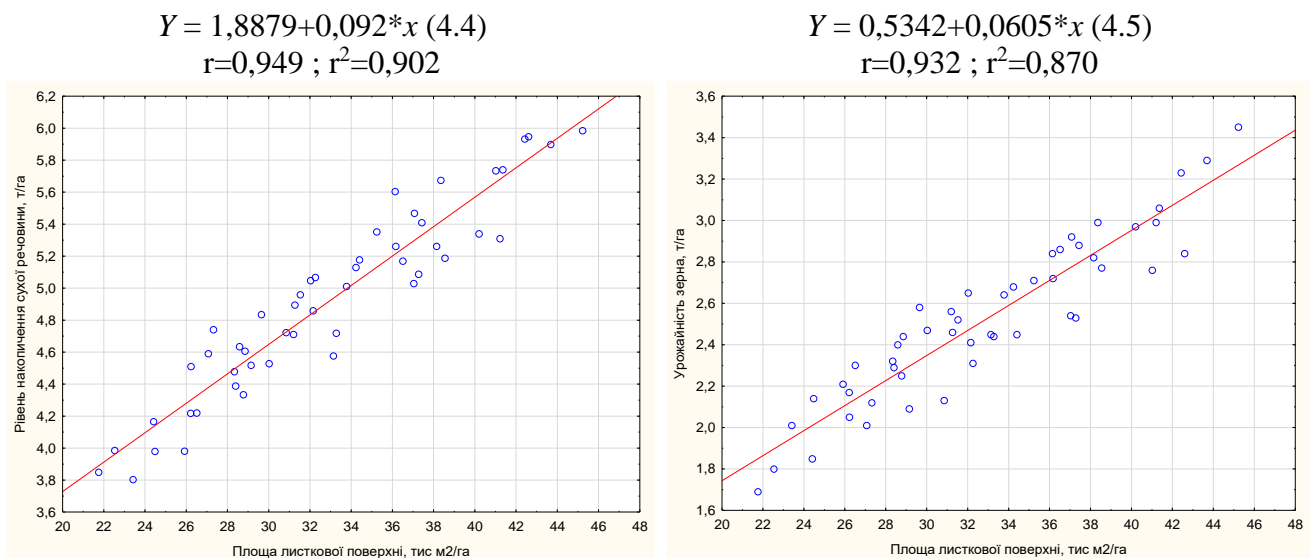


Рис. 4.3 Кореляційно-регресійна залежність між площею листкової поверхні та накопиченням посівами сухої речовини і урожайністю насіння сої, у загальній сукупності даних за 2017- 2021 рр. ($n = 50$)

На основі проведених досліджень встановлено, що в період росту й розвитку рослин динаміка нагромадження сухої речовини посівами проходила у міру формування площі листкової поверхні, і досягала максимальних показників у фазі фізіологічної стиглості. В процесі досліджень встановлено тісний кореляційний зв'язок між площею листкової поверхні та кількістю сухої речовини. Так, у загальній сукупності варіантів досліду тіснота була сильною. При цьому коефіцієнт детермінації становив $r^2 = 0,902$. Таким чином,

встановлено, що збільшення площі листкової поверхні сприяло зростанню накопичення посівами сухої речовини. У результаті проведеного кореляційно-регресійного аналізу також встановлено високий позитивний зв'язок між величиною площі листкової поверхні та урожайністю насіння $r^2=0,807$.

4.4 Формування продуктивності рослин сої залежно від системи удобрення та обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом

Індивідуальна продуктивність рослин є одним із найголовніших факторів, від якого залежить реалізація генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі і сої. Визначивши показники індивідуальної продуктивності рослин можна легко вирахувати біологічну врожайність посіву, що є важливим етапом у програмуванні урожайності сільськогосподарських культур [252].

Формування індивідуальної продуктивності безпосередньо залежить від забезпечення рослин вологою, елементами живлення, захисту посівів від шкочинних організмів і хвороб, що в свою чергу відображається у покращенні показників структури урожаю [361].

Індивідуальна продуктивність рослин визначається такими елементами, серед яких: кількість бобів на рослину, кількість насінин на рослину, маса зерен з однієї рослини, маса 1000 зерен. І безпосередньо характеризує вплив досліджуваних чинників на реалізацію біолого-генетичного потенціалу сортів, дозволяючи своєчасно реагувати на формування зернової продуктивності [103, 136].

Процес формування продуктивності і дозрівання рослин сої можна умовно поділити на три періоди: перший період вегетативного росту і розвитку; другий період передбачає утворення генеративних органів, а у третьому періоді відбувається накопичення і транслокація поживних речовин. У першому та частково другому періодах у рослин інтенсивно формуються вузли і наростає листкова поверхня. У другому періоді відбувається формування елементів

індивідуальної продуктивності рослин, таких як кількість бобів, кількість насінин. Варто відмітити, що чим довший другий період, тим більше утворюється бобів та насінин. У третьому періоді відбувається формування розміру насінин (крупність) та якісних показників [157].

Між елементами індивідуальної продуктивності рослин наявний тісний кореляційний зв'язок. Зростання лише одного із елементів не завжди дає приріст урожайності. Лише оптимальне співвідношення елементів індивідуальної продуктивності при раціональному співвідношенні агротехнічних і гідротермічних умов сприяє формуванню високої продуктивності рослин сої. Встановлено, що інтенсивні сорти більше вимогливі до забезпечення елементами живлення і лише при збалансованому забезпеченні рослин поживними речовинами вони формують високу врожайність насіння [263].

Кількість бобів на рослині, є надзвичайно важливим елементом індивідуальної продуктивності рослин сої, який зумовлює продуктивність в цілому, приймаючи безпосередню участь у формуванні врожаю. У наших дослідженнях встановлено, що на даний показник безпосередньо впливають такі чинники, як рівень мінерального удобрення, внесення ґрунтового біодобрива та обробка насіння мікоризо утворюючим препаратом.

Встановлено, що досліджувані фактори позитивно впливали на формування кількості бобів, так, у середньому за роки досліджень, на фоні повного мінерального удобрення, використання біологічного добрива Граунфікс у нормі 3 л/га забезпечило зростання даного показника на 1,8 шт/рослину (9,3 % приріст), а у нормі 5 л/га на 3,9 шт/рослину (20,2 % приріст). На варіантах з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т ці показники були дещо вищими і становили, відповідно, 3,7 шт/рослину (17,2 % приріст) і 5,8 шт/рослину (27,1 % приріст). Встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючого препарату Мікофренд 1,5 л/га забезпечило зростання кількості бобів на 2,1 – 4,0 шт/рослину, або на 10,8 – 18,9 % залежно від рівня удобрення.

Таблиця 4.6

Показники індивідуальної продуктивності сої залежно від обробки насіння та системи удобрення, (у середньому за 2017-2021 рр.).

Обробка насіння	Норми добрив	Кількість, шт.		Маса, г	
		бобів на одній рослині	насінин на одній рослині	насіння з однієї рослини	1000 насінин
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,3±2,7	37,5±4,4	5,43±1,1	145,1±12,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	21,1±3,2	39,2±4,2	5,84±1,1	149,4±14,8
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	23,2±3,6	41,7±5,0	6,44±1,3	154,9±13,6
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	16,4±2,3	34,2±3,8	4,87±0,9	142,8±10,9
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	18,8±2,8	35,8±3,8	5,13±1,0	143,7±12,8
Мікофренд (1,5 л/т)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,4±3,3	40,3±4,4	6,16±1,2	153,0±14,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	25,1±4,0	45,5±5,4	7,14±1,5	157,1±15,2
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	27,2±3,9	47,2±5,2	7,60±1,4	160,9±14,2
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	19,2±2,3	38,3±4,6	5,72±1,1	149,6±12,9
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	22,0±3,1	41,3±5,0	6,32±1,3	153,4±16,6

На варіантах дослідів із внесенням мінеральних добрив у нормі N₄₅P₄₅K₄₅ і біодобрива Граундфікс у нормі 3 л/га кількість бобів на 1 рослині становила 16,4±2,3 шт, а за норми Граундфікс 5 л/га 18,8±2,8 шт., що на 4,4 і 4,7 шт менше ніж на аналогічних варіантах з повною нормою мінеральних добрив. За умов обробки насіння мікоризою ці показники становили відповідно 19,2±2,3 шт/рослину і 22,0±3,1 шт/рослину, що на 5,2 і 5,9 шт/рослину менше варіантів із повною нормою добрив.

Аналогічно кількості бобів на рослині відбувалося формування і кількості насінин на одній рослині, зважаючи на відсоток природних втрат та травмування насіння. Ефективність внесення ґрунтового біодобрива Граундфікс 3 л/га на варіантах без обробки насіння Мікофрендом, у середньому за період досліджень, обумовлюється зростанням кількості насінин на рослині із 37,5±4,4 до 39,2±4,2 шт./рослину (приріст 4,5 %), а для аналогічного варіанту на фоні з обробкою насіння Мікофрендом 1,5 л/т цей показник зріс із 40,3±4,4 до 45,5±5,4 шт/рослину (приріст 12,9 %). Підвищення норми біологічного

добрива до 5 л/га сприяло зростанню кількості зерен на рослині із $37,5 \pm 4,4$ шт. до $41,7 \pm 5,0$ шт. (з приростом 11,2 %) та із $40,3 \pm 4,4$ шт. до $47,2 \pm 5,2$ шт. (з приростом 17,1 %) на варіантах з обробленням насіння. Зниження норми мінеральних добрив до $N_{45}P_{45}K_{45}$ негативно вплинуло на формування кількості насінин на рослині. При цьому рівень зниження становив 14,2 – 18,7 %.

Досить важливим показником індивідуальної продуктивності рослин сої є маса насіння з однієї рослини. Залежно від сортових особливостей та умов вирощування вона може коливатись у межах від 0,1 до 30 г [28]. У наших дослідженнях даний показник, також, в певній мірі варіював залежно від ресурсного забезпечення технології вирощування сої. За показником маси насіння з рослини сої, у розрізі варіантів досліджу, було відмічено подібний характер як і формування бобів і насіння на рослині.

Так, на варіанті з внесенням мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ без обробки насіння мікоризою маса насіння становила $5,43 \pm 1,1$ г/рослину, оптимізація умов мінерального живлення за рахунок внесення біодобрива Граундфікс у нормах 3 і 5 л/га сприяла зростанню даного показника до $5,84 \pm 1,1$ і $6,44 \pm 1,3$ г/рослину, що на 0,41 і 1,01 г/рослину більше рослин контрольного варіанту. На варіантах із нормою мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ і внесенням Граундфікса у нормі 3 і 5 л/га маса насіння з рослини становила $4,87 \pm 0,9$ і $5,13 \pm 1,0$ г/рослину, що на 0,97 і 1,31 г/рослину менше ніж на аналогічних варіантах з нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$.

На варіантах досліджу із обробкою насіння перед сівбою препаратом Мікофренд 1,5 л/т маса насіння з однієї рослини зростала, у середньому, на 0,73 – 1,29 г/рослину. Так, на варіанті із обробкою насіння та мінеральним удобренням $N_{60}P_{60}K_{60}$ маса насіння з рослини становила $6,16 \pm 1,2$ г/рослину, за внесення біологічного добрива Граундфікс у нормах 3 і 5 л/га вона відповідно зростала до $7,14 \pm 1,5$ і $7,60 \pm 1,4$ г/рослину, або на 15,9 % і 23,3 %. За умови зниження норми мінерального удобрення до $N_{45}P_{45}K_{45}$ і використання Граундфіксу (3 і 5 л/га) маса насіння з однієї рослини становила, відповідно, $5,72 \pm 1,1$ г і $6,32 \pm 1,3$ г.

Також надзвичайно важливим елементом індивідуальної продуктивності рослин є маса 1000 насінин. На заключних етапах росту і розвитку сої рівень урожайності насіння зазвичай формується за рахунок крупності та виповненості. Збалансована система удобрення в значній мірі забезпечує збільшення маси 1000 насінин. Так, на варіанті, де вносили біодобриво Граунфікс (3 і 5 л/га) без застосування обробки насіння Мікофрендом в середньому за п'ять років даний показник становив $149,4 \pm 14,8$ г і $154,9 \pm 13,6$ г, що на 4,3 і 9,8 г більше ніж на контролі ($145,1 \pm 12,7$ г). Встановлено, що маса 1000 насінин зменшувалася із зниженням норми мінерального удобрення. Так у варіантах, де застосовували мінеральне удобрення у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ в поєднанні з внесенням біодобрива у нормах 3 і 5 л/га маса 1000 насінин становила лише $142,8 \pm 10,9$ г і $143,7 \pm 12,8$ г відповідно.

Аналогічну залежність відмічено і на варіантах з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофреннд (1,5 л/т). Проте маса 1000 насінин була на 2,8 – 9,7 г більшою. Так, на варіантах із внесенням біологічного добрива Граундфікс у нормах 3 і 5 л/га маса 1000 насінин становила $157,1 \pm 15,2$ г і $160,9 \pm 14,2$ г, тоді як на контрольному варіанті $153,0 \pm 14,1$ г. На аналогічних варіантах із зниженими нормами мінерального удобрення до $N_{45}P_{45}K_{45}$ маса 1000 насінин становила, відповідно, $149,6 \pm 12,9$ г і $153,4 \pm 16,6$ г.

Формування врожаю сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, - це складний багатогранний процес, який визначається генетичною програмою рослин і умовами зовнішнього середовища. Щоб забезпечити високий рівень урожайності насіння, необхідно володіти повною інформацією про комплексну дію та взаємодію чинників, які приймають безпосередню участь у рості та розвитку рослин, вміти передбачити реакцію рослин на них. Величина врожаю визначається такими процесами як фотосинтез, ріст і розвиток, повітряний, водний і тепловий режими ґрунту, мінеральне живлення, структура рослин тощо [132].

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва в умовах війни вимоги щодо екологічної безпеки одержаної продукції, повинні бути адаптовані до європейських стандартів, цьому передують оптимізація існуючих і розробка нових технологій щодо вирощування даної культури – адже поява нових сортів сої та сучасних видів добрив в тому числі і біологічного походження, вимагає проведення цілого ряду досліджень щодо особливостей їх застосування. Таким чином, виникає гостра необхідність у розробці технології вирощування сої, яка б забезпечила високу урожайність та економічну ефективність при максимально можливих екологічно безпечних системах її удобрення [18].

Результати наших досліджень щодо обліку найважливішого показника – урожайності насіння – підтверджують зроблені раніше висновки (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Урожайність насіння сої залежно від обробки її насіння
мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив, т/га**

Обробка насіння	Норми добрив	Роки досліджень					Середнє за 2017-2021 рр.
		2017	2018	2019	2020	2021	
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	2,17	2,64	2,32	1,85	2,46	2,29
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,40	2,92	2,52	2,01	2,71	2,51
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,58	2,99	2,65	2,12	2,84	2,64
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,01	2,47	2,21	1,69	2,29	2,13
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,14	2,56	2,30	1,80	2,44	2,25
Мікофренд (1,5 л/т)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,44	2,97	2,53	2,09	2,77	2,56
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,72	3,29	2,76	2,31	3,06	2,83
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,88	3,45	2,84	2,45	3,23	2,97
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,25	2,86	2,41	2,05	2,68	2,45
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,45	2,99	2,54	2,13	2,82	2,59
<i>Середнє по варіантах</i>		2,40	2,91	2,51	2,05	2,73	2,52
НІР 0,5, т/га	<i>по фактору А</i>	0,047	0,040	0,046	0,042	0,036	-
	<i>по фактору В</i>	0,067	0,057	0,065	0,059	0,052	-
	<i>взаємодія АВ</i>	0,094	0,081	0,092	0,083	0,073	-

Урожайність насіння сої у досліді за період досліджень (2017-2022 рр.) залежно від застосованих варіантів коливалась у межах від 2,13 т/га у варіанті $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 3 л/га без обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом до 2,97 т/га у варіанті з $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 5 л/га та обробкою насіння Мікофрендом 1,5 л/т. При цьому, у середньому по досліді врожайність насіння була максимальною у 2018 році – 2,91 т/га, а мінімальною у 2020 році – 2,05 т/га.

Встановлено, що урожайність насіння послідовно зростала при додаванні до технологічної схеми вирощування сої біодобрива Граундфікс та обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом. Таким чином, у середньому за період досліджень, використання біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 л/га на фоні повного мінерального удобрення, забезпечило зростання урожайності насіння, у співставленні до контрольного варіанту, на 0,22 т/га (9,6 % приріст), а у нормі 5 л/га на 0,35 т/га (15,2 % приріст).

Встановлено, що застосування мікоризоутворюючого препарату Мікофренд 1,5 л/га для передпосівної обробки насіння забезпечило зростання урожайності насіння у розрізі варіантів досліді на 0,27 – 0,34 т/га, або на 11,7 – 15,1 %. Також виявлено, що на варіантах досліді де насіння перед сівбою обробляли мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т прибавки показників урожайності від внесення біологічного добрива Граундфікс у нормах 3 і 5 л/га становили, відповідно, 0,27 т/га (10,5 % приріст) і 0,41 т/га (16,0 % приріст).

На варіантах досліді де норму мінеральних добрив було знижено до $N_{45}P_{45}K_{45}$ і внесено біодобриво Граундфікс 3 л/га урожайність насіння становила 2,13 т/га, а за норми Граундфікс 5 л/га 2,25 т/га., що на 17,3 і 17,8 % менше ніж на аналогічних варіантах з повною нормою мінеральних добрив. На варіантах з обробкою насіння препаратом Мікофренд 1,5 л/га дані показники становили відповідно 2,45 т/га і 2,49 т/га, що на 14,6 і 15,5 % менше варіантів із повною нормою добрив.

Окреслені прибавки і зростання рівня урожайності насіння сої у досліді підтверджуються результатами оцінки частки впливу досліджуваних факторів на її формування відповідно до факторної схеми досліду (рис. 4.4).

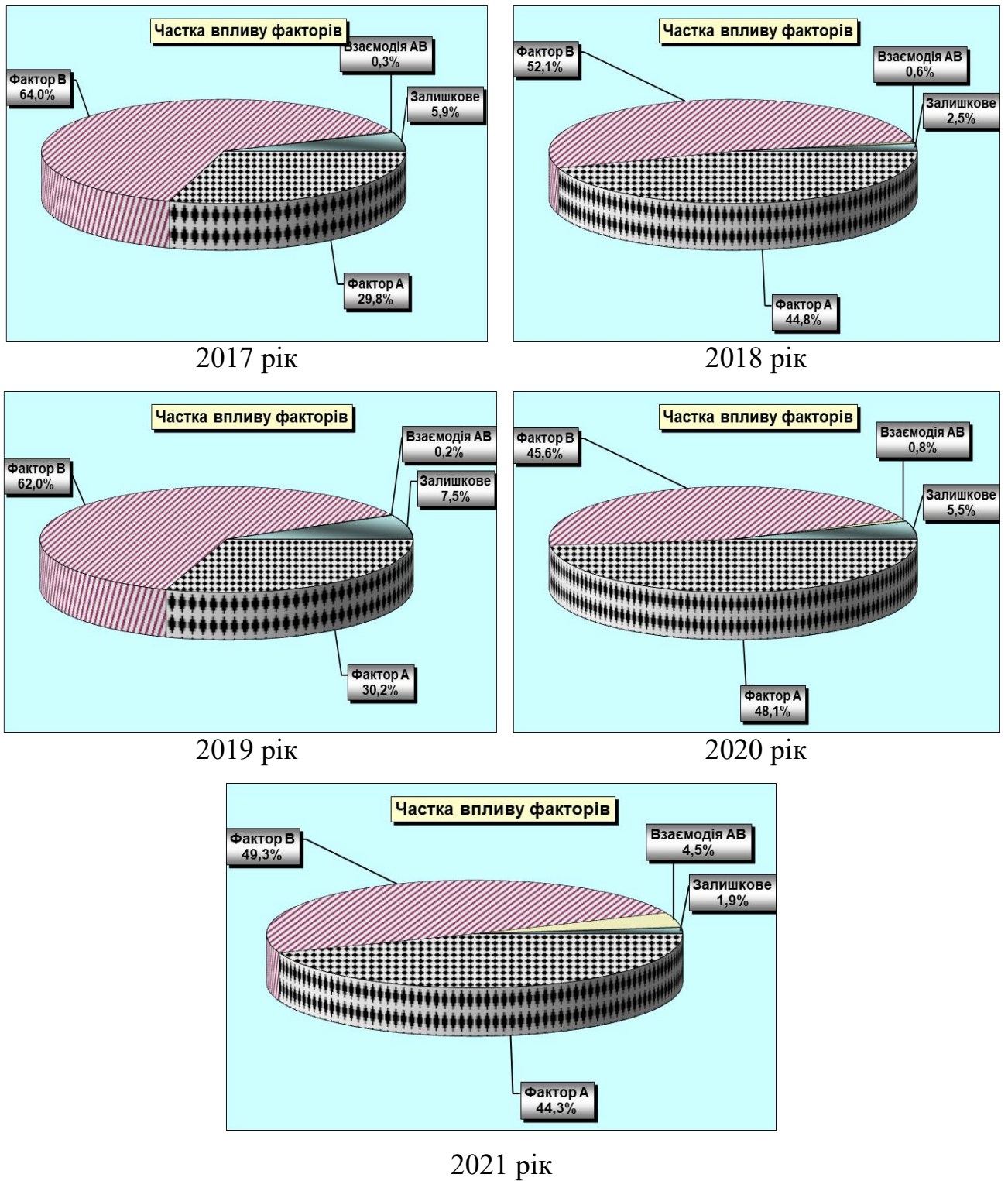


Рис. 4.4 Частка впливу факторів у формуванні врожайності насіння сої, за роками досліджень.

Примітка: Фактор А – норми добрив; Фактор В – обробка насіння.

У своїх розрахунках ми зробили обґрунтоване припущення, що гідротермічні умови у роки проведення досліджень з культурою сої були сприятливими. Тому що показники сформованого урожаю насіння знаходились на рівні 3,45 т/га у 2018 р. та 2,45 т/га у 2020 р. Отже, оптимізація умов мінерального живлення сої за рахунок поєднання норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ із внесенням Граундфіксу в нормі 5 л/га на фоні Мікофренду 1,5 л/т насіння, знижує вплив стресу на проходження процесів росту, розвитку та формування високопродуктивних посівів сої. Більше того наші дослідження із соєю показують, що при взаємодії генотипу із довкіллям частка гідротермічних умов при формуванні урожаю сої може складати біля 30 %. Для нас було важливим показати частку впливу організованих факторів у формуванні величини урожайності насіння сої в умовах конкретного року.

Вже відомо, що лімітуючим фактором у формуванні високих і сталих врожаїв насіння сої є волога. Провівши аналіз гідротермічних умов та аналіз рівня урожайності насіння, встановлено, що вони суттєво різнилися за роками і мали значний вплив на рівень урожайності насіння цієї культури.

Так, впродовж періоду вегетації сої у 2018 році були відмічені сприятливі умови для росту і розвитку рослин. В зв'язку з цим, ми можемо відзначити, що рівень сформованої врожайності насіння сої залежав на 44,8 % від передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та на 52,1 % від біологічного добрива.

За несприятливих гідротермічних умов 2020 року передпосівна обробка насіння забезпечувала формування 48,1 % врожаю насіння сої, а внесення біологічного добрива - 45,6 %, тобто його ефективність дещо знижувалась, оскільки через низькі запаси продуктивної вологи в ґрунті елементи живлення стають менш доступними, а ефективність обробки насіння зросла на нашу думку за рахунок збільшення площі поглинання кореневою системою елементів мінерального живлення та підтягування мікоризою вологи з нижніх шарів ґрунту та утримання її в кореневій зоні рослини.

На основі результатів кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що характеристика сили зв'язку величини урожайності насіння сої у середньому за 2017-2021 роки є суттєвою та тісно корелює із кількістю опадів за вегетаційний період ($r = 0,758$). Встановлена залежність описується наступним рівнянням регресії:

$$Y = -18,4682 + 38,8974 * x \quad (4.6)$$

де y - урожайність насіння сої, т/га; x - кількість опадів за вегетаційний період, мм.

Поряд із цим, проведений нами кореляційно-регресійний аналіз показав, що також існує позитивний зв'язок високої сили між показниками фотосинтетичної продуктивності та рівнем урожайності насіння сої. Так, коефіцієнт кореляції між урожайністю та чистою продуктивністю фотосинтезу становив $r = 0,697$, між площею листя та урожайністю - $r = 0,932$, між сумарним фотосинтетичним потенціалом посіву та урожайністю - $r = 0,889$.

На основі розрахунків виявлений позитивний зв'язок високої сили між величиною урожайності насіння сої та кількістю сухої речовини, який становить $r = 0,903$, дану залежність можна описати наступними рівняннями лінійної регресії:

$$y = 1,5047 + 1,3516 * x \quad (4.7)$$

де y – урожайність насіння сої, т/га; x – кількість сухої речовини, т/га

На основі проведеного математичного аналізу встановлено, що між показниками індивідуальної продуктивності та врожайністю сої наявний сильний позитивний взаємозв'язок. Так, між урожайністю та кількістю бобів на одній рослині $r = 0,935$, між урожайністю та масою насіння з однієї рослини $r = 0,963$, між врожайністю та масою 1000 насінин $r = 0,887$.

Отже, на основі проведених польових досліджень в умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових ґрунтах найбільш сприятливі умови для росту

і розвитку рослин сої та формування їх максимальної продуктивності сої склалися на фоні мінерального удобрення у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, внесенні у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граунфікс у нормі 5 л/га та застосуванні для передпосівного оброблення насіння (1,5 л/т) мікоризоутворюючого препарату Мікофренд.

4.5. Показники якості насіння сої залежно від передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та рівня удобрення

Оскільки вирощування сої проводиться для отримання високоякісного протеїну та жиру, то одним із важливих напрямків технології її вирощування є не лише зростання рівня урожайності насіння, а й підвищення його якості [171].

Під якістю урожаю розуміють хімічний склад отриманого насіння. Генеративні процеси, які відбуваються у рослині, а саме формування урожаю та накопичення у ньому поживних речовин нерозривно пов'язані між собою. Здійснюючи різносторонній вплив на ріст, розвиток та продуктивність рослин сої, рівень мінерального удобрення та використання біопрепаратів в певній мірі впливають на якість насіння [199].

Відомо, що у результаті покращення мінерального живлення рослин більш інтенсивно відбувається процеси фотосинтезу у листках і створюються кращі передумови для фіксації біологічного азоту симбіотичними бактеріями, що у свою чергу є фундаментом для синтезу білка, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [97].

Білок який міститься у насінні сої оптимально збалансований за амінокислотним складом та найближчий серед усіх рослинних білків до ідеального, що робить дану культуру добрим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини [27, 39, 86]. Однією із надзвичайно важливих властивостей білків сої є їх добра розчинність у воді, яка коливається від 61 до 92 %. Це значно полегшує та спрощує його використання як у харчових так і технічних цілях [259, 331].

Хімічний склад насіння сої (вміст білка, жиру, ін.) є більшою мірою генетично обумовленою ознакою, проте за певних умов він може змінюватися. Значний вплив на дані процеси мають прийоми вирощування [30].

Пошуком шляхів підвищення вмісту білка у насінні сої займалися багато дослідників. Серед різноманітних генотипів сої можна зустріти, як стабільні за вмістом протеїну, так і такі, у яких ця ознака значно варіює при зміні умов вирощування. У виробництві поширені сорти сої, які містять 35 – 40% протеїну, хоча видова варіабельність цього показника має ширший діапазон [338].

Вміст білка у насінні в значній мірі залежить від гідротермічних умов року. Якщо врожай формується в умовах понижених або підвищених температур, посухи або перезволоження, вміст протеїну в насінні буде істотно відрізнитись від насіння вирощеного за оптимального співвідношення факторів. Вміст протеїну досягає максимального значення при незначній кількості опадів і підвищеній температурі повітря, а жиру навпаки – при великій кількості опадів та високій температурі [103, 190].

За результатами наших досліджень встановлено, що поряд із гідротермічними умовами на вміст сирого протеїну у насінні сої суттєвий вплив мали і фактори які досліджувалися, а саме сумісне використання мінеральних добрив та добрив біологічного походження і мікоризоутворюючого препарату.

Таким чином, у середньому за роки досліджень вміст сирого протеїну на контрольному варіанті досліду становив 39,91 %. Встановлено, що вміст сирого протеїну у насінні підвищувався при поєднанні організованих факторів. Так, на варіанті, де вносили біодобриво Граундфікс у нормі 3 л/га, на фоні мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, вміст сирого протеїну становив 40,34 %, що на 0,43 % перевищувало рослини контрольного варіанту, а підвищення норми Граундфікса від 3 л/га до 5 л/га забезпечило формування вмісту протеїну в насінні сої на рівні 40,72 %, що на 0,81 % більше рослин контрольного варіанту.

Виявлено, що на варіантах досліду із нормою мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ вміст сирого протеїну був на 1,55 – 1,74 % нижчим ніж на

аналогічних варіантах із внесенням повної норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Вміст сирого протеїну в насінні сої та його вихід з 1 гектара залежно від обробки мікоризоутворюючим препаратом та внесення мінеральних добрив, (у середньому за 2017 – 2021 рр.).

Обробка насіння	Норми добрив	Вміст сирого протеїну, %	± до контролю	Вихід сирого протеїну, т/га	± до контролю
Без обробки	1 (st)	39,91		0,91	
	2	40,34	0,43	1,01	0,10
	3	40,72	0,81	1,08	0,16
	4	38,79	-1,12	0,83	-0,09
	5	38,98	-0,93	0,88	-0,04
Мікофренд (1,5 л/т)	1	40,06		1,03	
	2	40,58	0,52	1,15	0,12
	3	41,05	0,99	1,22	0,19
	4	39,11	-0,95	0,96	-0,07
	5	39,23	-0,83	1,02	-0,01
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		2,1	-	12,0	-
<i>Відносна похибка Sx%</i>		0,7	-	3,8	-

Примітка: *1 - $N_{60}P_{60}K_{60}$; 2 - $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 3 л/га; 3 - $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Граундфікс 5 л/га; 4 - $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 3 л/га; 5 - $N_{45}P_{45}K_{45}$ + Граундфікс 5 л/га.

На варіантах дослідження, де перед сівбою проводили обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд вміст сирого протеїну був вищим на 0,15 – 0,33 %. Також було відмічено збільшення вмісту сирого протеїну за поступового зростання норми використання біологічного добрива Граундфікс від 3 до 5 л/га, на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. За таких умов вміст сирого протеїну у насінні сої складав 40,58 % у варіанті із нормою внесення 3 л/га і збільшувався до 41,05 % на варіанті із нормою 5 л/га.

На варіантах дослідження із мінеральним удобренням $N_{45}P_{45}K_{45}$ внесення Граундфікса у нормі 3 і 5 л/га сприяло накопиченню сирого протеїну у насінні

сої на рівні 39,11 % і 39,23 % відповідно.

Крім вмісту сирого протеїну у насінні сої досить важливим показником є його вихід з одиниці площі, який дає більш чіткі уявлення про якість отриманого врожаю. При цьому до уваги обов'язково береться величина отриманого насіння.

У середньому за роки досліджень, на контрольному варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ вихід сирого протеїну становив - 0,91 т/га. За внесення Граундфікса у нормі 3 л/га вихід сирого протеїну збільшився в середньому на 0,10 т/га, а за внесення 5 л/га, відповідно, на 0,16 т/га. На варіантах де проводили передпосівну обробку насіння препаратом Мікофренд 1,5 л/га використання біологічного добрива Граунфікс у нормах 3 і 5 л/га забезпечило підвищення виходу сирого протеїну, відповідно, на 0,12 – 0,19 т/га. Отже, максимальний вихід сирого протеїну 1,22 т/га був отриманий на ділянках досліду де проводили оброблення насіння Мікофрендом 1,5 л/т та внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс у нормі 5 л/га на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Для сучасного агарного виробництва соя є не тільки основною високобілковою, але й олійною культурою. Її цінність полягає у досить високому вмісту гліцеридів, близько 95 %, та високо-енергетичних вищих жирних кислот, із яких 80 % ненасичених і 15 % насичених. Калорійність соєвого жиру становить 8,37 кал в 1 кг олії [162]. Вміст олії в насінні сої знаходиться в межах від 20 до 25 %, загальний вміст зольних елементів у межах 4,80-5,47% і клітковини 6,00-7,50%. За поживністю та перетравністю організмом соєва олія наближається до соняшникової та майже не поступається коров'ячому маслу [114].

Соєва олія відрізняється високим вмістом лінолевої та інших важливих жирних кислот, цінних вітамінів та фосфатів; вона придатна для використання не тільки для продовольчих, але і для технічних цілей, як напіввисихаюча та з високим коефіцієнтом омилення [20].

Ми у своїх дослідженнях також проводили визначення впливу рівня

систем удобрення та використання мікоризоутворюючого препарату на рівень накопичення у насінні сої сирого жиру (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Вміст сирого жиру в насінні сої та його вихід з 1 гектару залежно від обробки мікоризоутворюючим препаратом та норм внесення мінеральних добрив, (у середньому за 2017 – 2021 рр.)

Обробка насіння	Норми добрив	Вміст сирого жиру, %	± до контролю	Вихід сирого жиру, т/га	± до контролю
Без обробки	1 (st)	19,48		0,45	
	2	19,74	0,26	0,50	0,05
	3	19,92	0,44	0,53	0,08
	4	19,16	-0,32	0,41	-0,04
	5	19,34	-0,14	0,44	-0,01
Мікофренд (1,5 л/т)	1	19,87		0,51	
	2	20,25	0,38	0,57	0,06
	3	20,78	0,91	0,62	0,11
	4	19,61	-0,26	0,48	-0,03
	5	19,73	-0,14	0,51	0,00
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		2,4	-	12,6	-
<i>Відносна похибка Sx, %</i>		0,7	-	4,0	-

Примітка: *1 - N₆₀P₆₀K₆₀; 2 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 3 л/га; 3 - N₆₀P₆₀K₆₀ + Граундфікс 5 л/га; 4 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 3 л/га; 5 - N₄₅P₄₅K₄₅ + Граундфікс 5 л/га.

У середньому за роки проведення досліджень на контрольному варіанті досліду, за норми мінерального удобрення N₆₀P₆₀K₆₀, вміст жиру у насінні сої становив 19,48 %. На варіантах досліду із внесенням біологічного добрива Граундфікс у нормі 3 л/га вміст жиру в насінні сої збільшився, відповідно, на 0,26 % порівняно із рослинами контрольного варіанту. На ділянках досліду, де вносили Граундфікс у нормі 5 л/га було зафіксоване зростання вмісту жиру на 0,44 % у порівнянні до контролю.

Проведений аналіз результатів досліджень свідчить, що попри зростання вмісту жиру від застосування біологічного добрива позитивний вплив на акумуляцію даного показника у насінні мала передпосівна обробка насіння мікоризоутворюючим препаратом. Обробка насіння перед сівбою

препаратом Мікофренд 1,5 л/т сприяла зростанню вмісту жиру в насінні сої на 0,39 – 0,86 %, порівняно із варіантами без його застосування, залежно від рівня удобрення.

На фоні повного мінерального удобрення та обробки насіння препаратом Мікофренд 1,5 л/га внесення у передпосівну культивуацію 3 і 5 л/га біологічного добрива Граундфікс сприяло підвищенню вмісту сирого жиру, відповідно, на 0,38 – 0,91 %.

Таким чином, найвищий вміст сирого жиру 20,78 %, та відповідно його вихід 0,62 т/га одержаний на варіанті досліду у якому насіння перед сівбою обробляли препаратом Мікофренд 1,5 л/т та вносили у передпосівну культивуацію біологічне добриво Граундфікс (5 л/га) на фоні повного мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Висновки до розділу 4.

1. Найбільш сприятливі умови для проходження процесів росту та розвитку рослин було створено на варіантах досліду, де у передпосівну культивуацію вносили біодобриво Граундфікс (5 л/га) та проводили передпосівну обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. За цих умов густина рослин на період повної стиглості становила 550 тис./га, що на 40 тис./га або 7,8 % більше ніж на ділянках контрольного варіанту.

2. Встановлено, що оптимізація мінерального живлення рослин сої за рахунок внесення біодобрива Граундфікс (5 л/га) та обробка насіння мікоризоформуєчим препаратом, на фоні повного мінерального удобрення, сприяли формуванню максимальної у досліді висоти рослин $72,6 \pm 6,8$ см. Виявлено сильні кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин і кількістю бобів на рослині ($r = 0,932$, коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,853$) і урожайністю насіння ($r = 0,954$, коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,911$).

3. Встановлено, що внесення у передпосівну культивуацію, для мобілізації недоступних форм фосфору і калію, біодобрива Граундфікс (5 л/га) та обробка насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні повного мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило формування максимальних фотосинтетичних показників у посівах сої.

4. Поряд із цим виявлено, що дана модель технології вирощування сої забезпечувала і формування найвищих у досліді показників індивідуальної продуктивності рослин, від яких безпосередньо залежить рівень урожайності насіння культури. Між показниками урожайності та кількості бобів на одній рослині $r = 0,935$, між урожайністю та масою насіння з однієї рослини $r = 0,963$, між врожайністю та масою 1000 насінин $r = 0,887$.

5. Встановлено, що оптимізація системи удобрення сої за рахунок обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т та внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс (5 л/га) на фоні повного мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечили найвищий у досліді вміст сирого протеїну 41,05 % і сирого жиру 20,78 %, та відповідно їх вихід 1,22 т/га і 0,62 т/га.

РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ГОРОХУ

5.1 Динаміка висоти рослин сортів гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення

У будь-якої рослини стебло є основою формування наземної частини організму, адже саме на стеблі закладаються ростові центри, і завдяки апікальному чи інтеркалярному типу росту воно збільшує свою вегетативну масу. На стеблі формуються листові пластинки, які є основними чинниками фотосинтетичної активності, та квітки, кількість яких, в кінцевому результаті, визначає насіннєву продуктивність рослини. Тому висота рослин гороху в певні періоди онтогенезу та динаміка її приростів характеризують інтенсивність росту і формують рівень урожайності, при цьому вони підлягають значному впливу факторів навколишнього середовища [91].

На основі проведених досліджень щодо особливостей формування висоти рослин гороху встановлено що на початкових етапах росту і розвитку (3-трійчастий листок) обробка насіння інокулянтном та мікоризоутворюючим препаратом не мали суттєвого впливу на інтенсивність лінійного приросту. Проте, обліки проведені у фази бутонізації та цвітіння засвідчили суттєвий позитивний вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування висоти рослин досліджуваних сортів гороху, яка максимального значення досягала у фазу фізіологічної стиглості.

Виявлено, що рослини гороху сортів Девіз та Царевич в процесі онтогенезу формували дещо різну висоту стебла, що в першу чергу обумовлювалось генетичними особливостями.

За результатами наших вимірювань виявлено, що у розрізі фаз росту і розвитку рослини сорту Девіз перевищували рослини сорту Царевич на 2,8 – 3,2 см у фазу бутонізації, на 1,6 – 2,4 см у фазі цвітіння та на 1,4 – 1,9 см у фазі фізіологічної стиглості зерна.

За результатами проведених вимірювань встановлено, що найвища висота рослин сортів гороху формувалась в умовах 2021 року з коливанням від 84,3 – 94,2 см, а найменша в умовах 2019 року від 63,5 – 72,5 см.

У середньому за роки проведення досліджень (2019 – 2021 рр.) максимальна висота рослин гороху у фазі фізіологічної стиглості $84,3 \pm 11,0$ см у сорту Девіз та $82,9 \pm 10,5$ см у сорту Царевич відмічена на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, проводили обробку насіння інокулянтном Андеріз (2 л/т), мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) у поєднанні із позакореневим підживленням комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га), що відповідно, на 7,3 см і 7,9 см більше порівняно з контролем (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Динаміка висоти рослин сортів гороху залежно від комбінованого поєднання обробки насіння та позакореневого підживлення, см (у середньому за 2019-2021 рр.) $M \pm m^*$

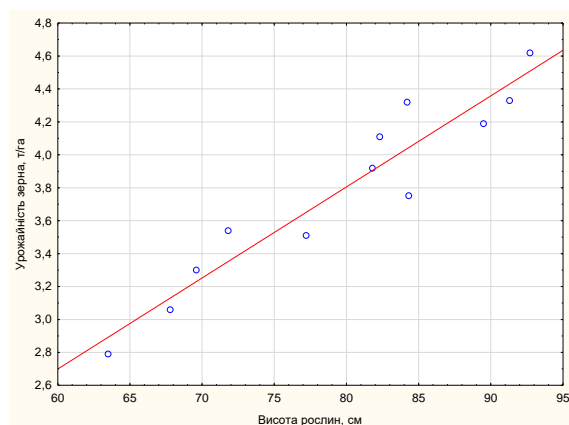
Системи удобрення	Фази росту і розвитку			
	3-й листок	бутонізація	цвітіння	фізіологіч на стиглість
сорт Девіз				
$N_{30}P_{60}K_{60}$ (st)	$7,1 \pm 0,3$	$53,2 \pm 4,8$	$70,3 \pm 7,9$	$76,9 \pm 9,8$
Фон + Андеріз	$7,4 \pm 0,3$	$56,2 \pm 7,1$	$74,1 \pm 9,7$	$81,1 \pm 11,0$
Фон+Андеріз + Мікофренд	$8,0 \pm 0,2$	$58,4 \pm 7,7$	$76,6 \pm 9,8$	$82,7 \pm 10,8$
Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	$7,6 \pm 0,1$	$60,0 \pm 7,6$	$77,9 \pm 9,1$	$84,3 \pm 11,0$
сорт Царевич				
$N_{30}P_{60}K_{60}$ (st)	$7,4 \pm 0,2$	$50,4 \pm 3,5$	$68,5 \pm 9,1$	$75,0 \pm 10,6$
Фон + Андеріз	$7,6 \pm 0,3$	$53,0 \pm 4,7$	$71,7 \pm 9,1$	$79,7 \pm 11,0$
Фон+Андеріз + Мікофренд	$7,9 \pm 0,3$	$55,3 \pm 5,2$	$74,5 \pm 8,7$	$81,1 \pm 10,9$
Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	$7,6 \pm 0,1$	$56,8 \pm 4,9$	$76,3 \pm 8,6$	$82,9 \pm 10,5$
Коефіцієнт варіації V, %	3,7	5,6	4,5	3,9
Відносна похибка Sx%	1,3	2,0	1,6	1,4

Примітка: * $M \pm m$ – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Проведений нами аналіз динаміки наростання висоти стебла рослин гороху за фенологічними фазами показує, що використання факторів інтенсифікації сприяло досить істотному її зростанню. Так, зокрема, проведення інокуляції насіння гороху препаратом Андеріз (1,5 л/т) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяла інтенсивнішому росту рослин. При цьому приріст до контролю становив у сорту Девіз – 4,2 см, а у сорту Царевич – 4,7 см.

Оптимізація мінерального живлення рослин гороху за рахунок додавання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд у нормі (1,5 л/т) на фоні мінерального удобрення та інокуляції забезпечувало зростання показників висоти рослин у сорту Девіз – до $82,7 \pm 10,8$ см, що на 5,8 см більше порівняно з контролем та до $81,1 \pm 10,9$ см, що на 6,1 см більше порівняно з контролем у сорту Царевич.

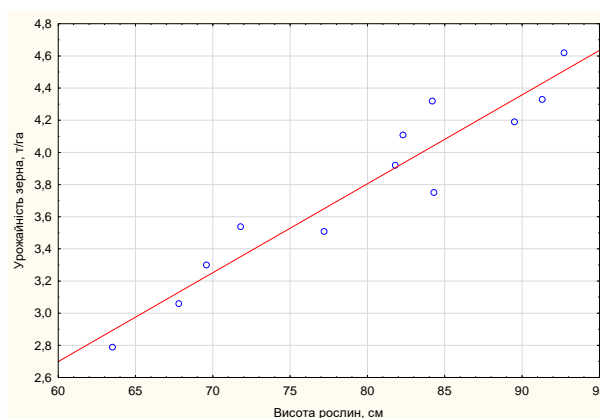
Суттєвий позитивний вплив на формування показників висоти рослин досліджуваних сортів гороху спостерігався і за проведення позакореневого підживлення. При цьому порівняно із контрольним варіантом приріст висоти рослин становив 7,3 см у сорту Девіз та 8,0 см у сорту Царевич. У наших дослідженнях, ми також визначали кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин і врожайністю зерна гороху (рис. 5.1).



сорт Девіз

$$Y = -0,3009 + 0,0455 * x \quad (5.1)$$

$$r = 0,914 ; r^2 = 0,836$$



сорт Царевич

$$Y = -0,6197 + 0,0553 * x \quad (5.2)$$

$$r = 0,953 ; r^2 = 0,909$$

Рис. 5.1 Кореляційно-регресійна залежність між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості та врожайністю зерна сортів гороху, (у середньому за 2019- 2021 рр.)

За результатами проведеного кореляційно – регресійного аналізу, виявлено, що наявний позитивний зв'язок високої сили між величиною висоти рослин та кількістю опадів за вегетаційний період. При цьому коефіцієнт кореляції становив $r = 0,849$.

Виявлені залежності засвідчують, що між висотою рослин у фазу фізіологічної стиглості та врожайністю зерна сортів гороху наявний суттєвий кореляційно-регресійний зв'язок, що підтверджується відповідним коефіцієнтом детермінації. Встановлено, що чим ближче його значення до одиниці, тим сильнішою є залежність. Коефіцієнт детермінації у наших розрахунках становив 0,836 у сорту Девіз та 0,909 у сорту Царевич. На основі чого ми прийшли до висновку, що у виявленій нами залежності ступінь зв'язку за шкалою Чеддока є дуже сильною.

Таким чином, найвища висота рослин $84,3 \pm 11,0$ см у сорту Девіз та $82,9 \pm 10,5$ см у сорту Царевич формувалась на варіанті, де застосовували комплексну обробку насіння гороху інокулянтном Андеріз (2,0 л/т) із мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та проводили позакореневі підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га). За рахунок чого вона перевищувала висоту рослин на контролі досліду – на 7,3 см або 9,6 % у сорту Девіз та – 7,9 см або 10,5 % у сорту Царевич.

5.2. Вплив досліджуваних факторів на динаміку густоти та коефіцієнт збереження рослин сортів гороху

Взаємовідносини рослин в агробіоценозі визначаються не тільки видовим складом, а й просторовим розміщенням, яке регулюється нормами висіву та способами сівби культури. В кінцевому результаті ми отримуємо густоту рослин культури, необхідну для повноцінного її розвитку та формування урожаю. Зрідження посівів призводить до недостатнього використання родючості ґрунту і, як наслідок, недобору урожаю. Навпаки, загущення посіву

викликає підвищену конкуренцію між рослинами за елементи живлення, погіршення фітосанітарного стану, формування неповноцінного фотосинтезуючого апарату, видовження стебла рослин та інших негативних наслідків, що, в кінцевому результаті, теж різко зменшує урожайність [90].

Підрахунки густоти рослин проводили два рази за період вегетації сортів гороху. Відповідно до методичних вказівок, на зафіксованих ділянках. Перший раз густоту рослин підраховували у фазу повних сходів, а другий раз у фазу повної стиглості. Загальновідомо, що перший підрахунок дає змогу розрахувати польову схожість насіння, а другий – визначити коефіцієнт збереження рослин на кінець вегетації.

Встановлено, що у середньому за роки проведення досліджень, на час фази повних сходів густота рослин коливалася у межах від $103 \pm 3,8$ до $113 \pm 3,2$ шт/м². На контрольних варіантах польова схожість, у середньому за роки досліджень, становила 86,1 % у сорту Девіз та 89,2 % у сорту Царевич. На варіантах, де проводили інокуляцію насіння препаратом Андеріз даний показник був на 1,4 – 1,7 % вищий і становив 87,8 % у сорту Девіз та 90,6 % у сорту Царевич, а за обробки насіння сумісно інокулянтном та мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд польова схожість знаходилась відповідно на рівні 89,7 % і 92,8 %, що на 3,6 % перевищувало контроль.

Підрахунок густоти рослин у фазу повної стиглості показав її певне зменшення внаслідок дії певного ряду чинників, зокрема, гідротермічних, біотичних, ґрунтових та антропогенних (табл. 5.2).

Встановлено, що на фазу повної стиглості густота рослин у сорту Девіз знаходилась у межах від $88 \pm 6,4$ до $98 \pm 6,1$ шт/м², а у сорту Царевич ці показники були дещо вищі від $93 \pm 9,0$ до $104 \pm 9,3$ шт/га.

Встановлено, що інокуляція насіння препаратом Андеріз сприяла підвищенню коефіцієнта збереження рослин за час вегетації на 2,5 % у сорту Девіз та на 2,4 % у сорту Царевич. За використання для обробки насіння мікоризоутворюючого препарату Мікофренд, у комплексі з інокулянтном, коефіцієнт збереження рослин сорту Девіз підвищився на 3,6 %, що мало

досить істотний вплив на кількість рослин, які були на час збирання і, в свою чергу, на урожайність гороху посівного. На аналогічному варіанті у сорту Царевич поєднання інокуляції з мікоризацією забезпечило зростання коефіцієнта збереження рослин на 3,8 %.

Таблиця 5.2

Динаміка густоти рослин сортів гороху залежно від досліджуваних факторів, шт/м² (у середньому за 2019-2021 рр.) М±m*

Сорт	Системи удобрення	Густота стояння рослин, шт./м ²		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості сходів
		Повні сходи	Повна стиглість		
Девіз	1(st)	103±3,8	88±6,4	86,1±3,2	85,4±3,1
	2	105±2,9	93±5,8	87,8±2,4	87,9±3,0
	3	108±3,2	96±6,1	89,7±2,7	89,1±3,1
	4	108±3,8	98±6,1	90,3±3,2	90,4±2,5
Царевич	1(st)	107±4,6	93±9,0	89,2±3,8	87,1±5,0
	2	109±3,2	97±8,1	90,6±2,7	89,5±4,9
	3	111±2,9	101±7,2	92,8±2,4	90,9±4,2
	4	113±3,2	104±9,3	93,9±2,7	91,9±5,7
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		2,8	4,9	2,8	2,2
<i>Відносна похибка Sx %</i>		1,0	1,7	1,0	0,8

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

**М ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості.

Встановлено, що максимально сприятливі умови для ростових процесів, а як наслідок і найбільшої виживаності рослин сортів гороху, формувались на варіантах досліду із поєднанням передпосівної обробки насіння Андерізом (2 л/т) та Мікофрендом (1,5 л/т) із позакореневим підживленням комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га). На даних варіантах коефіцієнт збереження рослин гороху сорту Девіз становив 90,4 %, а сорту Царевич 91,9 %. На контрольних варіантах досліду даний показник знижувався на 5,0 % у сорту Девіз та на 4,8 % – у сорту Царевич.

Таким чином, на основі проведених досліджень визначено вплив системи удобрення на динаміку густоти рослин, формування показників польової схожості та коефіцієнта збереження рослин гороху. Встановлено, що підвищення рівня інтенсифікації технології сприяло підвищенню польової схожості та виживаності рослин. Відмічено сортову специфіку до комплексного внесення мінеральних добрив та біологічних препаратів. При цьому показники польової схожості та коефіцієнт збереження рослин формувались вищими у сорту Царевич.

5.3 Особливості фотосинтетичної діяльності рослин сортів гороху залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Рівень продуктивності рослин безпосередньо залежить від ефективності використання ними сонячної енергії. Ключовою умовою отримання високого врожаю гороху є формування посівами оптимальної площі асиміляційної поверхні та тривалість її ефективного функціонування. Недостатня площа листової поверхні на початкових етапах росту і розвитку рослин знижує використання ФАР (фотосинтетично активної радіації) через нераціональний перерозподіл продуктів асиміляції. У зв'язку з цим формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення довготривалості його продуктивної роботи є важливою науковою проблемою, оскільки між величиною врожаю і площею листків встановлено пряму кореляційну залежність [145, 254, 256, 300].

Продуктивність фотосинтезу істотно залежить від площі листової поверхні рослин, яка може регулюватись шляхом створення оптимальної оптико-біологічної структури посіву. Це, в значній мірі, зумовлює основну вимогу до величини асиміляційної поверхні: вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту протягом періоду вегетації рослин. Однак більшість культур на початку вегетації не забезпечують такого покриття. Тому, для більш повного використання фотосинтетично активної радіації потрібно прискорити розвиток

асимілюючої поверхні на початку росту і розвитку сої за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема мінеральних добрив і способу обробки ґрунту

Варто відзначити що динаміка формування площі асиміляційної поверхні у сортів гороху залежала від досліджуваних чинників та мала певні особливості. Наростання величини даного показника фіксувалось до фази наливання насіння.

За результатами проведених досліджень встановлено, що у фазу третій трійчастий листок площа асиміляційної поверхні рослин гороху за різних варіантів передпосівної обробки не збільшувалась і у розрізі варіантів становила 4,0-4,1 тис. м²/га (табл. 5.3). На нашу думку це пов'язано з тим, що на початкових етапах росту рослинам вистачає тих елементів живлення, які вони отримують з ґрунту.

Таблиця 5.3

**Динаміка площі асиміляційної поверхні рослин сортів гороху
залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень,
(у середньому за 2019-2021 рр.), тис. м²/га**

Сорт	Системи удобрення*	Фази росту і розвитку				
		3-й листок	Бутонізація	Повне цвітіння	Налив насіння	Фізіологічна стиглість
Девіз	1(st)	4,0	30,1	42,6	44,2	25,6
	2	4,0	31,6	45,1	47,4	26,7
	3	4,0	32,1	46,6	51,3	27,5
	4	4,0	32,8	48,5	53,5	28,9
Царевич	1(st)	4,0	31,6	47,0	51,1	30,5
	2	4,1	32,8	51,4	54,0	33,1
	3	4,1	33,9	54,9	57,2	35,0
	4	4,1	35,1	56,1	59,5	37,2
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		1,3	3,9	9,7	9,3	13,7
<i>Відносна похибка Sx%</i>		0,5	1,4	3,4	3,3	4,8

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Результати проведених обліків у фазу бутонізації показали, що проведення таких технологічних прийомів як обробка насіння та позакореневі

підживлення мало певний вплив на інтенсивність наростання асиміляційної поверхні рослин детермінантних сортів гороху. Максимальна площа асиміляційної поверхні у досліджуваних сортів гороху, порівняно з контролем, формувалось за комплексного поєднання досліджуваних варіантів обробки насіння інокулянтном і мікоризоутворюючим препаратом та проведенням позакореневого підживлення.

У варіантах із використанням препарату Андеріз, на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$, площа асиміляційної поверхні рослин у фазу бутонізації зростала порівняно з контролем, на 4,9 % у сорту Девіз та 3,8 % у сорту Царевич. За сумісної передпосівної обробки Андерізом та зростання площі асиміляційної поверхні становило, відповідно, 6,6 – 7,2 %. Варіант застосування комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) на фоні обробки насіння та мінерального удобрення забезпечив приріст даного показника на рівні 8,9 – 11,1 %. Аналогічна тенденція формування площі асиміляційної поверхні зафіксована і у фазу цвітіння.

Максимальна площа асиміляційної поверхні була зафіксована у фазу наливання насіння. Визначено, що як і у попередні фази прирости площі прилистків та вусів у рослин гороху мають сталу тенденцію щодо зростання в міру насичення технології вирощування досліджуваними факторами.

Так, на контрольному варіанті у сорту Девіз площа асиміляційної поверхні становила 44,2 тис. $m^2/га$, а у сорту Царевич 52,1 тис. $m^2/га$, передпосівна інокуляція препаратом Андеріз (2 л/т) забезпечила підвищення даного показника, відповідно, до 47,4 тис. $m^2/га$ і 54,0 тис. $m^2/га$, або на 7,2 % і 5,6 %. У варіантах досліду, де застосовували мікоризоутворюючий препарат Мікофренд (1,5 л/т) у поєднанні з передпосівною обробкою насіння Андерізом (2 л/т), площа асиміляційної поверхні рослин становила 51,3 тис. $m^2/га$ у сорту Девіз та 56,7 тис. $m^2/га$, що відповідно на 16,0 % і 11,9 % більше контролю.

Проведення позакорневих підживлень також мало позитивний вплив на наростання площі асиміляційної поверхні сортів гороху. Так, на варіантах досліду, де застосовували мінеральні добрива $N_{30}P_{60}K_{60}$ в поєднанні з

передпосівною обробкою насіння Андерізом та Мікофрендом і проводили позакореневі підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) площа асиміляційної поверхні була максимальною і становила 53,5 тис.м²/га у сорту Девіз та 59,5 тис.м²/га у сорту Царевич, що більше на 9,3 і 8,4 тис.м²/га порівняно з контролем.

Суттєве зниження площі асиміляційної поверхні було зафіксоване у фазі фізіологічної стиглості сортів гороху, що безпосередньо пов'язано з відтоком пластичних речовин з вегетативних органів у генеративні і початком підсиханням листків та зменшенням їх площі.

Важливим показником з точки зору оцінки впливу площі асиміляційної поверхні у процесі реалізації потенціалу урожайності сільськогосподарських культур, в тому числі і гороху, є аналіз її функціонування через призму базових показників фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ).

Ряд дослідників [21, 102, 139, 163] відмічають, що показники ФП та ЧПФ мають високий діапазон коливання залежно від гідротермічних умов, технологічних прийомів вирощування та удобрення.

Одержані у процесі розрахунку фотосинтетичного потенціалу дані підтвердили позитивний вплив досліджуваних факторів оптимізації системи удобрення гороху. Встановлено закономірне підвищення даного показника у співставленні міжфазних періодів сходи – третій трійчастий листок, сходи – бутонізація, сходи – цвітіння, сходи – налив насіння та сходи – фізіологічна стиглість (табл. 5.4).

У середньому за роки досліджень за період від повних сходів до фізіологічної стиглості насіння інокуляція насіння препаратом Андеріз (2 л/т) сприяла підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів гороху на 0,229 млн м²×діб/га, або на 11,1 % у сорту Девіз та 0,241 млн м²×діб/га або на 10,1 % у сорту Царевич. Більш ефективним було поєднання інокуляції насіння з мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т), за цих умов фотосинтетичний потенціал посівів зріс, відповідно на 0,525 млн м²×діб/га, або

на 25,4 % у сорту Девіз та на 0,533 млн м²×діб/га, або на 22,2 % у сорту Царевич.

Таблиця 5.4

Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу рослин гороху залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень , (у середньому за 2019-2021 рр.), млн м² діб/га.

Сорт	Системи удобрення*	Періоди вегетації				
		повні сходи - 3-й листок	повні сходи - бутонізація	повні сходи - цвітіння	повні сходи - налив насіння	повні сходи - фізіологічна стиглість
Девіз	1(st)	0,020	0,467	0,730	1,401	2,064
	2	0,020	0,469	0,786	1,539	2,293
	3	0,020	0,470	0,826	1,683	2,589
	4	0,020	0,472	0,842	1,764	2,769
Царевич	1(st)	0,022	0,515	0,777	1,604	2,394
	2	0,023	0,518	0,836	1,759	2,635
	3	0,023	0,521	0,901	1,943	2,927
	4	0,023	0,521	0,916	2,025	2,978
Коефіцієнт варіації V, %		7,0	5,3	7,6	12,0	12,3
Відносна похибка Sx%		2,5	1,9	2,7	4,2	4,3

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Поряд із цим, нашими дослідженнями встановлено, що крім передпосівної обробки насіння позитивний вплив на формування фотосинтетичного потенціалу посівів гороху мало і позакоренево підживлення.

Найбільш ефективним у наших дослідженнях виявилось поєднання передпосівної обробки насіння та позакоренового підживлення, при цьому зафіксовано максимальне зростання фотосинтетичного потенціалу посівів, відповідно, на 0,705 млн м²×діб/га, або 34,1 % у сорту Девіз та на 0,393 – 0,584 млн м²×діб/га. або 24,4 % у сорту Царевич.

Варто відмітити, що у сорту Девіз фотосинтетичний потенціал посіву був менший на 0,209-0,338 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ порівняно із сортом Царевич залежно від варіанта досліду.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що сумісна передпосівна обробка насіння інокулянтном Андеріз (2,0 л/т) і мвкоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) у поєднанні із позакореневим підживленням Гуміфрендом (1,0 л/га) на фоні внесення повного мінерального добрива з розрахунку $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ сприяли формуванню максимальних показників фотосинтетичного потенціалу як для сорту Девіз 2,769 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ так і для сорту Царевич 2,978 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$.

Рівень продуктивності фотосинтетичного потенціалу посівів гороху, безпосередньо пов'язаний з показником (ЧПФ) чистої продуктивністю фотосинтезу. Даний показник дає можливість визначити лімітуючі фактори підвищення продуктивності посівів, прогнозувати потенціал рослин та рівень урожайності [163, 164, 280].

Чиста продуктивність фотосинтезу це кількість сухої речовини яка накопичилася у рослині за добу, даний показник також є відображенням продуктивності культури впродовж доби з розрахунку на 1 м^2 площі листків. Відмінність даного показника від загальної продуктивності фотосинтезу в тому, що він не включає органічну речовину, яка була витрачена на процес дихання, а лише ту, яка накопичувалася за добу [208, 256].

На чисту продуктивність фотосинтезу вагомий вплив мали як гідротермічні умови, які склалися за роки досліджень, так і фактори, які були поставлені на вивчення. Найвищий показник ЧПФ формувався у міжфазний період повні сходи – бутонізація.

На контрольних варіантах досліду на фоні повного мінерального удобрення $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ чиста продуктивність фотосинтезу становила у сорту Девіз 5,96 г/м^2 за добу, а на аналогічному варіанті сорту Царевич 6,54 г/м^2 за добу.

Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу у даний міжфазний період у сорту Девіз – 6,37 г/м^2 за добу, та у сорту Царевич –

6,84 г/м² за добу зафіксовані на варіантах досліду, на фоні мінерального удобрення проводили передпосівну обробку насіння Андерізом та Мікофрендом, що перевищувало контроль на 0,41 і 0,30 г/м² за добу (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу у рослин сортів гороху
залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень,
(у середньому за 2019- 2021 рр.), г/м² за добу**

Сорт	Системи удобрення*	Періоди вегетації			
		повні сходи– бутонізація	бутонізація– повне цвітіння	повне цвітіння– налив насіння	налив насіння– фізіологічна стиглість
Девіз	1(st)	5,96	1,07	1,81	0,61
	2	6,34	1,18	1,97	0,76
	3	6,37	1,24	2,06	0,81
	4	6,32	1,29	2,18	0,87
Царевич	1(st)	6,54	1,38	2,12	0,76
	2	6,78	1,56	2,21	0,84
	3	6,84	1,64	2,29	0,88
	4	6,80	1,79	2,34	0,92
Коефіцієнт варіації V, %		4,7	11,8	8,2	12,1
Відносна похибка Sx%		1,7	6,3	2,9	4,3

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Встановлено, що у послідуочі міжфазні періоди величина чистої продуктивності фотосинтезу знижувалася. Так, у період бутонізація - повне цвітіння у сорту Девіз найвищий показник ЧПФ 1,29 г/м² за добу зафіксований на варіанті досліду, де проводили передпосівну обробку насіння Андерізом і Мікофрендом та проводили позакореневе підживлення Гуміфрендом (1 л/га), що на 0,22 г/м² за добу більше контролю.

На варіантах де вирощували сорт Царевич зафіксовано аналогічну залежність формування чистої продуктивності фотосинтезу у відповідний

міжфазний період, при цьому максимальна чиста продуктивність фотосинтезу становила $1,79 \text{ г/м}^2$ за добу, що на $0,41 \text{ г/м}^2$ за добу більше контролю.

Встановлено, що формування ЧПФ у посівах гороху мало синусоїдний характер. Так, у міжфазний період від повного цвітіння до наливу насіння рівень ЧПФ, у розрізі варіантів, був на $0,55 - 0,89 \text{ г/м}^2$ за добу вищим ніж дані показники у період від бутонізації до повного цвітіння та у слідуєчий період налив насіння – фізіологічна стиглість знову знижувався.

Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що в умовах правобережного Лісостепу України на сірих лісових середньо-суглинкових ґрунтах поєднання обробки насіння інокулянтном Андерізі ($2,0 \text{ л/т}$) і мікоризоформуючим препаратом Мікофренд ($1,5 \text{ л/т}$) на фоні мінерального удобрення $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ та позакореневих підживлень Гуміфрендом ($1,0 \text{ л/га}$) сприяє формуванню максимального показника ЧПФ у визначені періоди.

Як відомо процес фотосинтезу є основою акумуляції та нагромадження рослинами сухої речовини за рахунок використання сонячної енергії та вуглекислого газу. Встановлено, що від 90 % до 95 % маси органічної речовини посівів формується за рахунок процесів фотосинтезу, які мають різну інтенсивність за періодами росту і залежать від біологічних та сортових особливостей культури, її віку, та ґрунтово-кліматичних умов [23, 337].

Вже відомо, що між засвоєнням з ґрунту елементів мінерального живлення та поглинанням вуглекислого газу і акумуляцією сонячної радіації, що відбувається у процесі фотосинтезу, наявний сильний кореляційний зв'язок. Фотосинтез та система мінерального живлення рослин є двома складовими одного процесу у якому покращення або погіршення умов для проходження одного зумовлює функціональні зміни іншого.

Отже, підсумовуючи вищесказане, детальне дослідження особливостей накопичення сухої речовини рослинами гороху залежно від впливу обробки насіння перед сівбою та позакореневих підживлень має актуальність та доцільність.

За результатами проведених обліків у різні фази встановлено, що наростання сухої речовини сортів гороху проходить у міру формування площі листової поверхні, і досягає найвищих показників у фазі фізіологічної стиглості.

Таблиця 5.6

Динаміка наростання сухої речовини сортами гороху залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, т/га, (у середньому за 2019-2021 рр.)

Сорт	Системи удобрення*	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	бутонізація	повне цвітіння	налив насіння	фізіологічна стиглість
Девіз	1(st)	1,02	3,39	3,95	4,98	5,53
	2	1,03	3,77	4,36	5,63	6,18
	3	1,04	3,95	4,57	5,92	6,68
	4	1,04	4,16	4,71	6,27	7,04
Царевич	1(st)	1,07	3,84	4,15	5,45	5,90
	2	1,09	4,18	4,49	5,98	6,62
	3	1,09	4,35	4,73	6,39	7,16
	4	1,09	4,57	4,91	6,62	7,43
Коефіцієнт варіації V , %		2,8	9,2	7,1	9,1	10,0
Відносна похибка Sx %		1,0	3,2	2,5	3,2	3,5

Примітка: 1 - $N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

У процесі проведення досліджень виявлено тісний кореляційний зв'язок між площею листової поверхні сортів Гороху та кількістю сухої речовини. Так, у розрізі варіантів, за усередненими даними по досліді, тіснота зв'язку у фазі початку бутонізації становила $r = 0,997$ у сорту Девіз та $r = 0,990$ у сорту Царевич, у фазу цвітіння, відповідно, $r = 0,985$ і $r = 0,994$, наливання насіння – $r = 0,980$ і $r = 0,992$ і у фазу фізіологічної стиглості – $r = 0,978$ і $r = 0,986$. Таким чином, підвищення площі листової поверхні в процесі росту і розвитку рослин гороху сприяло збільшенню накопичення органічної речовини. Варто

відзначити, що на рівень накопичення сухої речовини досить суттєвий вплив мали досліджувані фактори (табл. 5.6).

Так, на варіантах досліду де висівали сорт Девіз, та проводили інокуляцію насіння препаратом Андеріз на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ вихід сухої речовини становив 6,18 т/га (приріст до контролю 0,65 т/га) в той час, як на аналогічному варіанті із сортом Царевич він був на 7,1 % більшим і становив 6,62 т/га (приріст до контролю 0,72 т/га). Додаткова обробка насіння мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) сприяла збільшенню приросту сухої речовини гороху у сорту Девіз на 0,50 т/га, а у сорту Царевич на 0,54 т/га.

У середньому за три роки найвищий вихід сухої речовини 7,04 т/га у сорту Девіз та 7,43 т/га у сорту Царевич зафіксовано на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива $N_{30}P_{60}K_{60}$ в поєднанні з передпосівною обробкою насіння Андерізом та мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд та позакореневими підживленнями Гуміфрендом у фазу бутонізації та зелених бобів, що відповідно на 1,51 та 1,53 т/га більше у порівнянні до контролю.

5.4 Формування симбіотичної продуктивності рослин сортів гороху залежно від досліджуваних факторів

Встановлено, що розвиток симбіотичного потенціалу бобових рослин формується не лише за рахунок ефективної взаємодії генотипів рослини - господаря та симбіотрофного мікроорганізму в певних екологічних умовах, але і регулюванням цього процесу технологічними прийомами, зокрема, застосуванням бактеріальних препаратів типу нітрагін, ризоторфін, ризобофіт та інших і різних доз азотних, фосфорних та калійних добрив [147-149].

Проведені обліки та отримані результати щодо формування на коренях загальної кількості бульбочок та їх сирої маси у динаміці фенологічного розвитку сортів гороху (табл. 5.7 і табл. 5,8) підтвердили позитивний вплив досліджуваних факторів на формування даного показника.

Таблиця 5.7

**Динаміка кількості бульбочок на коренях рослин гороху залежно від
обробки насіння та позакореневих підживлень, шт./рослину,
(у середньому за 2019-2021 рр.)**

Сорт	Системи удобрення*	Фази росту і розвитку							
		Бутонізація		Початок цвітіння		Кінець цвітіння		Налив насіння	
		загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних
Девіз	1(st)	11,3	6,7	16,1	12,3	21,2	16,5	7,5	5,2
	2	22,8	14,3	30,2	19,9	39,5	28,1	17,3	12,1
	3	25,9	15,9	34,1	22,4	43,3	31,7	20,8	13,6
	4	25,8	16,4	35,5	23,8	45,6	32,1	23,1	15,5
Царевич	1(st)	14,2	7,4	19,6	13,8	23,8	17,6	8,8	6,1
	2	23,7	15,8	33,1	21,9	41,3	30,3	20,3	13,2
	3	27,2	17,7	36,8	23,6	44,6	32,4	24,4	14,9
	4	27,6	17,9	38,4	25,1	47,5	34,2	26,2	16,5
Коефіцієнт варіації V, %		27,6	31,7	27,0	23,5	26,4	24,8	37,6	34,9
Відносна похибка Sx%		10,1	8,0	7,6	7,2	7,9	7,6	8,7	10,6

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Таким чином, загальна кількість бульбочок, за виявленої тенденції до зростання включно до фази кінець цвітіння та із послідуєчим зниженням на час фази наливу насіння – варіювала у розрізі варіантів без застосування факторів інтенсифікації живлення рослин гороху у сорту Девіз в інтервалі від 11,3 шт./рослину на фазу бутонізації до 21,2 шт./рослину на фазу кінець цвітіння із зниженням до 7,5 шт./рослину на фазу наливу насіння. На варіантах досліду із сортом Царевич ці показники становили, відповідно, 14,2 шт./рослину, 23,8 шт./рослину і 8,8 шт./рослину.

На варіанті досліду із застосуванням комплексного поєднання інокуляції насіння препаратом Андеріз (2,0 л/т) із мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та проведенням позакореневих підживлень Гуміфрендом

(1,0 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ ці значення становили 25,8 шт./рослину, 45,6 шт./рослину та 23,1 шт./рослину у сорту Девіз, та відповідно, 27,6 шт./рослину, 47,5 шт./рослину та 26,2 шт./рослину у сорту Царевич.

Варто відмітити, що застосування інокуляції насіння інокулянтотом Андеріз, який містить комплекс штаму бактерій *Rhizobium leguminosarum* виявився істотно ефективним з позиції формування симбіотичного потенціалу, так на даному варіанті на фазу кінець цвітіння збільшення кількості бульбочок у співставленні до контрольного варіанту становило 18,3 шт./рослину у сорту Девіз та 17,5 шт./рослину у сорту Царевич. На варіантах із додаванням до інокулянта мікоризоформуєчого препарату прибавки становили, відповідно, 22,1 і 20,8 шт./рослину, формування більшої кількості бульбочок на даному варіанті порівняно до варіанта з інокуляцією можна пояснити кращим розвитком та більшим розміром кореневої системи. Максимальні прибавки кількості бульбочок 24,4 і 23,7 шт./рослину зафіксовані на варіанті досліду із комплексним застосуванням досліджуваних факторів.

Не меш важливим показником інтенсивності фіксації біологічного азоту рослинами гороху є маса бульбочок і тривалість їх функціонування [155, 179]. У відношенні загальної та активної маси корневих бульбочок спостерігались аналогічні закономірності, що й у підрахунках кількості бульбочок. Найменша маса загальних бульбочок по досліджуваних сортах гороху, у розрізі фаз росту і розвитку на час настання яких проводили обліки, зафіксована у фазі бутонізації. У наступних фазах відмічено поступове збільшення їх маси, яка досягала максимуму у фазу кінець цвітіння. З настанням фази наливу насіння рівень даного показника зменшувався. Маса загальних та активних бульбочок на одній рослині у фазу кінець цвітіння у розрізі варіантів досліду знаходилась у межах 80,2-141,6 мг та 64,9-114,1 мг, відповідно, у сорту Девіз і 89,7-159,3 мг та 69,7-119,2 мг у сорту Царевич.

Максимальна маса загальних бульбочок у сорту Девіз (141,6 мг/рослину) та у сорту Царевич (159,3 мг/рослину) та активних відповідно 114,1 і 119,2 мг/рослину формувались на варіантах досліду, де проводили обробку насіння

препаратами Андеріз + Мікофренд та позакореневі підживлення Гуміфренд (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Динаміка маси бульбочок на коренях рослин гороху залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень, мг/рослину, (у середньому за 2019-2021 рр.)

Сорт	Системи удобрення*	Фази росту і розвитку							
		Бутонізація		Початок цвітіння		Кінець цвітіння		Налив насіння	
		загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних
Девіз	1(st)	22,4	21,7	56,7	50,1	80,2	64,9	28,7	11,4
	2	47,3	34,5	91,3	74,1	130,7	104,8	46,9	21,1
	3	49,8	36,3	95,8	82,8	138,4	113,9	53,6	25,5
	4	51,6	37,3	98,4	84,7	141,6	114,1	56,5	27,3
Царевич	1(st)	26,5	23,5	59,6	52,7	89,7	69,7	32,1	13,9
	2	52,7	39,7	99,2	81,5	140,4	110,3	53,7	22,1
	3	53,2	41,5	101,8	86,0	152,5	117,4	58,1	27,0
	4	54,1	42,1	104,3	88,3	159,3	119,2	59,4	30,6
Коефіцієнт варіації V, %		28,5	22,7	21,6	20,2	22,3	21,4	24,5	30,1
Відносна похибка Sx%		10,1	8,0	7,6	7,2	7,9	7,6	8,7	10,6

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Тоді як на контрольному варіанті ці показники були на рівні 80,2 мг/рослину і 89,7 мг/рослину – маса загальних бульбочок та 64,9 мг/рослину і 69,7 мг/рослину – активних, що менше відповідно на 61,4-69,6 і 49,2-49,5 мг/рослину при порівнянні з варіантом, де були створенні найоптимальніші умови для симбіотичної азотфіксації.

У середньому за 2019-2021 рр. сорт гороху Царевич незалежно від досліджуваних факторів мав більшу кількість активних бульбочок 28,6 шт./рослину на коренях рослини та вищу їх масу 104,2 мг/рослину, ніж сорт

Девіз – відповідно 27,1 шт./рослину та 99,4 мг/рослину. Варто відзначити, що на формування бульбочок на коренях рослин сортів гороху безпосередній вплив мали гідротермічні умови, особливо опади впродовж вегетації. З наукової літератури відомо, що дефіцит вологи знижує симбіотичну азотфіксацію у бобових, що негативно впливає на функціонування симбіотичних систем і призводить до зниження їх продуктивності [160, 164, 475].

Таблиця 5.9

Динаміка формування загального симбіотичного потенціалу сортів гороху залежно від передпосівної обробки насіння та позакорневих підживлень, (у середньому за 2019-2021 рр.), кг діб/ га

Сорт	Системи удобрень*	Періоди вегетації					За період тривалості симбіозу
		3- листок- бутонізація	бутонізація – поч. цвітіння	поч. цвітіння – кін. цвітіння	Кін. цвітіння - налив насіння	налив насіння - фізіологічна стиглість	
Девіз	1(st)	349	542	833	1484	1674	4882
	2	508	795	1252	2324	2634	7514
	3	519	883	1481	2737	3130	8750
	4	522	899	1498	2795	3172	8886
Царевич	1(st)	392	591	899	1612	1825	5319
	2	579	879	1349	2475	2826	8107
	3	586	963	1589	3024	3471	9634
	4	598	975	1614	3092	3538	9817
Коефіцієнт варіації V, %		18,0	20,1	22,9	24,9	25,4	23,7
Відносна похибка %		6,4	7,1	8,1	8,8	9,0	8,4

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

На основі проведених нами досліджень, з врахуванням проаналізованих раніше особливостей ростових процесів та розвитку рослин сортів гороху, закономірностей формування загальної кількості та маси бульбочок встановлено суттєвий вплив досліджуваних факторів на формування загального

(ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалу сортів гороху (табл. 5.9, 5.10).

Таблиця 5.10

Динаміка формування активного симбіотичного потенціалу сортів гороху залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, (у середньому за 2019-2021 рр.), кг діб/ га

Сорт	Системи удобрення*	Періоди вегетації					За період тривалості симбіозу
		3- листок-бутонізація	бутонізація – поч. цвітіння	поч. цвітіння – кін. цвітіння	Кін. цвітіння - налив насіння	налив насіння - фізіологічна стиглість	
Девіз	1(st)	182	333	574	1055	1129	3272
	2	269	498	973	1966	2098	5804
	3	281	576	1093	2045	2220	6215
	4	285	584	1204	2243	2430	6745
Царевич	1(st)	209	369	626	1154	1241	3599
	2	352	605	1106	2039	2276	6377
	3	361	675	1204	2254	2453	6947
	4	366	682	1318	2646	2598	7610
Коефіцієнт варіації V, %		24,0	24,2	27,1	28,5	27,2	26,9
Відносна похибка %		8,5	8,6	9,6	10,1	9,6	9,5

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

За результатами проведених нами досліджень та розрахунків встановлено, що найвищий показник як загального – 1674 – 3172 кг-діб/га у сорту Девіз та 1825 – 3538 кг-діб/га у сорту Царевич, так і активного симбіотичного потенціалу, відповідно, 1129 – 2430 кг-діб/га і 1241 – 2598 кг-діб/га, формувались у період налив насіння – фізіологічна стиглість.

Таким чином, у середньому за роки проведення досліджень, за весь період тривалості симбіозу, найвищий показник загального 8886 кг-діб/га і активного симбіотичного потенціалу 6745 кг-діб/га у сорту Девіз та, відповідно, 9817 тис. кг-діб/га і 7610 кг-діб/га у сорту Царевич формувався на варіантах

досліді, де на фоні мінерального удобрення проводили передпосівну обробку насіння інокулянтном Андерізі (2,0 л/т) сумісно із мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та позакореневим підживленням препаратом Гуміфренд (1,0 л/га), що, відповідно, переважає контрольні варіанти досліді на 4004 і 3473 кг-діб/га та 4498 і 4011 кг-діб/га.

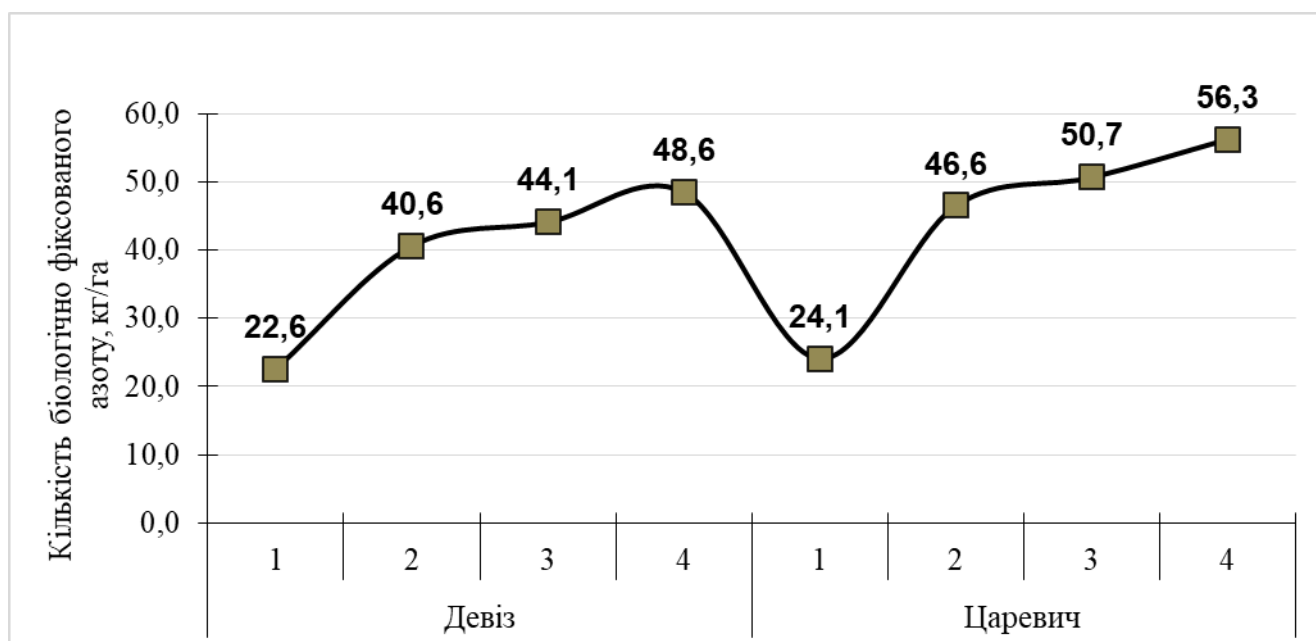
Розрахунок кількості фіксованого азоту симбіотичними бактеріями має надзвичайно важливе значення для аграрної науки, оскільки азот є основним біоенергетичним елементом, який відіграє ключову роль у онтогенезі рослин. Відносний дефіцит зв'язаного азоту на поверхні планети Земля при практично невичерпному його запасі в атмосфері передбачає наявність певного етапу, що лімітує швидкість кругообігу даного елемента [79, 96, 144, 147-150].

У наших дослідженнях ми досліджували кількість симбіотично фіксованого азоту залежно від застосування біологічних препаратів та позакореневих підживлень.

Для того, щоб за величиною симбіотичного потенціалу розрахувати кількість фіксованого азоту повітря посівами гороху за конкретний період вегетації, необхідно знати, яка кількість азоту фіксується одним кілограмом сирі маси активних бульбочок за добу. Цей показник знаходили як добуток АСП та питомої активності симбіозу (ПАС), яку знаходили користуючись методикою проф. Посипанова Г. С. [271-275].

На варіантах досліді, де вносили лише мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ кількість біологічно фіксованого азоту була найменшою, і становила у сорту Девіз 22,6 кг/га та у сорту Царевич 24,1 кг/га.

За результатами проведених досліджень виявлено, що передпосівна інокуляція насіння значно підвищувала симбіотичну продуктивність рослин гороху. Проведення обробки насіння досліджуваних сортів перед сівбою Андерізом сприяло підвищенню накопичення біологічно фіксованого азоту на 18,0-22,5 кг/га, а поєднання Андерізу і Мікофренда підвищувало даний показник, відповідно, на 21,5-26,6 кг/га порівняно з варіантами без обробки.



Примітка: 1 - $N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Рис 5.2. Кількість біологічно фіксованого азоту рослинами гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, (у середньому за 2019-2021 рр.), кг/га

Однією із головних умов інтенсивної азотфіксації є забезпечення в процесі онтогенезу рослин гороху достатньою кількістю мікроелементів (молібден, бор, магній, залізо, кобальт, гумати). Для забезпечення рослин гороху необхідними речовинами та мікроелементами, у технології вирощування застосовують різні мікродобрива, які містять елементи живлення у доступній формі.

На основі результатів досліджень встановлено, що сумісно із обробкою насіння досліджуваними препаратами проведення двох позакорневих підживлень у фазі бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд 1,0 л/га підвищувало симбіотичну фіксацію азоту у сорту Девіз – до 48,6 кг/га та Царевич – до 56,3 кг/га, що більше на 26,0-32,2 кг/га порівняно з контрольним варіантом.

Отже, максимальна кількість біологічного азоту у сорту Девіз 48,6 кг/га, Царевич 56,3 кг/га фіксувалась рослинами гороху на варіантах досліду з

найвищими показниками симбіотичного потенціалу, де проводили обробку насіння композицією препаратів Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) та проводили два позакореневих підживлення у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га).

5.5 Формування індивідуальної продуктивності рослин та урожайності зерна сортів гороху залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень

Процес формування урожаю рослинами гороху значно відрізняється від інших культур та має ряд особливостей які пов'язані із низькою здатністю до регуляції кількості плодоносних стебел, поступовим і тривалим наростанням генеративних органів, а особливо з залежністю залежністю їх розвитку від навколишніх умов.

На основі спостережень за ростовими процесами рослин гороху було виявлено що вони мають досить високу здатність до формування бутонів, квіток, бобів і зерен, проте її реалізація безпосередньо залежить від значної кількості біотичних та абіотичних факторів, що і є визначає відповідний діапазон їх варіації. Густота рослин та відповідно плодоносних стебел на одиниці площі безпосередньо залежить від норми висіву, строків сівби, глибини загортання насіння, та системи живлення рослин. Впродовж вегетації під впливом факторів зовнішнього середовища (гідротермічні умови, шкідники, хвороби) даний показник суттєво змінюється [42, 51].

Варто відзначити, що індивідуальна продуктивність рослини є досить динамічною величиною і безпосередньо визначається коливаннями кількості бобів і насінин на ній а також їх масою.

Варто відмітити, що величини показників структури врожаю є досить динамічною, коливання яких відбувається не лише в залежності від гідротермічних умов, але й під дією регульованих факторів. Це стосується, у

першу чергу дії системи удобрення, мінеральних добрив, інокулянтів, біопрепаратів та комплексних мікродобрив.

За результатами досліджень було встановлено, що у сорту Девіз кількість бобів на рослину на контрольному варіанті де використовували лише мінеральні добрива без обробок насіння та позакореневих підживлень в середньому складала – 4,12 шт., кількість зерен в бобі – 4,65 шт., маса 1000 зерен – 191,6 г, маса зерна з однієї рослини – 3,67 г, за інокуляції насіння препаратом Андеріз дані показники становили, відповідно, – 4,34 шт.; 4,94 шт.; 197,1 г; 4,23 г. На варіантах досліду де сумісно із інокулянтом насіння гороху обробляли мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд структурні показники становили в середньому: кількість бобів на рослину – 4,42 шт.; кількість зерен в бобі – 4,98 шт.; маса 1000 зерен – 200,3 г; маса зерна з однієї рослини – 4,41 г.

Аналіз отриманих даних показав, що максимальну індивідуальну продуктивність рослини гороху сорту Девіз формували за проведення обробки насіння Андерізом (2,0 л/т) та Мікофрендом (1,5 л/т) і проведенні позакореневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га), за цих умов кількість бобів на одній рослині становила – 4,49 шт. кількість зерен у бобі – 5,08 шт., маса зерна з однієї рослини – 4,62 г, та маса 1000 зерен – 202,5 г. (табл. 5.11).

У досліджуваного сорту Царевич структурні показники рослин становили за внесення лише мінеральних добрив без інокуляції насіння – кількість бобів на рослину – 4,95 шт., кількість зерен у бобі – 4,83 шт., маса 1000 зерен – 195,3 г, маса зерен з однієї рослини – 4,67 г, на варіантах з інокуляцією насіння Андерізом показники зросли до – 5,23 шт.; 4,97 шт.; 199,7 г; 5,19 г, відповідно. При сумісному використанні разом із інокулянтом мікоризоформуєчого препарату Мікофренд структурні показники зросли до – 5,31 шт.; 5,03 шт.; 201,8 г; 5,38 г відповідно.

Максимальний рівень показників основних елементів індивідуальної продуктивності у сорту Царевич, а саме кількість бобів на рослину – 5,32 шт., кількість зерен в бобі – 5,12 шт., маса 1000 зерен – 204,5 г, маса зерна з однієї

рослини – 5,57 г, були відмічені за моделі технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ проведення обробки насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакоренових підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га).

Таблиця 5.11

Структура урожайності сортів гороху залежно від обробки насіння та позакоренового підживлення, (у середньому за 2019-2021 рр.)

Сорт	Системи удобрення*	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Кількість, шт		Маса, г	
			зерен у бобі, шт.	зерен на одній рослині	зерна з однієї рослини	1000 зерен
Девіз	1(st)	4,12	4,65	19,16	3,67	191,6
	2	4,34	4,94	21,44	4,23	197,1
	3	4,42	4,98	22,01	4,41	200,3
	4	4,49	5,08	22,81	4,62	202,5
Царевич	1(st)	4,95	4,83	23,91	4,67	195,3
	2	5,23	4,97	25,99	5,19	199,7
	3	5,31	5,03	26,66	5,38	201,8
	4	5,32	5,12	27,24	5,57	204,5
Коефіцієнт варіації V, %		10,2	3,0	12,0	13,5	2,1
Відносна похибка Sx, %		3,6	1,1	4,2	4,8	0,7

Примітка: 1 - $N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Серед зернобобових культур, що вирощуються в Україні горох може забезпечити врожай зерна в межах 3,50 т/га і більше. Це цінна продовольча й кормова культура. В 1 кг його зерна міститься 1,17 к.од., 180-240 г перетравного протеїну. Горох також має важливе агротехнічне значення: є добрим фітосанітаром, поліпшує структуру ґрунту і підвищує його родючість. Будучи відмінним попередником для більшості культур сівозміни, горох добре росте і дає високі врожаї після різних сільськогосподарських культур. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гороху дасть змогу значно підвищити його продуктивність і, що не менш важливо, якість зерна. До таких

технологічних прийомів відноситься вирощування сортів інтенсивного типу, розміщення культури за найкращими попередниками, застосування інтегрованого захисту рослин від шкідливих об'єктів, система удобрення, способи збирання, тощо [159].

Сучасні кліматичні зміни та зростання інтересу аграріїв до вирощування і використання гороху на різні цілі зумовлює необхідність розробки адаптивних технологій його вирощування та пошук оптимальних заходів удобрення при поєнанні цих агротехнологічних рішень із застосуванням широкого спектру біопрепаратів та рістрегулюючих речовин в тому числі мікоризи.

Поряд із тим, рослини гороху досить позитивно реагують на варіанти оптимізації їх живлення за самого широкого застосування варіантів від обробки насіння до застосування різноваріантних підживлень речовинами різного фізіологічного спрямування.

Гідротермічні умови періоду вегетації 2019-2021 рр., характеризувалися значною контрастністю та суттєвими коливаннями основних середньодобових температур повітря та кількості опадів, коли довготривалі періоди з незначною кількістю опадів різко змінювалися затяжними дощами, що спричиняло досить складні умови та негативний вплив на ростові процеси та формування продуктивності культур.

Проведені нами дослідження з вивчення комплексної дії мінеральних добрив, обробки насіння препаратами азотфіксуючих бактерій і мікоризи та позакореневих підживлень на урожайність сортів гороху показали істотну залежність зміни даного показника від умов року та дії досліджуваних факторів.

Найбільш сприятливим для формування високої врожайності культури, був 2021 рік, у якому зафіксовано максимальний рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності досліджуваних сортів гороху, при цьому врожайність сорту Девіз знаходилась в межах 3,27 – 4,15 т/га, а сорту Царевич 3,75 – 4,62 т/га. На абсолютному контролі досліду $N_{30}P_{60}K_{60}$ (фон), де був відсутній вплив біологічних препаратів, які вивчалися, урожайність гороху

становила 3,27 і 3,75 т/га відповідно. В умовах 2020 року рівень урожайності гороху в досліджуваних моделях технології коливався у межах 3,08 – 3,92 та 3,51 – 4,32 т/га відповідно по сортах, за показників на контролі 3,08 і 3,51 т/га. Найнижчий рівень врожаю зерна був зафіксований 2019 року і становив 2,59 – 3,22 т/га у сорту Девіз, та 2,79 – 3,54 т/га у сорту Царевич. При цьому показники врожаю зерна на контролі становили 2,59 і 2,79 т/га відповідно (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Урожайність зерна сортів гороху залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення, т/га

Сорт	Системи добрення	Роки			Середнє за 2019-2021 рр.
		2019	2020	2021	
Девіз	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	2,59	3,08	3,27	2,98
	Фон + Андеріз	2,83	3,44	3,65	3,31
	Фон+Андеріз + Мікофренд	3,02	3,67	3,87	3,52
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	3,22	3,92	4,15	3,76
Царевич	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	2,79	3,51	3,75	3,35
	Фон + Андеріз	3,06	3,92	4,19	3,72
	Фон+Андеріз + Мікофренд	3,30	4,11	4,33	3,91
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	3,54	4,32	4,62	4,16
<i>Середнє по варіантах</i>		<i>3,04</i>	<i>3,75</i>	<i>3,98</i>	<i>3,59</i>
НІР 0,5, т/га	<i>по фактору А</i>	<i>0,075</i>	<i>0,069</i>	<i>0,058</i>	-
	<i>по фактору В</i>	<i>0,106</i>	<i>0,098</i>	<i>0,082</i>	-
	<i>взаємодія АВ</i>	<i>0,150</i>	<i>0,138</i>	<i>0,116</i>	-

На варіантах досліді з використанням передпосівної обробки насіння інокулянтном та мікоризоформуєчим препаратом і проведенням позакореневого підживлення, рівень урожайності суттєво зростає, як при окремому застосуванні кожного з досліджуваних факторів, так і при комплексному.

Встановлено, що передпосівна інокуляція насіння препаратом Андеріз (2,0 л/т) забезпечувала підвищення урожайності в 2019 р. на 0,24 т/га – у сорту Девіз та на 0,27 т/га у сорту Царевич. У 2020 р. урожай зерна досліджуваних сортів гороху залежно від інокуляції насіння зростає на 0,36 т/га і 0,41 т/га

відповідно. У 2021 р. зафіксовано максимальну прибавку до контролю, при цьому показники урожайності зросли на 0,38 т/га та 0,44 т/га.

На варіантах з проведенням інокуляції та додатково обробки насіння мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) прибавка врожаю зерна до контролю за роками досліджень становила у сорту Девіз 0,43 т/га - 2019 р., 0,59 т/га – 2020 р., 0,60 т/га – 2021 р. У сорту Царевич ці показники становили відповідно 0,51 т/га, 0,60 т/га, 0,58 т/га.

За комплексного застосування обробки насіння та позакореневого підживлення у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) отримали максимальний рівень урожайності гороху, який становив на варіантах із сортом Девіз у 2019 р. – 3,22 т/га, у 2020 р. – 3,92 т/га і у 2021 р. – 4,15 т/га, що відповідно перевищувало контроль на 0,63 т/га, 0,84 т/га і 0,88 т/га. У сорту Царевич ці показники становили, відповідно, у 2019 р. – 3,54 т/га, у 2020 р. – 4,32 т/га і у 2021 р. – 4,62 т/га, що на 0,75 т/га, 0,81 т/га і 0,87 т/га більше контрольного варіанта.

Таким чином у середньому за роки проведення досліджень найвищі показники урожайності гороху 3,76 т/га у сорту Девіз та 4,16 т/га у сорту Царевич забезпечили моделі технології вирощування, які передбачали комплексне застосування факторів інтенсифікації, зокрема проведення обробки насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакорневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$.

За результатами проведеного дисперсійного аналізу отриманих даних виявлено, що величина формування приросту врожаю зерна гороху за роками досліджень на 60-7 – 72,9 % залежала від застосування досліджуваних біологічних препаратів, на 18,7 – 36,0 % - від сорту та на 3,1 – 7,9 % - від умов року, а взаємодія факторів становила 0,1-0,5 %. (рис. 5.3)

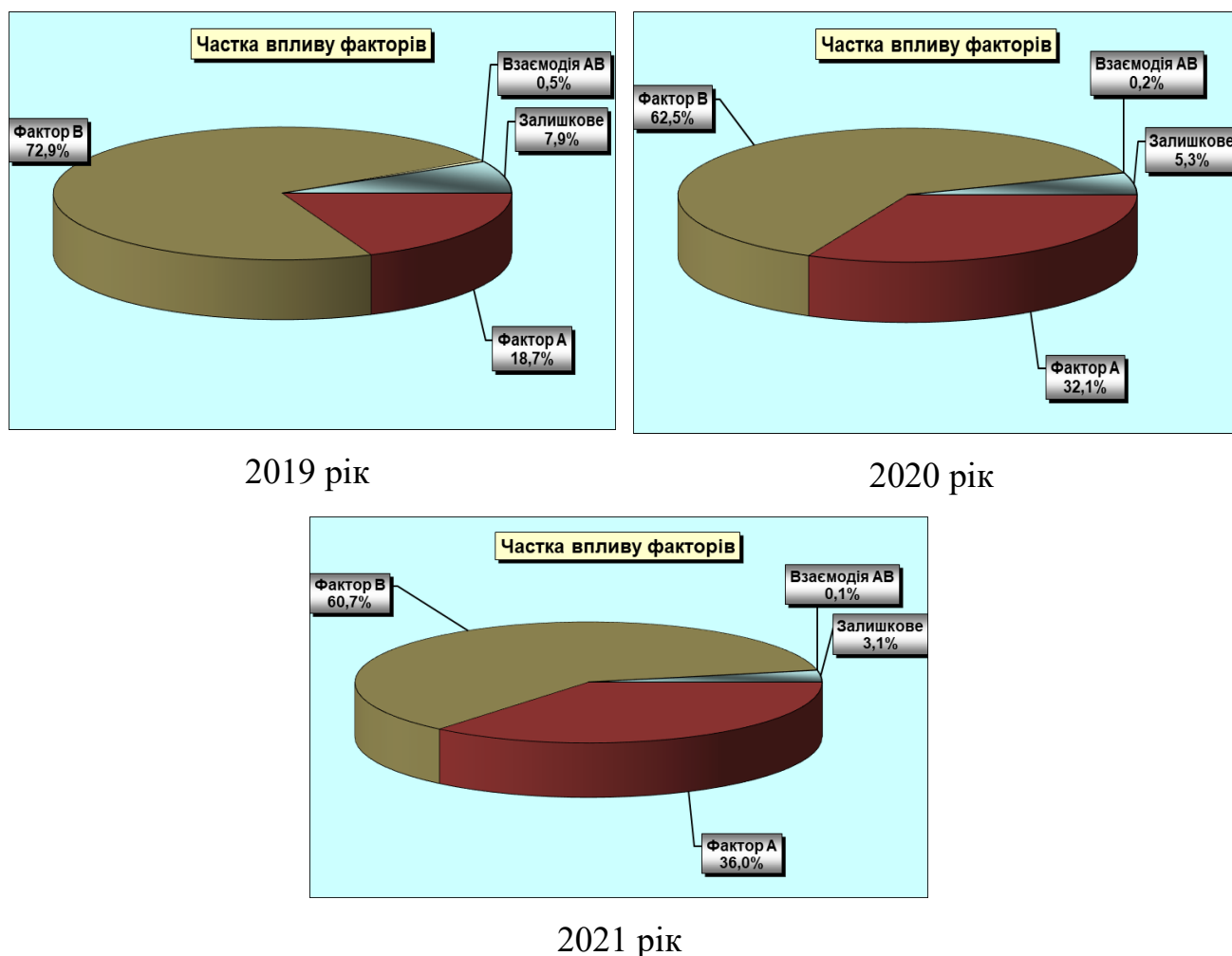


Рис. 5.3 Частка впливу факторів у формуванні врожаю зерна гороху, за 2019- 2021 рр.

Примітка: Фактор А – Сорти гороху;

Фактор В – Системи удобрення.

Отже, в умовах Лісостепу правобережного найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин гороху та формування його максимальної зернової продуктивності складаються при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та обробці насіння препаратами Андерізі (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) і проведенні двох позакореневих підживлень у фазі бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га). Варто відмітити, що на даних варіантах дослідження спостерігалась найбільша реалізація генетичного потенціалу сорту Царевич.

5.6 Хімічний склад зерна сортів гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення

Вже відомо, що з поміж сільськогосподарських культур найбільшу кількість протеїну в зерні здатні формувати рослини з родини бобових. На основі проведених численних досліджень встановлено, що вміст протеїну в зерні бобових культур вищий ніж у зерні злакових у 2 – 2,5 рази, крім того зерно бобових значно переважає злакові за складом незамінних амінокислот та є більш повноцінним [117, 291].

Завдяки своїй високій пластичності до умов регіону вирощування та досить високому виходу протеїну з одиниці площі горох займає ключову роль, серед інших зернобобових культур, у виробництві високобілкової продукції [442].

Головна роль у формуванні зерна з високим вмістом протеїну належить азоту. Як відомо, рослини гороху споживають азот з ґрунту і повітря. За рахунок підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації зростає і продуктивність рослин гороху, що в свою чергу безпосередньо впливає на вміст протеїну в зерні. В умовах несприятливого вологозабезпечення порушується поглинання та засвоєння азоту. У тканинах листків підвищується вміст нітратного, амінного та амідного азоту, знижується здатність рослин синтезувати білок [54].

Як показують проведені нами дослідження, величини, які характеризують якість зерна гороху досить динамічні. Кількісний рівень їх зміни залежав від гідротермічних умов та дії досліджуваних факторів; особливостей сортів, обробки насіння та позакореневого підживлення рослин (табл. 5.13)

Встановлено, що застосовані фактори оптимізації живлення рослин гороху впливали на показники якості його зерна. Так, при аналізі показників якості зерна сорту Девіз відмічено збільшення вмісту сирого протеїну за поступового насичення моделі технології вирощування факторами інтенсифікації із мінімального середнього за період досліджень значення 22,5 %

у контрольному варіанті без застосування до 24,8 % у варіанті повного і комплексного їх поєднання. При цьому встановлено зростання даного значення від інокуляції насіння препаратом Андеріз на 1,1 %. Збільшення вмісту сирого протеїну на 1,9 % зафіксовано у варіантах досліду сумісної обробки насіння інокулянтном та мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд.

Таблиця 5.13

Вміст сирого протеїну в зерні сортів гороху та його вихід залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, (у середньому за 2019 – 2021 рр.)

Сорт	Системи удобрення	Вміст сирого протеїну, %	± до контролю	Вихід сирого протеїну, т/га	± до контролю
Девіз	1(st)	22,5	-	0,67	-
	2	23,6	1,1	0,78	0,11
	3	24,4	1,9	0,86	0,19
	4	24,8	2,3	0,93	0,26
Царевич	1(st)	22,9	-	0,77	-
	2	24,2	1,3	0,90	0,13
	3	24,6	1,7	0,96	0,20
	4	25,1	2,2	1,04	0,28
<i>Коефіцієнт варіації V, %</i>		3,9	-	13,8	-
<i>Відносна похибка Sx%</i>		1,4	-	4,9	-

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

На варіантах де на фоні мінерального удобрення та використання для обробки насіння інокулянта і мікоризоутворюючого препарату проведення двох послідовних позакорневих підживлень комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) підвищило вміст сирого протеїну в порівнянні до контролю на 2,3 %, при цьому дані значення становили 24,8 % проти 22,5 % на контролі.

Така ж тенденція щодо формування вмісту білка в зерні гороху зафіксована і у сорту Царевич. Так, на контрольному варіанті досліду N₃₀P₆₀K₆₀ вміст сирого протеїну становив 22,9 %, проведення інокуляції насіння

препаратом Андеріз (2,0 л/т) забезпечило підвищення даного показника до 24,2 %, що на 1,3 % перевищувало контроль. Сумісна обробка насіння Андерізом (2,0 л/т) та Мікофрендом (1,5 л/т) сприяла зростанню вмісту протеїну в зерні до 24,6 %, що на 1,7 % більше контролю. Як і на варіантах де вирощували сорт гороху Девіз максимальний вміст протеїну в зерні гороху сорту Царевич формувався на варіантах дослідів із комплексним використанням факторів інтенсифікації, а саме обробки насіння та позакоренових підживлень і становив 25,1 %, що на 2,2 % більше контролю.

Крім вмісту сирого протеїну у зерні досить важливим показником є і його вихід з одиниці площі. При цьому до уваги беруть і рівень урожайності сортів гороху.

У середньому за роки проведення досліджень, на контролі дослідів, дещо більший вихід сирого протеїну забезпечив сорт гороху Царевич - 0,77 т/га, проти 0,67 т/га у сорту Девіз. За проведення передпосівної обробки насіння гороху інокулянт Андеріз (2,0 л/т) вихід сирого протеїну збільшився в середньому на 0,11 т/га у сорту Девіз та на 0,13 т/га у сорту Царевич, а за поєднання інокуляції та мікоризоформуєчого препарату Мікофренд (1,5 л/т), відповідно, на 0,19 – 0,20 т/га. Використання інокулянта та мікоризоутворюєчого препарату для передпосівного оброблення насіння та позакоренового підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) забезпечило підвищення виходу сирого протеїну, відповідно, на 0,26 – 0,28 т/га відповідно до сорту. Отже, максимальний вихід сирого протеїну у сорту Девіз 0,93 т/га, та сорту Царевич 1,04 т/га був отриманий на варіантах дослідів де проводили оброблення насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) і проведенні двох позакоренових підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га).

Відомо, що за вмістом сирого протеїну у зерні горох дещо поступається іншим зернобобовим культурам таким як соя, вика яра, люпин. Однак протеїн

гороху в порівнянні з іншими зернобобовими культурами має значно вищу забезпеченість рядом надзвичайно цінних амінокислот.

У складі рослинних білків нараховується близько двадцяти амінокислот, які поділяються на замінні та незамінні. Надзвичайно цінне значення серед рослинних білків мають саме незамінні амінокислоти, які не можуть синтезуватися в організмах людей і тварин, а надходять лише з білками рослинних харчових продуктів та кормів, до них відносяться: валін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін.

За вмістом незамінних амінокислот протеїн горох перевершує основні харчові продукти. Так, кількість триптофану, треоніну, лейцину, цистину, фенілаланіну, валіну, аргініну та гістидину в зерні гороху більше, ніж у яловичині та багатьох інших продуктах тваринного походження. Висока кормова цінність білка гороху складається і в тому, що в його зерні відсутні танін і алкалоїди, тримається мало інгібіторів трипсину та хемотрипсину.

Виходячи з цього, у своїх дослідженнях ми вивчали амінокислотний склад протеїну в зерні гороху залежно від обробки насіння та позакореневих підживлень (Додаток И.1). Встановлено, що фактори, які були поставлені на вивчення, а саме обробка насіння інокулянтom Андерізі, мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд та позакореневі підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд мали істотний вплив на накопичення амінокислот в зерні гороху. Значної різниці за амінокислотним складом в зерні між сортами гороху зафіксовано не було.

Аналіз результатів досліджень показав, що вміст лізину на контрольному варіанті у сорту Царевич становив 1,37 %, тоді як у сорту Девіз даний показник знаходився на рівні – 1,48 %. Тоді як, обробка насіння інокулянтom Андерізі сумісно із мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ забезпечило зростання даного показника до 1,65 % і 1,52 %. Максимальний вміст лізину – 1,83% у сорту Царевич, та 1,64 % – у сорту Девіз, відмічений на варіантах досліду, де проводили обробку насіння препаратами Андерізі + Мікофренд і два позакореневих підживлення у фази

бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд. Поряд із цим, відмічено збільшення вмісту Аргініну за поступового зростання факторів інтенсифікації із мінімального значення 1,31 % у сорту Девіз та 1,41 % – у сорту Царевич, у варіантах досліду без застосування додаткових заходів оптимізації живлення, до максимального 1,83 % і 1,75 %, у варіантах повного комплексного їх поєднання.

Крім того, встановлена обернено пропорційна залежність накопичення вмісту таких незамінних амінокислот як валін, ізолейцин, лейцин і триптофан. На контролі досліду вміст даних речовин становив, відповідно, 0,91 %, 0,91%, 1,60 % і 0,11 % у сорту Царевич і 0,83 %, 0,76 %, 1,45 % і 0,08 % у сорту Девіз, а на варіанті повного комплексного поєднання факторів інтенсифікації, відповідно, 0,73 %, 0,75 %, 1,27 % і 0,08 % у сорту Царевич і 0,82 %, 0,68 %, 1,44 % і 0,06 % у сорту Девіз. Вміст метеоніну і треоніну знаходився майже на одному рівні.

Слід відмітити інтенсивне накопичення всіх вільних протеїногенних амінокислот в обох сортів гороху, особливо аспарагінової та глютамінової кислот, вміст яких коливався у межах 2,56 % – 2,74 % і 2,51 % – 2,85 % та 3,41 % – 3,58 % і 3,32 – 4,19 % на сухий знезелений білок відповідно.

Аналогічні залежності можна спостерігати щодо вмісту інших амінокислот, які визначались в наших дослідженнях. Таким чином, застосування обробки насіння та позакореневих підживлень мало значний вплив на вміст у зерні сортів гороху Царевич та Девіз незамінних амінокислот.

Таким чином, визначення біологічної повноцінності білка сортів гороху засвідчує низьку наявність сірковмісних амінокислот та низьке співвідношення між лізином та лейцином та ізолейцином. Тобто, для використання білка гороху у годівлі високопродуктивних тварин необхідно буде використовувати високобілкові інгредієнти на основі сої.

Висновки до розділу 5.

1. На основі проведених фенологічних спостережень за ростом і розвитком сортів гороху Девіз і Царевич встановлено позитивний вплив організованих факторів та гідротермічних умов регіону на показники польової схожості, показники виживаності рослин та формування генеративних органів, які безпосередньо визначаються рівнем забезпечення рослин гороху необхідними елементами, особливо у критичні фази росту.

2. В умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та поєднання обробки насіння Андерізом (2 л/т) та Мікофрендом (1,5 л/т) із позакореневим підживленням комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) забезпечувало сприятливі умови для максимальної реалізації фотосинтетичної та симбіотичної продуктивності сортів Девіз і Царевич.

3. Оптимізація системи мінерального живлення сортів гороху, шляхом внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, обробки насіння інокулянтном Андеріз (2 л/т) сумісно із мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакорневих підживлень комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) сприяло формуванню максимальної урожайності зерна та значному покращенню його якісних показників.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА ГОРОХУ

6.1 Економічна та енергетична ефективність вирощування сої за різних моделей технології

На сьогоднішній день в умовах війни надзвичайно ускладнене функціонування аграрного сектора економіки України. Однією із основних точок вразливості для аграрного сектора стало погіршення забезпеченості сільськогосподарських підприємств матеріально-технічними засобами. Брак фінансових ресурсів, неможливість довгострокового планування діяльності внаслідок можливих бойових дій призводять до спрощення процесів сільськогосподарського виробництва, зменшення внесення добрив та засобів захисту рослин, що знижує врожайність сільськогосподарських культур та погіршує якісний склад земель [225].

В таких складних умовах дефіциту продовольчих ресурсів постає проблема сталого аграрного виробництва та зменшення економічних та енергетичних затрат на одиницю виробленої продукції.

Одним із надійних шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування, що базуватимуться на забезпеченні максимального ресурсного потенціалу нових високоефективних сортів, використанню біологічних препаратів та збалансованій системі удобрення культури і будуть конкурентоспроможними [302, 364].

Все частіше аграрії шукають альтернативні підходи та методи зниження собівартості вирощеної продукції. Через проблеми логістичних ланцюгів, експорту, недостатність обігових коштів, відсутність можливості вчасного збирання врожаю в кінці сезону 2022 р., а також глобальне подорожчання ресурсів, аграрії починають зменшувати витрати на мінеральні добрива. Все частіше обговорюється тема скорочення норми добрив і використання

дешевших біопрепаратів для компенсації цього скорочення і збереження врожайності [105].

Розробка нових та оптимізація існуючих технологічних прийомів вирощування сої в першу чергу повинна бути обґрунтованою і рентабельною з економічної точки зору.

Розрахунок показників економічної ефективності вирощування сої, в умовах Лісостепу правобережного на сірих лісових ґрунтах, залежно від біологізації системи живлення за рахунок використання інокулянтів та позакореневого підживлення проводили на основі розрахованих та складених технологічних карт вирощування з урахуванням сучасних цін на матеріально-технічні ресурси (технологічні операції, насіння, засоби захисту рослин, мінеральні та біологічні добрива та паливо) та виконані роботи станом на 2021 рік. Встановлено, що досліджувані агрозаходи суттєво впливали не тільки на рівень урожайності насіння сої, а й на економічну ефективність її вирощування.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення мали безпосередній вплив на показники економічної ефективності вирощування сої. У середньому за роки проведення наших досліджень, загальні виробничі витрати у розрізі варіантів становили від 14836 до 16253 грн/га в залежності від інтенсивності насичення моделі технології досліджуваними елементами.

Так, відповідно, на контролі без передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень виробничі витрати становили – 14836 грн/га, інокуляція насіння сої препаратами Біоінокулянт БТУ (2 л/т), Різолайн (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) забезпечила несуттєве зростання виробничих витрат на 1 га, проте сприяла значному зростанню урожайності насіння, відповідно, на 0,34, 0,21 і 0,23 т/га. Вартість прибавки урожайності насіння сої суттєво переважала витрати на проведення інокуляції, що в свою чергу забезпечило зростання умовно чистого прибутку до 15979 грн/га, 14491 грн/га та 14718 грн/га, що відповідно перевищувало контроль (12334 грн/га) на 3645 грн/га, 2157 грн/га та 2384 грн/га. Рівень рентабельності при цьому

становив на варіантах з використанням Біоінокулянта БТУ (2 л/т) – 107,0 %, Різолайна (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) – 96,7% та Андерізу (1,5 л/т) – 98,2, а собівартість 1 т насіння, відповідно, 5314 грн., 5593 грн., 5549 грн. (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування сої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, у середньому за 2017-2021 рр.

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Виробничі витрати, грн/га.	Вартість вирощеної продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн.	Собівартість 1 т насіння, грн.	Рівень рентабельності, %
Без обробки	Без підживлень (К)	14836	27170	12334	6006	83,1
	Біокомплекс БТУ	15601	30140	14539	5694	93,2
	Гуміфренд	15486	29260	13774	5822	88,9
	Хелпрост соя	16098	30800	14702	5749	91,3
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	14931	30910	15979	5314	107,0
	Біокомплекс БТУ	15696	35090	19394	4920	123,6
	Гуміфренд	15579	33770	18191	5075	116,8
	Хелпрост соя	16194	36410	20216	4892	124,8
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	14989	29480	14491	5593	96,7
	Біокомплекс БТУ	15755	32670	16915	5305	107,4
	Гуміфренд	15639	30910	15271	5565	97,6
	Хелпрост соя	16253	33770	17517	5294	107,8
Андеріз	Без підживлень (К)	14982	29700	14718	5549	98,2
	Біокомплекс БТУ	15747	33440	17693	5180	112,4
	Гуміфренд	15631	32340	16709	5317	106,9
	Хелпрост соя	16245	34760	18515	5141	114,0

На варіантах дослідів, де проводили позакореневі підживлення у фазі 3-й трійчастий листок та бутонізації біологічним добривом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) виробничі витрати збільшились, у середньому на 765 грн./га, а чистий прибуток на 2205 – 3415 грн./га, рівень рентабельності відповідно зріс на 10,1 – 16,5 %, собівартість 1 т насіння зменшилась на 288 – 393 грн. відповідно до варіантів обробки насіння. Аналогічна позитивна тенденція формувалась і на варіантах де використовували Гуміфренд (1,0 л/га) та Хелпрост соя (2,5 л/га).

Результати порівняльного аналізу свідчать, що найкращу економічну ефективність серед досліджуваних препаратів для позакореневого підживлення по відношенню до контрольного варіанту забезпечило органо-мінеральне добриво Хелпрост соя (2,5 л/га). На даних варіантах, залежно від інокуляції насіння, виробничі витрати становили 16098 – 16253 грн/га, чистий прибуток 14702 – 20216 грн./га, собівартість 1 т насіння 5749 – 4892 грн, а рівень рентабельності 91,31 – 124,8 %.

Отже, проведений економічний аналіз отриманих результатів досліджень підтвердив сформовані нами висновки щодо доцільності біологізації системи живлення сої. Так, найбільш ефективною з економічної точки зору є модель технології вирощування сої, яка передбачає передпосівну обробку насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) у поєднанні із двома позакореневими підживленнями, органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації, що забезпечило максимальний у досліді умовно чистий прибуток 20216 грн./га, та найвищий рівень рентабельності 124,8 %.

Сумісне використання мінеральних добрив та біологічних препаратів різного механізму дії позитивно впливає на ґрунт, забезпечує збереження його родючості, сприяє вивільненню фосфору та калію з ґрунту та мінеральних добрив, за рахунок чого підвищується коефіцієнт їх засвоєння рослиною, підвищує стійкість рослин до стресових факторів, і як наслідок підвищує продуктивність, урожайність та показники якості сільськогосподарських культур [54, 55, 112].

Впровадження нових елементів технології, потребує додаткових матеріально – фінансових витрат, в зв'язку з чим важливе значення набуває вивчення та обґрунтування економічної та енергетичної ефективності даних прийомів [56, 57].

Поряд з рівнем зернової продуктивності, будь-яку агротехнологію або її елемент оцінюють з погляду економічного ефекту, який завжди є визначальним у її виборі агропідприємством. Інтегрованим показником, що нині досить часто

застосовують для оцінювання виробничої діяльності в агросфері, є показник рівня рентабельності. Розглядаючи кожен варіант досліду як потенційний для агротехнології з різним ресурсним навантаженням, було проведено відповідні економічні розрахунки.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність вирощування сої залежно від обробки насіння та системи удобрення, (у середньому за 2017-2021 рр.)

Обробка насіння	Норми добрив	Виробничі витрати, грн/га.	Вартість вирощеної продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн.	Собівартість 1 т насіння, грн.	Рівень рентабельності, %
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	15068	27480	12412	6580	82,4
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	15741	30120	14379	6271	91,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	16158	31680	15522	6120	96,1
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	13163	25560	12397	6180	94,2
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	13580	27000	13420	6036	98,8
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	15303	30720	15417	5978	100,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	15976	33960	17984	5645	112,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	16393	35640	19247	5520	117,4
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	13399	29400	16001	5469	119,4
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	13815	31080	17265	5334	125,0

За результатами проведених нами розрахунків встановлено, що фактори, які досліджувалися, а саме (рівень удобрення та передпосівна обробка насіння мікоризоутворюючим препаратом) мали суттєвий вплив на економічну ефективність вирощування сої. У середньому за роки проведення досліджень загальні виробничі витрати при вирощуванні сої коливались у межах від 13163 до 16393 грн/га залежно від інтенсифікації моделі технології вирощування досліджуваними елементами.

Так, відповідно, на контролі без обробки насіння та використання біологічного добрива виробничі витрати становили – 15068 грн/га, а на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ та біодобрива Граунфікс у

нормі 3 л/га і 5 л/га вони зросли відповідно, до 15741 грн/га і 16158 грн/га. На варіантах із зниженою нормою мінеральних добрив та внесенням біодобрива Граундфікс у нормі 3 л/га і 5 л/га виробничі витрати знизились і становили, відповідно, 13163 грн/га і 13580 грн/га.

На варіантах досліду з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т була зафіксована аналогічна тенденція розподілу виробничих витрат. Максимальні виробничі витрати 16393 грн/га формувались на варіанті досліду із повною нормою мінерального удобрення та внесенням у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс у нормі 5 л/га.

За результатами розрахунків показників економічної ефективності виявлено, що на контрольних варіантах з удобренням $N_{60}P_{60}K_{60}$ вартість вирощеної продукції, у середньому за роки досліджень, становила 27480 грн/га та 30720 грн/га на варіанті з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом. Внесення біологічного добрива у нормах 3 л/га і 5 л/га забезпечило зростання вартості вирощеної продукції до 30120 грн/га і 31680 грн/га на варіантах без передпосівної обробки насіння, та до 33960 грн/га і 35640 грн/га на варіантах з обробкою насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/т), що було максимальним показником у досліді. Зниження норми мінеральних добрив забезпечило і зниження вартості вирощеної продукції, так на варіантах без обробки насіння вона становила 25560 – 27000 грн/га, а за умови обробки насіння 29400 – 31080 грн/га залежно від норми Граундфікса.

Нашими дослідженнями встановлено, що одночасно із зростанням загальних виробничих витрат та вартості вирощеної продукції знижувалась собівартість 1 тони насіння сої. Проте, найменшу собівартість 1 тони насіння сої 5334 грн було одержано на фоні мінерального живлення $N_{45}P_{45}K_{45}$, внесенні у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс 5 л/га та обробки насіння перед сівбою Мікофрендом (1,5 л/га).

Встановлено, що використання Граундфіксу у нормі 3 л/га на фоні повної мінеральної системи удобрення забезпечило рівень рентабельності 91,3 % , а за внесення 5 л/га – 96,1 %, що 8,9-13,7% більше порівнюючи лише з мінеральною системою удобрення. На аналогічних варіантах з використанням для обробки насіння мікоризоутворюючого препарату Мікофренд дані показники становили відповідно 112,6 і 117,4 %, що перевищувало контроль на 11,9-16,7 %.

Ключовим аспектом який варто відмітити є те, що зниження норми мінеральних добрив на 30% і внесення Граундфіксу (3 і 5 л/га) забезпечило рівень рентабельності виробництва, який вищий від варіантів з повним мінеральним добривом. Так, на варіантах без використання Мікофренду з економічної точки зору найпродуктивнішим був варіант з удобренням $N_{45}P_{45}K_{45}$ та внесенням Граундфіксу 5 л/га, при цьому рівень рентабельності становив 98,8 %. А на варіантах із передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ і внесення Граундфіксу 3 л/га і 5 л/га рівень рентабельності становив відповідно 119,4 і 125,0 %.

Таким чином, проведений економічний аналіз отриманих результатів досліджень підтвердив раніше сформовані нами висновки щодо позитивного впливу біологізації системи удобрення сої. Так, найбільш ефективною з економічної точки зору є модель технології вирощування сої, яка передбачає внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$, внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граунфікс 5 л/га та обробки насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/га), що забезпечує максимальний рівень рентабельності 125 %.

У сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва раціональне використання та економія енергетичних ресурсів являється одним із основних завдань. Виходячи з чого, зменшення використання енергії для виконання різних технологічних процесів є обов'язковою умовою. У сучасному рослинництві це в першу чергу реалізовується впровадженням

енергозберігаючих технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, в тому числі і сої.

Завданням особливої важливості є налагодження досліджень і розробка нових технологій виробництва продуктів сільського господарства, які були б здатні давати багаторазове підвищення продуктивності праці, максимальне збереження родючості землі, економного витрачання палива, мастила, електроенергії, ефективної експлуатації машин, знаряддя та отримання продукції при невеликих витратах енергетичних ресурсів [8].

Розрахунок кількості енергії, яка була витрачена на утворення одиниці продукції дозволяє визначити енергетичну ефективність технології вирощування, правильно організувати технологічний процес. Процес вирощування сої включає використання трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів. Матеріальні ресурси це сукупність засобів виробництва таких як сільськогосподарські машини і устаткування, хімічні препарати, транспортні засоби, насіння, біологічні препарати і ін.

Енергетичну оцінку вирощування сої проводили на основі технологічних карт з включенням всіх технологічних операцій. Енергетичний коефіцієнт розраховували як відношення чистого енергетичного прибутку до енергії, витраченої на вирощування врожаю. Співставлення акумульованої в урожаї сої енергії і витраченої на вирощування є об'єктивним критерієм, який незалежно від величини матеріальних витрат дає можливість порівняти вдосконалені прийоми технології вирощування із уже існуючими.

Розрахунками встановлено, що надходження енергії прямо пропорційно залежало від рівня урожайності з відповідним коливанням за досліджуваними факторами і варіантами.

На основі проведеного детального аналізу показників енергетичної ефективності вирощування сої на зерно встановлено, що у середньому за роки проведення досліджень найнижчі затрати сукупної енергії формувались на контролі досліду і становили – 21335 МДж/га, при цьому вихід валової

енергії з урожаєм становив відповідно 51050 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт склав 2,4 (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Енергетична ефективність вирощування сої залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, (у середньому за 2017-2021 рр.)

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Затрати сукупної енергії, МДж/га	Вихід валової енергії, МДж/га	Чистий енергетичний прибуток, МДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Без обробки	Без підживлень (К)	21335	51055	29720	2,4
	Біокомплекс БТУ	22980	56828	33848	2,5
	Гуміфренд	22975	55089	32114	2,4
	Хелпрост соя	23056	58436	35380	2,5
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	21382	58701	37319	2,7
	Біокомплекс БТУ	23028	66735	43707	2,9
	Гуміфренд	23025	64040	41015	2,8
	Хелпрост соя	23078	69477	46399	3,0
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	21426	55530	34104	2,6
	Біокомплекс БТУ	23072	62014	38942	2,7
	Гуміфренд	23070	58645	35575	2,5
	Хелпрост соя	23122	64163	41041	2,8
Андеріз	Без підживлень (К)	21394	55944	34550	2,6
	Біокомплекс БТУ	23018	63506	40488	2,8
	Гуміфренд	23015	61358	38343	2,7
	Хелпрост соя	23067	66044	42977	2,9

На варіантах досліду, де проводили передпосівну обробку насіння інокулянтами Біоінокулянт БТУ (2 л/т), Різолайн (2 л/т) + Різосейв (2 л/т) та Андеріз (1,5 л/т) поряд із зростання урожайності насіння сої, збільшувався і вихід енергії з одиниці площі. Так, на даних варіантах посіви сої акумулювали, відповідно, 58701 МДж/га, 55530 МДж/га і 55944 МДж/га, сукупні витрати енергії на вирощування при цьому становили 21382 МДж/га, 21426 МДж/га і 21394 МДж/га, чистий енергетичний прибуток

37319 МДж/га, 34104 МДж/га і 34550 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт посіву склав 2,7, 2,6 і 2,6.

Поряд із інокуляцією насіння суттєвий вплив на мінливість показників енергетичної ефективності мало і застосування позакореневого підживлення. На варіантах з проведенням позакореневого підживлення біодобривом Біокомплекс БТУ (1,0 л/га) затрати сукупної енергії становили від 22980 МДж/га до 23072 МДж/га, залежно від інокуляції насіння, вихід валової енергії при цьому знаходився у межах від 56828 МДж/га до 66735 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт 2,5–2,9. На варіантах з використанням комплексного добрива на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) затрати сукупної енергії були майже на одному рівні як і за використання Біокомплексу БТУ (1,0 л/га) та знаходились у межах від 22975 МДж/га до 23070 МДж/га, вихід валової енергії на даних варіантах становив 55089 МДж/га – 64040 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт 2,4 – 2,8. Більшу кількість акумульованої енергії посівами сої 58436 – 69477 МДж/га відмічено на варіантах досліду де використовували органо-мінеральне добриво Хелпрост соя (2,5 л/га), чистий енергетичний прибуток знаходився у межах 35380 – 46399 МДж/га, при коефіцієнті енергетичної ефективності 2,5 – 3,0.

Таким чином, на основі результатів проведеного енергетичного аналізу нами встановлено, що найбільш ефективною є модель технології вирощування сої, яка передбачає проведення інокуляції препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та двох позакорневих підживлень органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації, що забезпечує одержання найвищого показника енергетичного коефіцієнту посіву 3,0.

Процеси інтенсифікації аграрного виробництва постійно супроводжуються послідовним зростанням витрат невідновної енергії. Дана тенденція в загальному є закономірною, проте суттєве зростання витрат енергії та акумуляція валової енергії в урожаї потребує детального аналізу та пошуку шляхів енергоощадності виробництва одиниці продукції. Існуючі на даний час методичні рекомендації дають змогу розрахувати як сукупну техногенну

енергію яка була затрачена на вирощування урожаю, так і зв'язану в ньому біологічну енергію, що дає можливість визначити кращі моделі технології вирощування [120, 296].

На сьогоднішній день сформувалась тенденція щодо переходу на максимально енергоощадні технології, які ґрунтуються на зменшенні найбільш суттєвих енергоємних витрат в тому числі застосування високих доз добрив, особливо азотних, пестицидів. Як альтернатива застосовуються заходи більш інтенсивного використання біологічних факторів інтенсифікації як шляхом збільшення площі посіву бобових культур, так і застосування спеціальних мікробіологічних добрив, що підвищують симбіотичну та асоціативну азотфіксацію, фосфор і калій мобілізуючих та мікоризоутворюючих препаратів різного механізму дії. В значних об'ємах застосовуються рідкі комплексні добрива на хелатній основі, з високим коефіцієнтом засвоєння елементів живлення рослинами [297, 299].

Таким чином, проведення енергетичної оцінки досліджуваних моделей вирощування, які досліджувалися, дає можливість рекомендувати виробництву максимально енергоощадну інтенсивну технологію, що є досить актуальним в умовах сучасного рослинництва.

За результатами проведеного детального аналізу розрахованих показників енергетичної ефективності вирощування сої встановлено, що в середньому за роки досліджень затрати сукупної енергії на контрольному варіанті досліду $N_{60}P_{60}K_{60}$ і становили – 21682 МДж/га, за цих умов вихід валової енергії з урожаєм становив відповідно 47815 МДж/га, чистий енергетичний прибуток – 26133 МДж/га а енергетичний коефіцієнт технології – 2,21.

На варіантах, де на фоні мінеральних добрив проводили обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) посіви сої акумулювали 53530 МДж/га, сукупні витрати енергії на вирощування при цьому становили 21854 МДж/га, чистий енергетичний прибуток 31676 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт склав 2,45 (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Енергетична ефективність вирощування сої залежно від обробки насіння та системи удобрення, (у середньому за 2017-2021 рр.)

Обробка насіння	Норми добрив	Затрати сукупної енергії, МДж/га	Вихід валової енергії, МДж/га	Чистий енергетичний прибуток, МДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	21682	47815	26133	2,21
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	22659	52384	29725	2,31
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	22712	55176	32464	2,43
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	20824	44027	23203	2,11
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	20959	46553	25594	2,22
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	21854	53530	31676	2,45
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	22836	59289	36453	2,60
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	22901	62281	39380	2,72
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	21091	50715	29624	2,40
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	21156	53665	32509	2,54

На досліджуваних варіантах, де вносили у передпосівну культивування біологічне добриво Граунфікс у нормі 3 л/га поряд із зростання врожайності насіння сої, підвищувався і вихід енергії з одиниці площі. Таким чином, за даних умов вирощування посіви сої накопичували на варіантах без Мікофренда – 52384 МДж/га і з Мікофрендом 59289 МДж/га, сукупні витрати енергії у даній моделі технології вирощування становили, відповідно, 22659 і 22836 МДж/га, чистий енергетичний прибуток 29725 і 36453 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт посіву склав 2,31 і 2,60.

Мало дещо більшу ефективність внесення Граунфіксу у нормі 5 л/га, при цьому зростання сукупних затрат енергії зростало не суттєво, до 22712 МДж/га на варіантах без мікоризи та до 22901 МДж/га з використанням препарату Мікофренд, при цьому значно підвищився вихід валової енергії з урожаєм і становив, відповідно, 55176 та 62281 МДж/га,

чистий енергетичний прибуток знаходився на рівні 32464 та 39380 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт – 2,43 та 2,72.

На варіантах із зниженням норми мінерального удобрення та внесенням у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс у нормах 3 і 5 л/га без мікоризації насіння затрати сукупної енергії становили, відповідно, 20824 і 20959 МДж/га, при цьому чистий енергетичний прибуток становив 23202 і 25594 МДж/га а енергетичний коефіцієнт, відповідно, 2,11 і 2,22.

На аналогічних варіантах з проведенням передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) показники енергетичної ефективності були дещо вищими і при цьому затрати сукупної енергії становили 21091 і 21156 МДж/га, чистий енергетичний прибуток 29624 і 32509 МДж/га, енергетичний коефіцієнт 2,40 і 2,54, відповідно.

Отже, на основі результатів проведеного аналізу енергетичної ефективності моделей технології вирощування сої встановлено, що найбільш ефективною є модель, яка передбачає внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$, передпосівну обробку насіння Мікофрендом (1,5 л/т), що забезпечує одержання найвищого показника енергетичного коефіцієнту посіву – 2,72, що на 0,27 більше контролю.

6.2 Економічна та енергетична ефективність вирощування гороху за різних моделей технології

В сучасних умовах ведення аграрного виробництва, однією з найважливіших проблем аграрного сектору економіки залишається істотне підвищення виробництва зернобобових культур, в тому числі і гороху, який є вагомим джерелом збалансованого за амінокислотним складом і вмістом екологічно цінного протеїну. Крім того, горох здатний залишати після себе у ґрунті до 80-100 кг/га азоту і є добрим попередником для інших культур сівозміни, що робить його досить перспективним як з економічної, так і з енергетичної точки зору [23].

Завершальним етапом будь-якої господарської діяльності є одержання відповідного прибутку. Особливі умови ведення аграрного виробництва полягають у тому, що воно залежить від великої кількості абіотичних факторів, проте за допомогою певних заходів є можливість дещо нівелювати їх негативну дію. Існує низка технологій з вирощування сільськогосподарських культур в тому числі і гороху, які різняться між собою системами обробітку ґрунту, удобренням та захистом рослин. Основними вимогами, що ставлять до них, є забезпечення високої економічної та енергетичної ефективності [297, 302].

Розрахунки показників економічної ефективності вирощування сортів гороху, в умовах Лісостепу правобережного, на основі біологізації системи удобрення за рахунок передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень проводили на основі складених технологічних карт вирощування з урахуванням сучасних цін на матеріальні ресурси (технологічні прийоми, насіння, пестициди, добрива та палъне) та виконані роботи станом на 2021 рік.

На основі проведених нами розрахунків встановлено, що фактори, які досліджувалися, а саме (передпосівна обробка насіння та позакореневі підживлення) мали безпосередній вплив на економічну ефективність вирощування сортів гороху (табл. 6.5). У середньому за роки досліджень загальні виробничі витрати при вирощуванні гороху становили від 13391 до 15524 грн/га у сорту Девіз та від 13906 до 15818 грн./га у сорту Царевич в залежності від інтенсивності насичення моделі технології досліджуваними чинниками. Так, відповідно, на контролі без обробки насіння та позакореневих підживлень вони становили – 13391 – 13906 грн/га, а на варіантах досліду із максимальним насиченням досліджуваними елементами, а саме сумісною обробкою інокулянтном та мікоризою у поєднанні із позакореневим підживленням, відповідно, 15524 – 15818 грн/га.

У розрізі досліджуваних варіантів була зафіксована тенденція до зміни величини показників економічної ефективності під дією кожного із факторів, які вивчаються та їх поєднанням.

Таблиця 6.5

Економічна ефективність вирощування гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, (у середньому за 2019-2021 рр.)

Сорт	Системи удобрення	Виробничі витрати, грн/га.	Вартість вирощеної продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн.	Собівартість 1 т зерна, грн.	Рівень рентабельності, %
Девіз	1(st)	13391	25628	12237	4493,6	91,4
	2	13835	28466	14631	4179,8	105,8
	3	14628	30272	15644	4155,7	106,9
	4	15524	32336	16812	4128,7	108,3
Царевич	1(st)	13906	28810	14904	4151,0	107,2
	2	14390	31992	17602	3868,3	122,3
	3	14957	33626	18669	3825,3	124,8
	4	15818	35776	19958	3802,4	126,2

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Досить ефективним з економічної точки зору виявилася інокуляція насіння препаратом Андеріз (2,0 л/т), при цьому зафіксовано суттєве зростання показників умовно чистого прибутку і рівня рентабельності та зниження собівартості 1 тони зерна. На варіантах де вирощували сорт Девіз, даний агрозахід забезпечував зростання умовно чистого прибутку з 12237 грн/га до 14631 грн/га тобто на 2394 грн/га, а рівня рентабельності – на 14,4 % з 91,4 % до 105,8 %, а на варіантах де вирощували сорт гороху Царевич ці показники зросли, відповідно, з 14904 грн/га до 17602 грн/га тобто на 2698 грн/га, а рівень рентабельності зріс з 107,2 % до 122,3 %.

Ефективнішою порівняно з лише однією інокуляцією була сумісна обробка насіння гороху інокулянтном Андеріз (2,0 л/т) та мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т), які за рахунок невисокої собівартості даних технологічних прийомів забезпечували суттєве зростання умовно чистого прибутку і рівня рентабельності виробництва. Так за даних умов на варіантах

досліді де вирощували сорт Девіз умовно чистий прибуток становив 15644 грн/га, що на 3407 грн/га більше ніж на контролі, при цьому рівень рентабельності становив 106,9 %, що перевищувало контрольний варіант на 15,5 %. На аналогічних варіантах із сортом Царевич показники умовно чистого прибутку та рівня рентабельності становили, відповідно, 18669 грн/га та 124,8 %, що на 3765 грн/га і 17,6 % більше контролю.

Найвище значення показників економічної ефективності сортів Девіз та Царевич, а саме собівартості 1 тони зерна, відповідно, 4128,7 грн/га та 3802,4 грн/га, умовно чистого прибутку 16812 грн/га та 19958 грн/га та рівня рентабельності 108,3 та 126,2 %, отримано на варіантах з обробкою насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) та проведенні двох позакореневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$.

Для більш об'єктивної оцінки при обґрунтуванні тої чи іншої моделі технології вирощування культур, у тому числі і зернобобових, поряд із економічною оцінкою варто розраховувати і показники енергетичної ефективності. Дані розрахунки дають можливість більш достовірно врахувати і виразити прямі затрати на технологічні прийоми, та розрахувати енергію, яка вкладена у засоби виробництва і вирощену продукції. Розрахунки енергетичної ефективності моделі технології вирощування гороху дозволяють кількісно оцінити енергетичну вартість отриманої продукції та є умовним показником енергетичної рентабельності виробництва. Енергетичний аналіз сучасних агроecosystem свідчить, що антропогенна енергія в значній мірі визначає величину продуктивності агрофітоценозів [297].

Проведення аналізу акумуляції даної енергії у землеробстві та рослинництві потрібно враховувати не лише її витрати на вирощування окремих культур, але й енергоємність відновлення родючості ґрунту. Саме з даної причини проведення енергетичного аналізу агроecosystem дає можливість визначити енерговитратні ланки та процеси у системі землеробства

і запропонувати менш витратні з енергетичної точки зору технології, що в свою чергу дозволяє зменшити антропогенне навантаження на сільськогосподарські агроландшафти та, за можливості, підвищити конкурентоздатність аграрного виробництва [276].

Для обліку сукупної енергії, витраченої на виробництво певного виду продукції, використовують енергетичні еквіваленти. Енергетичний коефіцієнт – це кількість первинної енергії (в джоулях або калоріях) яка необхідна для виконання певного виду робіт [182, 296].

За результатами проведеного детального аналізу показників енергетичної ефективності вирощування сортів гороху (табл. 6.6) визначено, що у середньому за 2019 – 2021 рр. найнижчі затрати сукупної енергії були на контрольних варіантах досліду і становили у сорту Девіз - 20695 МДж/га, а у сорту Царевич - 21761 МДж/га, в той час вихід валової енергії з урожаєм становив відповідно 52299 і 60635 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт склав 1,53 і 1,79.

На варіантах досліду, де проводили інокуляцію насіння препаратом Андеріз (2,0 л/т) поряд із збільшенням врожайності насіння досліджуваних сортів гороху, зростав і вихід енергії з одиниці площі. Так, на даних варіантах посіви сортів гороху накопичували, відповідно, 58358 і 67369 МДж/га, сукупні витрати енергії на вирощування при цьому становили 21016 і 22091 МДж/га, чистий енергетичний прибуток склав 37372 і 45279 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт посіву становив 1,78 і 2,05.

Більш ефективним виявилось поєднання при обробці насіння інокулянта та мікоризоутворюючого препарату Мікофренд (1,5 л/т) незважаючи на незначне зростання затрат сукупної енергії до 21242 МДж/га у сорту Девіз та до 22321 МДж/га у сорту Царевич суттєво зріс і вихід валової енергії з урожаєм і склав, відповідно, 62234 та 70849 МДж/га, при цьому чистий енергетичний прибуток складав, відповідно, 40991 та 48529 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт – 1,93 та 2,17.

Таблиця 6.6

Енергетична ефективність вирощування гороху залежно від обробки насіння та позакореневого підживлення, у середньому за 2019-2021 рр.

Сорт	Системи удобрення	Затрати сукупної енергії, МДж/га	Вихід валової енергії, МДж/га	Чистий енергетичний прибуток, МДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Девіз	1(st)	20695	52299	31604	1,53
	2	21016	58388	37372	1,78
	3	21242	62234	40991	1,93
	4	21685	66552	44867	2,07
Царевич	1(st)	21761	60635	38874	1,79
	2	22091	67369	45279	2,05
	3	22321	70849	48529	2,17
	4	22847	75462	52616	2,30

Примітка: 1 - N₃₀P₆₀K₆₀ (фон); 2 - Фон + Андеріз; 3 - Фон+Андеріз + Мікофренд; 4 - Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд.

Крім обробки насіння позитивний вплив на формування показників енергетичної ефективності мали і позакореневі підживлення.

Таким чином, на основі проведеного енергетичного аналізу нами встановлено, що найбільш ефективною є модель технології вирощування гороху, як сорту Девіз так і сорту Царевич, яка передбачає передпосівну обробку насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) та проведенні двох позакорневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га), при цьому затрати сукупної енергії у сорту Девіз становили 21685 МДж/га, а у сорту Царевич - 22847 МДж/га, чистий енергетичний прибуток становив відповідно 44867 і 52616 МДж/га, а енергетичний коефіцієнт 2,07 і 2,30.

6.3 Впровадження результатів досліджень у виробництво

Після завершення польових досліджень за темою дисертаційної роботи «Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного» отримані результати досліджень проходили виробничу перевірку в господарствах Вінницької області, а саме Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України, ТОВ «Кусто Агро Фармінг», ФГ «Куманівецьке», ФГ «Агро-Сад», ТОВ «Ольга».

Ми проводили вивчення впливу різноформатного використання біологічних препаратів різного механізму дії, від обробки насіння до позакоренових підживлень, на формування зернової продуктивності сої і гороху впродовж 2022 – 2023 рр. на площі близько 1000 га.

Впродовж періоду виробничих випробувань, ми проводили розробку технологічних карт вирощування сої та гороху, розрахунок потреб у добривах та засобах захисту. Приймали безпосередню участь у проведенні всіх заходів пов'язаних з підготовкою посівного матеріалу, доглядом за посівами та збиранням урожаю.

У виробничих дослідах з вивчення впливу передпосівної обробки насіння бактеріальними препаратами, позакоренового підживлення, сумісного використання мінеральних і біологічних добрив на формування продуктивності сої попередником була пшениця озима, дослідження проводили з сортами Медісон і Діадема Поділля. Сівбу здійснювали у другій декаді квітня – першій декаді травня широкорядним способом, фон мінерального живлення залежно від досліду становив $N_{30}P_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$, норма висіву 650 тис шт./га схожих насінин, гербіцидний контроль передбачав застосування гербіциду Харнес (д.р. 900 г/л ацетохлор) 2,5 л/га до появи сходів та Базагран (д.р. 480 г/л бентазон) 2,0 л/га та у фазу 3 трійчастого листка.

В досліді з вивчення інокуляції та позакоренового підживлення на формування продуктивності сої в день сівби проводили обробку насіння

препаратом Біоінокулянт БТУ у нормі (2 л/т) та у фази розвитку 3-й трійчастий листок (ВВСН 13) та бутонізації (ВВСН 51) проводили листкове підживлення посівів органо-мінеральним добривом Хелпрост соя у нормі (2,5 л/га).

Під час проведення виробничої перевірки запропонована нами модель інтенсивної технології вирощування сої забезпечила формування врожаю насіння в ТОВ «Кусто Агро Фармінг» на рівні 3,50 – 3,86 т/га, в ФГ «Куманівецьке» на рівні 2,94 – 3,23 т/га, тоді як рекомендована зональна технологія забезпечила урожайність сої по господарствах на рівні 2,73 – 2,98 т/га – ТОВ «Кусто Агро Фармінг» та 2,28 – 2,57 т/га – ФГ «Куманівецьке» (табл. 6.7). Різницю в урожайності однакових моделей технологій вирощування сої можна пояснити тим, що крім факторів, які були поставлені на вивчення значний вплив мали і ґрунтово-кліматичні умови регіону де розміщується господарство.

Таблиця 6.7

Урожайність та економічна оцінка впровадження розроблених елементів технологій вирощування насіння сої в умовах агроформувань регіону

Показники	Технології			
	базова		розроблена	
	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
ТОВ «КУСТО АГРО ФАРМІНГ»				
Площа 620 га				
Урожайність, т/га	2,73	2,98	3,50	3,86
Вартість продукції, грн.	28665	31290	36750	40530
Виробничі витрати, грн.	15462	16334	17197	17912
Умовно чистий прибуток, грн.	13203	14956	19553	22618
Собівартість 1 тонни насіння, грн.	5664	5481	4913	4640
Рівень рентабельності, %	85	92	114	126
ФГ «Куманівецьке»				
Площа 130 га				
Урожайність, т/га	2,28	2,57	3,04	3,33
Вартість продукції, грн.	25080	28270	33440	36630
Виробничі витрати, грн.	14270	15020	16180	17029
Умовно чистий прибуток, грн.	10810	13250	17260	19601
Собівартість 1 тонни насіння, грн.	6259	5844	5322	5114
Рівень рентабельності, %	76	88	107	115

Порівняння проводили з базовою технологією вирощування сої на насіння без інокуляції та проведення позакореневих підживлень.

Економічну ефективність вирощування сої ми розраховували по кожному господарству окремо. Виробничі витрати розробленої технології вирощування сої відрізнялись, як по роках проведення виробничої перевірки, так і по господарствах. Так, у ТОВ «Кусто Агро Фармінг» у 2022 р. вони склали 17197 грн/га, а у 2023 р. – 17912 грн/га, а у ФГ «Куманівецьке» були на рівні 16180 грн/га. у 2022 р. та 17029 грн/га у 2023 р відповідно. Ці розбіжності можна пояснити коливанням ринкових цін на насіння, мінеральні добрива, протруювачі, інокулянти, засоби захисту, паливо-мастильні матеріали, тощо.

Нами відмічено максимальні показники умовно чистого прибутку розробленої технології вирощування сої у ТОВ «Кусто Агро Фармінг» на рівні 19553 грн/га. у 2022 р. та 22618 грн/га. у 2023 р., при цьому собівартість 1 тонни насіння сої відповідно по роках становила 4913 грн. та 4640 грн. По ФГ «Куманівецьке» нами була відмічена аналогічна тенденція з дещо нижчими абсолютними показниками.

В цілому розроблена нами технологія вирощування сої є досить перспективною, про що свідчить високий рівень рентабельності 114 % – 126 % проти 85 % – 92 % на контролі у ТОВ «Кусто Агро Фармінг» та 107 % – 115 % проти 76 % – 88 % за базової технології по у ФГ «Куманівецьке».

У виробничому досліді з вивчення впливу сумісного використання мінеральних добрив, біодобрива та мікоризоутворюючого препарату на продуктивність сої, препарат Граундфікс (5 л/га), вносили у передпосівну культивуацію, а обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом здійснювали безпосередньо перед сівбою (1,5 л/т). Порівняння проводили з базовою технологією вирощування сої на зерно без використання біологічних препаратів.

У процесі проведення виробничих досліджень встановлено, що розроблена модель біологізованої технології вирощування сої в умовах Уладово-люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних

культур і цукрових буряків НААН України забезпечила урожайність насіння рівні 3,03 – 3,59 т/га в той час як на контролі вона становила 2,51 – 2,66 т/га, а в умовах ТОВ «Ольга», у аналогічному досліді, урожайність насіння була на рівні 2,98–3,46 т/га проти 2,57 – 2,94 т/га на контролі (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

Урожайність та економічна оцінка впровадження розроблених елементів технологій вирощування насіння сої в умовах агроформувань регіону

Показники	Технології			
	базова		розроблена	
	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
Уладово-люлинецька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України				
Площа 60 га				
Урожайність, т/га	2,51	2,66	3,03	3,59
Вартість продукції, грн.	28865	30590	34845	41285
Виробничі витрати, грн.	15657	16200	16850	17030
Умовно чистий прибуток, грн.	13208	14390	16895	22756
Собівартість 1 тонни насіння, грн.	6238	6090	5924	5161
Рівень рентабельності, %	84	89	94	123
ТОВ «Ольга»				
Площа 90 га				
Урожайність, т/га	2,57	2,94	2,98	3,46
Вартість продукції, грн.	28270	32340	32780	38060
Виробничі витрати, грн.	16120	17016	17180	18029
Умовно чистий прибуток, грн.	12150	15324	15600	20031
Собівартість 1 тонни насіння, грн.	6272	5788	5765	5211
Рівень рентабельності, %	75	90	91	111

У розрізі років виробничих досліджень загальні витрати при вирощуванні сої за розробленої моделі технології в умовах Уладово-люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України становили – 16850 грн/га у 2022 році та 17030 грн/га у 2023 році. В той час як за базової технології відповідно 15657 грн/га і 16200 грн/га.

Максимальний умовно чистий прибуток було отримано на варіанті досліді з передпосівною обробкою насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та внесенням у передпосівну культивуацію біологічного

добрива Граундфікс у нормі 5 л/га, який відповідно по роках становив 16895 грн/га і 22756 грн/га, при собівартості 1 т. насіння 5924 грн. і 5161 грн. Рівень рентабельності за цих умов становив 94 % і 123 %, що відповідно на 10 % – 34 % більше ніж за базової технології.

Аналогічна тенденція щодо формування продуктивності і економічної ефективності вирощування сої залежно від біологізації системи удобрення було отримано і у виробничому досліді проведеному в умовах ТОВ «Ольга». За даних умов досліджень розроблена модель технології забезпечила рівень рентабельності виробництва 91 % у 2022 році і 111 % у 2023 році проти 75 % і 90 % за базової технології вирощування.

У виробничих дослідях по вивченню впливу оптимізації системи живлення на продуктивність гороху сівбу проводили звичайним рядковим способом у другій декаді квітня в добре прогрітий ґрунт на глибину 4-5 см, норма висіву – 1,3 млн. схожих насінин на 1 гектар.

На основі проведених нами виробничих досліджень в умовах двох підприємств встановлено, що фактори, які досліджувалися, а саме передпосівна обробка насіння інокулянтном Андерізі (2,0 л/т) із мікоризоформуєчим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та позакореневі підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) мали безпосередній вплив на економічну ефективність вирощування гороху.

Виробничі витрати розробленої моделі технології вирощування гороху за сівби в умовах Уладово-люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в 2022 р. становили 14730 грн/га, а у 2023 р. – 15654 грн/га, в той час як у ФГ «Агро-Сад» вони були на рівні 15125 грн/га. у 2022 р. та 15783 грн/га – у 2023 р.

На основі проведених розрахунків встановлено, що максимальний умовно чистий прибуток запропонованої моделі технології вирощування гороху у Уладово-люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України формувався на рівні 17095 грн/га. у 2022 р. та 21111 грн/га. у 2023 р., при собівартості 1 тонни зерна відповідно по

роках 4397 грн. та 4045 грн. В умовах ФГ «Агро-Сад» умовно чистий прибуток при вирощуванні гороху за розробленою моделлю технології становив 19265 грн/га. у 2022 р. та 21837 грн/га. у 2023 р., при собівартості 1 тонни зерна відповідно по роках 4178 та 3986 грн. (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

Урожайність та економічна оцінка впровадження розроблених елементів технологій вирощування насіння гороху в умовах агроформувань регіону

Показники	Технології			
	базова		розроблена	
	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
Уладово-люлинецька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України				
Площа 25 га				
Урожайність, т/га	2,84	3,08	3,35	3,87
Вартість продукції, грн.	26980	29260	31825	36765
Виробничі витрати, грн.	13210	14016	14730	15654
Умовно чистий прибуток, грн.	13770	15244	17095	21111
Собівартість 1 тонни зерна, грн.	4651	4551	4397	4045
Рівень рентабельності, %	104	109	116	135
ФГ «АГРО-САД»				
Площа 50 га				
Урожайність, т/га	3,01	3,22	3,62	3,96
Вартість продукції, грн.	28595	30590	34390	37620
Виробничі витрати, грн.	13590	14275	15125	15783
Умовно чистий прибуток, грн.	15005	16315	19265	21837
Собівартість 1 тонни зерна, грн.	4515	4433	4178	3986
Рівень рентабельності, %	110	114	127	138

Таким чином, розроблена модель технології вирощування гороху є конкурентною і забезпечує високий рівень рентабельності у виробничих умовах, в межах 116 % – 135 % у Уладово-люлинецькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України та 127 % – 138 % у ФГ «Агро-Сад».

Отже, економічний аналіз виробничої перевірки результатів досліджень підтвердив зроблені нами раніше висновки щодо високої ефективності оптимізації системи живлення сої і гороху на основі широкого використання біологічних факторів інтенсифікації.

Висновки до розділу 6.

1. У досліді 1 економічно ефективною є модель технології вирощування сої, яка передбачає передпосівну обробку насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) у поєднанні із двома позакореновими підживленнями, органомінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації, що забезпечило максимальний умовно чистий прибуток 20216 грн./га, та найвищий рівень рентабельності 125 %.

2. У досліді 2 найефективнішою з економічної точки зору є модель технології вирощування сої, яка передбачає внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$, використання у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граунфікс 5 л/га та обробку насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/га), що забезпечує максимальний рівень рентабельності 125 %.

3. Максимальні показники економічної ефективності при вирощуванні сортів гороху Девіз та Царевич, а саме умовно чистого прибутку 16812 грн/га та 19958 грн/га та рівня рентабельності 108 та 126 %, формувались на варіантах досліді, де обробляли насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) та проводили два позакоренових підживлення у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$.

4. Найкращими заходами підвищення енергетичної ефективності вирощування сої та гороху є використання біопрепаратів (Біоінокулянт БТУ, Андеріз, Мікофренд, Граундфікс) та добрив для позакоренового підживлення (Хелпрост соя і Гуміфренд). За цих умов при вирощуванні сої коефіцієнт енергетичної ефективності знаходився у межах 2,72-3,0, а при вирощування гороху – 2,30.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано і узагальнено результати багаторічних досліджень по розробці моделей технологій вирощування сої та гороху на основі біологізації систем їх мінерального живлення в умовах Лісостепу правобережного, що дозволяє вирішити актуальні завдання підвищення рівня реалізації їх генетичного потенціалу урожайності та якості насіння, а також створення оптимальних умов для проходження процесів росту, розвитку та формування ефективних фотосинтезуючих систем та симбіотичних потенціалів їх агрофітоценозів.

Результати отриманих експериментальних даних дозволяють сформулювати наступні основні наукові узагальнення і висновки:

1. Аналіз тривалості вегетаційного періоду рослин сої у середньому за роки досліджень показав, що найдовшим (118 діб) він формувався на варіантах досліду, де проводили інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) у поєднанні з позакореневими підживленнями органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). Тоді як на варіантах, де проводилась інокуляція насіння Біоінокулянтом БТУ (2 л/т) вегетація рослин сої тривала на 3-5 діб довше, порівняно до контрольного варіанту. Встановлено, що позакореневі підживлення подовжували тривалість вегетаційного періоду рослин сої на 4-5 діб при порівнянні з контролем.

2. Встановлено, що найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а також і максимальної збереженості сої, формувались на варіанті досліду із інокуляцією насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та позакореневим підживленням органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). На цьому варіанті досліду коефіцієнт збереження рослин становив 93,2 %, в той час, як на контрольному варіанті лише 87,1 %.

3. Комплексне застосування передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т та використання біологічного добрива Граундфікс 5 л/га на фоні мінерального удобрення

$N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило найвищий коефіцієнт збереження рослин сої $92,7 \pm 2,6$ %.

4. Найкращі умови для росту і розвитку сортів гороху, та максимальна збереженість їх рослин формувалась на варіантах досліду, де поєднували передпосівну обробку насіння Андерізом (2 л/т) із Мікофрендом (1,5 л/т) та проводили позакореневе підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га). За цих умов коефіцієнт збереження рослин гороху сорту Девіз становив 90,4 %, а сорту Царевич 91,9 %.

5. Максимальну висоту рослин сої 78,3 см зафіксовано у фазу повної стиглості насіння на варіанті досліду при застосуванні інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост соя, що на 13,3 см або 20,4 % більше при порівнянні з контролем. При цьому середньодобові прирости рослин сої становили 0,66 см/добу.

6. Встановлено, що сумісне використання біологічного добрива Граундфікс у нормі 5 л/га та обробка насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/га, на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$, забезпечило формування найвищої висоти рослин сої – 72,6 см, що на 11,6 см більше рослин контрольного варіанту. Відмічено, що на аналогічних варіантах досліду зменшення норми мінеральних добрив до $N_{45}P_{45}K_{45}$ спричинило зниження висоти рослин – на 5,1-6,7 см.

7. Встановлено, що максимальна висота рослин гороху досягала рівня 84,3 см у сорту Девіз та 82,9 см у сорту Царевич на варіантах з комплексною обробкою насіння інокулянтном Андеріз (2,0 л/т) із мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та проведенням позакорневих підживлень комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га).

8. Сприятливі умови для формування максимальної фотосинтетичної продуктивності посівів сої зафіксовані на варіантах, де проводили передпосівну обробку насіння Біоінокулянтном БТУ (2 л/т) та два позакорневих підживлення у фази 3 – й трійчастий листок та бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га). При цьому площа листкової поверхні становила

42,1 тис. м²/га, що на 11,0 тис. м²/га більше порівняно з ділянками контролю, фотосинтетичний потенціал складав 3,218 млн м²×діб/га, що на 0,843 млн м²×діб/га перевищувало показники рослин сої на контролі, За створення сприятливих умов показники чистої продуктивності фотосинтезу знаходились на рівні 1,07-7,68 г/м² за добу.

9. Максимальна площа листкової поверхні у сої – 40,4±4,4 тис. м²/га формувалась за внесення у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граундфікс 5 л/га на фоні мінерального удобрення N₆₀P₆₀K₆₀ та оброблення насіння перед сівбою мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т, що відповідно, на 11,6 тис. м²/га більше порівняно із контролем. За цих умов фотосинтетичний потенціал становив 3,153 млн м²×діб/га, а показники чистої продуктивності фотосинтезу – 1,34-5,44 г/м² за добу.

10. Встановлено, що площа асиміляційної поверхні у сорту Девіз – 53,5 тис. м²/га та у сорту Царевич – 59,5 тис. м²/га формувалась на варіанті із внесенням мінеральних добрив у нормі N₃₀P₆₀K₆₀, та обробленні насіння перед сівбою комплексом препаратів Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) і проведенні позакореневого підживлення Гуміфренд (1,0 л/га), що відповідно, на 9,3 і 8,4 тис. м²/га більше порівняно із рослинами контрольного варіанту. Дані варіанти досліду забезпечили і формування максимальних показників фотосинтетичного потенціалу який у сорту Девіз складав 2,769 млн м²×діб/га, а у сорту Царевич 2,978 млн м²×діб/га.

11. Встановлено, що симбіотична продуктивність сої залежала від розмірів симбіотичного апарату та тривалості симбіозу. Формування максимальної кількості загальних та активних бульбочок, відповідно, 49,9 шт./рослину і 342,6 шт./рослину з масою 630,6 мг/рослину і 554,7 мг/рослину відмічено на варіанті, де проводили два позакореневі підживлення органічно-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) у фази 3-й трійчастий листок та бутонізація на фоні інокуляції насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т). Крім того на даному варіанті досліду формувався і найвищий показник активного симбіотичного потенціалу 20,730 тис. кг·діб/га та отримано

найбільшу кількість біологічного азоту 101,9 кг/га.

12. Оптимізація системи мінерального живлення рослин сортів гороху мала позитивний вплив на формування їх симбіотичного апарату. Так, передпосівна обробка насіння інокулянтном Андеріз (2,0 л/т) сумісно із мікоризоформуючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т) та позакореневим підживленням добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1 л/га) на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяла формуванню максимальної кількості та маси активних бульбочок у сорту Девіз, відповідно, 32,1 шт./рослину і 114,1 мг/рослину, та у сорту Царевич, відповідно, 34,2 шт./рослину і 119,2 мг/рослину. На цих варіантах дослідів формувалася найвищий показник активного симбіотичного потенціалу 6745 кг діб/ га у сорту Девіз та 7610 кг діб/ га у сорту Царевич, а також найвища кількість біологічно фіксованого азоту, відповідно, 48,6 і 56,3 кг/га.

13. Біометричні дослідження засвідчили, що найбільша кількість бобів насіння на одній рослині 28,8 шт., кількість насінин на одній рослині 51,7 шт., маса насіння з однієї рослини 8,19 г. та маса 1000 насінин 157,5 г формувались на варіантах, де проводили передпосівну обробку насіння Біоінокулянтном БТУ (2 л/т) та проводили два позакореневі підживлення Хелпрост соя (2,5 л/га). При цьому максимальна кількість бобів на одній рослині $27,2 \pm 3,9$ шт. із кількістю насінин із рослини, відповідно, $47,2 \pm 5,2$ формувались на варіантах дослідів із внесенням мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$, біологічного добрива Граунфікс 5 л/га, а також обробкою насіння перед сівбою мікоризоформуючим препаратом Мікофренд 1,5 л/т. На цих же варіантах дослідів було отримано і найвищу масу 1000 насінин, відповідно, $160,9 \pm 14,2$ г.

14. Оптимізація біологізованої системи удобрення шляхом позакореневого підживлення добривом Гуміфренд (1 л/га) та обробкою насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) та Мікофренд (1,5 л/т) сприяла посиленню диференціації генеративних органів. При цьому кількість бобів на рослині у сорту Девіз становила – 4,49 шт./рослину, а у сорту Царевич – 5,32 шт./рослину, маса зерна на одній рослині відповідно до сорту 4,62 і 5,57

г/рослину, а маса 1000 насінин 202,5 і 204,5 г. Встановлено, що за даної моделі технології вирощування гороху формувалась і максимальна зернова продуктивність досліджуваних сортів. Так, урожайність зерна сорту Девіз, у середньому за роки досліджень становила 3,76 т/га, а сорту Царевич 4,16 т/га, що на 0,78 та 0,81 т/га більше при порівнянні із контролем.

15. Встановлено позитивний вплив позакореневих підживлень органо-мінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га) у поєднанні з інокуляцією насіння Біоінокулянт БТУ (2 л/т). За таких умов максимальна урожайність насіння сої складала 3,31 т/га, що на 0,84 т/га більше контролю. На даному варіанті відмічено і найбільші показники вмісту сирого протеїну 40,22 % та жиру 20,59 %.

Встановлено позитивний вплив мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ та застосування для передпосівної обробки насіння Мікофренда (1,5 л/т) і біологічного добрива Граундфікс 5 л/га на формування максимальної продуктивності сої 2,97 т/га, що на 0,68 т/га більше при порівнянні з контролем.

16. Найвищий вміст сирого протеїну в зерні гороху сорту Девіз – 24,8 % і Царевич – 25,1 %, та відповідно, його вихід 0,93 і 1,04 т/га відмічено при вирощуванні за моделлю технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$, обробку насіння інокулянт і мікоризоутворюючим препаратом та проведення двох послідовних позакореневих підживлень комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га).

17. Економічна оцінка моделей технологій вирощування сої та гороху засвідчує високу ефективність організованих факторів. Зокрема поєднання біологічного добрива Граундфікс 5 л/га та обробки насіння перед сівбою мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило рівень рентабельності 124,8 %.

Модель технології, яка передбачала інокуляцію препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) та два позакореневих підживлень органо-мінеральним добривом

Хелпрост соя (2,5 л/га) у фази 3-й трійчастий листок та бутонізації забезпечила одержання найвищого енергетичного коефіцієнту посіву 3,0.

18. Максимальний умовно чистий прибуток 16812 грн і 19958 грн та рівень рентабельності 108,3 % і 126,2 % у сортів гороху Девіз і Царевич забезпечила комплексна обробка насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакореневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) на фоні мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$.

Найбільш ефективною з енергетичної точки зору виявилася модель технології, яка передбачала сумісну передпосівну обробку насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) і Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакореневих підживлень у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га), що забезпечило показники енергетичного коефіцієнта на рівні 2,07 у сорту гороху девіз та 2,30 у сорту Царевич.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

На основі результатів багаторічних польових досліджень, їх статистичного, економічного та енергетичного аналізу агроформуванням Лісостепу правобережного для підвищення урожайності та якості насіння сої та гороху рекомендується:

- у посівах сої проводити обробку насіння бактеріальним препаратом Біоінокулянт БТУ з нормою 2 л/т у поєднанні з позакореневими підживленнями органо-мінеральним добривом Хелпрост соя з нормою 2,5 л/га.

- для забезпечення сприятливих умов активного симбіозу у сої застосовувати поєднання мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ із внесенням у передпосівну культивуацію біологічного добрива Граунфікс у нормі 5 л/га та використанням для передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючого препарату Мікофренд у нормі 1,5 л/т.

- проводити обробку насіння гороху перед сівбою інокулянтном на основі бульбочкових бактерій Андерізу у нормі 2,0 л/т та мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд у нормі 1,5 л/т, а також два позакореневих підживлення у фази бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд у нормі 1,0 л/га, що забезпечує максимальний рівень урожайності 4,62 т/га та вихід сирого протеїну 1,04 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авратовщук Н. Генетика фотосинтезу. Колос, 1980. 104 с.
2. Адаменко Т.І., Кульбіда М.І., Прокопенко А.Л. Агрокліматичний довідник по території України. Кам'янець – Подільськ, 2011. 107 с.
3. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазер П.Н., Вергунова І.Н. Агробіологічні особливості вирощування сої в Україні. Київ : Аграрна наука, 2006. 456 с.
4. Адамень Ф.Ф., Турін Є.М. Взаємодія сортів сої зі штамми бульбочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2005. № 23. С. 103–106.
5. Городній М.М., Сердюк А.Г., Копілевич В.А. Агрохімія. Київ : Вища школа, 1995. 387 с.
6. Анішин Л.А., Жилкін В.О., Пономаренко С.П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. Київ. 2000. 32 с.
7. Андрієнко А.Л. Вплив збільшення частки сої в структурі посівних площ та систем удобрення на її урожайність та якість насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 66. С. 128–132.
8. Андрієць Д.В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2013. 23 с.
9. Аралов О.В. Особливості формування листкової поверхні та її вплив на продуктивність сухої речовини у сортів вики ярої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 87–91.
10. Бабич А.О., Бахмат М.І., Бахмат О.М. Соя: агроекологічні основи вирощування, переробки і використання: навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори 2006», 2013. 268 с.
11. Бабич А.О. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. *Аграрний тиждень*. 2011. URL: <http://a7d.com.ua/plants/5052> (дата звернення: 20.10.2022).

12. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив гідротермічних умов на прояв основних господарсько цінних ознак сої в Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 12. С. 15-17.

13. Бабич А.О. Використання сої та продуктів її переробки. Київ : Урожай, 1997. 348 с.

14. Бабич А.О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2000. Вип. 7. С. 10–13.

15. Бабич А.О., Колісник С.І., Венедіктов О.М. Посів та захист сої від хвороб. *Пропозиція*. 2001. № 5. С. 40–42.

16. Бабич А.О. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні. *Пропозиція*. 2000. № 5. С.40-42.

17. Бабич А.О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ : Аграрна наука, 1998. 272 с.

18. Бабич А.О., Дробітько А.В., Дробітько О.М. Формування урожайності сої залежно від підбору сортів і технологічних прийомів в умовах південно-західного степу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали третьої Всеукраїнської конференції, Вінниця, 2000*. С. 9–10.

19. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої в світі : монографія. Київ : Аграрна наука, 2011. 574 с.

20. Бабич А.О., Бахмат М.І., Бахмат О.М. Соя: агроекологічні основи вирощування, переробки і використання. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. 268 с.

21. Бабич А.О., Венедіктов О.М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2004. № 53. С. 83-88.

22. Бабич А.О., Колісник С.І., Венедіктов О.М. Особливості формування продуктивності сої залежно від строків сівби та системи захисту посівів від

хвороб в умовах центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 95-97.

23. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамець Ф.Ф. Проблеми фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 2. С. 34–39.

24. Бабич А.О., Прокопенко Л.С., Олонічева Р.В., Пирин Н.І. Особливості формування білка соєю за різних умов зволоження. *Україна в світових земельних, продовольчих, кормових ресурсах і економічних відносинах: тези доповідей Міжнародної конференції*. Вінниця, 1995. С. 327–329.

25. Бабич А.О., Серветник О.В., Лохова В.І. Підвищення продуктивності сої при застосуванні позакореневих підживлень в умовах правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 15. С. 63–68.

26. Бабич А.О. Проблеми білка і вирощування зернобобових культур. *Кормові ресурси світу*. Київ, 1995. С. 176 – 180.

27. Бабич А.О. Проблеми білка і вирощування зернобобових на корм. Вид. 3-є, перероб. і допов. Київ : Урожай, 1993. 429 с.

28. Бабич А.О., Бабич–Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.

29. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : Урожай, 1993. 428 с.

30. Бабич А.О. Сучасний стан та перспективи використання сої на харчові цілі. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали 3-ї Всеукр. конф. 3 серп. 2000 р., Вінниця : Інституту Кормів НААН, 2000. С.3-6.*

31. Бабич А.О., Бабич А.А. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні : монографія. Київ : ФОП Данилюк В.Г., 2008. 216 с.

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

33. Бабич А.О., Венедиктов О.М. Моделі технології вирощування сої, її економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 22-29.

34. Бабич А.О., Побережна А.О. Розміщення, виробництво і використання однорічних зернових бобових культур для збільшення продовольчих і кормових ресурсів. *Перша Всеукраїнська конференція*. Вінниця. 1994. С. 165-166.

35. Бахмат О.М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 7. С. 27–30.

36. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. *Аграрна наука та освіта Поділля*. 2017. С. 59–62.

37. Бахмат О., Федорук І. Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 черв. 2017 р. Тернопіль : Крок., 2017. С. 174–176.

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

39. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: монографія. Кам'янець – Подільський, 2012. 436 с.

40. Бахмат О.М., Федорук І.В. Вплив сірки на процес росту та розвитку сої. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали V Всеукр. наук. інтернет-конф., 2021. С. 22-24.

41. Башулян О. Чим саме нут зацікавлює агровиробників? URL: <http://infoindustria.com.ua> (дата звернення 12.02.2023).

42. Безручко О.І., Загинайло М.І. Поповнення ринку рослин сортів України: горох посівний (*Pisum sativum L. sensu lato*). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. №2. С. 45-50.

43. Береговенко С.К. Ефективність симбіозу сортів сої і штамів *Bradyrhizobium japonicum* залежно від ступеня їх комплементарності та умов вирощування : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.07. Київ, 1998. 21 с.

44. Бикін А.В., Генгало Н.О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому малогумусному. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. № 162. С. 137–144.

45. Біологічний азот / за ред. В.П. Патики. Київ : Світ, 2003. 424 с.

46. Боби для підприємливих: вирощування нуту принесе значний прибуток. URL: <https://agronews.ua/node/90965> (дата звернення 12.02.2023).

47. Болотский А.С. Все про городину. Київ : Урожай, 2000. С. 385–393.

48. Бушулян О.В., Січкач В.І. Нут у сівоzmіні. *Насінництво*. 2011. № 12. С. 13-15.

49. Вдовенко С.А., Шевчук В.В., Шевчук О.А., Дєдов О.В. Насіннева продуктивність сої за дії стимулюючих препаратів росту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. С. 34-46.

50. Верховлюк С.Д., Панцирева Г.В. Дослідження сортів сої за комплексом господарсько-цінних ознак в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. 2021. Вип. 68. С. 215-218.

51. Вовченко А.М., Пономаренко М.І., Власова Н.А. Порівняльна продуктивність сортів гороху та придатність їх до збирання прямим комбайнуванням. *Агроном*. 2007. № 3. С. 86-87.

52. Вожегова Р., Клубук В., Біднина І., Козирєв В. Сорт як запорука прибутковості. *Farmer*. 2014. №4. С. 14-15.

53. Волинець І.Г. Формування симбіотичного апарату та продуктивності сої за різних умов живлення і зволоження ґрунту. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2005. Вип. 59. С. 46– 54.

54. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур : монографія. Київ : Аграрна наука, 2007. 144 с.

55. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Крутило Д.В., Ковалевська Т.М. Біопрепарати на основі бульбочкових бактерій для підвищення урожайності бобових культур. *Посібник українського хлібороба*. 2008. С. 118–119.

56. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати в землеробстві. Теорія і практика : монографія. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.

57. Волкогон В.В., Токмакова Л.М. Бактеризація – сучасний елемент технології вирощування озимої пшениці. *Лідер України*. 2007. № 8–9 (62). С. 119–121.

58. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. Київ : Аграрна наука, 2007. 144 с.

59. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Навчальний посібник з дисципліни «Клімат України та прикладні аспекти його використання». Одеса : ОДЕКУ, 2012. 180 с.

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

61. Головащук Є.О., Ситар О.В., Таран Н.Ю., Каленська С.М. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 1. С. 17–19.

62. Горденко О. Інокуляція сої – заощадження добрив. *Farmer*. 2010. № 3. С. 20-21.

63. Гордійчук Н. Інокулянти для сої: екологічно безпечна та економічно вигідна технологія підвищення врожайності. *Агроном*. 2011. № 1. С. 150-152.

64. Горобчук А. Великі перспективи бобових культур. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 11. С. 24-29.

65. Григор'єва О.М. Біопрепарати для сої – дієвість перевірено. *Агробізнес сьогодні*. 2019. № 4. С. 9-12.
66. Голосний П. Аканто плюс на сої – захищати професійно, заробляти надійно. *Пропозиція*. 2014. №5. С. 90-91.
67. Гузь К. Стан та перспективи вирощування нуту в світі та Україні. Київ : Український інститут експертизи сортів рослин, 2012. 312 с.
68. Гунтянський Р.А. Конкурентоспроможність сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду у відношенні до бур'янів. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 266–272.
69. Гуртовий Ю.А. Основи екологічного врівноваженої інтенсифікації технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С.189-194.
70. Давидов В.Д. Довідник бригадира-овочівника. Київ : Урожай, 1988. С. 165.
71. Дем'яненко В.В. Ключові елементи сучасної технології вирощування сої. *Агроскоп*. 2014. № 1. С. 13–19.
72. Демидов О.А., Петриченко В.Ф., Січкач В.І., Тимченко В.Н. Соєві амбіції України. *Аграрний тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/plants/1074-soyevi-ambiciyi-ukrayini.html> (дата звернення 21.12.2021).
73. Дерев'янський В.П., Власюк О.С., Зеленський В.А. Вплив мікробіологічних препаратів та мінеральних добрив на стійкість до захворювань і продуктивність сортів сої. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2011. № 4. С. 30–35.
74. Дерев'янський В. Удосконалена технологія вирощування сої. 2014. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/try-charivni-vlastyvosti-soyi> (дата звернення 21.12.2022).
75. Джемесюк О.В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листової поверхні посівів сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 207–212.

76. Дзюбайло А.Г., Мигаль І.Б. Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокулювання. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця. 2011. Вип. 69. С. 129–132.

77. Дідович С.В., Туріна О.Л. Вплив поліфункціональних мікробних препаратів на структурно-динамічні особливості мікробоценозу і продуктивність бобових культур. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 52-55.

78. Дідора В.Г., Ступніцька О.С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. №4. С. 33–37.

79. Дідора В.Г., Ступніцька О.С., Дідора Л.Д. Ефективність симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 8. С. 56–60.

80. Дідора В.Г. Продуктивність сої в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування. URL: <https://www.agronom.com.ua/produktivnist-soyi-v-umovah-polissya-zalezno-vid-elementiv-tehnologiyi-vyroshtuvannya/> (дата звернення 01.12.2021).

81. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1(64). С. 23–28.

82. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6. Т 1. С. 14-21.

83. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на індивідуальну продуктивність рослин нуту в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 26-35.

84. Дідур І.М., Мордванюк М.О. Вплив позакореневих підживлень та інокуляції насіння на симбіотичну та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 13-22.

85. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Фотосинтетична активність гороху овочевого залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. № 4 (19). С. 42-50.

86. Дідур І.М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 214-221.

87. Дробітько А.В., Дробітько О.М., Данілов І.В. Вплив інокулянтів Intex і Оптімайз на врожайність та якість сортів сої в умовах північного Степу. *Наукові праці. Екологія*. 2015. № 244. Т. 256. С. 42-45.

88. Думич В. Вплив біопрепаратів на ефективність вирощування сої в західному регіоні України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2020. Вип. 26 (40). С. 292-298.

89. Економіка сільського господарства : навч. посіб. / Збарський В.К. та ін. ; за ред. В.К. Збарського. Київ : Каравела, 2009. 264 с.

90. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І. Оптимізація густоти посівів для підвищення індивідуальної продуктивності рослин гороху. *Науковий вісник Національного Аграрного університету*. 2005. Вип. 91. С. 52-60.

91. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І. Прогнозування продуктивності гороху. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. 2005. Вип. 77. С. 76-82.

92. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.

93. Жеребко В.М., Дикун О.В., Дикун М.О. Ефективність застосування бакових сумішей гербіцидів у посівах сої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. Ч. 1. С. 35-41.

94. Забарна Т., Пелех Л. Продуктивність сортів сої залежно від впливу ґрунтово-кліматичних умов правобережного Лісостепу України. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 39. Vol.1. P.6-11.

95. Заболотний Г. М., Циганська О.І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. *Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво»*. 2015. Вип. 58 (2). С. 56 – 62.

96. Заболотний Г.М., Циганський В.І. Циганська О.І. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу. *Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»*. 2015. № 1. С. 46-53.

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

98. Заболотний Г.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Урожайність та енергетична ефективність вирощування сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник СНАУ*. 2015. № 9. С. 151-154.

99. Задорожний В.С., Карасевич В.В., Свитко С.М., Задорожний А.В., Лабунець А.В., Сокульський М.А. Ефективність гербіцидів у посівах сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 107-112.

100. Задорожний В.С., Свитко С.М. Вплив листових підживлень бактеріальними добривами на продуктивність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 87-94.

101. Заєць С.О., Нетіс В.І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами, на посівах сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 60–62.

102. Зв'язок фотосинтезу з продуктивністю рослин. *Навчальна Інформація для українських студентів*. URL: http://ni.biz.ua/3/3_5/3_57321_svyaz-fotosinteza-s-produktivnostyu-rasteniy.html (дата звернення 01.02.2021).

103. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: підруч. для студ. аграр. спец. Київ : Аграрна освіта, 2003. 591 с.
104. Зінченко О.І. Програмування врожайності сільськогосподарських культур : підруч. Умань : Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2015. 310 с.
105. Зменшити норму добрив за рахунок біопрепаратів – у пошуці фактів. URL: <https://btu-center.com/publication/2023/zmenshiti-normu-dobriv-za-rakhunok-biopreparativ-u-poshutsi-faktiv/> (дата звернення 31.11.2022).
106. Іванів М.О., Ганжа В.В. Біометричні показники та урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології в умовах краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 54-64.
107. Іванюк С. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. №21 (316). С. 50-55.
108. Івасюк Ю.І. Ефективність симбіозу соя – бульбочкові бактерії за використання біологічних препаратів і гербіциду : дис. ... канд. с.-г. наук. 2017. 187 с.
109. Основи біологізації в технологіях вирощування сої : монографія (рекомендації виробництву) / за ред. В.П. Карпенка. Умань : Видавець «Сочінський М.М.». 2017. 146 с.
110. Ільчук М.М., Коновал І.І. Виробництво сої в Україні та його ресурсне забезпечення на перспективу. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 1-2. С. 131–137.
111. Іщенко В.А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно-активних речовин в умовах Північного Степу України. *Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки*. 2009. Вип. 1. С. 557-561.
112. Казанок О.О., Сухотін А.С. Економічна та біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сортів сої вітчизняної селекції залежно від досліджуваних факторів. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 82. С. 42–47.

113. Каленська С.М., Нетупська І.Т., Новицька Н.В. Вплив удобрення, передпосівної інокуляції та різних норм висіву на продуктивність нуту. *Національний університет біоресурсів і природокористування України*. 2012. № 3. С. 33-39.

114. Каленська С.М., Нідзельський В.А., Щербакова О.М. Наукове обґрунтування технології виробництва продукції зернобобових культур. Київ : «ЦП «КОМПРИНГ», 2014. 52 с.

115. Каленська С.М., Новицька Н.В., Андрієць Д.В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 74-78.

116. Каленська С.М., Новицька Н.В., Андрієць Д.В. Фотосинтетична діяльність посівів сої на чорноземах типових. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. Вип. 162. Ч. 1. С. 82-89.

117. Каленська С.М., Новицька Н.В., Барзо І.Т. Вплив нітрагінізації та мінеральних добрив на формування врожаю та якість зерна сортів нуту. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2013. Вип. 183 (2). С. 11-16.

118. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Е. Вплив мінерального живлення та нітрагіну на продуктивність та якість зерна сої в умовах Лісостепу України. *Насінництво*. 2009. № 8. С. 23–25.

119. Каленська С.М., Новицька Н.В., Стрихар А.Є. Мінеральне живлення сої. *Насінництво*. 2009. № 8. С. 23–25.

120. Каленська С.М., Новицька Н.В., Гарбар Л.А. Біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сої. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. №6 (28). URL: http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11ksm.pdf. (дата звернення 30.10.2021).

121. Каленська С.М., Нетупська І.Т., Новицька Н.В. Вплив удобрення, передпосівної інокуляції та різних норм висіву на продуктивність нуту. URL:

<https://www.sworld.com.ua/index.php/ru/agriculture-311/agriculture-animal> (дата звернення 12.02.2023.).

122. Каленська С.М., Новицька Н.В., Барзо І.Т. Економічна ефективність вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Сільськогосподарські науки. Молодий вчений*. 2014. № 10 (13). С. 18-20.

123. Каленська С.М., Новицька Н.В., Джемесюк О.В. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 6-10.

124. Каленська С.М., Щербакова О.М., Гончар Л.М. Асиміляційна діяльність посівів нуту залежно від сортових особливостей та передпосівної обробки насіння. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2014. 9 (28). С. 110-114.

125. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Єфіменко Г.М. Формування продуктивності гороху за різних технологій вирощування. *Зб. наук. праць. Ін-ту землеробства УААН*. 2004. Вип. 1. С. 66–69.

126. Камінський В.Ф., Мосьондз Н.П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 91–95.

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

128. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки інтенсифікації їх виробництва. *Селекція та насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 14-22.

129. Камінський В.Ф., Вишнівський П.С., Дворецька С.П., Голодна А.В. Значення зернових бобових культур та напрямки інтенсифікації їх виробництва. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 14 – 22.

130. Камінський І.В. Ефективність використання зернобобових культур у польових сівозмінах як попередника. *Економіка АПК*. 2013. № 10. С. 24–27.

131. Камінський В.Ф., Мосьондз Н.П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. № 66. С. 91-95.

132. Качан І. Особливості формування врожайності зерна сої в умовах Поділля. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф., 15–16 черв. 2017 р. Кам'янець-Подільський : Крок, 2017. С. 92–94.

133. Кифорук В. Вибір сортів сої для вирощування в умовах 2020 року. URL: <https://bionorma.ua/media/articles/vybir-sortiv-soyi-dlya-vyroshhuvannya-v-umovah-2020-roku/> (дата звернення 21.12.2021).

134. Кірілеско О.Л., Мовчан К.І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 127 – 132.

135. Кліщенко С. Сучасні технології та економічна ефективність вирощування гороху. *Агроном*. 2004. № 3. 88 с.

136. Клубук В., Лавриненко Ю. Збільшення врожайності сої в умовах зрошення. *Пропозиція*. 2012. № 5. С. 52–56.

137. Кобак С., Колісник С., Сереветник О., Чорна В. Мінеральне живлення сої. *The Ukrainian farmer*. 2017. № 4 (88). С. 112-117.

138. Ковальчук Н.В. Вплив біологічного живлення на продуктивність сортів сої. *Збірник наукових праць ННЦ —Інститут землеробства НААНУ*. 2015. Вип. № 1. С. 80-86.

139. Ковтун К.П., Вишневська О.В., Маркіна О.В., Вейко Л.І. Вплив мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність рослин пелюшки (гороху польового) та її сумішок в умовах Полісся. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2009. № 2. С. 27–31.

140. Колісник С.І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 41–49.

141. Колісник С.І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.00.09. Кам'янець-Подільський, 1996. 18 с.

142. Колісник С.І., Венедіктов О.М., Фабіянський Д.О. Особливості формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності ранньостиглих сортів сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2009. № 64. С. 55-61.

143. Колісник С.І., Іванюк С.В., Петриченко Н.М. Вирощування сої на зерно. *Насінництво*. 2005. № 12. С. 15-16.

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

145. Король О. Горох, квасоля та нут. Що будуть сіяти фермери у 2021? URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/goroh-kvasola-ta-nut-so-budut-siati-fermeri-u-2021> (дата звернення 12.02.2023.).

146. Косаківська І.В. Фізіолого–біохімічні основи адаптації рослин до стресів. Київ : Сталь, 2003. 191 с.

147. Коць С.Я., Маліченко С.М., Кругова О.Д. Фізіологобіохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. Київ : Логос, 2001. 271 с.

148. Коць С.Я., Михалків Л.М. Бобово-ризобіальний симбіоз за водного стресу та способи підвищення його продуктивності в умовах посухи. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2008. Т. 40. № 4. С. 279–290.

149. Коць С.Я., Михалків Л.М. Фізіологія симбіозу та азотне живлення люцерни : монографія. Київ : Логос, 2005. 300 с.

150. Коць С.Я., Маліченко С.М., Кругова О.Д., Мандровська Н.М., Кириченко О.В. Фізіолого–біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом : монографія. Київ : Логос, 2001. 271 с.

151. Коханюк Н.В. Прояв трансгресії за основними кількісними ознаками продуктивності сої в F₂. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип.79. С. 152-156.
152. Кренців Я., Медведева Л., Гайденко О. Сорти сої: обираємо кращий. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/19517-sorty-soi-obuyraiemo-krashchuyi.html> (дата звернення 21.12.2021).
153. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість. Київ : Вища школа, 1993. 287 с.
154. Кур'янінова М. Особливості листових підживлень сої. *Farmer*. 2010. № 3. С. 14–15.
155. Курдиш І.К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. Київ : Наукова думка, 2010. 255 с.
156. Кушнір М.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на формування продуктивності сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. № 77. С. 167–173.
157. Лихочвор В.В. Зерновиробництво. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
158. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів : НВФ «Українські технології», 2012. 324 с.
159. Лихочвор В.В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 34-35.
160. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НФВ «Українські технології», 2006. 730 с.
161. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2002. С. 124–207.
162. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
163. Лихочвор В.В., Щербачук В.М., Панасюк Р.М., Панасюк О.В. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в

умовах західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 88–96.

164. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долежал Я. Горох. Львів : Українські технології, 2003. 64 с.

165. Лихочвор В., Панасюк Р., Щербачук В. Вплив добрив на врожайність сої. *Агрономія сьогодні*. 2016. № 12 (331). С. 42-47.

166. 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. № 3 (18). С. 5-16.

167. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця : Твори, 2020. 192 с.

168. Мазур В.А., Мазур К.В., Панцирева Г.В. Виробництво і експорт зернових та зернобобових культур в умовах військового стану. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 3 (26). С. 66-76.

169. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Мордванюк М.О., Затолочний О.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на польову схожість та виживаність нуту в умовах правобережного лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 5-13.

170. Мазур В.А., Ткачук О.П., Вергеліс В.І. Ранньостиглі сорти сої в умовах інтенсивного землеробства та зміни клімату. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26 (3). С. 5-17.

171. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Особливості технології вирощування малопоширених зернобобових культур : монографія. Вінниця : ТВОРИ, 2021. 172 с.

172. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Алексєєв О.О. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан і перспективи використання : монографія. Вінниця: «Твори», 2022. 196 с.

173. Мазур В.А., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Верхолюк С.Д. Технологічність, екологічність та продуктивність середньоранньостиглих сортів сої. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2022. № 1 (95).

174. Мазур О.В., Мазур О.В. Відмінності зернобобових культур за пластичністю і стабільністю господарсько-цінних ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 12. С. 69-86.

175. Мазур О.В., Мазур О.В. Пластичність і стабільність зернобобових культур за господарсько-цінними ознаками та селекційними індексами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 15. С. 111-136.

176. Мазур О.В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 74-92.

177. Мазур О.В. Оцінка сортозразків сої за комплексом цінних господарських ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 98-115.

178. Мазур В.А., Затолочний О.В. Господарсько-цінне значення та перспективи вирощування нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник наукових ідей молоді* : зб. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів, 24-25 берез. 2021 р. Вінниця, 2021. С. 8-9.

179. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Фізіологія рослин. Вінниця : Нова книга, 2006. 411 с.

180. Малиновська І.М., Жмурко Л.І., Черниш О.О. Фітосанітарний стан посівів сої за оброблення насіння мікроорганізмами *Bradyrhizobium japonicum* 71 Т. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2003. Вип. 1–2. С. 77–80.

181. Маткевич А.П., Пернак Ю.Я., Тарасова О.І., Рудак Ю.О. Вплив способів посіву і норм висіву на врожайні властивості насіння сої. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : мат. третьої Всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 39–40.

182. Медведовський О.В., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1991. 217 с.

183. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 110 с.

184. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернобобових, та круп'яних на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. Ткачик С.О. Вінниця, 2016. 217 с.

185. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. Ткачик С.О. Вінниця, 2016. 82 с.

186. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 96-111.

187. Михайлов В.Г., Щербина О.З., Романюк Л.С., Стариченко В.М. Характеристика скоростиглих і середньостиглих сортів сої для зони Лісостепу і Полісся України. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 306–314.

188. Михайлов К.П., Бабич А.О. Сортова технологія вирощування – шлях до реалізації потенційних можливостей сої. *Пропозиція*. 2000. № 10. С. 41-42.

189. Міграція сполук біогенних елементів за використання комплексних інокулянтів для сої / С.Ф. Козар та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 24–28.

190. Міхеєв В.Г. Продуктивність сої залежно від застосування регуляторів росту, десикації та сенікації посівів в умовах лівобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Київ, 2009. 20 с.

191. Міщенко Ю.Г., Норик Н.О. Вплив параметрів сівби на умови вирощування та продуктивність сортів гороху овочевого. *Вісник сумського національного аграрного університету*. 2018. № 4. С. 10–14.

192. Молдован В.Г., Молдован Ж.А., Собчук С.І. Формування врожаю сої залежно від технологічних елементів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50). Т.1. С. 279-285.

193. Монарх В.В., Городиська І.М., Ліщук А.М., Чуб А.О. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 89-101.

194. Мордванюк М.О. Вивчення впливу інокулянтів та мікродобрив на висоту рослин нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : зб. тез II Міжнар. наук.-практ. конф., 10-12 квіт. 2019 р. Київ, Миколаїв, Херсон, 2019. С. 346-348.

195. Мордванюк М.О. Продуктивність нуту залежно від впливу інокулянтів та мікродобрив. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : зб. тез II Міжнар. наук.-практ. конф., 10-12 квіт. 2019 р. Київ, Миколаїв, Херсон, 2019. С. 344-346.

196. Мордванюк М.О. Вплив елементів технології вирощування на врожайність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 238-250.

197. Морфо-фізіологічні характеристики та урожайність рослин сої (*GLYCINEMAX (L.) MERR.*) за дії неіонних колоїдних розчинів металів / Ситар О. та ін. ; Київ : нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2011. С. 44–47.

198. Мосьондз Н.П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. №1-2. С. 74-77.

199. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 392 с.

200. Нагорна О., Магомедов Р., Центило Л. Ефективні інокулянти для насіння сої. *Пропозиція*. 2012. № 3. С.82–83.

201. Нагорний В.І. Продуктивність сортів сої різних груп стиглості залежно від просторового і кількісного розміщення рослин. *Вісн. Сум. нац. аграр. ун-ту. Серія: Агронія і біологія*. 2012. № 2(23). С. 111–117.

202. Нагорний В.І. Вплив строків і способів сівби на урожайність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 91–95.

203. Назаренко І.І., Польшина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці : Книги – ХХІ, 2004. 400 с.
204. Петриченко В.Ф., Панасюк Я.Я., Заболотний Г.М., Серета Л.П. Сучасні системи землеробства України. Вінниця : Діло, 2006. 212 с.
205. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в Зоні Лісостепу України. Київ : Логос, 2004. 776 с.
206. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яшовський Т.В. Наукові основи ведення зернового господарства. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
207. Нетіс В.І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 100-107.
208. Ничипорович А.А. Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности растений как фактора продуктивности. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. Москва, 1966. С. 7–50.
209. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва : Изд. АН СССР, 1963. С. 5–36.
210. Ничипорович А.А. О составах посевов растений как оптической системы. *Физиология растений*. 1961. Т. 8. Вып. 5. С. 536–546.
211. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений. Москва, 1977. Т. 3. С. 11–54.
212. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности растений. Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зернобобовых культур. Москва : Колос, 1975. С. 5–11.
213. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. Москва : Наука, 1965. 47 с.
214. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Ничипорович, Москва : ИздАН СССР. 1961. 136 с.

215. Ничипорович А.А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности. В кн.: Физиология сельскохозяйственных растений. Москва : Изд-во МГУ, 1967. Т. 1. С. 309–353.

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

217. Новохацький М.Л. Оптимізація умов фотосинтезу агроценозів сої та використання рослинами його продуктів. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2017. Вип. 21. С. 258–267.

218. Нут: перший досвід господарства. *Пропозиція*. 2019. № 2 URL: <https://propozitsiya.com/ua/nut-pershyy-dosvid-gospodarstva> (дата звернення 12.02.2023).

219. Нут: стабільна та прибуткова культура в умовах засухи. 2019. URL: <https://agrarник.com> (дата звернення 12.02.2023).

220. Оверченко Б.П. Горох – культура вдячна. *Пропозиція*. 2003. № 3. С. 36–37.

221. Оверченко Б.П., Левенко А.А., Данилюк Л.І. Моделювання продукційного процесу гороху. Київ : Нива, 1998. С. 193-207 (12)

222. Окрушко С.Є. Оцінка впливу гербіцидів та удобрення на забур'яненість і урожайність сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 114-127.

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

224. Особливості передпосівної обробки насіння сої. URL: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/9692-osoblyvosti-peredposivnoi-obrobky-nasinnia-soi.html> (дата звернення 12.02.2022).

225. Особливості функціонування аграрного сектора економіки України в умовах війни URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/osoblyvosti->

звернення 02.12.2021).

226. Охота О. Каленська С. Нут кращий за сою, але його потрібно вміти вирощувати. *Пропозиція*. 2018. № 2. С. 23–27.

227. Пабат І.А., Горобець А.Г., Горбатенко А.І. Горох на еродованих чорноземах степу. *Агроном*. 2007. №3. С. 92-94.

228. Павленко Г.В. Вплив елементів технологій на формування структури та врожайності сої в умовах північної частини Лісостепу. *Наукові праці НУБіП України* 2015. № 4 (53). URL:http://nd.nubip.edu.ua/2015_4/18_pdt. (дата звернення 02.11.2023).

229. Павленко Г.В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ. 2012. № 11. С. 68–69.

230. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник. Вінниця, 2013. 724 с.

231. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: навчальний посібник. Вінниця, 2011. 374 с.

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

233. Панасюк Р.М. Технологія вирощування сої у Західному Лісостепу України. *Сільський господар*. 2010. № 7/8. С. 5–9.

234. Пантелейчук А.І., Цимбал Т.В., Дика Л.П., Журавська Я.О. Вплив регуляторів росту рослин інгібіторного типу на насінневу продуктивність рослин сої. *Dny veda – 2016 : materialy XII Meznarodni vedecko-practicka konference*. 2016. Dil. 16. P. 51-53.

235. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2020. № 5 (87). 9 с.

236. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність зернобобових культур в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*. 2021. № 68. С. 218-222.

237. Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в Правобережному Лісостепу України. *Використання інноваційних технологій в агрономії* : міжнар. наук.-практ. конф., 3-4 черв. 2020 р. Вінниця: ВНАУ, 2020. 2 с.

238. Панцирева Г.В. Сортові ресурси зернобобових культур в Україні: сучасний стан та перспективи використання. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 30-41.

239. Панцирева Г.В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (*Lupinus albus* L.) в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 88-93.

240. Паньків З.П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 112 с.

241. Пати́ка В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. Біологічний азот. Київ : Світ, 2003. 424 с.

242. Пати́ка В.П., Петриченко В.Ф. Мікробна азотфіксація у сучасному кормо виробництві. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 3–11.

243. Пати́ка В.П., Гнатюк Т.Т., Булеца Н.М., Кириленко Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. *Міжвід. темат. науковий зб. «Землеробство»*. 2015. № 2. С. 12-20.

244. Пати́ка В.П., Колмаз Ю.Т., Малиновська І.М. Продуктивність сої залежно від бактеріальної обробки насіння. *Збірник наукових праць Інституту землеробства НААН України*. 2000. №1. С. 91-95.

245. Пати́ка В.П., Тараріко Ю.О., Мельничук Т.М. та ін. Комплексне застосування біопрепаратів на основі фосформобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин. Київ :

Аграр. наука, 2000. 35 с.

246. Петриченко В.Ф., Колісник С.І., Кобак С.Я. Оцінка технологічних прийомів вирощування сої в Правобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки (спеціальний випуск)*. 2013. №13. С. 57-62.

247. Патица В.П. Пошук мікроорганізмів та обробки нових екологічно безпечних препаратів. *Вісник Одес. Нац. ун-ту. Сек. Біологія*. 2001. Т. 6. № 4. С. 228-230.

248. Пелех Л.В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності сої в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 109-119.

249. Петриченко В.Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. №71. С. 3-11.

250. Первачук М.В., Шевчук О.А., Шевчук В.В. Еколого-токсикологічні особливості та використання у сільському господарстві синтетичних регуляторів росту. *Cutting-edge science – 2018 : materials of the XIII International scientific and practical conference*. 2018. Vol. 20. P. 81-83.

251. Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патица В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. *Корми і кормовиробництво*. 2003. №51. С. 3-6.

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

253. Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН*. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.

254. Петриченко В.Ф., Антипін Р.А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 57. С. 3–14.

255. Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 15-19.

256. Петриченко В.Ф., Дідур І.М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах Правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2009. Вип. 1–2. С. 126–133.

257. Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Іванюк С.В. Адаптивний потенціал продуктивності сої в умовах центрального Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 59-66.

258. Петриченко В.Ф., Кобак С.Я., Темрієнко О.О. Особливості симбіотрофного живлення та формування урожайності сортів сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 77-86.

259. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посібн. - 4-е вид. Львів : НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.

260. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. №3. С 24- 27.

261. Петриченко В.Ф. Наукові основи виробництва і використання сої у тваринництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 3–11.

262. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів, 2014. 542 с.

263. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. Соя : монографія. Вінниця : «Діло», 2016. 400 с.

264. Пида С.В., Тригуба О.В., Григорюк І.П. Дія бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин на фотосинтетичний апарат люпину білого (*Lupinus albus L.*). *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 12. С. 12–18.

265. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця : ВАТ «Віноблдрукарня», 1997. 240 с.

266. Поліщук І.С. Поліщук М.І, Мазур О.В. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 36-43.

267. Поліщук І.С., Поліщук М.І. Особливості формування продуктивності сої сорту Омега Вінницька залежно від строків сівби, норм висіву насіння в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 18. С. 29-41.

268. Поліщук І.,С., Поліщук М.І., Юрченко Н.А. Тривалість періоду вегетації та міжфазних періодів сортів сої залежно від строків сівби та норм висіву насіння. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 15. С.64-71.

269. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Юрченко Н.А., Мазур О.В. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С.45-52.

270. Польовий Р. Нутове майбутнє. *Агробізнес сьогодні*. 2010. № 24. С.17-18.

271. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии растительного белка. Изд-во ТСХА, 1993. 272 с.

272. Посыпанов Г.С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. Известия ТСХА, 1983. Вып. 5. С. 17–26.

273. Посыпанов Г.С., Князев Б.М., Жеруков Б.Х. Формирование урожая в зависимости от инокуляции семян, орошения и режима минерального питания. Известия ТСХА, 1990. Вып. 3. С. 39–44.

274. Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. Справочное пособие, М.: Агропроиздат, 1991. 210 с.

275. Посыпанов Г.С. О роли симбиотического и минерального азота в питании бобовых культур. Доклады ТСХА. 1974. Вып. 204. С.41–46.

276. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. та ін. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. Київ : КВІЦ, 2007. 272 с.

277. Пташник О. Без обробки насіння нуту біопрепаратами бульбочкових бактерій марно сподіватися на пристойну врожайність і високий вміст білка в бобах. *Інститут сільського господарства Криму НААН України*. 2013. С. 61-63.

278. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / Шадчина Т.М. та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 384 с.

279. Розвадовський А.М. Інтенсивна технологія вирощування овочевого гороху. Київ : Урожай, 2000. 40 с.

280. Романько Ю. Вплив кліматичних чинників на реалізацію потенціалу сої різних груп стиглості в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2009. № 13. С. 379-388.

281. Рябокін Т.М. Вплив факторів інтенсифікації на фотосинтетичну діяльність посівів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 1. С. 47-56.

282. Рябуха С.С., Чернишенко П.В., Святченко С.І., Садовой О.О., Тесля Т.О. Вплив гідротермічних чинників довкілля на урожайність і біохімічний склад насіння сої. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 93–102.

283. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яновський Т.В. Наукові основи ведення зернового господарства. Київ : Урожай, 1994. 336 с.

284. Сайко В.Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України. *Збірник наукових праць ННЦ «ІЗ УААН»*. 2006. С. 8–13.

285. Санін Ю.В. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6. URL: <http://www.agrobusiness.com.ua/2010-06-11-12-53-00/964-2012-04-02-12-40-00.html>_(дата звернення 01.11.2022).

286. Санін Ю.В., Санін В.А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6. URL: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/964->

osoblyvostipozakoreneвого-pidzhyvlennia-silskogospodarskykh-kulturmikroelementamy.html (дата звернення 31.08.2022).

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

288. Сергієнко В. Інокулянти та регулятори росту рослин у технологіях вирощування сої. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 3. С. 34-36.

289. Серветник О.В. Вплив строків проведення позакореневого підживлення на урожайність сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 141–146.

290. Сівба сої : Рослинництво. URL: <http://agrosience.com.ua/plant/64-sivba-soi> (дата звернення 28.02.2023).

291. Січкач В.І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 11–15.

292. Січкач В.І. Урожайність нуту в залежності від сорту та технології вирощування. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення.

293. Січкач В.І., Лаврова Г.Д., Ганжело О.І. Урожайність і якість насіння широкоадаптованих сортів сої. *Збірник наукових праць Селекційно генетичного інституту*. 2014. Вип. 23. С.72-87.

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

295. Петриченко В. Ф., Панасюк Я. Я., Заболотний Г. М., Серєда Л. П. Сучасні системи землеробства України. Вінниця : Діло, 2006. 212 с.

296. Тараріко Ю.О., Городній М.М., Сердюк А.Г. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій. Друкарська дільниця УВК НАУ, 2006. 34 с.

297. Тараріко Ю.О. Системи біоенергетичного аграрного виробництва. Київ : ДІА, 2009. 16 с.

298. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Агроном*. 2009. №3. С 79-82.

299. Тараріко Ю.О., Несмошина О.Є., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Норапрінт, 2001. 60 с.

300. Телекало Н.В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. Вип. 1. С. 130–136.

301. Темрієнко О.О. Вплив бактеріально-мінерального живлення на тривалість вегетаційного періоду та врожайність насіння сої в умовах Лісостепу правобережного. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : зб. тез доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 29 бер. 2018 р. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. С. 143–144.

302. Темрієнко О.О. Економічна та енергетична ефективність технологій вирощування сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 142-149.

303. Технологія вирощування сої на прикладі господарств різних регіонів. *Суперагроном*. URL: <https://superagronom.com/articles/447-tehnnologiya-viroschuvannya-soyi-na-prikladi-gospodarstv-riznih-regioniv> (дата звернення 21.12.2021).

304. Тимченко В.Н., Пилипченко А.В. Стан і перспективи розвитку виробництва сої в Україні. Виробництво та використання сої у тваринництві і птахівництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. № 7. С. 27–33.

305. Ткачов О.В. Україні стали вирощувати більше нуту. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 3. С. 45-48.

306. Ткачук О.О., Шевчук О.А. Перспективи використання регуляторів росту рослин стимулюючої дії. *Актуальні питання географічних, біологічних та хімічних наук: основні наукові проблеми та перспективи дослідження*. *Збірник наукових праць ВДПУ*. 2018. С. 46–48.

307. Ткачук О.П. Харчове та екологічне значення нуту. *Innovative development of hotel and restaurant industry and food production: proceedings of II International scientific and practical Internet conference. Prague : Oktan Print, 2021. P. 222.*

308. Ткачук О.П., Овчарук В.В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. *Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 18. С. 161–171.*

309. Ткачук О.П., Алексеев О.О. Технологічні та агроекологічні показники груп сортів сої за стиглістю. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Агронія і біологія). 2022. № 2 (48). С. 165-172.*

310. Ткачук О.П., Врадій О.І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. *Екологічні науки. 2022. № 2 (41). С. 43-47.*

311. Топчій В., Жужа В. Мікродобрива – необхідний крок для росту врожаю. *Агроном. 2004. № 3. С. 64–67.*

312. Поліщук С.В. Особливості прояву бактеріальних хвороб на посівах сої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2014. Вип. 3. С.108-115.*

313. Турін Є.М. Специфічність взаємодії сортів сої з різними штамми бульбочкових бактерій. *Вісник аграрної науки. 2005. № 11. С. 82-84.*

314. Петриченко В.Ф., Патица В.П., Пасічник Л.А., Житкевич Н.В. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист : монографія. Вінниця : «Віндрук», 2016. 106 с.

315. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.П. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон : Айлант, 2009. 345 с.

316. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство : підручник. Київ : Урожай, 1994. 325 с.

317. Фурман О.В. Динаміка формування площі листкової поверхні сої під впливом технологічних факторів вирощування. *Корми і кормовиробництво. 2018. Вип. 86. С. 101-106.*

318. Федоренко В.П. Що нам обіцяє потепління. *Карантин і захист рослин*. 2011. №1. С. 1-5.

319. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : навчальний посібник / за ред. академіка УААН В.О. Ушкаренка. 2-е вид., перероб. і доп. Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. 296 с.

320. Холод С.М., Холод С.Г. Нут – перспективна зернобобова культура для Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної академії*. 2013. № 2. С.49-52.

321. Цвей Я. Соя у сівоzmіні. *Пропозиція*. 2017. № 1. С. 90-91.

322. Цехмейструк М.Г., Шеляків В.О., Шевніков М.Я., Литвиненко О.С. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 35-41.

323. Цехмейструк М.Г., Шелякін В.О., Глибокий О.М. Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення сої. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 227–234.

324. Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 78-86.

325. Циганська О.І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 119-133.

326. Циганська О.І. Вплив фону мінерального живлення та способів обробки мікродобривом на формування плодоеlementів сортів сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 82–88.

327. Циганська О.І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 78-86.

328. Циганська О.І., Циганський В.І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 15. С. 83-93.

329. 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. № 13. С. 119-133.

330. Циганський В.І. Вплив вапнування ґрунту та передпосівного оброблення насіння на формування якісних показників сухої речовини люцерни посівної в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 110-118.

331. Циганський В.І. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 69-81.

332. Чинчик О.С. Основні показники якості насіння сортів сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Західного Лісостепу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 49 – 51.

333. Чинчик О.С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 74-78.

334. Чинчик О.С. Вплив Ризогуміну на продуктивність сої в умовах Лісостепу західного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2012. Вип. 10 (50). С. 24 – 29.

335. Чоловський Ю.М. Особливості водоспоживання посівами люпину вузьколистого залежно від застосування мінеральних добрив. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 146-147.

336. Чуонг Еанг. Урожайність сортів сої в залежності від площі живлення, добрив і регуляторів росту в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 01.06.09. Харків, 2001. 20 с.

337. Шадчина Т.М., Гуляєв Б.І., Кірізій Д.А. Регуляція фотосинтезу та продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 384 с.

338. Шевніков М.Я. Особливості вирощування сої в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва : матер. III наук.-практ. інт.-конф. Полтавська державна аграрна академія, 2014. С. 7–12.

339. Шевніков М.Я. Наукові основи вирощування сої в умовах лівобережного Лісостепу України : монографія. Полтава, 2007. 208 с.

340. Шевніков М.Я. Продуктивність сортів сої в умовах лівобережної частини Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 4. С. 37–41.

341. Шевчук В.В. Вплив стимулюючих препаратів на якісні характеристики насіння гороху озимого сорту НС Мороз. *Perspectives of world science and education: Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference*. 2020. С. 913-922.

342. Шевчук В.В., Бочарова В.Б., Шевчук О.А., Шишкова В.В., Колібабчук А.В., Кришталь О.О. Особливості проростання насіння квасолі за дії хлормекватхлориду, тебуконазолу та етефону. *Zpravy vedecke ideje – 2014 : materialy X Meznarodni vedecko-practicka konference*. 2014. Dil. 9. P. 60-62.

343. Шевчук В.В., Дідур І.М. Дія регуляторів росту рослин на морфогенез проростків і лабораторну схожість насіння гороху озимого сорту НС Мороз. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С. 54- 59.

344. Шевчук В.К., Дорошенко В.К. Біостимулятори – проти хвороб. *Захист рослин*. 2000. № 3. С. 7.

345. Шевчук О.А., Голунова Л.А., Ткачук О.О., Шевчук В.В. Перспективи застосування синтетичних регуляторів росту інгібіторного типу у рослинництві та їх екологічна безпека. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 84. С. 86-90.

346. Шевчук О.А., Кравчук Г.І., Вергеліс В.І., Врадій О.І. Вплив стимулюючих препаратів на морфометричні показники проростків та посівні

якості насіння квасолі. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 12. С. 225-233.

347. Шевчук О.А., Кришталь О.О., Шевчук В.В. Екологічна безпека та перспективи застосування синтетичних регуляторів росту у рослинництві. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 1 (112). С. 34-39.

348. Шевчук О.А., Первачук М.В., Вергеліс В.І. Вплив препаратів антигіберелінової дії на проростання насіння квасолі. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 66-71.

349. Шевчук О.А., Ткачук О.О., Ходаніцька О.О., Вергеліс В.І. Морфобіологічні особливості культури *Phaseolus vulgaris L.* за дії регуляторів росту рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 3-8.

350. Шевчук О.А., Ходаніцька О.О., Ткачук О.О., Вергеліс В.І. Морфогенез проростків і посівні характеристики насіння бобів кормових за використання ретардантів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С. 43-47.

351. Шевчук О.А., Ходаніцька О.О., Ткачук О.О., Шевчук В.В., Федорук І.В. Вплив антигіберелінових препаратів на анатомо-морфологічні показники рослин сої. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 26-31.

352. Шелкопляс Т. Сто бобів для сої – не межа. *Агропрофі*. URL: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1781-100-bobiv-dlja-soyi-ne-mezha> (дата звернення 09.09.2022).

353. Шепілова Т.П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої у північному степу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип 94 (1). С. 255-264.

354. Шепілова Т.П. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 117–123.

355. Шерепітко В.В. Адаптивна селекція рослин сої, як фактор екологічно безпечного та сталого функціонування агроecosystem України.

Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. 2011. Вип. 7 (47). С. 86 – 92.

356. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Контролювання бур'янів в агроценозах нуту. *Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 19. С. 135-147.*

357. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Шляхи підвищення врожайності насіння нуту. *Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 17. С. 195-208.*

358. Шкатула Ю.М. Вплив гербіцидів і біологічних препаратів на ростові процеси та зернову продуктивність нуту. *Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства : Всеукр. наук.-практ. конф., 9-10 черв. 2022 р., м. Вінниця.*

359. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Вплив гербіцидів і біологічних препаратів на ростові процеси та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 2 (25). С. 184-197.*

360. Шовкова О.В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та застосування мікродобрив. *Вісник полтавської державної аграрної академії. 2014. № 2. С. 156-160.*

361. Ящук Н. Соя: як її зберегти. Пропозиція. 2012. № 10. С. 62-66.

362. Щербак О.М. Продуктивність нуту та активність бобово-ризобіальної системи рослин за передпосівної обробки насіння в Правобережному Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2016. 209 с.

363. Щігорцова О.Л. Мікробіологічні препарати в агротехнологіях вирощування зернобобових культур. *Вісник аграрної науки. 2008. № 9. С. 18–20.*

364. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція. 2013. URL: <https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-suchasnoyi-sistemi-udobrennya-soyi> (дата звернення 10.10.2020).*

365. Aminah, Palad M.S., Sahur A. Drought levels of several soybean's variety (*Glycine Max L. Merrill*). *International conference on sustainable cereals and crops production systems in the tropics. 2020. P. 484.*

366. Andrzejewska J. Yield and agronomic conditions of nodulation in different pea varieties (*Pisum sativum L.*). *Electronic resource*. 2002. P. 91.
367. Bahmat M.I., Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V. Telekalo N.V. Bioenergy efficiency of the usage of biopreparations for the growth of white lupine in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 203-208.
368. Balan N. et al. Contributi privind selecta de tulpini eficiente de *Rhizobium Japonicum* din micropopulatiile autohtone. *Analele Institutului de Ceroetari Pentru Cereale si Plante Tehnice*. 1980. № 45. P. 511–521.
369. Balatti P.A. Cultivar specific interactions of soybean with *Rhizobium fredii* are regulated by genotype of the root. *Plant Physiology*. 1990. Vol. 94. № 4. P. 1907–1909.
370. Bandura V., Mazur V., Yaroshenko L., Rubanenko O. Research on sunflower seeds drying process in a monolayer tray vibration dryer based on infrared radiation. *Inmaten Agricultural Engineering*. 2019. № 57(1). P. 233–242.
371. Barker D.W., Sawyer J.E. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agronomy journal*. 2005. Vol. 97. Issue 2. P. 615–619.
372. BBCH-Monograph. Growth stages of plants. Ed. U. Meier. Berlin, Wien: Blackwell, Wissenschafts-Verlag, 1997. 622 p.
373. Belford R.K., Cannell R.Q., Thomson R.J., Dennis C.W. Effects of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of peas (*Pisum sativum L.*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1980. Vol. 31. № 9. P. 857-869.
374. Benjamin J.G., Nielsen D.C. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field crops research*. 2006. Vol. 97. № 2. P. 248-253.
375. Bernard R.L. Soybean germplasm, breeding, and genetic activities in the United States. *Soybean research in China and the United States: Proc. First China USA soybean symposium and working group meeting, July 26-30, 1982*. University of Illinois at Urbana - Champaign, Urbana, Illinois, USA. 1983. P. 19–25.

376. Bonnel M. How can we pass from ideas to actions? Program role HELP. *Water Resource Development*. 2004. Vol. 20. № 3. P. 12-14.
377. Boroomandan P., Khoramivafa M. The effects of nitrogen starter fertilizer and plant density on yield, yield components and oil and protein content of soybean. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2009. № 12 (4). P. 378–382.
378. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently. *New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference*. 2002. P. 185–188.
379. Bulgakov V., Adamchuk V., Kaletnik G., Arak M., Olt J. Mathematical model of vibration digging up of root crops from soil. *Agronomy Research*. 2014. № 12 (1). P. 41-58.
380. Bulgakov V., Kaletnik H., Goncharuk I., Ivanovs S., Usenko M.. Results of experimental investigations of a flexible active harrow with loosening teeth. *Agronomy Research*. 2019. № 17 (5). P. 1839–1845.
381. Caulfield F., Bunce J. Comparative responses of photosynthesis to growth temperature in soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) cultivars. *Can. J. Plant Sc.* 1988. T. 68. No 2. P. 419–425.
382. Delaney R.H., Dobrenz F.K. Morphological and anatomical featureless of alfalfa leaves as related to co exchange. *Grop Science*. 1974. № 14. P. 444-447.
383. Dencescu S., Miclea E., Butica A. Cultura soiei. 1982. 227 p.
384. Didorenko S.V., Abugaliyeva A.I., Ageyenko A.V. Monitoring quality and yield capacity of soybean varieties during the creation of various ecotypes in Kazakhstan. *Agrivita*. 2021. № 43(3). P. 558–568.
385. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyрева H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (5). P. 76-83.
386. Didur I., Chynchyk O., Pantsyрева H., Olifirovych V. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. № 11 (1). P. 419-424.

387. Didur I.M., Prokopchuk V.M., Pantsyreva G.V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the genus *Lupinus L.* *Ukrainian Journal of Ecology*. № 9 (3). P. 287-290.
388. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). P. 76-80.
389. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I. Malynka L.V. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology*. 2019. № 13. 30-34.
390. Didur I.M., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko, A.O. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1), P. 76-80.
391. Dima D.C. The yield performance of various soybean genotypes in five experimental fields in Romania and Bulgaria in 2015 and 2016. *Scientific papers. Series A. Agronomy*. 2018. № 61(2). P. 81–84.
392. Dostalova R., Horacek J., Hasalova I., Trojan R. Study of Resistant Starch (RS) Content in Peas during Maturation. *Czech Journal of Food Science*. 2009. Vol. 27. P. 120-124.
393. Dusha I., Bakos A., Kondorosi A. The Rhizobium-meliloti early nodulation genes (nodabs) are nitrogen-regulated-isolation of a mutant strain with efficient nodulation capacity on alfa alfa in the presence of ammonium. *Molecular and general genetics*. 1989. Vol. 219. Is. 1-2. P. 89-96.
394. Dutta S., Mohanty S., Tripathy B.C. Role of temperature stress on chloroplast biogenesis and protein import in pea. *Plant physiology*. 2009. Vol. 150. № 2. P. 1050-1061.
395. Egli D.B. Crop growth rate and seed number per unit area in soybean. *Crop Science*. 1991. V. 31. P. 439-442.

396. Elkins D., Hamilton G., Chan C. Effect of Cropping Mistory on Soybean Growth and Nodulation and Soil Rhizobia. *Agronomy Journal*. 1976. Vol. 68. № 3. P. 513-517.
397. FAO (Ed.) Yearbook Production 2014. Food and Agricultural Organization of United Nations. Rome. 2015. 394 p. URL : www.faostat.fao.org (дата звернення 12.02.2023).
398. Flectcher R., Gilley A., Sankhla N., Davis T. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews*. 1999. Vol. 223, № 5. P. 55-138.
399. Forman R., Lodron M. Landscape Ecology. New York, 1986. 619 p.
400. Fossati A., Paccaud F.X. La selection dub le an Suisse: passe, present, future. *Rev. Suisse agr.* 1986. № 18 (2). P. 234-239.
401. Gianfagna T. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic cropt. *See Ref.* 1995. Vol. 32. № 2. P. 67-74.
402. Greenwood C.T., Thomson J. Studies on the biosynthesis of starch granules. The properties of the components of starches from smooth-and wrinkled-seeded peas during growth. *Biochemical Journal*. 1962. Vol. 82. № 1. P. 156-164.
403. Guilioni L., Wery J., Lecoecur J. High temperature and water deficit may reduce seed number in fieldpea purely by decreasing plant growth rate. *Functional Plant Biology*. 2003. Vol. 30 (11). P. 1151-1164.
404. Gullon F., Champ M. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*. 2002. Vol. 88. № 3. P. 293-306.
405. Handa Y.T., Moriya A., Kimura K. Effect of leaf surface wetness and wettability on photosynthesis in bean and pea. *Plant, Cell & Environment*. 2004. Vol. 27. № 4. P. 413-421.
406. Heath M.C., Hebblethwaite P.D. Solar radiation interception by liafless, semileafless and 210 leafedpeas (*Pisum sativum*). *Annals of Applied Biology*. 1985. № 2. P. 309-318.

407. Heatherli L.J. The stale seed bed planting system. *Soybean production in the Midsouth Florida VSQ*. 1999. P. 93–102.
408. Hervas A., Ligeró F., Liuch C. Nitrate reduction in pea plants: Effects of nitrate application and Rhizobium strains. *Soil Biology and Biochemistry*. 1991. Vol. 23. Is. 7. P. 695-699.
409. Hildmann P., Feller U. Growth at moderately elevated temperature alters the physiological response of the photosynthetic apparatus to heat stress in pea (*Pisum sativum L.*) leaves. *Plant, Cell & Environment*. 2005. Vol. 28. № 3. P. 302-317.
410. Hirsch A., Mirsch A., Lum M., Downie A. What Makes the Rhizobia-Legume Symbiosis So Special? *Plant Physiology*. 2001. Vol. 127. № 4. P. 1484-1492.
411. Honcharuk I., Kovalchuk S. Agricultural Production Greening Management in the Eastern Partnership countries with the EU. *Theoretical and practical aspects of the development of the European Research Area*. Riga : Publishing House «Baltija Publishing». 2020. P. 42-68.
412. Honcharuk I.V., Branitsky Yu.Yu., Tomashuk I.V. The main aspects of effective formation and use of resource potential in agricultural enterprises (on the example of Vladovo-Lyulinetska DSS IBK and the Central Bank of NAAS of Ukraine). *Economy. Finances. Management: current issues of science and practice*. 2017. № 10 (26). P. 54-68.
413. Iturbe-Ormaetxe I., Escuredo P.R., Arrese-Igor C., Becana M. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. *Plant physiology*. 1998. Vol. 116. № 1. P. 173-181.
414. Jensen E.S. Symbiotic N₂ field bean estimated by N₁₅ fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. *Plant Soil*. 1986. № 92. P. 3-13.
415. Kale P.G., Petty B.T. Jr., Walker S., Ford J.B., Dehkordi N. Mutagenicity testing of nine herbicides and pesticides currently used in agriculture. *Environmental and Molecular Mutagenesis*. 1995. № 25. P. 148–153.

416. Kaletnik G. Diversification of production of biofuel – as the basis of maintenance of food, power, economic and environmental safety of Ukraine. *Bulletin of agrarian science*. 2018. № 11. P. 169-176.

417. Kaletnik G. Production and use of biofuels: Second edition, supplemented: textbook. Vinnytsia : LLC «Nilan-Ltd», 2018. 336 p.

418. Kaletnik G., Honcharuk I. Innovative support for the development of the biofuel industry: world and national experience. *Business Inform*. 2013. №. 9. P. 155–160.

419. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol. XI. 3 (43). P. 513-522.

420. Kaletnik G., Honcharuk I., Yemchyk T., Okhota Yu. The World Experience in the Regulation of the Land Circulation. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. № 9 (2). P. 557-568.

421. Kaletnik G., Shubravska O., Ibatullin M., Krysanov D., Starychenko Y., Tkachenko K., Varchenko O. Features of Food Security of the Country in Conditions of Economic Instability. *International Journal of Management and Business Research*. 2019. № 9 (4). P. 176-186.

422. Kaletnik G.M., Yanovych V.P. Substantiation of operating and design parameters of a gyration mill for the production of highly active premixes. *Vibrations in engineering and technology*. 2017. № 84 (1). P. 15-21.

423. Kaletnik G.M., Zabolotnyi, G.M. Kozlovskiy S.V. Innovative models of strategic management economic potential within contemporary economic systems. *Actual Problems of Economics*. 2011. Vol. 4 (118). P. 11.

424. Kaletnik G., Lutkovska S. Innovative Environmental Strategy for Sustainable Development. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. № 9 (2). P. 89.

425. Kamishvili N., Jgenti M., Samadashvili M. Influence of inoculation and different doses of mineral nitrogen on soybean productivity. *Bulletion of Georgian National Academy of Sciences*. 2001. № 1. P. 174–177.
426. Kandan A., Ramiah M., Vasanthi V. Use of *Pseudomonas fluorescens*-based formulations for management of tomato spotted wilt virus (TSWV) and enhanced yield in tomato. *Biocontrol science and technology*. 2005. Vol. 15 (6). P. 553-569.
427. Kilen T.S. A temperature sensitive miniature Soybean. *Crop Science*. 1979. V. 19. № 3. P. 405 – 406.
428. Kindie Y., Bezabih A., Beshir W. Field Pea (*Pisum sativum L.*). Variety Development for Moisture Deficit Areas of Eastern Amhara. *Advances in Agriculture*. 2019. Vol. 6.
429. Kulshova M. X. Presowing treatment of pea seeds. 2003. № 2. P. 11-15.
430. Lavrenko N. Effect of Tillage and Humidification Conditions on Desalination Properties of Chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Journal of Ecological Engineering*. 2018.
431. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A., Vozhegova R.A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60.
432. Mateos P., Baker D., Petersen M. Erosion of root epidermal cell walls by *Rhizobium* polysaccharide-degrading enzymes as related to primary host infection in the *Rhizobium* legume symbiosis. *Canadian Journal of Microbiology*. 2001. Vol. 46 (7). P. 475-487.
433. Matus A., Derksen D.A., Walley F.L. The influence of tillage and crop rotation on nitrogen fixation in lentil and pea. *Can. J. Plant Sci.* 1997. Vol. 77. P. 197–200.
434. Mazur V.A., Myalkovsky R.O., Mazur K.V., Pantsyreva H.V., Alekseev O.O. Influence of the Photosynthetic Productivity and Seed Productivity of White Lupine Plants. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (4). P. 665-670.

435. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pansyryeva H., Telekalo N. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (1). P. 101-105.
436. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. № 1. Vol. 24. P. 54-60.
437. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyryeva H.V. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus L.*) in the Forest Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9. P. 50-55.
438. Mazur V.A., Mazur K.V., Pansyryeva H.V., Alekseev O.O. Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus L.* in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. P. 148-153.
439. Mazur V.A., Myalkovsky R.O., Pansyryeva H.V., Mazur K.V. Influence of the Photosynthetic Productivity and Seed Productivity of White Lup Plants. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (4). P. 665-670.
440. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*. 2019. 17 (1). P. 206-219.
441. Mazur V.A., Pansyryeva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research*. 2019. № 17 (X). P. 206-209.
442. Mazur, V.A., Didur, I.M., Pansyryeva, H.V., Telekalo, N.V. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in the conditions of right-bank Forest-Steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8. № 4. P. 26–33.
443. McConnell J.T., Miller P.R., Lawrence R.L., Engel R., Neilsen G.A. Managing inoculation failure of field pea and chickpea based on spectral responses. *Can. J. Plant Sci.* 2002. № 82. P. 273–282.

444. Me Neil Dol., La Rue T.A. Effekt of nitrogen source on ureides in soybean. *Plant Physiology*. 1984. V. 74. № 2. P. 227.

445. Monti M., Pellicano A., Santonoceto C., Preiti G., Pristeri A. Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crop Research*. 2016. V. 196. P. 379–88.

446. Mordvaniuk M., Telekalo N., Shafar H., Matsera O. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). 169-175.

447. Mostovenko V., Didur I. Economic and energy efficiency of growing vegetable peas. *Colloquium-journal*. 2021. № 12 (99). P. 47-52.

448. Muchow R., Robertson M., Pengelly B., Muchow R. Accumulation and partitioning of biomass and nitrogen by soybean, mung bean and cowpea under contrasting environmental conditions. *Field Crops Research*. 1993. Vol. 33. Is. 1-2. P. 13-36.

449. Muller B., Pantin F., Génard M., Turc O., Freixes S., Piques M. Y. Gibon Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs. *Journal of Experimental Botany*. 2011. Vol. 62. № 6. P. 1715-1729.

450. Niklas K.J. Functional adaptation and phenotypic plasticity at the cellular and whole plant level. *Journal of Bioscience*. 2008. Vol. 33. P. 613–620.

451. Nleya K.M., Minnaar A., H. L.de Kock Relating physico-chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum L.*) to sensory quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014. Vol. 94. № 5. P. 857-865.

452. Osman H.S. Enhancing antioxidant – yield relationship of pea plant under drought at different growth stages by exogenously applied glycine betaine and proline. *Annals of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 60. № 2. P. 389-402.

453. Pansyryeva G.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus L.* *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (3). P. 74-77.

454. Pansyryeva H.V., Mykoliuk O.O., Semchuk V.V. Suchasnyi stan kolektsii pivonii na bazi botanichnoho sadu "Podillia" Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2019. № 29 (8). 46–50.

455. Pansyryeva H.V. Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus L.* *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (3). P. 74-77.

456. Pansyryeva H.V. Research on varietal resources of herbaceous species of *Paeonia L.* in Ukraine. *Scientific Bulletin of the NLTU of Ukraine*. 2018. № 28 (8). P. 74-78.

457. Pansyryeva H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris L.*) depending on biological products in agrocoenosis of the RightBank Forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 270-274.

458. Pansyryeva H.V. Technological aspects of biogas production from organic raw materials. *Bulletin of KhNTUSG them. P. Vasilenko*. 2019. P. 276-290.

459. Pansyryeva H.V., Myalkovsky R.O., Yasinetska I.A., Prokopchuk V.M. Productivity and economical appraisal of growing raspberry according to substrate for mulching under the conditions of podilia area in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (1). P. 210-214.

460. Peng Shaobing. Prasad and Chen Yizhu Influence of Rhizobial Inoculation on Photosynthesis and Grain Yield of Rice. *Agronomy Journal*. 2002. № 94. P. 925–929.

461. Polevoy A. Modeling the influence of agro–meteorological conditions on the photosynthetic productivity of peas. *Agricultural Sciences*. 2014. Vol. LVIII. P. 5-15.

462. Puyu V., Bakhmat M., Pansyryeva H., Khmelianchyshyn Y., Stepanchenko V., Bakhmat O. Social-and-Ecological Aspects of Forage Production Reform in Ukraine in the Early 21st Century. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10 (1). P. 221-228.

463. Rademacher W. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 2000. Vol. 51. P. 501-531.

464. Ravuri V., Hume D. Soybean Stover Nitrogen Affected by Dinitrogen Fixation and Cultivar. *Agronomy Journal*. 1993. Vol. 85. № 2. P. 328-333.

465. Reckling M., Hecker J.M., Bergkvist G. A cropping system assessment framework evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. *European Journal of Agronomy*. 2016. V. 76. 186–197.

466. Renault D., Wahaj R., Smits S. Multiple uses of water services in large irrigation systems. *Auditing and planning modernization. FAO Irrigation and drainage paper*. 2013. № 67. 203 p.

467. Rickman J.C., Bruch C.M., Barrett D.M. Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007. Vol. 87. P. 1185-1196.

468. Rincon F., Zurera G., Morend R., Ros G. Some Mineral Concentration Modifications during Pea Canning. *Journal of Food Science*. 1990. Vol. 55. № 3. P. 751-754.

469. Roberts F., Roberts C.W., Johson J.J., Kyle D.E., Drell T., Coggins J.R. Evidence for the shikimate pathway in apicomplexan parasites. *Nature*. 1998. № 393. P. 801–805.

470. Ruisi P., Giambalvo D., Di Miceli G. Tillage Effects on Yield and Nitrogen Fixation of Legumes in Mediterranean Conditions. *Agronomy Journal*. 2012. Vol. 104. № 5. P. 1459-1466.

471. Sagan M., Ney B., Duc G. Plant symbiotic mutants as a tool to analyses nitrogen nutrition and yield relationship in field-growth peas (*Pisum sativum L.*). *Plant and Soil*. 1993. Vol. 153. Is. 1. P. 33-45.

472. Sarikova D. Proclukcha vyronnost bobu obycaineho (*Vicia faba Z.*). V pomienkack vychoclosbonenskeiniziny. *Pol'no Hospodarstvo*. 1991. R. 37. P. 1.

473. Schitz S., Galtaardo K., Huart M., Negroni L., Sommerer N., Burstin J. Proteome reference maps of vegetative tissues in pea. An investigation of nitrogen mobilization from leaves during seed filling. *Plant physiology*. 2004. № 135. P. 2241-2260.
474. Schuster W. Experience in soybean breeding in Middle Europe. *Production and Utilization of protein in Oil-seed crops*. 1981. № 5. P. 158 – 176.
475. Serraj R., Sinclair T.R., Purcell L.C. Symbiotic N₂ fixation response to drought. *Journal of Experimental Botany*. 1999. Vol. 50. P. 143-155.
476. Shevchuk O.A., Kravets O.O., Shevchuk V.V., Khodanitska O.O. Features of leaf mesostructure organization under plant growth regulators treatment on broad bean plants. *Modern Phytomorphology*. 2020. №. 14. P. 104-106.
477. Shtilman M.I. Phytoactive polymers polymeric derivatives of plant growth regulation. *Ibid.* 1993. Vol. 20. P. 208–209.
478. Simkin A.J., Lopez-Calcagno R.E., Raines C.A. Feeding the world: improving photosynthetic efficiency for sustainable crop production photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 2019. 70. № 4. P. 1119-1140.
479. Smykal P., Aubert G., Burstin J. Pea (*Pisum sativum* L.) in the genomic era. *Agronomy*. Vol. 2. № 4. P. 74–115.
480. Spaink H. Root nodulation and infection factors produced by Rhizobial bacteria. *Microbiology*. 2000. Vol. 54. P. 257-288.
481. Stoker R. Irrigation of garden peas on a good cropping soil. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 1977. Vol. 5. № 3. P. 233-236.
482. Streeter J.G. Effects of drought on nitrogen fixation in soybean root nodules. *Plant Cell Environment*. 2003. Vol. 26. P. 1199-1202.
483. Sukhov V., Surova L., Sherstneva O., Bushueva A., Vodenev V. Variation potential induces decreased PSI damage and increased PSII damage under high external temperatures in pea. *Functional Plant Biology*. 2015. Vol. 42. № 8. P. 727-736.
484. Swanson Sarah J., Jones Russell L. Gibberellic acid induces vacuolar acidification in barley aleurone. *Plant and Cell*. 1996. Vol. 8. № 12. P. 2211-2221.

485. Telekalo N., Melnyk M. Agroecological substantiation of *Medicago sativa* cultivation technology. *Agronomy Research*. 2020. № 18 (4). P. 2613-2626.
486. Telekalo N., Mordvaniuk M., Shafar H. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). P. 169-175.
487. Tkachuk O., Telekalo N. Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine: collective monograph. Latvia : Baltija Publishing, 2020. P. 91-104.
488. Vance C.P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. Plant nutrition in the world of declining renewable resources. *Plant Physiology*. 2001. V. 127. P. 390–397.
489. Vdovenko S.A., Pansyryeva G.V., Palamarchuk I.I., Lytvyniuk H.V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 270-274.
490. Vesely P., Entlicher G., Kocourek J. Pea phytohemagglutinin selective agglutination of tumour cells. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 1972. Vol. 28. № 9. P. 1085-1086.
491. Walley F., Clayton G., Miller P. Nitrogen Economy of Pulse Crop Production in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*. 2007. Vol. 99. № 6. P. 1710-1718.
492. Whipps J.M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*. 2001. V. 52. P. 487-511.
493. Willems A. The taxonomy of rhizobia: an overview. *Plant and Soil*. 2006. Vol. 287. Is. 1-2. P. 3-14.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Середньомісячні температури повітря у роки проведення досліджень (2017 – 2021 рр.), °С

Роки	Місяці												Сума			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за критичний період росту (VII-VIII)	за вегетацію (V-X)	за рік	
2017	-5,8	-3,1	+5,7	+9,2	+13,9	+19,1	+19,9	+21,4	+15,3	+8,5	+3,4	+1,4	+20,7	+16,4	+9,1	
2018	-2,5	-4,8	-2	+13,2	+17,5	+19,3	+19,8	+21,1	+15,4	+10	+0,4	-2,5	+20,5	+17,2	+8,7	
2019	-4,8	+0,7	+4,6	+9,3	+15,4	+21,6	+19,0	+20,2	+15,2	+10,4	+5,2	+2,1	+19,6	+17,0	+9,9	
2020	+0,1	+1,9	+5,2	+9,2	+11,7	+20,2	+20,3	+20,4	+17,3	+12,2	+3,5	-0,2	+20,4	+17,0	+10,2	
2021	-2,5	-3,4	+1,5	+7	+13,4	+19,3	+22,5	+19,3	+12,8	+7,1	+5,1	-1,5	+20,9	+15,7	+8,4	
<i>Середня багаторічна норма</i>	-3,8	-2,7	+1,9	+9,1	+14,7	+18,2	+20	+19,4	+14,1	+8,1	+1,7	-2,8	+19,7	+15,8	+8,2	
± до норми	2017	-2,0	-0,4	+3,8	+0,1	-0,8	+0,9	-0,1	+2,0	+1,2	+0,4	+1,7	+4,2	+1,0	+0,6	+0,9
	2018	+1,3	-2,1	-3,9	+4,1	+2,8	+1,1	-0,2	+1,7	+1,3	+1,9	-1,3	+0,3	+0,8	+1,4	+0,6
	2019	-1,0	+3,4	+2,7	+0,2	+0,7	+3,4	-1,0	+0,8	+1,1	+2,3	+3,5	+4,9	-0,1	+1,2	+1,8
	2020	+3,9	+4,6	+3,3	+0,1	-3,0	+2,0	+0,3	+1,0	+3,2	+4,1	+1,8	+2,6	+0,7	+1,3	+2,0
	2021	+1,3	-0,7	-0,4	-2,1	-1,3	+1,1	+2,5	-0,1	-1,3	-1,0	+3,4	+1,3	+1,2	0	+0,2

Додаток А.2

Місячні суми опадів у роки проведення досліджень (2017 – 2021 рр.), мм

Роки	Місяці												Сума			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за критичний період росту (VII-VIII)	за вегетацію (V-X)	за рік	
2017	28	39	63	40	28	20	38	31	91	29	28	89	69	237	524	
2018	15	37	56	15	14	186,5	87	22,8	44	31	19	49	109,8	385,3	576,3	
2019	59	28	20	37,8	144	88	58	19,2	28,1	24	21	36,2	77,2	361,3	563,3	
2020	16	39	19	32	136	68	30	21	46,4	75	27	38	51	376,4	547,4	
2021	63	58	63	33	100	83	35	57	21,4	14	19	59	92	310,4	605,4	
<i>Середня багаторічна норма</i>	28	33	32	40	54	87	73	55	61	35	37	35	128	365	570	
± до норми	2017	0	+6	+31	0	-26	-67	-35	-24	+30	-6	-9	+54	-59	-128	-46
	2018	-13	+4	+24	-25	-40	+99,5	+14	-32,2	-17	-4	-18	+14	-18,2	+20,3	+6,3
	2019	+31	-5	-12	-2,2	+90	+1	-15	-35,8	-32,9	-11	-16	+1,2	-50,8	-3,7	-6,7
	2020	-12	+6	-13	-8	+82	-19	-43	-34	-14,6	+40	-10	+3	-77	+11,4	-22,6
	2021	+35	+25	+31	-7	+46	-4	-38	+2	-39,6	-21	-18	+24	-36	-54,6	+35,4

Додаток Б.1

Динаміка висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, 2017 рік. см

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	13,8	39,8	50,9	55,5	60,2
	Біокомплекс БТУ	13,9	41,8	54,6	58,3	62,8
	Гуміфренд	14,2	41,1	53,5	57,8	61,7
	Хелпрост соя	14,1	43,2	56,4	60,2	64,1
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	15,2	45,6	57,8	61,7	65,3
	Біокомплекс БТУ	15,4	50,1	64,4	68,1	72,5
	Гуміфренд	16,1	49,3	61,2	66,8	71,2
	Хелпрост соя	15,5	51,7	66,8	70,6	74,4
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	14,6	42,1	54,3	58,3	61,1
	Біокомплекс БТУ	15,5	45,5	59,5	63,2	66,6
	Гуміфренд	15,2	43,0	56,1	61,2	63,8
	Хелпрост соя	16,4	48,2	62,7	65,9	70,4
Андеріз	Без підживлень (К)	15,3	43,0	56,1	60,4	63,9
	Біокомплекс БТУ	15,6	47,2	61,9	64,9	68,6
	Гуміфренд	15,4	46,8	58,3	63,3	67,8
	Хелпрост соя	16,3	49,5	63,7	67,7	71,7

Додаток Б.2

Динаміка висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, 2018 рік, см

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	17,5	49,2	65,6	69,1	73,1
	Біокомплекс БТУ	17,7	52,9	70,8	73,1	75,9
	Гуміфренд	18,3	51,3	69,2	71,4	74,8
	Хелпрост соя	17,9	53,6	72,3	74,5	77,4
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	19,0	55,2	71,2	75,4	79,1
	Біокомплекс БТУ	18,6	58,7	77,8	81,1	83,5
	Гуміфренд	19,0	57,3	76,2	78,2	81,4
	Хелпрост соя	18,7	60,1	80,7	83,9	85,5
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	19,0	52,5	70,0	73,2	75,7
	Біокомплекс БТУ	18,9	55,8	74,0	77,3	80,2
	Гуміфренд	18,7	54,0	72,2	75,5	78,3
	Хелпрост соя	19,4	57,1	76,3	79,3	82,3
Андеріз	Без підживлень (К)	19,4	53,5	71,6	73,4	75,7
	Біокомплекс БТУ	19,6	57,7	76,4	78,5	81,6
	Гуміфренд	19,4	56,2	75,7	77,8	80,9
	Хелпрост соя	19,8	58,8	79,2	80,3	83,7

Додаток Б.3

Динаміка висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень, 2019 рік, см

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	16,0	41,1	55,0	59,3	63,9
	Біокомплекс БТУ	16,5	44,8	60,2	65,9	67,2
	Гуміфренд	16,7	43,1	57,8	62,3	64,4
	Хелпрост соя	16,4	45,2	62,4	65,2	67,1
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	18,0	47,3	65,2	70,1	72,5
	Біокомплекс БТУ	17,9	51,8	72,6	77,2	79,4
	Гуміфренд	18,4	50,1	69,4	73,7	77,6
	Хелпрост соя	17,8	53,3	74,1	79,3	81,8
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	17,5	44,7	60,7	65,5	68,5
	Біокомплекс БТУ	18,1	48,4	66,5	70,8	73,2
	Гуміфренд	18,4	47,7	64,8	68,4	71,4
	Хелпрост соя	18,3	49,2	67,4	71,5	75,3
Андеріз	Без підживлень (К)	17,8	45,1	62,5	67,1	69,7
	Біокомплекс БТУ	18,2	49,7	69,2	72,8	75,3
	Гуміфренд	18,1	49,1	67,3	71,1	73,4
	Хелпрост соя	18,8	51,9	70,5	75,2	77,5

Додаток Б.4

Динаміка висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, 2020 рік, см

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	11,3	37,0	47,4	51,6	56,2
	Біокомплекс БТУ	11,6	40,1	51,7	54,7	58,8
	Гуміфренд	11,9	39,3	49,3	53,8	57,2
	Хелпрост соя	12,2	42,0	53,9	57,6	61,4
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	11,8	39,6	51,6	58,1	62,6
	Біокомплекс БТУ	11,8	43,9	56,4	61,9	65,6
	Гуміфренд	12,0	43,5	54,6	59,3	64,8
	Хелпрост соя	12,1	47,2	61,4	64,4	67,3
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	11,8	38,5	49,5	55,6	60,2
	Біокомплекс БТУ	12,4	43,6	55,4	58,9	65,1
	Гуміфренд	12,1	41,1	51,8	57,2	62,2
	Хелпрост соя	12,8	44,6	57,6	59,5	65,3
Андеріз	Без підживлень (К)	12,1	37,9	50,3	57,3	61,1
	Біокомплекс БТУ	12,4	43,7	56,5	60,1	65,3
	Гуміфренд	12,7	41,8	53,6	59,8	63,1
	Хелпрост соя	12,9	45,4	58,6	61,5	66,7

Додаток Б.5

Динаміка висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень, 2021 рік, см

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	16,4	45,6	60,7	66,4	71,5
	Біокомплекс БТУ	17,1	50,4	67,3	72,8	74,1
	Гуміфренд	17,5	48,6	65,2	70,5	72,4
	Хелпрост соя	17,3	51,3	68,4	74,1	76,3
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	16,9	50,2	68,1	73,4	75,6
	Біокомплекс БТУ	17,1	54,4	74,6	78,7	81,3
	Гуміфренд	17,5	52,8	71,1	76,0	79,8
	Хелпрост соя	16,8	57,3	75,7	80,1	82,3
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	17,5	48,3	64,6	68,4	72,9
	Біокомплекс БТУ	17,1	50,5	68,5	74,2	76,5
	Гуміфренд	17,8	49,6	66,4	72,7	75,3
	Хелпрост соя	18,2	52,1	70,8	76,2	78,1
Андеріз	Без підживлень (К)	18,1	49,6	66,9	71,4	73,8
	Біокомплекс БТУ	18,6	51,9	70,8	75,8	78,2
	Гуміфренд	17,9	50,2	68,6	73,5	75,8
	Хелпрост соя	18,5	54,1	73,4	78,4	80,8

Додаток В.1

**Динаміка площі листкової поверхні рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакорневих
підживлень, 2017 рік, тис. м²/га**

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	9,8	18,7	26,3	22,6	17,7
	Біокомплекс БТУ	9,7	22,4	28,9	25,4	19,4
	Гуміфренд	10,4	21,2	27,3	24,9	18,8
	Хелпрост соя	10,2	23,1	31,2	26,1	20,8
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	12,1	23,8	32,4	26,5	21,6
	Біокомплекс БТУ	12,6	27,5	34,6	29,7	24,0
	Гуміфренд	11,7	24,9	33,2	29,2	23,1
	Хелпрост соя	12,9	28,6	36,0	31,5	25,1
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	11,5	23,1	29,1	24,8	19,9
	Біокомплекс БТУ	12,6	25,4	32,1	27,3	21,8
	Гуміфренд	12,5	23,6	30,6	26,1	20,5
	Хелпрост соя	13,2	26,3	33,2	28,6	23,3
Андеріз	Без підживлень (К)	11,8	24,3	29,1	25,7	20,7
	Біокомплекс БТУ	11,6	26,4	32,5	28,3	22,8
	Гуміфренд	12,3	25,7	31,6	27,7	21,9
	Хелпрост соя	12,4	27,3	34,2	29,4	23,4

Додаток В.2

**Динаміка площі листкової поверхні рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих
підживлень, 2018 рік, тис. м²/га**

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	12,7	27,3	37,1	33,3	24,5
	Біокомплекс БТУ	13,5	31,9	42,2	37,2	26,4
	Гуміфренд	13,6	29,2	41,1	35,9	25,8
	Хелпрост соя	13,7	32,2	43,6	38,4	27,2
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	15,1	33,4	45,3	37,8	27,5
	Біокомплекс БТУ	14,3	38,1	49,6	42,6	30,2
	Гуміфренд	15,0	36,2	47,9	40,8	29,2
	Хелпрост соя	15,5	39,6	50,1	44,3	31,4
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	13,9	32,4	41,5	36,7	26,4
	Біокомплекс БТУ	14,6	35,6	46,2	40,6	28,6
	Гуміфренд	14,1	34,1	43,4	37,6	27,4
	Хелпрост соя	15,2	37,0	48,1	41,3	29,6
Андеріз	Без підживлень (К)	14,0	32,5	43,2	35,8	26,4
	Біокомплекс БТУ	15,1	36,3	47,4	41,4	29,2
	Гуміфренд	14,8	34,9	45,7	38,2	28,6
	Хелпрост соя	15,5	38,3	49,5	42,7	30,0

Додаток В.3

**Динаміка площі листкової поверхні рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакорневих
підживлень, 2019 рік, тис. м²/га**

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	11,4	23,6	31,6	25,3	18,2
	Біокомплекс БТУ	12,2	26,3	35,5	29,8	21,1
	Гуміфренд	12,0	25,2	33,2	28,3	20,3
	Хелпрост соя	12,2	26,5	35,8	29,7	21,1
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	13,1	28,8	38,4	31,7	22,7
	Біокомплекс БТУ	14,0	32,2	43,5	36,6	25,2
	Гуміфренд	13,8	30,9	41,6	33,1	24,4
	Хелпрост соя	14,1	33,2	44,9	37,5	26,0
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	12,5	26,7	34,2	30,6	21,3
	Біокомплекс БТУ	13,4	29,5	40,6	33,9	23,2
	Гуміфренд	13,3	28,7	37,1	31,4	22,5
	Хелпрост соя	13,6	30,0	41,0	35,2	23,8
Андерізі	Без підживлень (К)	12,6	27,1	36,2	32,7	21,4
	Біокомплекс БТУ	13,6	30,6	41,9	35,9	23,8
	Гуміфренд	13,5	30,1	38,3	32,6	23,3
	Хелпрост соя	14,1	32,0	42,6	35,5	24,7

Додаток В.4

**Динаміка площі листкової поверхні рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакорневих
підживлень, 2020 рік, тис. м²/га**

Обробка насіння	Позакоренеve підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	8,1	20,5	25,1	19,6	14,8
	Біокомплекс БТУ	8,7	22,8	28,1	21,4	16,0
	Гуміфренд	8,6	22,2	27,5	21,6	15,9
	Хелпрост соя	8,2	24,2	28,7	22,7	17,1
Біо-інокулянт БТУ	Без підживлень (К)	8,7	22,5	27,9	21,8	16,4
	Біокомплекс БТУ	9,3	25,5	31,4	24,1	18,2
	Гуміфренд	9,1	24,7	30,0	22,9	17,2
	Хелпрост соя	9,8	27,5	34,0	25,5	19,0
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	8,5	21,6	26,7	21,3	15,9
	Біокомплекс БТУ	9,3	24,9	30,4	23,4	17,7
	Гуміфренд	8,8	23,1	28,1	22,2	16,7
	Хелпрост соя	9,6	25,7	31,6	24,0	18,0
Андеріз	Без підживлень (К)	8,7	21,5	27,1	21,6	16,1
	Біокомплекс БТУ	9,4	25,1	31,0	23,6	17,9
	Гуміфренд	9,1	23,6	29,0	22,3	16,8
	Хелпрост соя	9,8	26,3	32,0	24,5	18,5

Додаток В.5

**Динаміка площі листкової поверхні рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових
підживлень, 2021 рік, тис. м²/га**

Обробка насіння	Позакоренево підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	фізіологічна стиглість
Без обробки	Без підживлень (К)	11,8	27,1	35,4	29,8	21,7
	Біокомплекс БТУ	12,7	30,8	38,8	33,7	23,6
	Гуміфренд	12,7	28,3	37,2	32,7	23,0
	Хелпрост соя	13,2	32,0	40,1	34,9	24,6
Біо-інокулян т БТУ	Без підживлень (К)	12,6	29,2	38,4	32,9	23,1
	Біокомплекс БТУ	13,5	33,4	44,0	37,0	26,0
	Гуміфренд	13,3	31,4	42,3	35,4	25,0
	Хелпрост соя	14,6	35,1	45,6	38,4	27,0
Різолайн + Різосейв	Без підживлень (К)	12,5	29,7	37,2	32,2	22,7
	Біокомплекс БТУ	13,2	32,6	42,9	35,0	24,7
	Гуміфренд	13,1	31,2	39,7	33,3	23,5
	Хелпрост соя	12,9	32,9	43,5	35,7	25,3
Андерізі	Без підживлень (К)	12,5	30,4	38,7	32,6	23,1
	Біокомплекс БТУ	13,2	32,7	43,4	35,6	25,1
	Гуміфренд	13,1	32,0	40,3	33,8	23,8
	Хелпрост соя	13,8	34,3	45,1	37,0	26,1

Додаток Г.1

**Динаміка кількості активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2017 рік, шт./рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	Контроль	4,8	13,0	18,4	12,8	4,3
	Біокомплекс БТУ	5,5	15,3	21,6	15,6	5,3
	Гуміфренд	4,8	14,2	19,5	14,0	4,7
	Хелпрост соя	5,6	19,2	23,4	17,4	7,2
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	14,6	17,5	23,9	19,2	8,1
	Біокомплекс БТУ	16,5	26,5	30,1	26,0	10,4
	Гуміфренд	14,8	24,7	28,2	22,5	8,9
	Хелпрост соя	17,1	30,2	36,6	28,7	11,9
Різолайн + Різосейв	Контроль	10,4	13,5	20,7	14,9	5,9
	Біокомплекс БТУ	11,5	21,9	26,0	19,6	8,9
	Гуміфренд	10,6	18,6	24,0	17,1	7,6
	Хелпрост соя	12,0	24,8	30,4	23,6	9,6
Андеріз	Контроль	11,1	14,7	22,2	16,5	7,0
	Біокомплекс БТУ	11,6	22,6	26,9	21,8	8,9
	Гуміфренд	11,5	19,8	25,8	19,7	8,2
	Хелпрост соя	12,2	27,0	33,0	24,3	10,6

Додаток Г.2

**Динаміка кількості активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2018 рік, шт./рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	Контроль	7,0	18,8	26,5	18,5	6,2
	Біокомплекс БТУ	8,2	22,9	32,3	23,3	7,9
	Гуміфренд	7,3	21,5	29,6	21,2	7,2
	Хелпрост соя	8,5	28,9	35,2	26,2	10,8
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	21,5	25,8	35,3	28,3	11,9
	Біокомплекс БТУ	24,2	39,0	44,2	38,2	15,3
	Гуміфренд	21,8	36,2	41,4	33,1	13,1
	Хелпрост соя	25,1	44,3	53,8	42,2	17,5
Різолайн + Різосейв	Контроль	15,5	20,1	30,9	22,2	8,9
	Біокомплекс БТУ	17,2	32,8	38,9	29,3	13,3
	Гуміфренд	16,2	28,2	36,5	26,0	11,6
	Хелпрост соя	18,0	37,2	45,6	35,3	14,4
Андеріз	Контроль	16,0	21,3	32,2	23,9	10,2
	Біокомплекс БТУ	17,1	33,4	39,7	32,1	13,1
	Гуміфренд	16,8	28,9	37,6	28,8	12,0
	Хелпрост соя	18,0	39,9	48,7	35,9	15,6

Додаток Г.3

**Динаміка кількості активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2019 рік, шт./рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	Контроль	5,9	16,0	22,5	15,7	5,3
	Біокомплекс БТУ	7,0	19,5	27,5	19,8	6,7
	Гуміфренд	6,1	17,9	24,7	17,7	6,0
	Хелпрост соя	7,1	24,1	29,3	21,8	9,0
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	18,5	22,2	30,4	24,4	10,2
	Біокомплекс БТУ	20,8	33,5	38,1	32,9	13,2
	Гуміфренд	18,7	31,0	35,4	28,3	11,2
	Хелпрост соя	21,4	37,7	45,8	35,9	14,9
Різолайн + Різосейв	Контроль	13,2	17,1	26,3	18,9	7,5
	Біокомплекс БТУ	14,7	28,0	33,2	25,0	11,4
	Гуміфренд	14,1	24,6	31,9	22,7	10,1
	Хелпрост соя	14,9	30,7	37,6	29,2	11,9
Андеріз	Контроль	13,6	18,1	27,4	20,3	8,6
	Біокомплекс БТУ	14,5	28,3	33,6	27,2	11,1
	Гуміфренд	14,3	24,8	32,2	24,6	10,3
	Хелпрост соя	15,3	33,9	41,4	30,5	13,3

Додаток Г.4

**Динаміка кількості активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2020 рік, шт./рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	Контроль	4,0	10,9	15,4	10,7	3,6
	Біокомплекс БТУ	4,8	13,3	18,8	13,6	4,6
	Гуміфренд	4,2	12,4	17,1	12,3	4,1
	Хелпрост соя	5,1	17,5	21,3	15,8	6,5
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	11,8	14,1	19,3	15,5	6,5
	Біокомплекс БТУ	13,4	21,5	24,4	21,1	8,5
	Гуміфренд	11,8	19,6	22,4	17,9	7,1
	Хелпрост соя	14,2	25,0	30,3	23,8	9,9
Різолайн + Різосейв	Контроль	8,6	11,2	17,2	12,3	4,9
	Біокомплекс БТУ	9,8	18,6	22,1	16,7	7,6
	Гуміфренд	9,0	15,8	20,4	14,6	6,5
	Хелпрост соя	10,1	20,9	25,6	19,8	8,1
Андеріз	Контроль	9,0	12,0	18,2	13,5	5,7
	Біокомплекс БТУ	9,6	18,7	22,3	18,0	7,3
	Гуміфренд	9,0	15,6	20,2	15,5	6,5
	Хелпрост соя	10,2	22,6	27,6	20,3	8,9

Додаток Г.5

**Динаміка кількості активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2021 рік, шт./рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	Контроль	6,3	17,1	24,1	16,8	5,6
	Біокомплекс БТУ	7,6	21,3	30,1	21,7	7,4
	Гуміфренд	6,7	19,8	27,3	19,5	6,6
	Хелпрост соя	7,9	26,9	32,7	24,3	10,0
Біо-інокулянт БТУ	Контроль	18,4	22,1	30,2	24,2	10,1
	Біокомплекс БТУ	21,3	34,4	39,0	33,7	13,5
	Гуміфренд	19,3	32,0	36,6	29,2	11,5
	Хелпрост соя	21,7	38,3	46,5	36,5	15,1
Різолайн + Різосейв	Контроль	13,8	17,9	27,5	19,8	7,9
	Біокомплекс БТУ	15,0	28,5	33,8	25,5	11,6
	Гуміфренд	14,4	25,0	32,4	23,1	10,3
	Хелпрост соя	15,3	31,7	38,8	30,1	12,2
Андеріз	Контроль	14,5	19,3	29,2	21,6	9,2
	Біокомплекс БТУ	14,8	29,0	34,4	27,9	11,3
	Гуміфренд	14,4	24,8	32,3	24,7	10,3
	Хелпрост соя	15,8	34,9	42,7	31,4	13,7

Додаток Г.6

**Динаміка маси активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2017 рік, мг/рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	1	64,7	157,8	243,4	161,5	42,8
	2	66,4	181,0	290,4	188,3	44,8
	3	63,4	158,9	253,9	175,4	42,5
	4	63,4	196,6	304,2	202,1	53,7
Біо-інокулянт БТУ	1	96,6	280,1	345,5	242,5	63,7
	2	131,5	398,6	440,4	265,0	83,2
	3	122,2	348,8	416,0	253,1	73,7
	4	134,2	441,2	476,5	270,9	85,0
Різолайн + Різосейв	1	81,2	210,6	267,8	188,0	47,8
	2	90,4	315,2	363,2	213,8	51,8
	3	83,4	272,9	333,5	200,7	48,1
	4	92,9	350,4	438,1	235,0	63,9
Андеріз	1	90,4	240,3	281,4	197,7	56,8
	2	97,0	340,3	381,8	226,1	68,0
	3	95,1	300,2	367,7	221,7	59,3
	4	98,0	365,3	444,8	248,1	77,3

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Додаток Г.7

**Динаміка маси активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2018 рік, мг/рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	1	93,4	227,8	351,4	233,1	61,8
	2	99,3	270,7	434,4	281,7	67,0
	3	96,2	240,9	384,9	265,9	64,4
	4	95,4	295,9	457,8	304,2	80,8
Біо-інокулянт БТУ	1	142,2	412,5	508,8	357,2	93,8
	2	193,4	586,0	647,5	389,6	122,3
	3	179,7	512,8	611,6	372,2	108,4
	4	197,3	648,7	700,6	398,4	124,9
Різолайн + Різосейв	1	121,2	314,4	399,8	280,7	71,3
	2	135,5	472,5	544,5	320,6	77,6
	3	126,7	414,8	506,9	305,1	73,2
	4	139,1	524,6	655,9	351,8	95,6
Андеріз	1	131,1	348,5	408,0	286,6	82,3
	2	143,2	502,3	563,6	333,8	100,4
	3	138,8	438,3	536,7	323,6	86,6
	4	144,7	539,2	656,6	366,2	114,1

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Додаток Г.8

**Динаміка маси активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2019 рік, мг/рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	1	79,3	193,4	298,4	198,0	52,4
	2	84,4	230,1	369,2	239,5	57,0
	3	80,2	200,9	321,1	221,8	53,7
	4	79,5	246,7	381,8	253,6	67,4
Біо-інокулянт БТУ	1	122,5	355,2	438,2	307,6	80,8
	2	166,5	504,4	557,4	335,4	105,3
	3	153,7	438,5	523,0	318,3	92,7
	4	167,8	551,6	595,7	338,7	106,2
Різолайн + Різосейв	1	103,1	267,5	340,1	238,8	60,7
	2	115,5	402,6	464,0	273,1	66,1
	3	110,7	362,3	442,7	266,5	63,9
	4	114,9	433,2	541,6	290,5	79,0
Андеріз	1	111,4	296,2	346,8	243,6	70,0
	2	121,2	425,3	477,1	282,6	85,0
	3	118,8	375,1	459,4	277,0	74,1
	4	123,1	458,7	558,5	311,5	97,0

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Додаток Г.9

**Динаміка маси активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2020 рік, мг/рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	1	54,3	132,4	204,3	135,5	35,9
	2	57,8	157,4	252,6	163,8	39,0
	3	55,6	139,3	222,6	153,8	37,2
	4	57,7	179,0	276,9	184,0	48,9
Біо-інокулянт БТУ	1	78,0	226,1	278,9	195,8	51,4
	2	106,8	323,5	357,5	215,1	67,5
	3	97,2	277,3	330,7	201,3	58,6
	4	111,2	365,7	394,9	224,6	70,4
Різолайн + Різосейв	1	67,4	174,9	222,4	156,2	39,7
	2	77,0	268,4	309,3	182,1	44,1
	3	70,9	232,0	283,5	170,6	40,9
	4	78,0	294,2	367,9	197,4	53,6
Андеріз	1	73,9	196,5	230,0	161,6	46,4
	2	80,3	281,5	315,9	187,1	56,3
	3	74,7	235,7	288,6	174,0	46,6
	4	81,9	305,4	371,8	207,4	64,6

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Додаток Г.10

**Динаміка маси активних бульбочок на коренях рослин сої
залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень,
2021 рік, мг/рослину**

Обробка насіння	Позакореневе підживлення	Фази росту і розвитку				
		3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	початок фізіологічної стиглості
Контроль	1	84,8	206,8	319,1	211,7	56,1
	2	92,4	251,9	404,3	262,2	62,4
	3	88,6	221,8	354,5	244,9	59,3
	4	88,6	274,9	425,3	282,6	75,1
Біо-інокулянт БТУ	1	121,7	353,0	435,4	305,6	80,3
	2	170,6	517,0	571,3	343,7	107,9
	3	158,8	453,1	540,4	328,9	95,8
	4	170,6	560,9	605,7	344,4	108,0
Різолайн + Різосейв	1	108,1	280,5	356,6	250,4	63,6
	2	117,8	410,9	473,4	278,7	67,5
	3	112,4	368,0	449,6	270,6	64,9
	4	118,5	446,7	558,5	299,6	81,4
Андеріз	1	118,8	315,8	369,7	259,7	74,6
	2	124,2	435,6	488,7	289,5	87,1
	3	119,1	376,2	460,6	277,7	74,3
	4	126,7	472,4	575,2	320,8	99,9

Примітка: 1. без підживлення (контроль); 2. Біокомплекс БТУ (1 л/га); 3. Гуміфренд (1 л/га); 4. Хелпрост соя (2,5 л/га).

Додаток Д.1

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Медісон залежно від
комбінованого поєднання інокуляції та позакоренових підживлень, 2017
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакоренева підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	Без підживлення	1,89	2,29	2,19	2,10	8,47	2,12
	Біокомплекс БТУ	2,39	2,17	2,26	2,27	9,09	2,27
	Гуміфренд	2,24	2,17	2,17	2,23	8,81	2,20
	Хелпрост соя	2,20	2,42	2,30	2,32	9,24	2,31
	Сума А1	8,72	9,05	8,92	8,92	35,61	2,23
Біоінокулянт БТУ	Без підживлення	2,40	2,49	2,38	2,42	9,69	2,42
	Біокомплекс БТУ	2,68	2,79	2,70	2,74	10,91	2,73
	Гуміфренд	2,58	2,66	2,62	2,69	10,55	2,64
	Хелпрост соя	2,91	2,80	2,79	2,86	11,36	2,84
	Сума А2	10,57	10,74	10,49	10,71	42,51	2,66
Різолайн + Різосейв	Без підживлення	2,26	2,36	2,18	2,25	9,05	2,26
	Біокомплекс БТУ	2,55	2,48	2,40	2,58	10,01	2,50
	Гуміфренд	2,24	2,40	2,38	2,26	9,28	2,32
	Хелпрост соя	2,72	2,64	2,55	2,60	10,51	2,63
	Сума А3	9,77	9,88	9,51	9,69	38,85	2,43
Андеріз	Без підживлення	2,24	2,29	2,35	2,39	9,27	2,32
	Біокомплекс БТУ	2,66	2,57	2,64	2,58	10,45	2,61
	Гуміфренд	2,63	2,50	2,59	2,53	10,25	2,56
	Хелпрост соя	2,71	2,79	2,63	2,67	10,80	2,70
	Сума А4	10,24	10,15	10,21	10,17	40,77	2,55

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	3,04	63	—	—	—	—
Повторень	0,02	3	—	—	—	—
Фактора А	1,64	3	0,546	91,52	2,812	—
Фактора В	1,01	3	0,338	56,58	2,812	—
Взаємодії АВ	0,11	9	0,012	2,02	2,096	—
Похибка (C _z)	0,27	45	0,006	—	—	2,014

Додаток Д.2

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Медісон залежно від
комбінованого поєднання інокуляції та позакоренових підживлень, 2018
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакоренева підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	Без підживлення	2,89	3,12	2,84	3,18	12,03	3,01
	Біокомплекс БТУ	3,40	3,29	3,39	3,28	13,36	3,34
	Гуміфренд	3,25	3,34	3,20	3,34	13,13	3,28
	Хелпрост соя	3,49	3,28	3,37	3,52	13,66	3,42
	<i>Сума А1</i>	<i>13,03</i>	<i>13,03</i>	<i>12,80</i>	<i>13,32</i>	<i>52,18</i>	<i>3,26</i>
Біоінокулянт БТУ	Без підживлення	3,42	3,66	3,54	3,43	14,05	3,51
	Біокомплекс БТУ	4,05	3,96	3,87	3,91	15,79	3,95
	Гуміфренд	3,74	3,96	3,69	3,90	15,29	3,82
	Хелпрост соя	4,19	4,07	4,03	4,16	16,45	4,11
	<i>Сума А2</i>	<i>15,40</i>	<i>15,65</i>	<i>15,13</i>	<i>15,40</i>	<i>61,58</i>	<i>3,85</i>
Різолайн + Різосейв	Без підживлення	3,27	3,37	3,20	3,45	13,29	3,32
	Біокомплекс БТУ	3,69	3,84	3,51	3,72	14,76	3,69
	Гуміфренд	3,51	3,30	3,48	3,57	13,86	3,47
	Хелпрост соя	3,70	3,96	3,92	3,86	15,44	3,86
	<i>Сума А3</i>	<i>14,17</i>	<i>14,47</i>	<i>14,11</i>	<i>14,60</i>	<i>57,35</i>	<i>3,58</i>
Андерізі	Без підживлення	3,24	3,34	3,28	3,38	13,24	3,31
	Біокомплекс БТУ	3,76	3,95	3,85	3,59	15,15	3,79
	Гуміфренд	3,79	3,80	3,89	3,94	15,42	3,68
	Хелпрост соя	3,92	3,86	3,87	4,01	15,66	3,92
	<i>Сума А4</i>	<i>14,71</i>	<i>14,95</i>	<i>14,89</i>	<i>14,92</i>	<i>59,47</i>	<i>3,72</i>

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	6,35	63	–	–	–	–
Повторень	0,07	3	–	–	–	–
Фактора А	3,05	3	1,016	95,42	2,812	–
Фактора В	2,50	3	0,835	78,39	2,812	–
Взаємодії АВ	0,24	9	0,027	2,53	2,096	–
Похибка (C _z)	0,48	45	0,011	–	–	2,014

Додаток Д.3

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Медісон залежно від
комбінованого поєднання інокуляції та позакоренових підживлень, 2019
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакоренове підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	Без підживлення	2,45	2,71	2,57	2,66	10,39	2,60
	Біокомплекс БТУ	3,05	2,82	2,96	2,71	11,54	2,89
	Гуміфренд	2,79	2,61	2,91	2,80	11,11	2,78
	Хелпрост соя	2,92	2,74	2,88	3,06	11,60	2,90
	<i>Сума А1</i>	11,21	10,88	11,32	11,23	44,64	2,79
Біоінокулянт БТУ	Без підживлення	3,10	3,23	3,16	2,80	12,29	3,07
	Біокомплекс БТУ	3,34	3,59	3,48	3,41	13,82	3,46
	Гуміфренд	3,27	3,37	3,20	3,45	13,29	3,32
	Хелпрост соя	3,64	3,50	3,48	3,57	14,19	3,55
	<i>Сума А2</i>	13,35	13,69	13,32	13,23	53,59	3,35
Різолайн + Різосейв	Без підживлення	2,72	3,06	2,78	2,90	11,46	2,87
	Біокомплекс БТУ	3,20	3,12	3,39	3,06	12,77	3,19
	Гуміфренд	3,00	3,03	3,24	3,04	12,31	3,08
	Хелпрост соя	3,32	3,16	3,22	3,24	12,94	3,24
	<i>Сума А3</i>	12,24	12,37	12,63	12,24	49,48	3,09
Андеріз	Без підживлення	2,80	2,89	3,04	2,71	11,44	2,86
	Біокомплекс БТУ	3,26	3,10	3,44	3,25	13,05	3,26
	Гуміфренд	3,16	3,20	3,29	3,14	12,79	3,20
	Хелпрост соя	3,40	3,38	3,47	3,29	13,54	3,39
	<i>Сума А4</i>	12,62	12,57	13,24	12,39	50,82	3,18

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	5,03	63	—	—	—	—
Повторень	0,07	3	—	—	—	—
Фактора А	2,63	3	0,875	60,21	2,812	—
Фактора В	1,61	3	0,537	36,96	2,812	—
Взаємодії АВ	0,07	9	0,008	0,52	2,096	—
Похибка (C ₂)	0,65	45	0,015	—	—	2,014

Додаток Д.4

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Медісон залежно від
комбінованого поєднання інокуляції та позакоренових підживлень, 2020
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакоренева підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	Без підживлення	1,75	1,91	1,79	1,86	7,31	1,83
	Біокомплекс БТУ	1,86	2,19	2,10	1,95	8,10	2,03
	Гуміфренд	1,89	2,10	1,91	2,00	7,90	1,98
	Хелпрост соя	2,12	2,24	2,20	2,06	8,62	2,16
	<i>Сума А1</i>	<i>7,62</i>	<i>8,44</i>	<i>8,00</i>	<i>7,87</i>	<i>31,93</i>	<i>2,00</i>
Біоінокулянт БТУ	Без підживлення	1,95	2,05	1,96	2,07	8,03	2,01
	Біокомплекс БТУ	2,33	2,25	2,14	2,40	9,12	2,28
	Гуміфренд	2,20	2,05	2,25	2,14	8,64	2,16
	Хелпрост соя	2,38	2,40	2,45	2,44	9,67	2,42
	<i>Сума А2</i>	<i>8,86</i>	<i>8,75</i>	<i>8,80</i>	<i>9,05</i>	<i>35,46</i>	<i>2,22</i>
Різолайн + Різосейв	Без підживлення	1,82	2,06	1,92	1,90	7,70	1,93
	Біокомплекс БТУ	2,20	2,12	2,39	2,06	8,77	2,19
	Гуміфренд	1,99	1,91	2,19	2,04	8,13	2,03
	Хелпрост соя	2,28	2,26	2,22	2,28	9,04	2,26
	<i>Сума А3</i>	<i>8,29</i>	<i>8,35</i>	<i>8,72</i>	<i>8,28</i>	<i>33,64</i>	<i>2,10</i>
Андерізі	Без підживлення	1,93	1,87	2,04	1,96	7,80	1,95
	Біокомплекс БТУ	2,19	2,20	2,27	2,23	8,89	2,22
	Гуміфренд	2,06	1,95	2,10	2,16	8,27	2,07
	Хелпрост соя	2,40	2,38	2,30	2,20	9,28	2,32
	<i>Сума А4</i>	<i>8,58</i>	<i>8,40</i>	<i>8,71</i>	<i>8,55</i>	<i>34,24</i>	<i>2,14</i>

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	1,99	63	–	–	–	–
Повторень	0,03	3	–	–	–	–
Фактора А	0,40	3	0,135	15,97	2,812	–
Фактора В	1,16	3	0,387	45,82	2,812	–
Взаємодії АВ	0,02	9	0,003	0,32	2,096	–
Похибка (C _z)	0,38	45	0,008	–	–	2,014

Додаток Д.5

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Медісон залежно від
комбінованого поєднання інокуляції та позакоренових підживлень, 2021
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакоренове підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	Без підживлення	2,79	2,71	2,81	2,80	11,11	2,78
	Біокомплекс БТУ	3,16	3,22	3,10	3,14	12,62	3,16
	Гуміфренд	3,10	3,23	3,16	2,80	12,29	3,07
	Хелпрост соя	3,26	3,10	3,40	3,15	12,91	3,23
	<i>Сума А1</i>	<i>12,31</i>	<i>12,26</i>	<i>12,47</i>	<i>11,89</i>	<i>48,93</i>	<i>3,06</i>
Біоінокулянт БТУ	Без підживлення	3,08	2,95	3,26	2,90	12,19	3,05
	Біокомплекс БТУ	3,64	3,50	3,45	3,57	14,16	3,54
	Гуміфренд	3,30	3,39	3,54	3,48	13,71	3,43
	Хелпрост соя	3,64	3,72	3,50	3,57	14,43	3,61
	<i>Сума А2</i>	<i>13,66</i>	<i>13,56</i>	<i>13,75</i>	<i>13,52</i>	<i>54,49</i>	<i>3,41</i>
Різолайн + Різосейв	Без підживлення	3,15	3,06	2,88	2,95	12,04	3,01
	Біокомплекс БТУ	3,26	3,20	3,34	3,25	13,05	3,26
	Гуміфренд	3,00	3,13	3,24	3,14	12,51	3,13
	Хелпрост соя	3,32	3,26	3,34	3,44	13,36	3,34
	<i>Сума А3</i>	<i>12,73</i>	<i>12,65</i>	<i>12,80</i>	<i>12,78</i>	<i>50,96</i>	<i>3,19</i>
Андерізі	Без підживлення	3,08	2,90	3,18	3,05	12,21	3,05
	Біокомплекс БТУ	3,26	3,47	3,39	3,25	13,37	3,34
	Гуміфренд	3,16	3,20	3,34	3,14	12,84	3,21
	Хелпрост соя	3,55	3,38	3,52	3,49	13,94	3,49
	<i>Сума А4</i>	<i>13,05</i>	<i>12,95</i>	<i>13,43</i>	<i>12,93</i>	<i>52,36</i>	<i>3,27</i>

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	3,46	63	—	—	—	—
Повторень	0,06	3	—	—	—	—
Фактора А	1,03	3	0,342	31,81	2,812	—
Фактора В	1,76	3	0,588	54,63	2,812	—
Взаємодії АВ	0,12	9	0,013	1,23	2,096	—
Похибка (C ₂)	0,48	45	0,011	—	—	2,014

Додаток Д.6

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Діадема Поділля залежно від
обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив, 2017
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакореневе підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,12	2,32	2,08	2,14	8,66	2,17
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,42	2,34	2,38	2,45	9,59	2,40
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,54	2,66	2,48	2,63	10,31	2,58
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	1,90	2,14	1,97	2,03	8,04	2,01
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,17	2,19	2,10	2,08	8,54	2,14
	<i>Сума А1</i>	<i>11,15</i>	<i>11,65</i>	<i>11,01</i>	<i>11,33</i>	<i>45,14</i>	<i>2,26</i>
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,40	2,51	2,35	2,48	9,74	2,44
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,71	2,79	2,64	2,75	10,89	2,72
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,91	2,84	2,97	2,81	11,53	2,88
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,17	2,34	2,29	2,21	9,01	2,25
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,44	2,48	2,39	2,49	9,80	2,45
	<i>Сума А2</i>	<i>12,63</i>	<i>12,96</i>	<i>12,64</i>	<i>12,74</i>	<i>50,97</i>	<i>2,55</i>

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	2,85	39	–	–	–	–
Повторень	0,05	3	–	–	–	–
Фактора А	0,85	1	0,850	201,27	4,210	–
Фактора В	1,83	4	0,456	108,13	2,728	–
Взаємодії АВ	0,01	4	0,002	0,56	2,728	–
Похибка (C ₂)	0,11	27	0,004	–	–	2,052

Додаток Д.7

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Діадема Поділля залежно від
обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив, 2018
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакореневе підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,68	2,56	2,64	2,69	10,57	2,64
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,93	2,85	2,98	2,93	11,69	2,92
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,94	3,06	3,02	2,94	11,96	2,99
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,52	2,41	2,49	2,46	9,88	2,47
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,59	2,60	2,52	2,50	10,21	2,56
	<i>Сума А1</i>	<i>13,66</i>	<i>13,48</i>	<i>13,65</i>	<i>13,52</i>	<i>54,31</i>	<i>2,72</i>
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,92	3,01	3,06	2,89	11,88	2,97
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	3,31	3,26	3,32	3,26	13,15	3,29
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	3,40	3,49	3,43	3,48	13,80	3,45
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,87	2,91	2,78	2,86	11,42	2,86
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	3,02	2,94	2,96	3,02	11,94	2,99
	<i>Сума А2</i>	<i>15,52</i>	<i>15,61</i>	<i>15,55</i>	<i>15,51</i>	<i>62,19</i>	<i>3,11</i>

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	3,47	39	–	–	–	–
Повторень	0,02	3	–	–	–	–
Фактора А	1,55	1	1,552	503,71	4,210	–
Фактора В	1,81	4	0,452	146,71	2,728	–
Взаємодії АВ	0,02	4	0,006	1,81	2,728	–
Похибка (C ₂)	0,08	27	0,003	–	–	2,052

Додаток Д.8

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Діадема Поділля залежно від
обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив, 2019
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакореневе підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,22	2,42	2,28	2,34	9,26	2,32
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,55	2,48	2,46	2,60	10,09	2,52
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,60	2,66	2,62	2,71	10,59	2,65
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,10	2,32	2,20	2,22	8,84	2,21
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,27	2,29	2,35	2,29	9,20	2,30
	Сума А1	11,74	12,17	11,91	12,16	47,98	2,40
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,62	2,54	2,45	2,50	10,11	2,53
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,81	2,79	2,70	2,75	11,05	2,76
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,91	2,80	2,79	2,86	11,36	2,84
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,52	2,44	2,35	2,40	9,71	2,41
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,54	2,50	2,59	2,53	10,16	2,54
	Сума А2	13,40	13,07	12,88	13,04	52,39	2,62

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	1,61	39	–	–	–	–
Повторень	0,01	3	–	–	–	–
Фактора А	0,49	1	0,486	121,14	4,210	–
Фактора В	1,00	4	0,249	62,16	2,728	–
Взаємодії АВ	0,01	4	0,001	0,20	2,728	–
Похибка (C ₂)	0,11	27	0,004	–	–	2,052

Додаток Д.9

**Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Діадема Поділля залежно від
обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив, 2020
рік**

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакореневе підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,80	1,84	1,89	1,85	7,38	1,85
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,02	2,14	1,98	1,90	8,04	2,01
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,13	2,19	2,06	2,10	8,48	2,12
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	1,60	1,76	1,66	1,72	6,74	1,69
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	1,85	1,74	1,82	1,79	7,20	1,80
	Сума А1	9,40	9,67	9,41	9,36	37,84	1,89
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,10	2,18	2,06	2,02	8,36	2,09
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,38	2,29	2,32	2,26	9,25	2,31
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,43	2,49	2,53	2,36	9,81	2,45
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,07	2,05	2,06	2,01	8,19	2,05
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,14	2,08	2,19	2,09	8,50	2,13
	Сума А2	11,12	11,09	11,16	10,74	44,11	2,21

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	2,04	39	–	–	–	–
Повторень	0,02	3	–	–	–	–
Фактора А	0,98	1	0,983	297,17	4,210	–
Фактора В	0,93	4	0,233	70,40	2,728	–
Взаємодії АВ	0,02	4	0,004	1,17	2,728	–
Похибка (C _z)	0,09	27	0,003	–	–	2,052

Додаток Д.10

Дисперсійний аналіз урожайності сої сорту Діадема Поділля залежно від обробки насіння мікоризоутворюючим препаратом та норм добрив, 2021 рік

Фактор А Обробка насіння	Фактор В Позакореневе підживлення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Без обробки	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,52	2,44	2,48	2,40	9,84	2,46
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,72	2,76	2,67	2,70	10,85	2,71
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	2,84	2,89	2,85	2,78	11,36	2,84
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,22	2,34	2,27	2,31	9,14	2,29
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,17	2,19	2,10	2,08	8,54	2,14
	<i>Сума А1</i>	<i>12,47</i>	<i>12,62</i>	<i>12,37</i>	<i>12,27</i>	<i>49,73</i>	<i>2,49</i>
Мікофренд	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,70	2,82	2,75	2,79	11,06	2,77
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 3 л/га	2,98	3,14	3,03	3,08	12,23	3,06
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Граундфікс 5 л/га	3,27	3,16	3,21	3,29	12,93	3,23
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 3 л/га	2,67	2,64	2,73	2,68	10,72	2,68
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + Граундфікс 5 л/га	2,78	2,88	2,79	2,84	11,29	2,82
	<i>Сума А2</i>	<i>14,40</i>	<i>14,64</i>	<i>14,51</i>	<i>14,68</i>	<i>58,23</i>	<i>2,91</i>

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	4,08	39	–	–	–	–
Повторень	0,01	3	–	–	–	–
Фактора А	1,81	1	1,806	714,04	4,210	–
Фактора В	2,01	4	0,502	198,60	2,728	–
Взаємодії АВ	0,18	4	0,046	18,12	2,728	–
Похибка (C _z)	0,07	27	0,003	–	–	2,052

Додаток Д.11

**Дисперсійний аналіз урожайності сортів гороху залежно від
комбінованого поєднання обробки насіння та позакореневого
підживлення, 2019 рік**

Фактор А Сорт	Фактор В Системи удобрення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Девіз	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	2,55	2,62	2,78	2,40	10,35	2,59
	Фон + Андеріз	2,85	2,80	2,95	2,71	11,31	2,83
	Фон+Андеріз + Мікофренд	2,95	3,00	3,12	3,02	12,09	3,02
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	3,19	3,32	3,12	3,25	12,88	3,22
	Сума А1	11,54	11,74	11,97	11,38	46,63	2,91
Царевич	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	2,77	2,70	2,90	2,80	11,17	2,79
	Фон + Андеріз	3,11	2,95	3,00	3,19	12,25	3,06
	Фон+Андеріз + Мікофренд	3,39	3,27	3,22	3,31	13,19	3,30
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	3,61	3,54	3,45	3,57	14,17	3,54
	Сума А2	12,88	12,46	12,57	12,87	50,78	3,17

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	2,88	31	–	–	–	–
Повторень	0,01	3	–	–	–	–
Фактора А	0,54	1	0,538	51,91	4,325	–
Фактора В	2,10	3	0,699	67,46	3,072	–
Взаємодії АВ	0,02	3	0,005	0,50	3,072	–
Похибка (C _z)	0,22	21	0,010	–	–	2,080

Додаток Д.12

**Дисперсійний аналіз урожайності сортів гороху залежно від
комбінованого поєднання обробки насіння та позакореневого
підживлення, 2020 рік**

Фактор А Сорт	Фактор В Системи удобрення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Девіз	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	2,98	3,30	2,95	3,10	12,33	3,08
	Фон + Андеріз	3,52	3,44	3,50	3,30	13,76	3,44
	Фон+Андеріз + Мікофренд	3,70	3,59	3,76	3,63	14,68	3,67
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	3,83	4,00	3,87	3,98	15,68	3,92
	Сума А1	14,03	14,33	14,08	14,01	56,45	3,53
Царевич	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	3,48	3,62	3,50	3,42	14,02	3,51
	Фон + Андеріз	3,98	3,97	3,90	3,83	15,68	3,92
	Фон+Андеріз + Мікофренд	4,13	4,29	3,95	4,07	16,44	4,11
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	4,40	4,31	4,26	4,29	17,26	4,32
	Сума А2	15,99	16,19	15,61	15,61	63,40	3,96

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	4,71	31	–	–	–	–
Повторень	0,06	3	–	–	–	–
Фактора А	1,51	1	1,509	170,18	4,325	–
Фактора В	2,94	3	0,980	110,53	3,072	–
Взаємодії АВ	0,01	3	0,003	0,29	3,072	–
Похибка (C _z)	0,19	21	0,009	–	–	2,080

Додаток Д.13

**Дисперсійний аналіз урожайності сортів гороху залежно від
комбінованого поєднання обробки насіння та позакореневого
підживлення, 2021 рік**

Фактор А Сорт	Фактор В Системи удобрення	Повторення				Сума V	Середнє
		I	II	III	IV		
Девіз	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	3,30	3,34	3,20	3,22	13,06	3,27
	Фон + Андеріз	3,62	3,70	3,67	3,60	14,59	3,65
	Фон+Андеріз + Мікофренд	3,84	3,94	3,90	3,78	15,46	3,87
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	4,22	4,30	3,97	4,10	16,59	4,15
	Сума А1	14,98	15,28	14,74	14,70	59,70	3,73
Царевич	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (st)	3,70	3,82	3,75	3,72	14,99	3,75
	Фон + Андеріз	4,06	4,24	4,13	4,33	16,76	4,19
	Фон+Андеріз + Мікофренд	4,30	4,36	4,25	4,39	17,30	4,33
	Фон + Андеріз + Мікофренд + Гуміфренд	4,61	4,56	4,69	4,63	18,49	4,62
	Сума А2	16,67	16,98	16,82	17,07	67,54	4,22

Результати дисперсійного аналізу

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	5,34	31	–	–	–	–
Повторень	0,04	3	–	–	–	–
Фактора А	1,92	1	1,921	307,74	4,325	–
Фактора В	3,24	3	1,081	173,19	3,072	–
Взаємодії АВ	0,01	3	0,003	0,42	3,072	–
Похибка (C _z)	0,13	21	0,006	–	–	2,080

Додаток Е.1

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1.1. В іноземних наукових періодичних виданнях та наукових фахових виданнях України, віднесених до міжнародних наукометричних баз:

Статті в іноземних наукових фахових виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Web of Science та Scopus

1. Mazur V.A., **Didur I.M.**, Pansyryeva H.V., Telekalo N.V. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of right-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 4. P. 26-33. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/energyeconomic-efficiency-of-growth-of-graincrop-cultures-in-conditions-of-rightbank-foreststeppe-zone-of-ukraine-5455.html> (0,6 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведено польові дослідження та обрахунки енергетичної та економічної ефективності вирощування зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,15 друк. арк., 25 %).

2. **Didur I.M.**, Tsyhanskyi V.I., Tsyhanska O.I., Malynka L.V., Butenko A.O., Klochkova T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9, №1. P. 76-80. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/the-effect-of-fertilizer-system-on-soybean-productivity-in-the-conditions-of-right-bank-foreststeppe-18183.html> (0,50 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведення польових дослідів та аналіз насіннєвої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,25 друк. арк., 50 %).

3. **Didur I.**, Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 5. P. 177-182. DOI: 10.15421/2020_206. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/substantiation-of-agroecological-factors-on->

[soybean-agrophytocenoses-by-analysis-of-variance-of-the-rightbank-foreststep-58880.html](#) (1,0 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведення польових дослідів та аналіз впливу агроекологічних факторів на агрофітоценози сої залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,50 друк. арк., 50 %).

4. Mazur V.A., **Didur I.M.**, Myalkovsky R.O., Pantsyreva H.V., Telekalo N.V., Tkach O.O. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, № 1. P. 101-105. DOI: 10.15421/2020_16 URL: <https://www.ujecology.com/abstract/the-productivity-of-intensive-pea-varieties-depending-on-the-seeds-treatment-and-foliar-fertilizing-under-conditions-of--53085.html> (1,0 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки продуктивності гороху посівного залежно від мінерального живлення – 0,50 друк. арк., 50 %).

5. Mostovenko V., Mazur O., **Didur I.**, Kupchuk I., Voloshyna O., Mazur O. Garden pea yield and its quality indicators depending on the technological methods of growing in conditions of Vinnytsia region. *Acta fytotechn zootechn*. 2022. Vol. 25, №3. P. 226-241. DOI.org/10.15414/afz.2022.25.03.226-241. URL: <http://acta.fapz.uniag.sk/journal/article/view/68/55> (1,34 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки насінневої продуктивності гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,67 друк. арк., 50 %).

6. Mazur V., **Didur I.**, Tkachuk O., Pantsyreva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 1. P. 54-60. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.54-60](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.54-60). URL: [https:// sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-24-1-2021/agroyekologichna-stiykist-sortiv-maloposhiryenikh-zyernobobovikh-kultur-v-umovakh-zmini-klimatu](https://sciencehorizon.com.ua/uk/journals/tom-24-1-2021/agroyekologichna-stiykist-sortiv-maloposhiryenikh-zyernobobovikh-kultur-v-umovakh-zmini-klimatu). (0,85 друк. арк., *особистий внесок автора*: проведення польових дослідів та обрахунки агроекологічної стійкості зернобобових культур залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,42 друк. арк., 50 %).

1.2. У наукових фахових виданнях України:

7. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 55-62. (0,62 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки урожайності сортів гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,31 друк. арк., 50 %).

8. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив інокуляції насіння на урожайність сортів гороху в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (2). С. 6-16 (0,84 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки урожайності сортів гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,44 друк. арк., 50 %).

9. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №1 (16). С. 48-60. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/May2020/wa2TSkzKvmr5w51Aae8N.pdf> (1,10 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки симбіотичної діяльності сортів гороху залежно від технологічних прийомів вирощування – 0,83 друк. арк., 75 %).

10. 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. № 3 (18). С. 5-16. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-1 URL: <http://forestry.vsau.org/uk/particles/obgruntuvannya-adaptivnoyi-sortovoyi-tehnologiyi-viroshuvannya-zernobobovih-kul-tur-u-pravoberezhnomu-lisostepu-ukrayini> (1,00 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та здійснено аналіз сортових технологій вирощування зернобобових культур – 0,60 друк. арк., 60 %).

11. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 96-111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8. URL: <http://forestry.vsau.org/uk/particles/tehnologichnist-ta-agroekologichna-stijkist>

skorostiglih-sortiv-soyi (0,96 друк. арк., *особистий внесок автора*: здійснено обрахунки технологічної та агроекологічної стійкості сортів сої – 0,48 друк. арк., 50 %).

12. Дідур І.М. Динаміка формування площі листкової поверхні гороху залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 1 (24). С. 204-216. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-15 URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/November2022/uYIS5ddQ4WC2s0IBpAXO.pdf>. (0,49 друк. арк., *особистий внесок автора*: здійснено обрахунки площі листкової поверхні гороху залежно від технологічних прийомів вирощування).

13. Ткачук О.П., **Дідур І.М.**, Панцирева Г.В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньо пізньостиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 1 (24). С. 5-15. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-1. URL:<http://forestry.vsau.org/uk/particles/ekologichna-ocinka-seredn-ostiglih-i-seredn-opizn-ostiglih-sortiv-soyi> (0,71 друк. арк., *особистий внесок* – проведено екологічну оцінку сортів сої – 0,36 друк. арк., 50 %).*

14. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листкової поверхні рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 4 (27). С. 5-14. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-1 URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/November2022/8aXbEICRbAYmD9okGA52.pdf> (0,59 друк. арк., *особистий внесок* – проведена обрахунки площі листкової поверхні сої залежно від технологічних прийомів вирощування).*

15. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties. *Аграрні інновації. 2022. № 16. С. 70-79 DOI: [10.32848/agrar.innov.2022.16.12](https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.12) URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/341> (0,80 друк. арк., *особистий внесок* – проаналізовано сортовий склад середньо ранньостиглих сортів сої за господарсько-цінними показниками – 0,48 друк. арк., 60 %).*

16. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Cultivation of early soybean varieties in the context of intensive agriculture and climate change. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 128-135. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.18.18. URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/405/434> (0,70 друк. арк., особистий внесок – досліджено особливості росту та розвитку ранньостиглих сортів сої – 0,42 друк. арк., 60 %).

17. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Adaptability and agroecological sustainability of fast ripening soybean varieties. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 1 (101). DOI: [10.31548/dopovidi1\(101\).2023.001](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.001). URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/27349> (1,20 друк. арк., особистий внесок – проведено дослідження тривалості вегетаційного періоду скоростиглих сортів сої – 0,72 друк. арк., 60 %).

18. Tkachuk O.P., **Didur I.M.**, Mazur O.V. Technological and agro-ecological indicators of groups of soybean varieties by maturity. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102 (1). С. 54-63. DOI: [10.32782/2415-8240-2023-102-1-54-63](https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-54-63). URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/102/102.1/6.pdf> (0,76 друк. арк., особистий внесок – проаналізовано групи сортів сої за господарсько-цінними показниками – 0,46 друк. арк., 60 %).

19. Дідур І.М. Динаміка формування висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. № 1 (28). 2023. С. 17-24. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-2. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/May2023/Abgltas553SSH3j4GpqX.pdf>. (0,47 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та обліки висоти рослин сої залежно від технологічних прийомів вирощування).

20. Дідур І.М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. № 2 (29). 2023. С. 214-221. DOI: [10.37128/2707-5826-2023-2-19](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-2-19). URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/June2023/9hO5IkYGoQphMGSCb2dk.pdf> (0,48 друк. арк., особистий внесок автора: проведення польових дослідів та розрахунки

економічної ефективності технології вирощування сої).

21. Дідур І.М., Циганський В.І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 44-56. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-4. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/X6gRUpZYsju3HjXWChcr.pdf> (0,74 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та розрахунки фотосинтетичної діяльності посівів сої – 0,37 друк. арк., 75 %).

22. Дідур І.М., Циганський В.І. Вплив мікоризації насіння та ґрунтового біодобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 4 (31). С. 5-15. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-1. URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/December2023/3QR3ZcqckE3YpMk9IyH6.pdf> (0,68 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обліки індивідуальної продуктивності рослин сої – 0,50 друк. арк., 75 %).

23. Дідур І.М. Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія»*. 2023. Вип. 1 (51). DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.5. URL: <https://snaubulletin.com.ua/index.php/ab/article/view/847/770> (0,8 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та обрахунки насінневої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування).

24. 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. Вип. 130 С. 50-56. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.8> URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/130_2023/8.pdf (0,59 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та спостереження за тривалістю вегетаційного періоду сої залежно від технологічних прийомів вирощування).

25. **Didur I.**, Tsyhanskyi V., Tsyhanska O. Influence of biologisation of the nutrition system on the transformation of biological nitrogen and formation of soybean productivity. *Plant and Soil Science*. 2023. № 14 (4). P. 86-97. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.86> (1,10 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та розрахунки трансформації біологічного азоту – 0,83 друк. арк., 75 %).

26. **Дідур І.М.**, Бандровський Д.В. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування симбіотичної продуктивності посівів гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. №1 (32). С. 5-14. DOI: URL: (0,60 друк. арк., особистий внесок – проведення польових дослідів та розрахунки симбіотичного потенціалу посівів гороху – 0,44 друк. арк., 75 %).

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації: Співавторство у монографіях:

27. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., **Дідур І.М.**, Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 276 с. (11,70 друк. арк.).

28. Мазур В.А., Гончарук І.В., **Дідур І.М.**, Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 180 с. (10,50 друк. арк.).

29. Мазур В.А., **Дідур І.М.**, Мостовенко В.В., Мазур О.В. Науково-теоретичне обґрунтування технологічних прийомів вирощування гороху в умовах Лісостепу правобережного: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2022. 222 с. (13,20 друк. арк.).

Авторське свідоцтво на науковий твір та патенти України

30. Мазур В.А., Гончарук І.В., **Дідур І.М.**, Панцирева Г.В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Монографія «Інноваційні аспекти технологій вирощування,

зберігання і переробки зернобобових культур». Авторське свідоцтво на науковий твір № 104195. Публікація відомостей 21.04.2021, Бюл. № 64.

Тези доповідей та апробації наукових досліджень на конференціях:

31. Дідур І.М. Вплив сучасних біологічних препаратів на симбіотичну продуктивність зернобобових культур в умовах дослідного поля ВНАУ. Міжнародна науково-практична конференція «*Інновації сучасної агрономії*», 30-31 травня 2019 р. Вінниця. С. 12-15 (0,30 друк. арк.).

32. Didur I. Influence of the of pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing in Ukraine. *Agronomy Research Biosystems Engineering*. 2020. May 6. P.10-12. (0,30 друк. арк.).

33. Дідур І.М. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. VI Міжнародна науково-практична конференція «*About the problems of science and practice, tasks and ways to solve them*», 26-30 жовтня 2020 р., Мілан, Італія. С. 26-31 (0,40 друк. арк.).

34. Дідур І.М. Вплив біоінокулянтів на продуктивність рослинно-мікробного симбіозу в агроценозах зернобобових культур. Науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і фахівців у сфері захисту і карантину рослин «*Сучасні аспекти вирішення проблем у захисті і карантині рослин*», 25 лютого 2021 р. Житомир. С. 11-13 (0,40 друк. арк.).

35. Дідур І.М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на формування висоти рослин сої в умовах правобережного Лісостепу. XIV Міжнародна наукова конференція «*Корми і кормовий білок*», 12 жовтня 2022 р. Вінниця. С. 61-62 (0,40 друк. арк.).

36. Дідур І.М. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. V Міжнародна науково-практична конференція «*Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*», 19-21 жовтня 2022 р. Миколаїв. С. 41-43 (0,40 друк. арк.).

37. Дідур І.М. Вплив елементів біологізації системи удобрення на продуктивність сої. V Міжнародна науково-практична конференція «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти», 15 листопада 2022 р. Київ. С. 55-57 (0,30 друк. арк.).

38. Дідур І.М. Економічна оцінка моделей технології вирощування сої за біологізованої системи живлення Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку», 24-25 травня 2023 р. Вінниця. 3 с. (0,30 друк. арк.).

Додаток Ж.1



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,
 email: office@vsau.org, rector@vsau.org, код ЄДРПОУ 00497236

з 26 лютого 2024 р. № ДІ І-60-153
 на № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Дідура Ігоря Миколайовича у освітній процес
 Вінницького національного аграрного університету

Результати науково-дослідних робіт кандидата сільськогосподарських наук, професора Дідура І.М., за темою дисертаційної роботи «Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного» упродовж 2017-2021 рр. впроваджено у освітній процес факультету агрономії, садівництва та захисту рослин ННІ агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету. Розробки дисертанта використано при підготовці та проведенні лекційних і практичних занять з навчальних дисциплін «Рослинництво», «Рослинництво з основами кормовиробництва», «Інноваційні технології у рослинництві», «Агрохімія», «Системи сучасних інтенсивних технологій». Розроблені елементи технологій вирощування зернобобових культур включені до науково-методичної літератури, яка використовується для практичних занять здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти за спеціальністю 201 Агрономія.

Ректор ВНАУ, професор



Віктор МАЗУР

Виконала:
 Ірина РОМИГАЙЛО
 0674305210

№ 00523

Додаток Ж.2

Вихідний лист № 42/24 від 28.02.2024 р.

ДОВІДКА
про впровадження результатів наукових досліджень

Компанія БТУ-ЦЕНТР засвідчує, що проведені впродовж 2017-2021 рр. дослідження та сформовані науково-технічні розробки директора ННІ агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету кандидата сільськогосподарських наук, професора Дідюра Ігоря Миколайовича в напрямку удосконалення технології вирощування зернобобових культур на основі використання сучасних біологічних препаратів виробництва компанії БТУ-ЦЕНТР. Наша продукція використовувалась у науково-дослідній та виробничій роботі, була включена до практичних рекомендацій вирощування зернобобових культур, а також прийняті до впровадження у агроформуваннях Вінницької області.

З повагою,
директор комерційний



Т.О. Хоменко

Додаток Ж.3



УКРАЇНА
ВІННИЦЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ

21036, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 7, тел.(0432) 66-14-06
<http://www.vin.gov.ua> E-mail: dep_apr@vin.gov.ua

14.02.2014 № 011-14/2014
на № _____ від _____

Спеціалізованій вченій Раді

ДОВІДКА

**про впровадження результатів наукового дослідження
дисертаційного дослідження Дідур Ігоря Миколайовича на тему: «Наукові
основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах
Лісостепу правобережного»**

Дисертант Ігор Дідур успішно здійснює науково-експериментальні дослідження, які спрямовані на вирішення актуальних завдань технологічного оновлення та розвитку агропромислового комплексу України, які є передумовою для становлення нового етапу у рослинництві, що сприятиме раціональному використанню білкових ресурсів регіону, збільшенню обсягів виробництва, біологізації землеробства, одержанню високоякісної, органічної насінневої продукції зернобобових культур.

Результати дисертаційної роботи Дідур Ігоря Миколайовича розглянуті Департаментом агропромислового розвитку Вінницької обласної військової адміністрації та рекомендовані для використання агроформуванням регіону. Наукові дослідження, що виконуються дисертантом є актуальними, містять практичну цінність та відповідають пріоритетним напрямкам розвитку сільського господарства, а саме «раціональне природокористування», зокрема: технології сталого використання, збереження і збагачення біоресурсів та покращення їх якості і безпечності, збереження біорізноманіття, технології раціонального використання ґрунтів і збереження їх родючості.

Директор Департаменту
агропромислового розвитку
обласної військової адміністрації



Олег СІДОРОВ

Додаток 3.1

АКТ

впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. Назва установи: *Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.*

2. Назва закінченої НДР, поставленої на виробничу перевірку: *Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного.*

3. Автор закінченої НДР: *Дідур Ігор Миколайович – кандидат с.-г. наук, професор, директор Навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету.*

Виробнича перевірка проводилась в ФГ «Агро-Сад»

4. Відповідальний з проведення виробничої перевірки:

- від Вінницького національного аграрного університету Дідур І.М.
- від ФГ «Агро-Сад» голова господарства Телеватюк Б.І.

5. Умови проведення перевірки: *Лісостеп правобережний, ґрунти темно-сірі опідзолені, клімат помірно - континентальний.*

6. Обсяг виробничої перевірки 50 га.

7. Строк перевірки – 2022-2023 рр.

8. Попередник – озима пшениця.

9. Сорт гороху Царевич.

10. Методика проведення виробничої перевірки:

- фон мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{60}$.
- норма висіву 1,3 млн./га схожих насінин.
- обробка насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) і

проведення двох позакореневих підживлень у фазі бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га).

11. Порівняння проводили з базовою технологією вирощування гороху без обробки насіння та позакореневих підживлень.

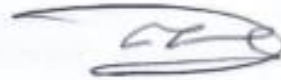
12. Результати, які характеризують ефективність наукової розробки в порівнянні з базовою технологією (у середньому за два роки досліджень).

Варіанти	Урожайність зерна, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Базова технологія	3,12	-	-
Рекомендована: обробка насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) і проведення двох позакореневих підживлень у фазі бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) на фоні повного мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$	3,79	0,67	21,5

Рівень рентабельності запропонованої технології склав 133 %, а собівартість 1 т. зерна становила 4082 грн./га.

13. Рекомендації виробництву: в умовах регіону на темно-сірих опідзолених ґрунтах висівати горох на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{60}$ проводити передпосівну обробку насіння препаратами Андерізі (2,0 л/т) та Мікофренд (1,5 л/т), а також у фази бутонізації та зелених бобів здійснювати два позакоренових підживлення комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га).

Автор розробки
кандидат с.-г. наук, професор
директор навчально-наукового
інституту агротехнологій
та природокористування ВНАУ



Ігор ДІДУР

Голова ФГ «Агро-Сад»



Богдан ТЕЛЕВАТЮК

Додаток 3.2

Довідка

про практичне використання в діяльності ТОВ «Кусто Агро Фармінг» с. Троща Житомирського району Житомирської області результатів дисертаційного дослідження Дідюра Ігоря Миколайовича на тему: «Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного».

Зернобобові культури для нашого підприємства є важливими як з позиції забезпечення відповідної системи оптимізації структури посівних площ, забезпечення оптимальності попередників, накопичення біологічно фіксованого азоту, так і з позиції комерціалізації вирощеного врожаю, формування прибутковості галузі рослинництва підприємства.

Соє є однією з основних культур підприємства, площі якої в кластері займають 5-6 тис. га щороку. В складних умовах сьогодення спостерігається гострий дефіцит та зростання цін на різні види енергоресурсів, у тому числі, і на мінеральні добрива, а також мінливість гідротермічних умов спонукає до пошуку альтернативних підходів до оптимізації існуючих та розробки нових моделей технологій вирощування сої на основі широкого впровадження біологічних препаратів та біодобрив різного механізму дії.

З врахуванням зміни клімату у сторону потепління та інтенсивного зростання ринку зернобобових культур у сфері світового виробництва це є тенденцію, яка потребує коректування, особливо враховуючи реальну економічну ситуацію в аграрному виробництві на сьогодні. З огляду на це дослідження автора є актуальними та мають високий рівень виробничої доцільності та конкурентоздатності.

Завдяки застосуванню рекомендацій автора щодо удосконалення технологічних прийомів вирощування сої, у господарстві на площі 650 га в частині оптимізації живлення на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{60}$ за комбінованого застосування передпосівної обробки насіння біологічним препаратом Біоінокулянт БТУ у нормі (2 л/т) у поєднанні з позакореновими підживленнями посівів органо-мінеральним добривом Хелпрост соє (2,5 л/га) у фазі 3-й трійчастий листок (ВВСН 13) і бутонізації (ВВСН 51) вдалося підвищити рівень урожайності сої щонайменше на 22,3 % (середній приріст насіння 0,82 т/га) до рівня отриманого при застосуванні базової технології, що не передбачала проведення інокуляції та позакоренових підживлень.

Директор ТОВ «Кусто Агро Фармінг»  Володимир СІРИЙ



Додаток 3.3

АКТ

впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. Назва установи: *Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.*

2. Назва закінченої НДР, поставленої на виробничу перевірку: *Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного.*

3. Автор закінченої НДР: *Дідур Ігор Миколайович – кандидат с.-г. наук, професор, директор Навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету.*
Виробнича перевірка проводилась в ТОВ «Ольга»

4. Відповідальний з проведення виробничої перевірки:

- від *Вінницького національного аграрного університету Дідур І.М.*
- від *ТОВ «Ольга» директор Ковальчук А.І.*

5. Умови проведення перевірки: *Лісостеп правобережний, ґрунти сірі лісові середньо-суглинкові, клімат помірно - континентальний.*

6. Обсяг виробничої перевірки 90 га.

7. Строк перевірки – *2022-2023 рр.*

8. Попередник – *озима пшениця.*

9. Сорт сої *Діадема Поділля.*

10. Методика проведення виробничої перевірки:

- сівба в другій декаді квітня, фон мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{60}$.
- норма висіву 650 тис шт./га схожих насінин.

- в передпосівну культивуацію проводили внесення ґрунтового біологічного добрива Граундфікс у нормі (5 л/га), а у день сівби обробляли насіння препаратом Мікофренд у нормі (1,5 л/т).

11. Порівняння проводили з базовою технологією вирощування сої без використання вищевказаних біологічних препаратів.

12. Результати, які характеризують ефективність наукової розробки в порівнянні з базовою технологією (*у середньому за два роки досліджень*).

Варіанти	Урожайність зерна, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Базова технологія	2,76	-	-
Рекомендована: внесення у передпосівну культивуацію ґрунтового біодобрива Граундфікс (5 л/га) та обробка насіння препаратом Мікофренд (1,5 л/т) на фоні повного мінерального удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,22	0,46	16,7

Рівень рентабельності запропонованої технології склав 101 %, а собівартість 1 т. зерна становила 5488 грн./га.

продовження Додатку 3.3

13. Рекомендації виробництву: в умовах правобережного Лісостепу України на сірих лісових ґрунтах висівати сою на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{60}K_{60}$, вносити у передпосівну культивуацію ґрунтове біодобриво Граундфікс (5 л/га) та проводити обробку насіння мікоризоутворюючим препаратом Мікофренд (1,5 л/т).

Автор розробки
кандидат с.-г. наук, професор
директор навчально-наукового
інституту агротехнологій
та природокористування ВНАУ



Ігор ДІДУР

Директор ТОВ «Ольга»



Андрій КОВАЛЬЧУК

Додаток 3.4



**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
УЛАДОВО-ЛЮЛИНЕЦЬКА ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНА СТАНЦІЯ.**

22422 с. Уладівське, Калинівського району Вінницької області, тел./факс (04333), 3-76-17
р/р UA26325365000000260030007418 банк АТ«Кредобанк» м. Вінниця, МФО 325365, Інд. податковий номер 004976302070, номер св. ПДВ 200012776, ЄДРПОУ 00497638, selekstanciya@gmail.com

17.11.2023р. № 29

Довідка

про практичне використання в діяльності Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України результатів дисертаційного дослідження Дідура Ігоря Миколайовича на тему: «Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного».

Програмою досліджень Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України передбачено створення нових конкурентоспроможних, високопродуктивних сортів та гібридів зернових, зернобобових, круп'яних культур і трав із науковим обґрунтуванням бурякових сівозмін у нових умовах господарювання та земельних відносин, розробка систем обробітку ґрунту та удобрення з розрахунку на запланований урожай, застосування інтегрованої системи захисту посівів від бур'янів, шкідників та хвороб на основі прогнозування їх появи. У систематизації сільськогосподарських культур, які розглядаються в оптимізації зерно бурякових сівозмін зернобобові культури (соя, горох, сочевиця, нут, маш та ін.) є основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом рослинного білка для регіону. В складних умовах сьогодення при порушеній системі логістики, спостерігається гострий дефіцит та зростання цін на різні види енергоресурсів, у тому числі, і на мінеральні добрива, а також мінливість гідротермічних умов спонукає до пошуку альтернативних підходів до оптимізації існуючих та розробки нових моделей технологій вирощування зернобобових культур на основі широкого впровадження біологічних препаратів та біодобрив різного механізму дії для трансформації важкодоступних форм фосфору та калію у легкодоступні для рослин сої та гороху.

Тому, дослідження автора мають беззаперечно стратегічну актуальність для Лісостепової зони України та регіону зокрема.

Підтверджуємо, що впродовж 2022-2023 рр. відділом землеробства та агрохімії Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції запроваджувались елементи технологій вирощування сої на площі 60 га та гороху на площі 25 га. При посіві сої передбачали норму висіву 650 тис. схожих насінин/га та застосування мінеральних добрив у нормі N 60 P 60 K 60, внесення у передпосівну культивуацію ґрунтового біологічного добрива Граунфікс у нормі 5 л/га та застосування для передпосівної обробки насіння мікоризоутворюючого препарату Мікофренд (1,5 л/т). Приріст урожайності насіння сої за рахунок застосування вказаних елементів технології становив від 0,5 до 1,0 т/га залежно від року досліджень. При посіві гороху з нормою висіву 1,3 млн. схожих насінин/га на фоні мінеральних добрив N 30 P 60 K 60 та комплексного застосування обробки насіння препаратами Андеріз (2,0 л/т) + Мікофренд (1,5 л/т) та проведення двох позакореневих підживлень у фазі бутонізації та зелених бобів комплексним добривом на основі гумату калію Гуміфренд (1,0 л/га) отримали максимальний приріст урожайності сої на площі 60 га до 1,0 т/га.

Директор
УЛДСС ІБКІШ



Юрій БРАНИЦЬКИЙ

Додаток 3.5

Довідка

про практичне використання в діяльності ФГ «Куманівецьке» результатів дисертаційного дослідження Дідур Ігоря Миколайовича на тему: «Наукові основи біологізації технологій вирощування зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного»

Соя є основною стратегічною зернобобовою культурою нашої зони і за своєю цінністю, продовольчою привабливістю, вмістом протеїну і жиру значно переважає інші культури даної групи. Разом із тим, досвід нашого фермерського господарства засвідчує досить обмежений рівень урожайності сої не дивлячись на заявлений потенціал районованих сортів. На нашу думку, причиною цього є недостатнє наукове обґрунтування адаптивних складових технологій вирощування в регіоні, що істотно обмежує її регіональну поширеність не дивлячись на високу комерційну привабливість за цінового квотування на ринку зернобобових культур, з огляду на реальну ситуацію, що склалась в Україні внаслідок війни.

У цьому плані багаторічні дослідження автора, які передбачають оптимізацію технологічних прийомів її вирощування у частині поліпшення умов живлення за рахунок застосування інокуляції насіння та проведення позакореневих підживлень органомінеральним добривом є беззаперечно одним із дієвих механізмів отримання сталого врожаю сої у регіоні.

Впровадження рекомендацій автора досліджень в умовах фермерського господарства «Куманівецьке» підтвердили можливість ефективного управління процесом формування урожайності зерна сої завдяки істотності зростання показників індивідуальної зернової продуктивності рослин за одночасного зростання якісних показників. Це у підсумку на площі 130 га при застосуванні агротехнологічного варіанту, який передбачав інокуляцію насіння препаратом Біоінокулянт БТУ у нормі (2 л/т) та листкове позакореневе підживлення посівів органомінеральним добривом Хелпрост соя у нормі (2,5 л/га) у фазі розвитку 3-й трійчастий листок (ВВСН 13) та бутонізації (ВВСН 51) забезпечило зростання урожайності зерна сої у господарстві з 2,28 – 2,57 т/га до 3,04 – 3,33 т/га за два останніх роки, при цьому рівень рентабельності зріс з 76 – 88 % до 107 – 115 %.

На підставі цього, вважаємо за необхідність рекомендувати результати досліджень автора для широкого впровадження і використання агропідприємствами зони Лісостепу правобережного.

Голова ФГ «КУМАНІВЕЦЬКЕ»



В.А. Шевчук

Додаток И.1

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КОРМІВ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОДІЛЛЯ**

ЛАБОРАТОРІЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ, БЕЗПЕКИ КОРМІВ І СИРОВИНИ
СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ № 044/2020 НА ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПРИ
ПРОВЕДЕННІ ВИМІРЮВАНЬ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ВИМОГ ДСТУ ISO 10012:2005 «СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
ВИМІРЮВАННЯМ, ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСІВ ВИМІРЮВАННЯ ТА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ»
визнане 31 липня 2020 року чинне до 30 липня 2023 року

Адреса: 21100, м. Вінниця
пр. Юності, 16
тел/факс 46-41-16
тел. лабор. 43-81-94
ел.пошта: zoolab@ukr.net
<http://www.fri.vin.ua>



**ПРОТОКОЛ №231
ВИПРОБУВАНЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ**

Заявник: Ф. О. ДІДУР І. М.

Об'єкт випробувань: зерно гороху, реєстраційні №№ 2150-2155

Мета випробувань: визначення вмісту вологи, сироого протеїну, амінокислотного складу.

Дата надходження зразка до випробувальної лабораторії: 02.11.2021 р.

Дата проведення випробувань: 02 - 18.11.2021 р.

Результати випробувань:

Амінокислотний склад зерна гороху, % у абсолютно сухій речовині

Амінокислоти	Сорт Царевич			Сорт Девіз		
	Контроль	1 дослідний зразок	2 дослідний зразок	Контроль	1 дослідний зразок	2 дослідний зразок
Незамінні						
Лізин	1,37	1,65	1,83	1,48	1,52	1,64
Гістидин	0,52	0,55	0,44	0,45	0,33	0,57
Аргінін	1,31	1,79	1,83	1,41	1,43	1,75
Треонін	0,66	0,69	0,69	0,78	0,64	0,68
Валін	0,91	0,79	0,73	0,83	0,69	0,82
Ізолейцин	0,91	0,73	0,75	0,76	0,69	0,68
Метіонін	0,14	0,14	0,13	0,10	0,09	0,10
Фенілаланін	1,07	0,93	0,90	0,95	0,99	1,03
Лейцин	1,60	1,35	1,27	1,45	1,30	1,44
Триптофан	0,11	0,09	0,08	0,08	0,09	0,06
Замінні						
Аспарагінова к-та	2,65	2,74	2,56	2,51	2,85	2,53
Глутамінова к-та	3,58	3,41	3,42	3,32	4,19	3,94

продовження Додатку И.1

1	2	3	4	5	6	7
Серин	0,93	0,60	0,63	0,77	0,81	0,74
Гліцин	0,89	0,77	0,77	0,88	1,08	0,97
Аланін	1,06	0,79	0,56	0,84	0,99	0,98
Цистин	-	0,21	0,19	0,19	0,26	0,23
Тирозин	0,71	0,58	0,63	0,59	0,64	0,63
Пролін	0,93	0,91	0,81	1,03	1,15	1,12
Протеїн, % в СР	20,95	20,77	20,85	21,32	22,42	21,58

Завідувач лабораторії моніторингу якості, безпеки
кормів і сировини, кандидат с.-г. наук

Л.П. Чернолата