

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ТАРАБРИНА АЛЬОНА - МАРІЯ ОЛЕКСІЇВНА

УДК 631.52:633.15:631.5 (477.46)

ДИСЕРТАЦІЯ
**ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ
СОЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ NO-TILL В УМОВАХ
ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

Спеціальність 201 Агрономія
Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

_____ А.-М. О. Тарабріна

Науковий керівник: ПАНФІЛОВА АНТОНІНА ВІКТОРІВНА,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Миколаїв – 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Тарабріна А.-М. О. Вплив норм висіву насіння на продуктивність сортів сої за технології вирощування *No-till* в умовах Північного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія. – Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, 2025.

Однією із найбільш вразливих до змін клімату галузей економіки є сільське господарство, оскільки його діяльність та урожайність сільськогосподарських культур значно залежить від погодних умов, особливо від вологозабезпечення. Україна є одним із провідних світових експортерів сільськогосподарської продукції, тому для збереження своїх позицій на світовому рівні нашій державі необхідно прискорено переходити на нові енергоощадні, економічно ефективні та екологічно безпечні технології вирощування сільськогосподарських культур. Розробка заходів щодо адаптації сільськогосподарського виробництва до змін клімату, зокрема застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, є актуальним питанням сьогодення.

Сучасні інтенсивні сорти сої за розробки та удосконалення технологій її вирощування, зокрема за рахунок застосування оптимальних, економічно доцільних норм висіву насіння, застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючих технологій вирощування, здатні формувати високі врожаї якісного зерна, що у свою чергу, сприятиме розвитку економіки та посилить позиції України на міжнародному ринку аграрної продукції. Саме тому, метою досліджень було встановити вплив сортових особливостей, норм висіву насіння і технології вирощування на ріст і розвиток рослин сої та формування ними продуктивності в умовах Північного Степу України.

Дослідженнями встановлено, що вирощування сої з різними нормами висіву насіння за технології *No-till* впливало на показники польової схожості насіння. Так, при збільшенні норми висіву до 350 тис. шт./га, незалежно від року дослідження, польова схожість насіння досліджуваних сортів сої знижувалася на 5,1 – 5,3 відсоткових пунктів порівняно до показників за варіанту норми висіву 150 тис. шт./га. У фазі повної стиглості насіння густота стояння рослин у сорту Беттіна склала 128,2 – 269,4 тис. шт./га, а сорту Фортеця – 124,4 – 260,0 тис. шт./га залежно від норми висіву насіння. У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, найбільше рослин сої на період повної стиглості насіння збереглися за сівби нормою 150 тис. шт./га – 89,9%, що перевищило показники інших варіантів норм висіву (250 та 350 тис. шт./га) на 2,9 – 5,2 відсоткових пунктів.

Зі збільшенням норми висіву насіння лінійні розміри рослин сої зростали. Так, в середньому за роки досліджень, за вирощування сої сорту Беттіна і збільшенні норми висіву насіння до 350 тис. шт./га висота рослин порівняно із варіантом норми висіву 150 тис. шт./га у фазі бутонізації зросла на 6,5%, на кінець цвітіння рослин – на 3,5%, а у фазі наливу насіння – на 5,2%. Така ж тенденція спостерігалася і на варіантах вирощування сорту Фортеця.

Найбільше накопичення сухої надземної маси рослин відбувалося у середньопосушливих 2022 та 2023 рр., а найменше – у 2024 р. в умовах дуже сильної посухи. Динаміка накопичення сухої надземної маси сортами сої змінювалася залежно від норми висіву. Сорт Фортеця, в середньому за роки досліджень, на загущення посівів мав більш сильну реакцію у вигляді зниження маси сухої речовини. Найкращі умови для накопичення сухої надземної маси рослин сої, у середньому за роки досліджень, були відмічені у варіанті сівби сорту Беттіна з нормою висіву 150 тис. шт./га.

Встановлено, що в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, за вирощування культури з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га сприяло формуванню найбільшої площі листків – 18,54 – 25,64 тис. м²/га залежно від

фази росту і розвитку рослин, що перевищило показники варіантів норм висіву 250 та 350 тис. шт./га відповідно на 7,1 – 8,6 та 10,6 – 15,2%. Найбільшої величини фотосинтетичний потенціал посівів обох сортів сої досягав за норми висіву 150 тис. шт./га і склав у сорту Беттіна 1,21 м²/га х діб та 1,17 м²/га х діб у сорту Фортеця.

Норми висіву насіння та сортові особливості рослин сої мали вплив на формування продуктивності рослин незалежно від року дослідження. Найбільша кількість структурних елементів продуктивності обох досліджуваних сортів сої у всі роки досліджень була визначена за сівби нормою 150 тис. шт./га. Так, у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, кількість бобів і насінин з однієї рослини сої за даного варіанту норми висіву склала 38,1 та 107,9 шт., що перевищило показники варіантів досліду з нормою висіву насіння 250 та 350 тис. шт./га на 27,8 – 36,7 та 39,8 – 55,8% залежно від норми висіву насіння. Така ж залежність спостерігалася і щодо інших структурних елементів продуктивності рослин сої.

Визначено, що на урожайність сої впливали погодно-кліматичні умови років досліджень і фактори, які були взято на дослідження. Урожайність сої у 2023 р. склала 2,08 т/га, що перевищило показники 2022 р. на 0,28 т/га або на 13,5%, а 2024 р. – на 1,06 т/га або на 51,0%. При цьому, найвищою урожайність сої, у середньому за роки досліджень, була сформована на варіанті вирощування сої сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га – 2,00 т/га, що перевищило показники інших варіантів досліду на 0,14 – 0,68 т/га або на 7,0 – 34,0%. Найкращі умови для формування якісного зерна сої були відмічені за норми висіву насіння 150 тис. шт./га, особливо за вирощування сорту Беттіна.

Встановлено, що максимальний рівень рентабельності вирощування сої забезпечило, в середньому за роки досліджень, вирощування сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт. насінин/га – 160,6%, що перевищило показники інших варіантів досліду на 18,2 – 88,6%.

Дослідженнями щодо порівняння класичної технології вирощування сої з технологією *No-till* встановлено, що досліджувані технології не лише впливали на формування продуктивності сої, а й на показники родючості ґрунту. Так, у фазі повної стиглості зерна сої сорту Беттіна вміст органічної речовини в перерахунку на гумус за технології *No-till* склав 4,79%, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 11,0 відсоткових пунктів. Ґрунт варіанту вирощування сої сорту Бетінна за технологією *No-till* характеризувався низьким вмістом гідролізованого та мінерального азоту – відповідно 105,4 та 11,6 мг/кг, середнім вмістом рухомого фосфору (85 мг/кг) і підвищеним вмістом рухомого калію (97,5 мг/кг). За класичної технології вирощування сої сорту Беттіна вміст елементів живлення у ґрунті був дещо нижчим – на 19,6 – 62,9% залежно від елементу. У середньому за роки досліджень, коефіцієнт оліготрофності варіанту класичної технології вирощування сої був вищим 1 (1,8), що свідчить про посилення конкуренції за доступний азот мікроорганізмів і рослин сої, що веде до втрат органічної речовини ґрунту.

За результатами проведеного фітопатологічного аналізу зразків ґрунту, в середньому за роки досліджень, загальна кількість грибів становила від 79,5 до 94,4 тис. КУО/г ґрунту, з перевагою варіанту *No-till* технології. У середньому за роки досліджень, частка патогенних грибів у зразках ґрунту за даної технології вирощування склала 7,8 тис. КУО/г ґрунту, що менше за показники варіанту класичної технології вирощування сої на 66,4%.

Встановлено, що застосування технології *No-till* сприяло найбільш ефективному використанню вологи рослинами сої. За використання класичної технології вирощування сої сорту Беттіна коефіцієнт водоспоживання, в середньому за роки досліджень, склав 1052,7 м³/т, а сорту Фортеця 1412,2 м³/т, що перевищило показники варіанту технології *No-till* на 80,5 – 87,2 м³/т або на 5,7 – 8,3% залежно від досліджуваного сорту.

У середньому за роки досліджень застосування технології *No-till* забезпечувало кращі умови для росту і розвитку рослин сої. Так, рослини сої

за вирощування їх за технологією *No-till* вирізнялися дещо більшою висотою. У середньому за роки досліджень по фактору сорт, у фазу бутонізації вони були вищими на 0,2 см або 0,4%, кінець цвітіння – на 2,4 см або 3,9%, а у фазі наливу насіння – на 2,8 см або 4,4%. Накопичення сухої маси обома досліджуваними сортами сої найменшим було за класичної технології вирощування культури незалежно від фази росту та розвитку рослин.

Вирощування сої за технологією *No-till* забезпечило збільшення площі листової поверхні рослин обох досліджуваних сортів порівняно із класичною технологією вирощування культури. Так, у середньому за роки досліджень, площа листової поверхні сорту Беттіна була більшою за використання технології *No-till* на 1,1 – 1,69 тис м²/га або на 4,6 – 8,6% порівняно з класичною технологією.

Визначено, що застосування технології *No-till* сприяло кращій симбіотичній діяльності посівів сої. Так, на варіанті даної технології вирощування культури, загальна кількість бульбочок залежно від сорту варіювала від 27,6 до 29,5 штук, чисельність активних бульбочок – відповідно від 23,8 до 25,9 штук/рослину. Загальна маса бульбочок із рослини змінювалася від 0,76 до 0,90 г залежно від досліджуваного сорту, а маса активних – відповідно від 0,62 до 0,75 г.

Урожайність зерна сої, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, вищою визначена за використання технології *No-till* – 1,73 т/га, що більше за показник варіанту класичної технології вирощування культури на 0,29 т/га або на 16,8%. Застосування технології *No-till* сприяло підвищенню якісних показників насіння обох досліджуваних сортів сої.

Встановлено, що показники економічної ефективності у роки досліджень залежали від технології вирощування. Максимальними вони були визначені за використання технології *No-till*. Так, за вирощування сорту Беттіна вартість валової продукції склала 30,00 тис. грн./га, умовно чистий прибуток – 18,49 тис. грн./га, а рівень рентабельності – 160,6%.

Ключові слова: соя, ресурсозбереження, сорт, норма висіву насіння, технологія вирощування, родючість ґрунту, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, симбіотична діяльність, продуктивність, урожайність, якість, вміст білка і жиру, маса 1000 зерен, економічна ефективність.

ANNOTATION

Tarabrina A.-M. The Effect of seeding rates on the productivity of soybean varieties under *No-till* cultivation technology in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. – Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 Agronomy. – Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, 2025.

Agriculture is one of the most climate-sensitive sectors of the economy, as its operations and crop yields heavily depend on weather conditions, especially moisture availability. Ukraine is one of the leading global exporters of agricultural products. Therefore, to maintain its international position, the country must rapidly transition to new energy-efficient, economically viable, and environmentally safe crop cultivation technologies. Developing measures for adapting agricultural production to climate change, in particular through the implementation of resource- and soil-conserving technologies for crops such as soybeans, is a highly relevant task.

Modern intensive soybean varieties, along with the improvement of cultivation technologies - especially through the use of optimal, economically justified seeding rates and soil- and resource-saving practices - are capable of producing high yields of quality grain. This contributes to economic development and strengthens Ukraine's position in the global agricultural market. The aim of this research was to determine the influence of varietal characteristics, seeding rates, and cultivation technology on the growth and development of soybean plants and their productivity under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

The research revealed that soybean cultivation with various seeding rates under *No-till* technology influenced seed field emergence rates. Increasing the seeding rate to 350 thousand seeds/ha, regardless of the year, decreased field emergence by 5.1–5.3 percentage points compared to 150 thousand seeds/ha. At full seed maturity, the plant stand density for Bettina ranged from 128.2 to 269.4 thousand plants/ha, and for Fortecya from 124.4 to 260.0 thousand plants/ha. On

average, the highest plant survival at full seed maturity occurred with a seeding rate of 150 thousand seeds/ha -89.9%, which exceeded other rates by 2.9–5.2 percentage points.

Plant height increased with higher seeding rates. For example, for the Bettina variety at 350 thousand seeds/ha, average plant height during budding increased by 6.5%, at the end of flowering by 3.5%, and during seed filling by 5.2%, compared to 150 thousand seeds/ha. Similar trends were observed for the Fortecya variety.

The highest dry biomass accumulation occurred during the relatively dry 2022 and 2023, and the lowest in 2024 due to extreme drought. Biomass accumulation dynamics varied depending on the seeding rate. Fortecya showed a more pronounced decrease in biomass under denser sowing. The best biomass accumulation was observed in Bettina at 150 thousand seeds/ha.

Seeding rate of 150 thousand seeds/ha led to the largest leaf area - 18.54 to 25.64 thousand m²/ha depending on growth phase - exceeding higher seeding rates by 7.1–8.6% and 10.6–15.2%, respectively. The maximum photosynthetic potential was also recorded under this rate: 1.21 m²/ha × days for Bettina and 1.17 for Fortecya.

Seeding rates and varietal features significantly affected plant productivity. The most favorable structural yield components across all years and varieties were observed at 150 thousand seeds/ha - 38.1 pods and 107.9 seeds per plant, exceeding the other rates by 27.8–36.7% and 39.8–55.8%, respectively.

Soybean yield was affected by weather and studied factors. In 2023, yield reached 2.08 t/ha, exceeding 2022 by 0.28 t/ha (13.5%) and 2024 by 1.06 t/ha (51%). The highest average yield was achieved by Bettina at 150 thousand seeds/ha—2.00 t/ha, surpassing other variants by 0.14–0.68 t/ha (7.0–34.0%).

The highest profitability level - 160.6% - was recorded for Bettina at 150 thousand seeds/ha, surpassing other variants by 18.2–88.6%.

Comparative analysis of classical and *No-till* cultivation revealed that *No-till* not only affected soybean productivity but also soil fertility indicators. Under *No-*

till, organic matter (humus equivalent) in Bettina plots was 4.79%, 11.0 percentage points higher than under conventional methods. *No-till* soils had lower levels of hydrolyzable and mineral nitrogen but higher available potassium and phosphorus compared to classical cultivation.

Phytopathological analysis showed that fungal populations were higher under *No-till* (79.5–94.4 thousand CFU/g), but with a 66.4% lower proportion of pathogenic fungi than under conventional methods.

No-till promoted more efficient water use: water consumption was 1052.7 m³/t for Bettina and 1412.2 m³/t for Fortecya under classical cultivation - 80.5–87.2 m³/t (5.7–8.3%) higher than under *No-till*.

No-till conditions improved growth: average plant height increased slightly (up to 4.4%), leaf area expanded by 4.6–8.6%, and dry matter accumulation was generally higher compared to classical cultivation.

No-till also improved symbiotic activity. The number of nodules ranged from 27.6 to 29.5 per plant, with active nodules at 23.8–25.9 and total nodule mass at 0.76–0.90 g per plant, depending on the variety.

Average grain yield under *No-till* was 1.73 t/ha, 0.29 t/ha (16.8%) higher than under classical cultivation. Seed quality also improved under *No-till*. The best economic indicators were achieved with Bettina: gross production value of 30.000 UAH/ha, net profit of 18,490 UAH/ha, and profitability of 160.6%.

Keywords: soybean, resource conservation, variety, the seeding rate of seeds, growing technology, soil fertility, total water consumption, water consumption coefficient, symbiotic activity, productivity, yield, seed quality, protein and fat content, weight of 1000 seeds, economic efficiency

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Панфілова А. В., **Тарабріна А.-М. О.** Продуктивність зернових та зернобобових культур залежно від технології вирощування в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. №27. С. 196 – 200. doi: 10.32848/agrar.innov.2024.27.30 (Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).
2. Drobitko A., Kachanova T., Markova N., Manushkina T., **Tarabrina A.-M.** Aspects of legume growth in Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2024. 28(2). P. 9-20. doi: 10.56407/bs.agrarian/2.2024.09. (Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).
3. Панфілова А. В., **Тарабріна А.-М. О.** Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої залежно від технології вирощування в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. №28. С. 85 – 91. doi: 10.32848/agrar.innov.2024.28.13 (Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).
4. **Тарабріна А.-М. О.**, Панфілова А. В. Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №140. С. 285 – 292. doi: 10.32782/2226-0099.2024.140.35 (Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).
5. Tereshchenko A., **Tarabrina A.-M.** Performance of grain and leguminous crops under resource saving cultivation technology in the Southern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. 29(1). P.

72-83. doi: 10.56407/bs.agrarian/1.2025.72 (*Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

**Статті у наукових виданнях інших держав, які включено
до міжнародної наукометричної бази даних Scopus**

6. Drobitko A., Markova N., **Tarabrina A.-M.**, Tereshchenko A. Land degradation in Ukraine: Retrospective analysis 2017-2022. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. 80(2). 355-362. doi:10.1080/00207233.2022.2160079

**Наукові праці, які засвідчують апробацію
матеріалів дисертації**

7. Panfilova A., Byelov Y., **Tarabrina A.-M.** Conditions and prospects of growing grain and legume. ISPEC 9th International conference on agriculture, animal sciences and rural development (19-20 March 2022, Burdur, Turkey). P. 162.

8. Панфілова А. В., Дробітько А. В., **Тарабріна А.-М. О.**, Терещенко А. В. Застосування ресурсозберігаючих технологій за вирощування зернових та зернобобових культур в умовах півдня України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали XI міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.). С. 94.

9. **Тарабріна А.-М. О.**, Терещенко А. В., Кваско А. В. Резерви підвищення продуктивності зернових та зернобобових культур в умовах півдня України. *Підвищення продуктивності польових культур та інновації в рослинництві* : матеріали всеукраїн. наук.-практ. On-line конф. (м. Миколаїв, 30 вересня 2023 р.). Миколаїв : Миколаївська ДСДС ІКОСГ НААН, 2023. С. 38–40.

10. Панфілова А. В., **Тарабріна А.-М. О.**, Кваско А. В. Фітосанітарний стан ґрунту за вирощування сої та кукурудзи в умовах півдня України. *Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства* : збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 20 вересня 2024 р.). Одеса, 2024. С. 94-97.

11. **Тарабріна А.-М. О.**, Терещенко А. В. Вплив ресурсозберігаючої технології вирощування сої та кукурудзи на розвиток хвороб в умовах півдня України. *Сучасні вектори розвитку аграрної науки* : матеріали міжнарод. наук.-практ. конф., присвяч. 150-річчю створення Херсонського державного аграрно-економічного університету (м. Херсон, 17-18 вересня 2024 р.). Херсон-Кропивницький, 2024. С. 195-199.

12. Panfilova A., **Tarabrina A.-M.** The influence of resource-saving soybean cultivation technology on the phytopathological state of the soil. 5th International Multidisciplinary Conference for Young Researchers (MCYR) «Resilience in the Face of Global Challenges» (3-4 October 2024, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic). P. 40.

13. **Тарабріна А.-М. О.**, Панфілова А. В. Вплив технології вирощування сої на фітопатологічний стан ґрунту. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва* : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 20-21 березня 2025 р.). Миколаїв, 2025. С. 115-117.

Авторське свідоцтво

14. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №130170. Land degradation in Ukraine: Retrospective analysis 2017-2022 / Drobitko A., Markov. N., **Tarabrina A.-M.**, Tereshchenko A., 80(2), 355-362. <https://doi.org/10.55779/nsb15211352> / Державна служба інтелектуальної власності України. 24.09.2024

ЗМІСТ

ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ (огляд літературних джерел)	24
1.1 Значення та виробництво сої в світі та в Україні	24
1.2 Сорт як головний елемент технології вирощування сої	28
1.3 Вплив норм висіву на продуктивність сої.....	34
1.4 Ґрунтозахисні та ресурсозберігаючі технології вирощування сої	38
Висновки до розділу 1.....	45
Список використаних джерел до розділу 1	46
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	66
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови	66
2.2 Програма і методика проведення досліджень	75
2.3 Характеристика досліджуваних сортів сої	81
2.4 Агротехніка в польових дослідках	82
Висновки до розділу 2	83
Список використаних джерел до розділу 2	84
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ <i>NO-TILL</i>	86
3.1 Польова схожість насіння та густота стояння рослин сої залежно від норм висіву	86
3.2 Вплив норм висіву насіння на формування надземної біомаси сортів сої	91
3.3 Особливості фотосинтетичної діяльності рослин сої	99
3.4 Продуктивність сортів сої	105
Висновки до розділу 3	117
Список використаних джерел до розділу 3.....	120
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РОДЮЧІСТЬ ГРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ	124

	15
4.1 Поживний режим ґрунту та його мікробіологічна діяльність	124
4.2 Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої	130
4.3 Вплив технології вирощування на водоспоживання сої	139
4.4 Тривалість міжфазних періодів та динаміка наростання біомаси рослин сої	144
4.5 Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої	159
4.6 Симбіотична діяльність посівів сої залежно від технології вирощування	164
4.7 Продуктивність сортів сої залежно від технології вирощування.....	174
Висновки до розділу 4	183
Список використаних джерел до розділу 4	187
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЕНИХ	
ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	200
Висновки до розділу 5	205
Список використаних джерел до розділу 5	206
ВИСНОВКИ	208
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	213
ДОДАТКИ	214

ВСТУП

Дедалі вагоміше місце в забезпечення продовольчої безпеки України та світу займають зернобобові культури. Адже вони відіграють велику роль у вирішенні проблеми збільшення виробництва високоякісного рослинного білка для харчування людей і забезпечення збалансованими кормами тваринництва.

Соя є однією з основних світових зернобобових культур, адже її зерно має збалансований вміст протеїну й перетравних амінокислот. У насінні сої міститься 38–42% білка, 18–23 – жиру, 25–30% вуглеводів, ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Зола насіння багата на калій, фосфор, кальцій і вітаміни. Соя має велике продовольче значення, за один вегетаційний період можна отримати два врожаї – білка й рослинної олії.

Соя – культура, від виробництва якої залежать стабілізація галузі рослинництва, ліквідація дефіциту білка, поповнення ресурсів жирів, запасів азоту в ґрунті.

Важливе значення, особливо в останні роки, зернобобові культури, в т. ч. і соя, відіграють у підвищенні показників родючості ґрунту. Соя користується великою популярністю серед фермерів як прибуткова та рентабельна культура. У найближчі роки світове виробництво та використання сої продовжуватиме зростати. Очікується, що протягом наступного десятиліття виробництво сої зросте до 320 мільйонів тон. Жодна інша культура не зростає так швидко. При цьому слід відмітити, що глобальні зміни клімату, недотримання технології вирощування культури може призвести до зниження її урожайності і, як наслідок, валових зборів її зерна.

Актуальність теми. Однією із найбільш вразливих до змін клімату галузей економіки є сільське господарство, оскільки його діяльність та урожайність сільськогосподарських культур значно залежить від погодних умов, особливо від вологозабезпечення. Україна є одним із провідних

світових експортерів сільськогосподарської продукції, тому для збереження своїх позицій на світовому рівні нашої державі необхідно прискорено переходити на нові енергоощадні, економічно ефективні та екологічно безпечні технології вирощування сільськогосподарських культур [1].

Розробка заходів щодо адаптації сільськогосподарського виробництва до змін клімату, зокрема застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, є актуальним питанням сьогодення. Перехід до таких технологій не лише сприятиме підвищенню ефективності використання ресурсів для формування продуктивності рослин, а й забезпечить зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище, сприятиме підвищенню вмісту органічних сполук і гумусу в ґрунті, покращенню його мікробіологічної діяльності й фітопатологічного стану.

Крім того, перехід до таких технологій, яскравим прикладом яких є *No-till*, забезпечить дотримання принципів «сталого зберігаючого землеробства», зокрема сприятиме мінімальному механічному порушенню ґрунту, постійному покриттю поверхні ґрунту органічною масою у вигляді рослинних решток, що забезпечить покращення показників родючості ґрунту та збереження вологи в ньому, особливо в умовах Степу України.

Одним із найдоступніших і найдешевших способів підвищення урожайності сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, є сорт [67]. Враховуючи зростання посівних площ сої в Україні останніми роками виникає необхідність у пошуку перспективних сортів з високою адаптивністю до несприятливих кліматичних змін, що відбуваються в останні роки [82, 128].

Сучасні інтенсивні сорти сої за розробки та удосконалення технологій її вирощування, зокрема за рахунок застосування оптимальних, економічно доцільних норм висіву насіння, застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючих технологій вирощування, здатні формувати високі врожаї якісного зерна, що

у свою чергу, сприятиме розвитку економіки та посилить позиції України на міжнародному ринку аграрної продукції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові розробки, узагальнені в дисертаційній роботі, були складовою частиною тематичного плану Миколаївського національного аграрного університету, їх проводили у відповідності до наукових програм: «Удосконалення енергоощадних та екологічно безпечних технологій відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур в умовах Південного Степу України» (державний реєстраційний номер 0123U101238); «Розробка та впровадження енергозберігаючих і екологічно безпечних технологій вирощування зернових та зернобобових культур в умовах півдня України» (державний реєстраційний номер 0123U101244); «Дослідити закономірності змін основних показників родючості ґрунту і ростових процесів рослин за оптимізації систем обробітку ґрунту, удобрення та удосконалити елементи системи ведення землеробства за зміни клімату в умовах Південного Степу України» (державний реєстраційний номер 0123U101269), де автор була безпосереднім виконавцем досліджень. У межах зазначених наукових тематик автором було окреслено й обґрунтовано наукові основи росту, розвитку, формування продуктивності сортами сої за їх вирощування в умовах Степу України.

Мета й завдання досліджень. Мета досліджень полягала у встановленні впливу сортових особливостей, норм висіву насіння і технології вирощування на ріст і розвиток рослин сої та формування ними продуктивності в умовах Північного Степу України.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- опрацювати літературні джерела щодо впливу факторів вирощування на ріст і розвиток рослин сої та формування ними продуктивності;
- провести агроекологічну оцінку сучасного сортового складу сої, щодо відповідності комплексу абіотичних і біотичних чинників, встановити їх продуктивність в умовах Північного Степу України;

- визначити вплив досліджуваних факторів на поживний режим ґрунту, його фітопатологічний стан та мікробіологічну діяльність, а також розвиток хвороб сої в умовах Північного Степу України;
- встановити вплив досліджуваних факторів на польову схожість та густоту стояння рослин сої;
- визначити закономірності та розкрити механізм впливу сортових особливостей, норм висіву насіння та технології вирощування на ріст і розвиток рослин сої, особливості водоспоживання рослин та формування ними продуктивності;
- дослідити динаміку наростання надземної біомаси, листової поверхні, інтенсивності процесу фотосинтезу та симбіотичну діяльність посівів сої в основні періоди вегетації рослин, розробити заходи щодо їх оптимізації;
- змодельовати урожайність сої залежно від досліджуваних факторів та погодних умов років вирощування;
- визначити вплив досліджуваних факторів на показники економічної ефективності вирощування сої в умовах Північного Степу України.

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку та формування урожайності сої залежно від сортових особливостей, норм висіву насіння та технології вирощування.

Предмет досліджень – сорти сої; норми висіву насіння; технологія вирощування; ґрунт; урожайність та якість зерна; економічна ефективність агроприйомів вирощування сої.

Методи дослідження. Основними методами досліджень були: польові й лабораторні досліді. Використані наукові методи – гіпотеза, діалектичний, синтезу, аналізу, індукції, математичної статистики. Крім того, для реалізації програми досліджень були використані наступні методи: польовий короткотривалий багатофакторний дослід – для визначення біометричних показників і вимірів, встановлення рівнів урожаю культури; лабораторний – аналіз ґрунту, структури врожаю; розрахунковий – оцінка економічної

ефективності вирощування сої залежно від досліджуваних елементів технології. Для узагальнення і обробки експериментальних даних застосовували статистичний, розрахунковий та порівняльно-обчислювальний методи: дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи. Для моделювання врожайності сої використовували спеціальне програмне забезпечення (Microsoft Excel, Agrostat New).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичному розробленні елементів агротехнології вирощування сої залежно від сортових особливостей, норм висіву насіння та технології вирощування на засадах ресурсозбереження на чорноземі звичайному.

Вперше для умов Північного Степу України:

- встановлено вплив ресурсо- та ґрунтозберігаючої технології *No-till* на показники родючості ґрунту, його мікробіологічну діяльність та збереження вологи в ньому;
- обґрунтовано зміни морфобіологічної структури рослин сої залежно від сортових особливостей, норм висіву насіння, застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючої технології вирощування та їх комплексного поєднання;
- встановлено потенціал продуктивності сортів сої та шляхи управління його реалізацією через елементи технології вирощування;
- визначено особливості тривалості вегетаційного періоду, міжфазних періодів росту та розвитку рослин сої, формування ними надземної маси залежно від погодних умов господарства, сортових особливостей, норм висіву насіння та технології вирощування;
- з’ясовано особливості формування фотосинтетичної та симбіотичної продуктивності посівів сої та встановлена їх взаємозалежність з урожайністю та якістю зерна;
- проведено економічну оцінку ефективності досліджуваних елементів технології вирощування сої.

Удосконалено елементи технології вирощування сортів сої за рахунок застосування оптимальної норми висіву насіння та застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючої технології *No-till*.

Набуло подальшого розвитку обґрунтування формування урожайності та якості зерна сої залежно від погодних умов, сортових особливостей, норм висіву насіння та застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючої технології *No-till*; практичне застосування результатів досліджень у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності в умовах Північного Степу України.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами досліджень запропоновано науково-обґрунтовані рекомендації виробництву щодо удосконалення окремих елементів технології вирощування сої за рахунок добору вітчизняних сортів, норми висіву насіння та застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючої технології вирощування культури. Отримані результати досліджень сприятимуть покращенню родючості ґрунту, збереженню вологи в ньому, покращенню мікробіологічних процесів, а також більш ефективному та стабільному виробництву сої в умовах Північного Степу України.

На основі результатів наукових досліджень розроблено адаптовану для умов Північного Степу України елементи технології вирощування сої, які забезпечують збільшення урожайності зерна культури на 14,5 – 22,8%. Виробничою апробацією технології підтверджено її високу економічну ефективність.

Виробничу перевірку досліджень проведено у СФГ «АЯКС» Миколаївського району Миколаївської області (площа 60 га), ФГ «Жемчужина» Баштанського району Миколаївської області (площа 50 га); ФГ «Аркадія» Вознесенського району Миколаївської області (площа 45 га) (додатки А.1, А.2, А.3, А.4).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота являє собою наукову завершену працю здобувача. Авторкою самостійно опрацьовано та узагальнено науково-інформаційні джерела і наукові праці вітчизняних й

іноземних дослідників відповідно до теми дисертаційного дослідження. Разом з науковим керівником розроблено гіпотезу наукового дослідження, визначено мету, завдання, методи та методики їх виконання та складено програму науково-дослідних робіт. Здобувачкою особисто закладено польовий дослід, проведено обліки та спостереження, результати яких систематизовано та обґрунтовано з урахуванням практичної доцільності; розраховано економічну ефективність запропонованих агрозаходів; проведено математичну та статистичну обробку експериментальних даних; сформульовано висновки та рекомендації виробництву; проведено апробацію результатів досліджень у виробничих умовах; підготовлено дисертаційну роботу до друку. Авторство в спільно опублікованих наукових роботах складає – 50–90 %.

Апробація матеріалів дисертації. Результати представленого наукового дослідження доповідались і обговорювались на засіданнях кафедри рослинництва та садово – паркового господарства, вченої ради факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету упродовж 2022–2025 рр., їх оприлюднено та обговорено на щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Миколаївського національного аграрного університету (2022–2025 рр., м. Миколаїв); 9th International conference on agriculture, animal sciences and rural development «ISPEC» (19–20 March 2022, Burdur, Turkey); Всеукраїнській науково – практичній конференції «Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства» (9–10 червня 2022 р., м. Вінниця); XI Міжнародній науково – практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (21 квітня 2023 р., с. Центральне); Всеукраїнській науково – практичній On-line конференції «Підвищення продуктивності польових культур та інновації в рослинництві» (30 вересня 2023р., м. Миколаїв); Міжнародній науково – практичній конференції «Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана

Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства» (20 вересня 2024 р., м. Одеса); Міжнародній науково – практичній конференції присвяченій 150-річчю створення Херсонського державного аграрно-економічного університету «Сучасні вектори розвитку аграрної науки» (17–18 вересня 2024 р., м. Херсон – Кропивницький); 5th International Multidisciplinary Conference for Young Researchers (MCYR) «Resilience in the Face of Global Challenges» (3–4 October 2024, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic); Всеукраїнській науково – практичній конференції «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (20–21 березня 2025 р., м. Миколаїв); VIII Всеукраїнській науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (25 квітня 2025 р., м. Кам'янець-Подільський).

Публікації результатів досліджень. За результатами досліджень по темі дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, у тому числі 1 стаття у виданні, яке цитується у наукометричній базі даних Scopus, 5 статей у фахових виданнях України (категорія Б), 7 тез доповідей та 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

Структура та обсяг роботи. Дисертацію викладено на 223 сторінках комп'ютерного тексту, в тому числі основного тексту – 191 сторінка. Робота містить анотацію, вступ, 5 розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел та додатки. Дисертація містить 32 таблиці та 36 рисунків. Список використаних джерел налічує 283 найменування, з яких 75 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

(огляд літературних джерел)

1.1 Значення та виробництво сої в світі та в Україні

Зернобобові культури становлять другу за вагомістю групу сільськогосподарських рослин після зернових культур (пшениця, рис, кукурудза). Вони відіграють вирішальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, особливо в країнах, де спостерігається дефіцит білка тваринного походження [17, 54, 110, 111, 139, 151]. Важливе значення у забезпеченні населення білком відіграє соя. Вона є унікальною культурою і її часто називають “чудо урожаєм”, оскільки не існує іншої такої культури, яка б містила у своєму складі скільки протеїну, олії, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів [19, 73, 153]. Соя є однією з основних білкових та олійних культур і має широкий спектр застосування в харчовій, кормовій та технологічній галузях. Соя має велике сільськогосподарське значення. Як і інші зернобобові культури, вона є одним з найкращих попередників, оскільки покращує родючість ґрунту та збагачує його. Крім того, виробництво сої має важливе значення для зменшення дефіциту білка та поповнення ресурсів жирів. Соя користується великою популярністю серед фермерів як прибуткова та рентабельна культура. У найближчі роки світове виробництво та використання сої продовжуватиме зростати. Очікується, що протягом наступного десятиліття виробництво сої зросте до 320 мільйонів тон. Жодна інша культура не зростає так швидко [37, 87, 149, 150].

Соя – культура, від виробництва якої залежать стабілізація галузі рослинництва, ліквідація дефіциту білка, поповнення ресурсів жирів, запасів азоту в ґрунті. Через високу продуктивність, універсальність використання, збалансованість білка за амінокислотним складом і його функціональну активність соя посідає перше місце у світовій піраміді рослинного білка як за

площами посіву, так і за валовим збором зерна серед однорічних зернобобових та олійних культур [49, 147]. Соя – культура, яка є не тільки гарним попередником майже для всіх культур, а й високомаржинальною культурою [50, 105, 146]. Ця культура – одна з основних зернобобових рослин, коренева система якої за період вегетації здатна накопичувати симбіотично фіксований азот повітря і залишати його в ґрунті [31, 48, 91, 135]. Дослідженнями встановлено, що до 80% споживання азоту бобовими рослинами відбувається за рахунок фіксації його з атмосферного повітря [21, 58, 144, 145]. При цьому активність симбіотичної азотфіксації залежить від ґрунтово-кліматичних умов, виду і сорту культури, умов вологозабезпечення, мінерального живлення та інших елементів технологій вирощування [36, 38, 133, 138].

Упродовж уже багатьох років на аграрному ринку країни соя займає одну із ключових позицій, вона має важливе значення у забезпеченні продовольчої та економічної безпеки нашої країни, а також країн Європи [51, 55, 142, 143].

Соя вже багато років належить до найважливіших культур світового землеробства й є найпоширенішою серед зернобобових і олійних культур. Її вирощують на всіх континентах, оскільки вона відіграє вирішальну роль у зерновому, харчовому та кормовому балансах [16, 103].

Основна частина вирощуваної сої в Україні переробляється в олійній, м'ясній та кондитерській промисловості. Для збільшення валових зборів зерна сої, рівня рентабельності виробництва соєвої продукції необхідно підвищити врожайний потенціал сортів різних груп стиглості, що можливо з одночасним підвищенням адаптивного потенціалу [29].

Соя, на думку закордонних та українських вчених, є стратегічною необхідною високобілковою культурою рослинництва та тваринництва, а економічний та екологічний аспекти її вирощування беззаперечні [3, 104]. За останні роки в Україні площі посіву сої набули значного поширення порівняно з іншими зернобобовими культурами. Дана тенденція зумовлена

високим попитом та постійним зростанням частки зерна сої у загальному експорті рослинницької продукції країни [32, 117].

Соя є важливою сільськогосподарською культурою на глобальному ринку з постійно зростаючим попитом завдяки своєму універсальному використанню (кормовиробництво, харчова й олійна промисловості). Наразі Україна входить до десятки найбільших світових виробників сої та займає перше місце в Європі. Позитивною є динаміка й на світовому ринку органічної сої, в якому за 2023 рік відбулося зростання на 12,5%. Завдяки збільшенню постачань органічної сої, пшениці та кукурудзи Україна посіла третє місце за обсягами експорту органічної продукції до ЄС [99].

Соя – одна з найдавніших сільськогосподарських культур, боби якої широко використовують у харчовій, кормовій, технічній та медичній промисловості [15]. Жодна країна світу не має таких можливостей для нарощування виробництва сої, як Україна з її родючими ґрунтами, сприятливим кліматом, сортами нового покоління, новітніми технологіями [31]. Площі, зайняті посівами сої, збільшуються за рахунок високої рентабельності, яка є особливо важливою для сьогодення, практично щорічно і наразі Україна входить у десятку найбільших світових виробників сої [15, 137].

У світі соя (*Glycine max* L.) є однією з найбільш широко розповсюджених культур, так у 2022 році було вироблено 153,6 мільйонів т у понад 70 країнах. За даними Міністерства аграрної політики України в 2022 році посівні площі сої становили 1,5 млн га а валовий збір 3,7 млн т. Порівняно з попереднім 2021 роком посівні площі збільшились на 4% [80].

Загальне світове виробництво сої в сезоні 2022/23 за оцінками USDA станом на червень 2023 року становило близько 370 млн, у порівнянні з 360 млн тон в попередньому сезоні. Виробництво в сезоні 2023/24 – на рівні 411 млн тон – попередня оцінка [72].

Зібрана площа сої у світі за 2020 рік склала 120,5 млн га. У подальшому спостерігалось щорічне збільшення на 2 – 3 млн га. і найбільше було зібрано сої у 2024 р. – 130,0 млн га (рис. 1.1).

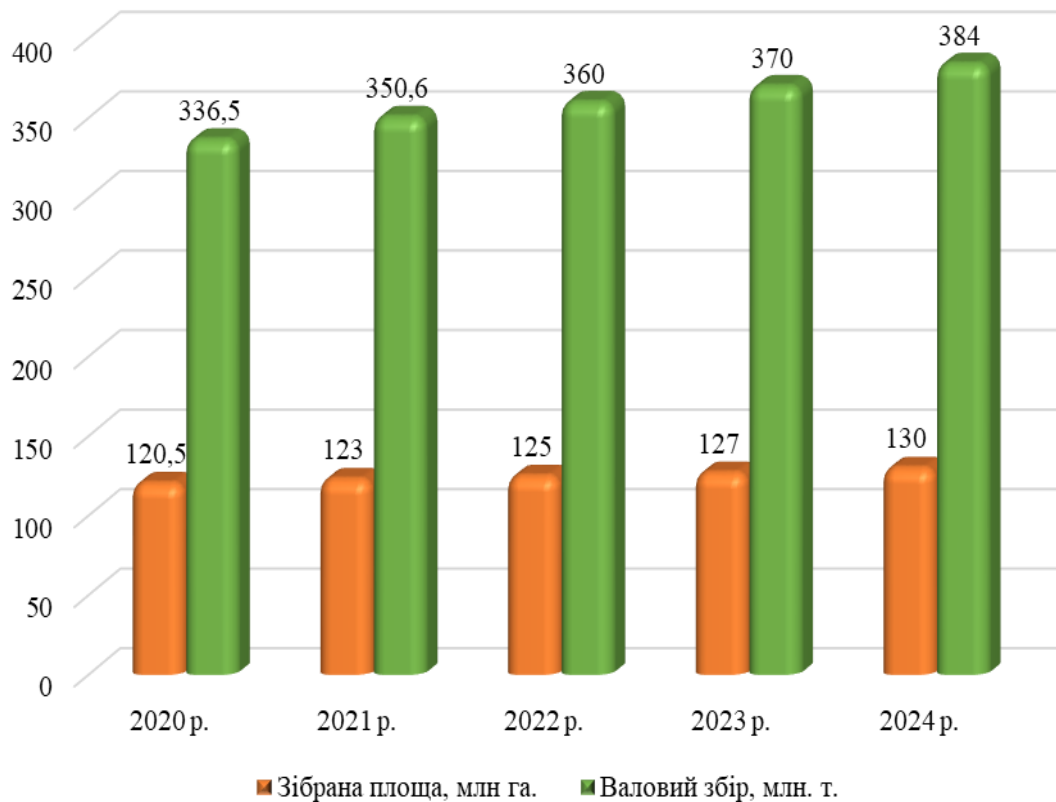


Рис. 1.1 Світове виробництво сої у 2020 – 2024 рр.

Незважаючи на окупацію частини території України та повномасштабні бойові дії, у 2024 році під соєю була засіяно і зібрано 2,6 млн га, тоді як у 2023 році – 1,8 млн [19]. При цьому, валові збори сої у 2020 – 2024 рр. коливалися в межах 2,87 – 6,02 млн. т (рис. 1.2).

У світі середня урожайність сої у 2020 р. становила 2,79 т/га, з тенденцією до поступового зростання. У 2024 р. цей показник був на рівні 2,95 т/га. Ці дані базуються на інформації з різних джерел, включаючи звіти USDA та інші аграрні аналітичні ресурси [109, 115, 124, 136, 148].

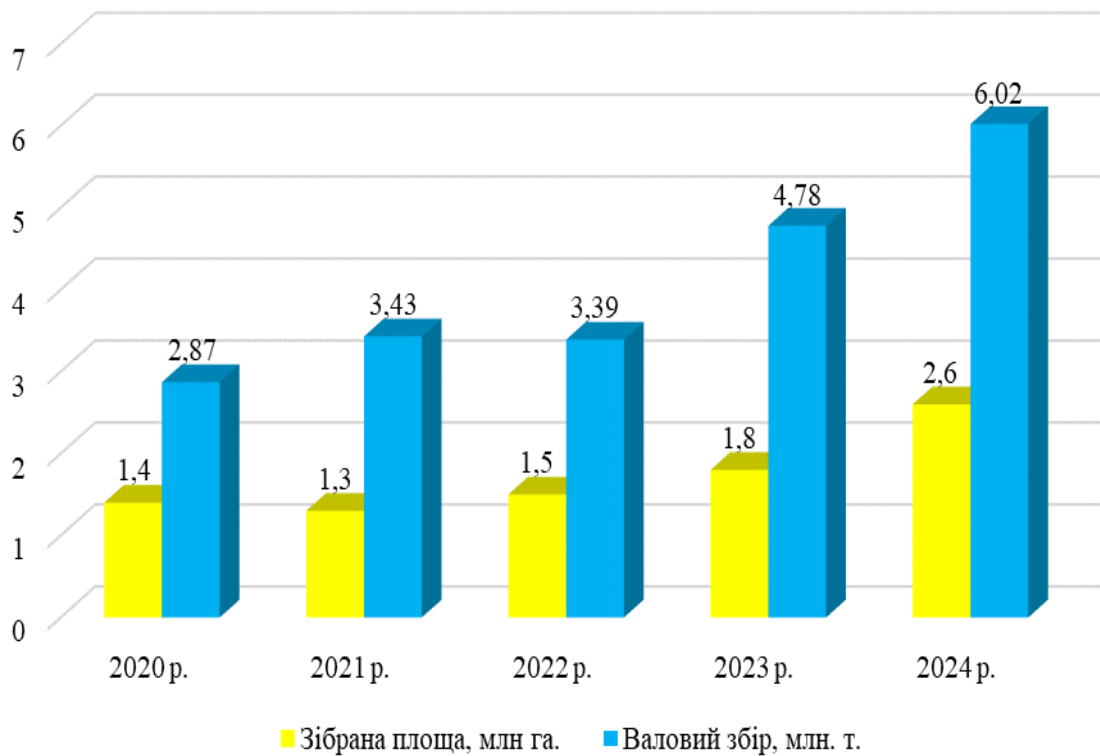


Рис. 1.2 Виробництво сої в Україні у 2020 – 2024 рр.

В Україні найвищою урожайність сої визначена у 2021 р. – 2,64 т/га та у 2023 р. – 2,59 т/га, а найменшою у 2020 р. та 2024 р. – відповідно 2,05 та 2,3 т/га, що обумовлено несприятливими погодно-кліматичними умовами зазначених років [35].

1.2 Сорт як головний елемент технології вирощування сої

Сорт, на сьогодні, – найдоступніший і найдешевший спосіб підвищення урожайності сільськогосподарських культур, не є виключенням і соя [67, 131, 132]. Урожайність сої в значній мірі залежить від показників генетичного потенціалу сорту: кількості продуктивних вузлів, бобів у вузлі, кількості насінин у бобі, крупності насіння, висоти закладання нижнього бобу тощо. У найбільш продуктивних форм сої поєднуються середнє статистичні значення основних елементів сортової продуктивності [30, 130].

Враховуючи зростання посівних площ сої в Україні останніми роками виникає необхідність у пошуку перспективних сортів з високою продуктивністю, стійкістю до несприятливих факторів середовища та шкідливих організмів. Саме правильно підібраний сорт сої може забезпечити гарні врожаї та прибуток [82, 128].

Сучасні інтенсивні сорти сої за розробки та удосконалення технологій її вирощування здатні формувати високі врожаї якісного насіння. Сучасний сортовий склад сої володіє високим генетичним потенціалом щодо формування якісних показників насіння з вмістом протеїну 37 – 44% та жиру 20 – 26% [97]. Добір сортів цієї культури до ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування має суттєве значення, адже навіть однакові сорти по-різному реагують на умови вирощування. Саме тому для одержання високих урожаїв важливо правильно підібрати сорти, пластичність яких в найбільшій мірі відповідає конкретним умовам вирощування [30].

Сорти інтенсивного типу вимогливіші до умов живлення і лише за оптимального збалансованого забезпечення поживними речовинами здатні утворювати високу зернову продуктивність [4, 26].

Урожайність рослин формується в результат реалізації їх генетичного потенціалу за конкретних природно-кліматичних умов [60, 122, 123, 126]. Дослідженнями Грабовського М. та ін. [127] встановлено, що продуктивність сої залежала від гідротермічних умов року. Так, у кращому по вологозабезпеченню 2021 р. урожайність сортів Амадея і Аурелія, залежно від фунгіцидного захисту, становила відповідно 2,98-4,00 та 3,03-3,67 т/га. А у несприятливому 2022 р. урожайність становила 2,03-2,74 та 1,84-2,60 т/га відповідно. Зниження урожайності у 2022 р. становило 28,2-33,4% порівняно з попереднім роком. За твердженням вчених-селекціонерів більшість сучасних сортів характеризуються вузькою екологічною пристосованістю і придатні для вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах певної географічної широти [94]. Параметри елементів продуктивності сої

знаходяться під впливом всього комплексу умов розвитку та росту культури, а рівень її врожайності знаходиться під впливом основних груп факторів [1].

Виникає багато запитань щодо реалізації генетичного потенціалу існуючих сортів в умовах змін клімату. Існує цілий ряд об'єктивних обставин, що не дають змоги отримати високий рівень урожайності насіння зернобобових культур: непрофесійні підходи щодо підбору сортів за групами стиглості; низький рівень ресурсного забезпечення у технологіях їх вирощування; недостатня наукоємність технологічних процесів, що не забезпечує задоволення біологічних потреб існуючих сортів у факторах розвитку тощо [93, 120].

Значне потепління клімату, ще більш загострює значення адаптивності сорту для отримання економічно обґрунтованого урожаю і ставить на перше місце рівень його адаптивного потенціалу, в тому числі і до посухи [5].

Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні, дає потенційному споживачеві можливість вибору сортів сої для різних ґрунтово-кліматичних зон вирощування. Вдало підібраний сорт значно компенсує негативний вплив на очікуваний урожай [6]. Дослідженнями Ткачук О. П. та ін. [106, 116] встановлено, що із п'яти груп сортів сої за скоростиглістю, які придатні для вирощування в Україні – ультра скоростиглих, ранньостиглих, середньо ранньостиглих, середньостиглих та середньо пізньостиглих, саме група середньо ранньостиглих сортів з тривалістю вегетаційного періоду 106-125 діб, є найбільш чисельною за даними Державного реєстру сортів рослин України, придатних до вирощування, станом на 2021 рік. Сортів цієї групи стиглості – 160.

Серед сортів сої культурної внесених до Реєстру сортів за групами стиглості, найбільша частка припадає на ранньостиглі – 32%, середньостиглі – 32%, скоростиглі – 20%, середньоранні – 15% та інші – 1%. Наразі, зростає роль ранньостиглих сортів сої культурної, оскільки вони є найкращим попередником для озимих культур. Сорти сої в Реєстрі сортів у 2022 р. представлені селекцією більше, ніж 10 країн світу. Найбільшу частку

становлять сорти вітчизняної селекції – 42,3% до загальної кількості сортів сої, Канади – 24,7%, Франції – 16,5%, Австрії – 5,1%, Сербії – 2,5%, Польщі – 1,8%. Частка сортів іноземної селекції таких країн Німеччина, США, Румунія, Хорватія загалом становить 7,1%. Станом на жовтень 2023 року в Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні внесено 300 сортів сої культурної. У поточному році (станом на 23.10.2023) до Реєстру занесено 13, тоді як в 2022 році – 27 нових сортів сої [34, 65, 82]. Частка сортів іноземної селекції в останні роки зростає [66].

Станом на 31 січня 2025 рік у Державному реєстрі сортів рослин України [34] нараховується 352 сорти сої, а виключено з Реєстру 196 сортів цієї культури, при цьому для зони Степу рекомендовано 224 сорти (рис. 1.3).

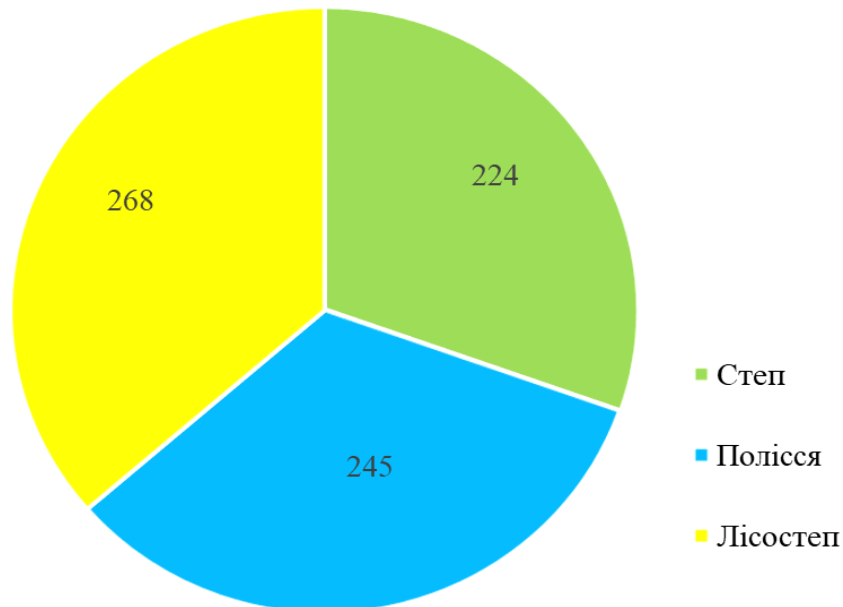


Рис. 1.3 Кількість сортів сої, рекомендованих для вирощування у різних природно-кліматичних зонах України (станом на 31.01.2025 р.)

Серед сортів сої, занесених до Державного реєстру сортів, найбільшу частку займають ранньостиглі і середньостиглі – відповідно 117 та 111 сортів (рис. 1.4).

Однією з провідних наукових установ півдня України, яка працює над створенням нових сортів сої є Селекційно-генетичний інститут Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН.

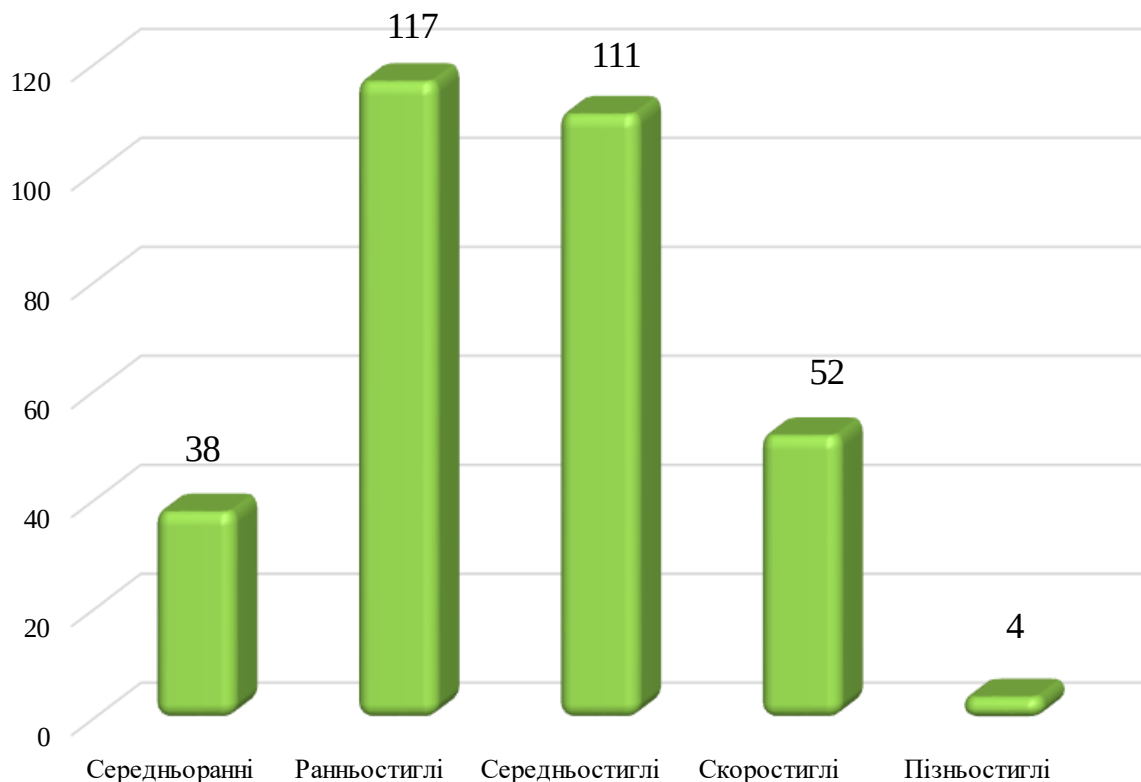


Рис. 1.4 Розподіл сортів сої, занесених до Державного реєстру сортів рослин України, по групах стиглості (станом на 31.01.2025 р.)

У результаті 40-річної роботи з соєю в у станів було створено і зареєстровано більше 30 сортів цієї культури. До Державного реєстру занесено 12 сортів сої, які відзначаються підвищеною продуктивністю, білковістю насіння на рівні 39 – 42%, стійкістю до основних хвороб. Важливо зауважити, що і за оптимальних умов вирощування вони виділяються високим рівнем урожайності, яка сягає 3,4 – 3,8 т/га [52, 69].

За результатами досліджень Михайлика С. М. та ін. [65] встановлено, що сорти сої культурної Перепілочка, Рината, Ері, Калгарі, КАРЛОТТА, Нунавік, Сассекс рекомендовані для вирощування у Степовій, Лісостеповій зонах та Поліссі. Сорти Гуцулка та Ньюпорт рекомендовані для вирощування у Степовій і Лісостеповій зонах, а сорт Уруз – у Степовій. Найвищої врожайності можна досягти за вирощування сої у Лісостепу. Найкращі

показники якості насіння за вмістом білку має насіння сої, отримане в зоні Лісостепу від 39,3 до 44,1%, а за вмістом олії – у зоні Степу від 21,2% до 25,0%.

Дослідженнями Каленської С. М. та ін. [44] встановлено, в середньому за роки досліджень найбільшу площу листя визначено 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.

У дослідженнях, проведених упродовж 2021 – 2023 рр., Лі Жуйцзе та Дудкою А. А. [54] встановлено, що серед досліджуваних сортів найвище значення кількості насіння з рослини мав сорт Навігатор (32,0 шт.). Найбільші показники маси насіння з однієї рослини (5,63 г) та урожайності (2,91 т/га) формував сорт Ауреліна.

Упродовж 2021 – 2023 рр. колективом науковців Полтавського державного аграрного університету [78, 79, 81] проведено дослідження щодо визначення найбільш продуктивних сортів сої. Встановлено, що в середньому за роки досліджень, найвищими (86,4 см) були рослини сорту сої Фенікс, кращі показники у висоті кріплення нижнього бобу (14,7 см) забезпечувало вирощування сорту ЕС Ментор. Найвищий показник кількості бобів на рослині було сформовано сортом Писанка – 65,4 шт., маси 1000 насінин сорт КиВін – 183,5 г та Писанка – 172,4 г. Дослідження зернової продуктивності ранньостиглих сортів сої показало, що найкращу врожайність зерна (2,51 т/га) забезпечив сорт КиВін.

Дослідженнями Геня С. П. встановлено, що у середньому за 2019–2020 рр. найвищу врожайність насіння одержано в сорту Сігалія, яка залежно від елементів технології, коливалася в межах 3,19 - 3,67 т/га. Для сорту Кордоба показник урожайності був нижчим і змінювався в межах від 3,13 до 3,68 т/га [18].

Важливе значення у підвищенні продуктивності сої, особливо в посушливих умовах вирощування, має селекційна робота. Сорт є однією із чи

не найбільшим компонентом реалізації генетичного потенціалу сої [6]. Вожеговою Р. А. та ін. [62] визначено, що для створення нових високоврожайних сортів сої з урожайністю 3,5 – 5,5 т/га перспективно використовувати у схрещуваннях сортозразки, контрастні за групами стиглості та генетичним родоводом: Діона/Фаетон, Юг 30/3147(3)91, Юг 30/Фаетон), Юг 30/Витязь 50, Київська 91/Аполлон, Юг 40/Аполлон, УСХІ-6/Витязь 50, УСХІ-6/ Фаетон, Evans/Аполлон, (Evans x Traff)/Hodgson.

Дослідженнями Лемешик А. В. та Новицької Н. В. встановлено, що найвищою урожайність, в середньому за роки досліджень і по факторам досліду, була сформована у сортів Сірелія та Сайдіна - 2,63 т/га, дещо нижчою вона була у сорту Вишиванка – 2,46, та сорту Жаклін – 2,53 т/га [56].

Порівняльний аналіз сортів сої у дослідженнях Лі Жуйцзе та ін. [54], проведених упродовж 2021 – 2023 рр. в умовах навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, виявив, що сорт Беттіна мав істотно вищі показники за висотою рослин (71,4 см), а сорт Ауреліна – за вмістом хлорофілів а+b (2,46 мг/г сирої маси) та площею листової поверхні (36,3 тис. м²/га).

Отже, добір сорту, найбільш придатного для агрокліматичних умов зони вирощування, є важливою умовою для отримання максимального врожаю сої.

1.3 Вплив норм висіву на продуктивність сої

Соя є провідною зернобобовою культурою універсального призначення, тому заходи, спрямовані на підвищення її продуктивності, зокрема обґрунтований добір сортових ресурсів та оптимізація щільності посівів, дозволять зробити значний внесок у створення стійких систем виробництва продуктів харчування [118, 119, 125].

У зв'язку з надходженням нових сортів сої постає питання з'ясування елементів технології вирощування, що забезпечать високу урожайність.

Важливе значення мають норми висіву насіння сої. Культура формує високий урожай лише за оптимальних для конкретного сорту площі живлення й густоти рослин, забезпечення поживними речовинами та вологою, за відповідної структури посіву [2, 92, 94, 112, 113].

Сьогодні серед науковців немає єдиної думки щодо густоти посіву та розміщення рослин на одиниці площі. Це пов'язано з різною реакцією сортів на просторове розміщення однієї рослини та на площу живлення. Тому необхідні подальші дослідження для оптимізації норми висіву у сортів сої. Формування високої продуктивності сої можливе лише в посівах з оптимальною щільністю стеблостою і добре розвиненими та рівномірно розподіленими на площі живлення рослинами [9, 95, 96]. Як правило, у зріджених посівах у нижньому ярусі рослин формується значна маса врожаю насіння; під їх вагою гілки схиляються до землі, спричиняючи втрати при збиранні врожаю. У загущених посівах менша кількість бокових пагонів, але стебло дуже тонке, що сприяє значному поляганню рослин [102, 114].

Дослідженнями Сенік І. І. [88] встановлено, що найвища урожайність зерна відмічена за сівби 700 тис/га схожих насінин - 2,08-2,25 т/га зерна. Підвищення норми висіву насіння (800 тис/га схожих насінин) зумовило зменшення урожайності сої до 1,91- 2,10 т/га. Зміна норми висіву насіння в сторону збільшення або зменшення негативно позначається на урожайності зерна сої, зумовлюючи її зниження порівняно з варіантом, на якому висівається 700 тис/га схожих насінин.

Іванівим М. та Сидякіною О. [125] встановлено, що максимальні значення урожайності сої формувалися при вирощуванні ранньостиглих сортів з густотою стояння рослин 700 тис./га, середньоранні сорти – 500 тис./га (Софія) і 700 тис./га (Аратта), середньостиглі – 500 тис./га.

Шевніков М. Я. та Логвиненко О. М. [101] встановили, що норма висіву більше, ніж спосіб сівби, впливала на величину врожайності сої. Найкращі умови склалися за висіву 700 тис./га схожих насінин. Підвищення норми висіву до 800 тис./га схожих насінин, особливо за сівби в пізні строки,

не сприяло суттєвому підвищенню врожаю. Тому найбільш доцільно сою сіяти звичайним рядковим (15 см) або широкорядним (45 см) способами з нормою висіву 700 тис./га схожих насінин.

Результатами досліджень Глупак З. І. [20] визначено, що найвищу урожайність насіння сої за роки досліджень отримано у сорту Сігалія за густоти 800 тис. шт/га - 2,50 т/га, у сорту Медісон за густоти 700 тис. шт/га - 2,41 т/га, а у сорту Сіверка за густоти 600 тис. шт/га - 2,26 т/га. Погодно-кліматичні умови у роки проведення досліджень теж мали вплив на формування продуктивності сої. Так, найбільшу врожайність усіх досліджуваних сортів отримано за сприятливих умов 2019 р. – 2,27 – 2,56 т/га. За посушливиших та прохолодніших умов 2017 р. урожайність була нижчою.

Вивчення норм висіву насіння у дослідженням Зайця С. О. і Нетіса В. І. показало, що сорт Аратта на неодобреному фоні, а також при інокуляції вищу врожайність формувал за норми висіву 600 тис./га, а на всіх удобрених фонах – за норми висіву 400 тис./га. Це пояснюється тим, що цей сорт на удобрених фонах формувал велику надземну масу та за норм висіву 600 000 і 800 000 на 1 га у 2016 р. вилягав і знижував урожай, тому кращі результати він забезпечував за меншої норми висіву, де вилягання не було [39].

Оптимальні норми висіву насіння для сортів сої нового покоління, на різних фонах живлення, застосування інокулянтів, мінеральних, мікродобрив і бактеріальних добрив для цих сортів суттєво впливають на врожайність насіння підвищують його якість та зменшують технологічні витрати на 10-12% порівняно з базовою технологією [22, 30, 107, 108].

Дослідженнями Вожегової Р. А. та ін. [10] встановлено, що густина стояння рослин по-різному впливала на формування врожаю насіння сої. Оптимальною для середньостиглого сорту сої Святогор була норма висіву насіння 600 тис.шт./га. Як зменшення цього показника до 300, так і збільшення до 900 тис. шт./га призводило до зниження врожайності насіння сої.

Дослідження, проведені Іванівим М. О. та Возняк В. В., показали, що максимальна врожайність зерна сої за сівби 15 квітня спостерігалась у сортів всіх груп стиглості за густоти 900 тис. рослин/га – 2,59–3,78 т/га. За сівби 1 травня максимальну врожайність сортів скоростиглої групи показали за густоти 700 тис. рослин/га – 2,81– 3,39 т/га, сорти ранньостиглої та середньоранньої груп стиглості максимальну врожайність показали за густоти 500 тис. рослин/га – 3,18–4,28 т/га. Максимальну урожайність в досліді показав середньоранній сорт Святогор за сівби 1 травня і густоти 500 тис. рослин/га – 4,28 т/га [28].

Не менш важливе значення у формуванні рослинами продуктивності та фотосинтетичного апарату відіграє світловий режим у посівах сої, який найбільше залежить від норм висіву насіння, потім від живлення та сорту [63, 64, 68, 70, 71, 121].

Дослідженнями Лотиш І. І. встановлено, що найбільший показник фотосинтетичного потенціалу посівів сої був на ділянках з нормою висіву 800 тис./га: за рядкової сівби – 2,19– 2,34 млн м² дн/га, за широкорядної сівби – 2,16– 2,27 млн м² дн/га. Залежно від норми висіву та способу сівби листовий індекс становив для сортів відповідно: Романтика – від 3,89 до 4,13 м² листка/м², Устя – від 3,88 до 3,99, Ворскла – від 3,80 до 3,92 м² листка/м² [59].

Дослідженнями Лемешик А. В. та Новицької Н. В. [56, 57] визначено, що загострення конкуренції рослин сої за фактори живлення та доступність сонячної енергії сприяло збільшення кількості листків на одній рослині внаслідок загушення посівів. Авторами встановлено, що кількість листків на одній рослині сорту Сірелія за норми висіву насіння 450 тис. шт./га становила 50,8 шт., сорту Сайдіна – 52,4, сорту Вишиванка – 51,7, сорту Жаклін – 54,6 шт. За збільшення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га досліджуваний показник збільшився на 1,1 – 2,9 шт./рослину. Така ж тенденція спостерігалася і за підвищення норми висіву насіння до 750 тис. шт./га – 1,9 - 4,1 шт. листків на рослину залежно від досліджуваного сорту.

Дослідженнями Вожегової Р. А. та ін. [10], визначено що максимальні показники площі листкової поверхні у фазі наливу насіння становили 52,42 тис. м²/га за густоти рослин 600 тис. шт./га, рівень унесення азотного добрива передбачає дозу N₃₀. Кращі показники фотосинтетичного потенціалу за весь період вегетації — 3,45 – 3,19 млн м² днів/га сформувалися на ділянках, де густота рослин становила 600 тис. шт./га на фоні N₃₀ і N₆₀, відповідно. При цьому, урожайність культури залежала від густоти стояння рослин та дози азотного добрива і коливалася в межах 4,32 – 4,47 т/га.

Загущення посівів зі збільшенням норми висіву насіння від 450 до 750 тис. шт./га сприяло істотному зростанню висоти рослин сої у дослідженнях Лемешик А. В. та Новицької Н. В. Так, за зменшення густоти посіву за норми висіву 450 тис. шт./га призвело до зниження висоти рослин на 4,1 см, або 5,2 %. Під час наливу насіння абсолютно суха маса рослин у разі збільшення норми висіву насіння від 450 до 750 тис. шт./га зменшувалась за міжрядь 19 см на 8,9 г, 38 см – на 7,3 г. Найбільшою маса рослин була за ширини міжрядь 38 см і норми висіву 450 тис. шт./га. Таким чином, з наведених даних можна зробити висновок, що висота рослин сої зростала зі збільшенням норми висіву насіння, а маса рослин, навпаки, зменшувалася [56].

Шевніковою М. Я. та Логвиненко О. М. [101] встановлено, що більше на величину врожайності сої впливала норма висіву насіння ніж спосіб сівби. Підвищення норми висіву до 800 тис./га схожих насінин не сприяло суттєвому підвищенню врожаю. Найбільш доцільно сою сіяти звичайним рядковим (15 см) або широкорядним (45 см) способами з нормою висіву 700 тис./га схожих насінин.

1.4 Ґрунтозахисні та ресурсозберігаючі технології вирощування сої

Збереження земельних ресурсів в умовах їхньої активної експлуатації та масового прояву земельно – деградаційних процесів, що порушують

цілісність ґрунтового покриву нині залишається надзвичайно актуальним питанням, що потребує розв'язання [23].

Україна є однією з провідних аграрних країн на рівні сільськогосподарської сировини та готової продукції, не може залишатися осторонь прогресивних ґрунтозахисних, еколого безпечних та ефективних напрямів у розвитку землеробства. Це обумовлює необхідність вивчення переваг і недоліків наявних способів обробітку ґрунту з урахуванням сучасних тенденцій щодо збільшення прибутковості діяльності та зменшення екологічного навантаження на довкілля [24].

Для розвитку ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. сої, в Україні необхідно створити певні передумови, а саме: економічні, соціальні та культурні, а також досить високий рівень науково-технічної бази та теоретичних знань, що своєю чергою є надважливою складовою частиною в цьому процесі [23].

Одне з основних завдань рослинництва полягає в управлінні адаптаційними властивостями рослин до прогресуючої зміни клімату, таких як екстремальні температури, дефіцит води, солоність, лужність та забруднення довкілля токсичними металами, не загрожуючи існуючим чутливим екосистемам [45]. Сьогодні майже вся територія України – це зона ризикованого землеробства і найгострішою проблемою, яка постає перед сільськогосподарськими виробниками, є нестача вологи і нерівномірний її розподіл упродовж року. Крім того, суттєво змінився діапазон температур у літній і в зимовий періоди. Температура взимку перестала бути регуляторним чинником у розвитку хвороб: ґрунт фактично не промерзає і патогени можуть зберігатися в ньому в усіх фазах свого розвитку. Температури $+1...2\text{ }^{\circ}\text{C}$ достатньо для розвитку багатьох патогенів [40, 41, 42, 100]. Одним із заходів боротьби зі збудниками хвороб в такому випадку може бути правильно підібраний обробіток ґрунту.

Класична технологія вирощування сої передбачає використання різних методів захисту культури від шкочинних організмів, в тому числі й

застосування пестицидів. Застосування хімічного захисту від збудників хвороб не завжди дає можливість досягти бажаного результату. Постійне зростання обсягів застосування пестицидів призводить до забруднення довкілля, появи стійких штамів і популяцій патогенів, частота виникнення яких випереджає створення хімічних препаратів, негативно впливає на симбіоз між азотфіксуючими бактеріями і бобовими рослинами [16, 43].

В Україні основним способом обробітку ґрунту в більшості районів, в яких вирощують сою, є оранка [85]. Упродовж останніх років велика кількість сільськогосподарських виробників на чорноземах звичайних застосовує мінімізований і нульовий обробітку ґрунту. В умовах зони Степу України за комплексного вивчення впливу глибини основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив і сортів сої визначено, що вплив глибини обробітку є найбільшим, друге місце посідає вплив сорту, а третє – добрива [11].

Дослідженнями Shokati та ін. [140] встановлено вплив традиційного обробітку ґрунту та *No-till* на показники родючості ґрунту з точки зору стійкості сільського господарства. Загальновідомо, що тривале застосування оранки сприяє зменшенню вмісту органічних речовин у ґрунті, порушенню кругообігу елементів живлення, знижує родючість ґрунту і погіршує його якісні показники. При цьому, використання лише хімічних добрив для підтримки високої врожайності не є успішним через підвищення кислотності ґрунту, вимивання поживних речовин і погіршення стану фізичної й органічної речовини ґрунту. Дослідженнями BlancoCanqui та ін. [129] визначено, що більш високі рівні органічного вуглецю у ґрунті, мікробної біомаси вуглецю та азоту, потенційної мінералізації азоту, загального азоту та фосфору, що гідролізується, були безпосередньо пов'язані з поверхневим накопиченням рослинних решток. Використання технології *No-till* збільшує органічну речовину ґрунту та покращує показники його родючості, а також має велике значення у збільшенні кількості та забезпеченні елементами

живлення сільськогосподарських культур за рахунок мінералізації та іммобілізації поживних речовин мікробіотою ґрунту.

Технологія вирощування має певний вплив на розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур, який залежить не лише від ефективної взаємодії генотипів рослини-господаря та бульбочкових бактерій в певних умовах вирощування [74]. Від активної діяльності симбіотичного апарату залежить врожайність культури, родючість та азотний баланс ґрунту, а також продуктивність наступних культур у сівозміні [61].

Ефективне використання діяльності бульбочкових бактерій, які фіксують азот повітря, дає змогу підвищити родючість ґрунту. Важливу роль виконують також мікоризоутворюючі гриби, які перетворюють недоступні для рослин сполуки фосфору в засвоювану форму. В кінцевому підсумку це дає можливість зекономити значну кількість мінеральних азотних і фосфорних добрив і одержувати стабільні врожаї [74, 90].

Результати сучасних досліджень проведених вітчизняними та іноземними дослідниками свідчать про те, що ризосферні мікроорганізми є посередниками у забезпеченні культур поживними речовинами. Варто відмітити, що вони беруть участь у біосферних процесах, до яких відносяться азотфіксація, фосфатмобілізація, антагонізм фітофільних організмів до фітопатогенів, синтез біологічно активних речовин тощо [14, 86, 134].

Рослини сої потребують не тільки забезпечення основними макроелементами – азотом, фосфором, калієм, а й низки мікроелементів, адже при внесенні мінеральних добрив компенсується тільки винос макроелементів, а вміст мікроелементів не відновлюється, саме цей чинник і виступає за законом землеробства обмежуючим фактором росту, який впливає на рівень урожайності [47, 53].

Накопичення азоту – одна із головних властивостей вирощування сої. Рослини засвоюють його із повітря та збагачують ґрунт у тому вигляді, в якому наступна культура його засвоюватиме, що робить їх найкращими попередниками. Культура здатна фіксувати до 100 – 150 кг атмосферного

азоту, а це рівноцінно внесенню 15 – 20 тон органічних добрив. При цьому, соя використовує в процесі вегетації до 90 кг азоту, решта дістається наступним за нею культурам сівозміни [8, 83, 84]. Оскільки бобові та їх рештки є основою для корисної мікрофлори та збагачення ґрунту органічними речовинами, то і звичайно, вони сприяють відновленню його властивостей. Також наповнюють ґрунт корисними складниками: калієм, кальцієм, фосфором та зменшують ризики інфекційних захворювань бобів і наступних культур [15].

Дослідженнями встановлено, що рослини сої з активною азотфіксацією, якій сприяє правильно підібраний обробіток ґрунту, менше уражують збудники хвороб, зокрема корневих гнилей, фузаріозного й вертицильозного в'янення й ін. [75, 76, 89].

Збільшення глобальних проблем з продовольством, дестабілізація природних та кліматичних умов із поширенням посухи, необхідність відновлення родючості ґрунтів, особливо в післявоєнний період потребує використання технологій захисту ґрунтів під час вирощування сільськогосподарських культур. Найвідоміші ґрунтозахисні технології (*mini-till*, *No-till* й органічна система землеробства) вже довели свою ефективність в Україні та продемонстрували свою ефективність з точки зору економіки, навколишнього середовища та споживання енергії. Їх впровадження забезпечує родючість ґрунту (а за деяких систем і відновлення) допомагає зменшити ерозію ґрунту або усунути її наслідки, забезпечуючи довгострокову продуктивність [27, 33].

При цьому слід враховувати позитивні та негативні аспекти зазначених систем землеробства. Варто звернути увагу на те, що тривалість періоду входу у нульовий обробіток сягає 10-ти років. У перші 5 років відбувається відновлення ґрунтових агрегатів, знижується вміст органічної речовини, рослинні рештки накопичуються повільно. У наступні 5 років застосування нульового обробітку підвищується щільність верхнього шару ґрунту, починається активне накопичення решток та органічної речовини [7].

Дослідженнями Расевич В. В. та Тетерещенко Н. М. встановлено, що за традиційного обробітку (семирічної оранки на глибину 20-22 см) й системи *No-till* по-різному змінювалися показники родючості ґрунту. На фоні оранки склалися сприятливіші умови фізичного стану чорнозему опідзоленого з оптимальними значеннями щільності ґрунту 0,97-1,14 г/см³, загальної шпаруватості – 56,46 – 62,94%, шпаруватості аерації – 34,14 – 47,86%. За прямої сівби під впливом пожнивних решток попередника, упродовж вегетаційного періоду сої, накопичувалася більша кількість продуктивної вологи (в середньому на 2-8 мм, або 3,8-13,3%) відносно оранки та спостерігалось зниження температурного стану ґрунту (в середньому за світловий день показник в 0-10 см шарі ґрунту був нижчим на 1,7°C). Результати запровадження системи *No-till* у перші роки досліджень засвідчили істотну перевагу оранки з урожайністю 2,22 – 3,10 т/га і поверхневого обробітку – 2,16 – 3,04 т/га незалежно від фону живлення [77].

Дослідженнями Петриченка В. Ф. та ін. [25] встановлено, застосування *No-till* технології механічного обробітку ґрунту під сою сприяло зменшенню її урожайності зерна у середньому за 5 років на 11,3 та 11,9 %. Ці дані погоджуються з результатами досліджень багатьох вчених, які відмічають, що застосування *No-till* обробітку ґрунту дещо зменшують урожайність досліджуваних культур в перші 4 – 5 років, а в подальші роки рівень урожайності наближається (внаслідок покращення щільності та водного режиму) до урожайності, одержаної на ділянках із застосуванням традиційної технології вирощування польових культур [25].

Сучасні системи обробітку ґрунту повинні забезпечувати як врожайність культур, так економічну ефективність і екологічні наслідки для навколишнього середовища. Дослідження продемонстровано, що найбільший вплив на врожайність і масу 1000 насінин мають сортові особливості культури, погодно-кліматичні умови та системи обробітку ґрунту. Так, у 2021 році середня маса 1000 насінин сорту Аполло була найменшою, а у 2022 році – найбільшою, та коливалась від 136,7 до 154,0 г. За різних систем

обробітку ґрунту цей показник дорівнював: 145 г – за традиційної оранки та *No-till*, 146 г – за глибокого рихлення. Найбільш ефективною виявилась традиційна оранка для сортів Венус і Канзас, тоді як для сорту Аполло особливої різниці між обробітком ґрунту не було. Встановлено, що середня врожайність сої коливалась за роки досліджень із найбільшим рівнем у 2023 році, а найменшим – у 2021 році, та становила за сортами: Аполло – 1,92 – 2,60 т/га, Венус – 2,12 – 2,83 т/га, Канзас – 2,03 – 2,95 т/га. Визначено найпродуктивніші системи обробітку ґрунту за середньорічною врожайністю сої протягом трьохрічних досліджень: Венус – глибоке рихлення (2,53 т/га); Канзас – традиційна оранка та глибоке рихлення (2,53–2,57 т/га); Аполло – майже на одному рівні (2,24 – 2,30 т/га) [98].

При застосуванні технології *No-till* вирішальний вплив на врожайність польових культур мають найкращі агрофізичні властивості ґрунту в орному шарі. Так, технологія *No-till* здатна забезпечити стабільний приріст урожаю на рівні 0,31 – 0,52 т/га або 6,5–38,2%. Тривале використання технології *No-till* сприяє збереженню ґрунту, демонструючи екологічні переваги цієї технології [33, 152].

Дослідженнями Дерези В. В. встановлено, що тривале застосування технології *No-till* сприяє зменшенню щільності ґрунту в орному та коренезаселеному (0–60 см) шарах. За рахунок зменшення проходів сільськогосподарської техніки полем структурні агрегати зросли до 52,6%, що на 12,7% більше, ніж під час оранки [33].

Дослідженнями Вожегової Р. А. та ін. [12] встановлено, що застосування мілкового дискового обробітку призводить до підвищення забур'яненості посівів на 50% за кількістю та на 19,8% за вегетативною масою порівняно з контролем, а застосування нульового обробітку формує максимальну забур'яненість у досліді – 14 шт/м² при 83,2 г/м² вегетативної маси, що більше від контролю в 2 рази за кількістю та на 85,3% за вегетативною масою. Автори зазначають, що за систем диференційованого, різноглибинного безполицевого та мілкового одноглибинного обробітку

формується продуктивність сої на одному рівні, а використання нульового обробітку зменшує врожайність на 0,75 т/га або на 20,1% [12].

У дослідженнях Войтовик М. В. та ін. [13] заміна полицевого нульовим та мінімальним обробітками призводила до зростання опору ґрунту. Твердість в шарі ґрунту 0-30 см після дискового обробітку була вищою від оранки на 5,5 кг/см², після *No-till* технології – на 8,2 кг/см². Урожайність сої за дискування ґрунту знизилась на 5,4 % порівняного з оранкою. За *No-till* технології і оранки урожайність зерна сої одержана на одному рівні, що становить відповідно 2,19 і 2,2 т/га [13].

Отже, різні результати досліджень науковців щодо впливу технології *No-till* на показники родючості ґрунту та формування продуктивності сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, визначають актуальність наших досліджень.

Висновки до розділу 1:

1. Соя – одна з найцінніших високобілкових та олійних культур світового землеробства. Посівні площі та валові збори культури в Україні та світі щороку зростають. При цьому, визначальним фактором у формуванні урожайності рослин, в першу чергу, є погодно-кліматичні умови року. В Україні урожайність сої є невисокою і коливається по роках в межах 2,05 – 2,64 т/га.

2. Станом на 31 січня 2025 рік у Державному реєстрі сортів рослин України нараховується 352 сорти сої, а виключено з Реєстру 196 сортів цієї культури, при цьому для зони Степу рекомендовано 224 сорти. У сучасних сортів сої відмічено високий потенціал продуктивності – 3,0 – 5,0 т/га, але їх можливості використовуються на половину.

3. Аналіз результатів досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців показує, що для повної реалізації генетичного потенціалу сучасні сорти сої потребують різних агротехнічних заходів – норм висіву та технології вирощування.

4. У науковій літературі накопичено значний експериментальний матеріал з агротехніки вирощування сої, але особливості вирощування сої сортів Бетгіна та Фортеця, які набувають поширення у виробництві, а саме, реакція їх на норми висіву та технологію вирощування вивчені недостатньо.

5. Дослідження зазначених питань сприятиме оптимізації технології вирощування сої в умовах Північного Степу України і має важливе наукове і практичне значення, особливо в умовах змін клімату і за післявоєнного відновлення України.

Список використаних джерел до розділу 1:

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2020. 276 с.

2. Андрусик П. Р., Цюк О. А. Водоспоживання сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134, Ч. 1. С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.1>

3. Андрусик П. Р., Цюк О. А. Польова схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду сої залежно від агротехнологічних заходів вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 1/107. DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.013](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.013)

4. Базиленко Є. О., Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О. Прояв і мінливість ознаки «кількість бобів на продуктивних вузлах рослини» у гібридів та сортів сої різних груп стиглості. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. С. 128–133. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.19>

5. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В. Селекція на адаптивність сучасних сортів сої до посухи. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування* : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., присвяч. 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (м. Полтава, 30 вересня 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 165-167.

6. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>
7. Бикін А. В., Козачок О. Л. Вплив удобрення на врожай та якість сої за прямої сівби (без обробітку ґрунту). *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2016. Вип. 1(73). С. 123-129.
8. Бичкова Ю. В., Марченко Т. Ю., Боровик В. О. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матер. IV міжнар. наук.-практич. конф. (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква : БНАУ, 2023. С. 169-172.
9. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від елементів технології вирощування. *Інновації в освіті, науці та виробництві* : матеріали IV міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. (м. Київ, 24-25 листопада 2020 р.). Київ, 2020. С. 55–57.
10. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і урожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 20, Вип. 4. С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004>.
11. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Котельников Д. І., Грибинюк К. С. Врожайність сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах зрошення. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 10-15. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.2>
12. Вожегова Р. А., Малярчук А. С., Котельников Д. І., Резніченко Н. Д. Вплив основного обробітку ґрунту та сидерації на урожайність сої в сівоzmіні на зрошенні півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 66-73.
13. Войтовик М. В., Панченко О. Б., Примаk І. Д., Цюк О. А. Порівняльна оцінка агрофізичних властивостей за різних технологій

- обробітку ґрунту в сівозміні. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 6/106. DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi6\(106\).2023.004](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi6(106).2023.004)
14. Волкогон В. В. Біологічні аспекти родючості ґрунту. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2011. № 1. С. 29–36.
15. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої / Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф. та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75(2). С. 138–146. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)
16. Вплив передпосівної обробки на посівні якості та фітосанітарний стан насіння нуту / Г. Д. Поспелова та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 127–134. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15>
17. Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 85–90.
18. Генъ С. П. Врожайність і структура врожаю сої залежно від елементів технології вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71 (2). С. 100-111.
19. Глупак З. І., Білошапка Є. В. Вплив регуляторів росту та інокуляції на урожайність сої в умовах Північно-Східної частини Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 139, Ч. 1. С. 56-61.
20. Глупак З. І. Оптимізація густоти стояння рослин сої залежно від групи стиглості сорту для умов північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 23-25. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-23-25.
21. Голунова Л. А. Регуляція продукційного процесу Glycine max L. за дії ретардантів. *Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання* : зб. наук. пр. звітної наук. конф. викладачів за 2016–2017 н. р. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 332–347.

22. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення соєю з ґрунту й добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2020. № 89. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-07>.

23. Екологізація землеробства як перший крок до органічного виробництва рослинницької продукції / В. М. Писаренко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 109–117. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.12>

24. Екологізація систем обробітку ґрунту задля відновлення та підвищення родючості ґрунтів / Т. О. Чайка, І. О. Яснолоб, О. О. Горб та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. № 3. С. 92–102. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.12>

25. Ефективність системи землеробства *No-till* у Правобережному Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, С. І. Колісник, С. Я. Кобак та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2016. № 82. С. 179–184.

26. Євтушок І. М. Екологічні основи і проблеми сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Вісник Житомирського агротехнічного коледжу*. 2020. Вип. 2. С. 17.

27. Єгоров Б. В., Кордзая Н. Р. Стан харчування населення – показник продовольчої безпеки країни. *Мережевий бізнес: становлення, проблеми, інновації* : матеріали Х міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., (м. Полтава, 27–28 квітня 2020 року). Полтава : ПУЕТ, 2020. С. 293.

28. Іванів М. О., Возняк В. В. Біометричні показники та урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 68-76.

29. Іванів М. О., Возняк В. В. Кореляція урожайності зерна з біометричними показниками у сортів сої за різних технологічних прийомів в умовах зрошення. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матер. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква : БНАУ, 2023. С. 129-131.

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

31. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 21(1). С. 23-28. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)

32. Дідур І. М., Циганський В. І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 30. С. 44-56.

33. Дереза В. В. Вплив ґрунтозахисних технологій на родючість ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 63-70.

34. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні / Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.

35. Держстат України. Валовий збір основних культур у 2020-2024 роках. Київ : Державна служба статистики України, 2025. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2024>

36. Димов О. М., Голобородько С. П., Нестерчук В. В. Вплив регіональної зміни клімату на структуру та склад агроландшафтів Південного Степу України. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 3. С. 118–129.

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

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

39. Заєць С. О., Нетіс В. І. Споживання води посівами сої в умовах зрошення залежно від сорту і фону живлення. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 51–53.

40. Заєць С. О., Рудік О. Л., Фундират К. С. Ефективність систем захисту сортів сої від хвороб і шкідників в умовах зрошення. *Олійні культури: інновації та перспективи* : зб. тез міжнар. наук. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 14 травня 2020 р.). Запоріжжя, 2020. С. 56–58. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/konferentsii-seminary-dni-polia/297-2020-03-23-07-53-25>.

41. Заєць С. О., Тараненко О. Ю. Ефективність хімічних і біологічних препаратів у системі захисту сої в умовах зрошення. *Український журнал з питань агробізнесу: Пропозиція*. 2016. № 4(249). С. 84–86.

42. Заєць С. О., Юзюк С. М., Фундират К. С. Вирощування сої за систем хімічного та біологічного захисту рослин від хвороб і шкідників на зрошуваних землях півдня України. *Зрошення - вагома складова сталого розвитку аграрного сектора в Україні*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф., присв. пам'яті доктора с.-г. наук, професора, член-кореспондента НААН, заслуженого агронома України, лауреата Державної премії України, видатного вченого у галузі зрошуваного землеробства Собка Олександра Олексійовича (м. Херсон, 25 березня 2021 року). Херсон, 2021. С. 78–83.

43. Заєць С. О., Юзюк С. М., Фундират К. С., Рудік О. Л. Ефективність використання води сортами сої за різних систем захисту рослин. *Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії*. Херсон: ХДАЕУ, 2021. Вип. 3. С. 199.

44. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування площі листкової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 6 – 10.

45. Каленська С. М., Новицька Н. В. Ефективність нанопрепаратів у технології вирощування сої. *Plant and Soil Science*. 2020. Вип. 11(3). С. 7-21. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007>

46. Кипила В. Й., Жеребак П. П. Перспективи використання сої в світі та Україні. *Інновації в освіті, науці та виробництві* : матеріали V міжнар. наук.-практ. онлайн конф., присвячену 100-річчю від дня заснування ВСП

«Мукачівський фаховий коледж НУБІП України» (м. Мукачево, 24-26 листопада). Мукачево, 2021. С. 53–55.

47. Козирєв В. В., Писаренко П. В., Біднина І. О. Енергетична ефективність елементів технології вирощування сої в зрошуваних умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 92. С. 43-48.

48. Коренева система сої за дії *Bradyrhizobium japonicum* / І. І. Гуменюк та ін. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 138–143.

49. Король Л. В., Топчій О. В., Шитікова Ю. В., Костенко А. В. Кластеризація сортів сої культурної [*Glycine Max* (L.) Merrill] за якісними показниками для різних зон вирощування. *100-річчя формування національних сортових рослинних ресурсів України* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 29 вересня 2023 р.) / Мінагрополітики ; Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2023. С. 53-54.

50. Костюкєвич Т. К. Перспективи вирощування сої в Україні за сучасних умов зміни клімату. *Тези доповідей Другого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду* (м. Одеса, 7–9 жовтня 2021). Одеса, 2021. С. 19–20.

51. Коробко А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 125–134. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253098/

52. Лаврова Г. Д., Січкарь В. І., Цапенко В. М. Нові високопродуктивні сорти одеської селекції. *100-річчя формування національних сортових рослинних ресурсів України* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 29 вересня 2023 р.) / Мінагрополітики ; Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2023. С. 63-64.

53. Ласло О. О., Олєпир Р. В., Панченко К. С. Застосування мікробіологічних препаратів та гуматів з метою підвищення адаптивності та стресостійкості рослин сої при вирощуванні. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136, Ч. 1 С. 207-213. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.25>

54. Лі Жуйцзе, Дудка А. А. Сортові особливості формування продуктивності сої за застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 138. С. 88-95. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.11>

55. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів в умовах правобережного Лісостепу України. *Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу. Секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни* : тези допов. міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, (м. Київ, 25 травня 2023 р.). Київ, 2023. С. 381.

56. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2024. Вип. 12(2). DOI: <https://doi.org/10.47414/na.12.2.2024.304338>.

57. Лемешик, А. В., Новицька, Н. В. Формування фотосинтетичних показників сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2023. Вип. 31. С. 97–109. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292405>.

58. 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.

59. Лотиш І. І. Формування площі листової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього зволоження Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1-2. С. 167-171.

60. Лотиш І. І., Шевніков М.Я., Чайка Т.О., Крикунова В.Ю. Вплив різних норм мінеральних добрив і способів сівби на врожайність та посівні якості насіння сої. *Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України* : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Астроя, 2020. С. 86–93.

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

62. Мінливість ознаки «маса насіння із рослини» у гібридів сої різних груп стиглості / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, Т. Ю. Марченко та ін. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Т. 24. С. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1078>.

63. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113 (4). С. 85–91.

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

65. Михайлик С. М., Топчій О. В., Сонець Т. Д., Смульська І. В. Результати оцінювання ранньостиглих сортів сої культурної (*Glycine max* (L.) Merrill) за основними господарсько – цінними показниками. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матер. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква : БНАУ, 2023. С. 34–37.

66. Михайлик С. М., Топчій О. В., Сонець Т. Д., Смульська І. В. Агробіологічна характеристика нових середньостиглих сортів сої культурної (*Glycine max* (L.) Merrill). *100-річчя формування національних сортових рослинних ресурсів України*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 29 вересня 2023 р.,) / Мінагрополітики ; Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2023. С. 78–79.

67. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Тривалість вегетаційного періоду, фаз росту та розвитку сої залежно від строків сівби. *Корми і кормовиробництво*. 2021. Вип. 92. С. 72-81.

68. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Вплив фунгіцидного захисту на формування фотосинтечних показників посівів сої. *Агробіологія*. 2023. № 2. С. 50–59. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-50-59

69. Мостипан О. В. Порівняльна оцінка сортів сої за якісними показниками зерна в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. видатним вченим Васильківському С. П. і Молоцькому М. Я. – засновникам наукової школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква, 2023. С. 215–217.

70. Нетіс В. І., Онуфран Л. І. Світловий режим посівів сої та його залежність від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 102–107.

71. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 100-107.

72. Огляд українського ринку сої – 2022/23. *Share Ua Potential*. 2023. URL: [http:// shareuapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html](http://shareuapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html)

73. Особливості нових зразків сої Glycine max (L.) в умовах зрошення Півдня України / Р. Вожегова, В. Боровик, В. Клубук та ін. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100, № 3. С. 82–87.

74. Патица В. П., Петриченко В. Ф. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 3-11.

75. Продуктивність культур у короткоротаційних сівозмінах залежно від обробітку ґрунту й удобрення в умовах Лісостепу України / С. В. Поспелов та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 69–79. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>

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

77. Расевич В. В., Тетерещенко Н. М. Дія системи основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники та урожайність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 96. С. 72-82.

78. Рибальченко А. М. Пластичність та стабільність господарських ознак колекційних зразків сої. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 76. С. 69–74.

79. Рибальченко А. М., Сердюк А. Е. Вплив сортових властивостей на формування елементів продуктивності та урожайність сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 88-92.

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

81. Рибченко Л. С., Савчук С. В. Сучасні зміни складових радіаційного режиму сонячної радіації в Україні. *Географічна наука та освіта: перспективи й інновації*: зб. матеріалів II міжнар. наук.-практ. конф. (м. Переяслав, 19–20 жовтня 2022 р.). Переяслав, 2022. С. 112.

82. Ревтьо О. Я., Золін О. О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 105-112. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15>

83. Резніченко Н., Гальченко Н., Радченко А. Продуктивність сої за різних систем основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив і сидерації на зрошенні Півдня України. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 2. С. 66–71.

84. Резніченко Н., Грановська Л. Формування урожайності сої на зрошенні за різних систем обробітку ґрунту та сидерації. *Технічні культури для цілей сталого розвитку: пріоритетні напрями наукових досліджень в*

умовах сучасних викликів і загроз : матеріали міжнар. наук.-прак. конфер. (м. Глухів, 22–23 березня 2023 р.). Глухів : ІЛК НААН, 2023. 81 с.

85. Рожков А. О., Міхєєва О. О. Польова схожість насіння та густота рослин сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь у східному Лісостепу України. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2017. № 2. С. 119-129.

86. Сільченко Д. А., Мащенко Ю. В. Продуктивність посівів сої у сівозмінах короткої ротації. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки* : матеріали XII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кропивницький, 6-8 листопада 2019 р.). Кропивницький : ЦНТУ, 2019. С. 172.

87. Січкарь В. І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. *Зернобобові культури і соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*: матеріали міжнар. наук. конф. (м. Вінниця, 11–12 серпня 2016 р.). Вінниця, 2016 р. С. 14–15.

88. Сенік І. І. Вплив норми висіву та ширини міжрядь на урожайність сої в умовах Лісостепу Західного. *Plant and soil science*. 2020. Вип. 11, № 3. С. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.043>

89. Сергієнко В. Г., Титова Л. В. Вплив бактеріальних препаратів на розвиток і продуктивність сої. *Агробізнес сьогодні*. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20247-vplyv-bakterialnykh-preparativ-na-rozvytok-i-produktyvnist-soi.html>

90. Соколов В. М., Січкарь В. І. Стан науково-дослідних робіт з селекції зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць СГП-НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С. 6–13.

91. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва та ін. / НААН ; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. 400 с.

92. Трикіна Н. М. Особливості формування асиміляційної поверхні при вирощуванні сої в Центральній Україні. *Сучасний стан науки в сільському*

господарстві та природокористуванні: теорія і практика : матеріали II міжнар. наук. інтернет-конф. (м. Тернопіль, 20 листопада 2020 р.). Тернопіль: Західноукраїнський національний університет, 2020. С. 175–177.

93. Триус В. О., Готвянська А. С., Горшар В. І., Бордун Р. М. Ефективність застосування мікробних препаратів та фізіологічно – активних речовин на показники продуктивності сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136, Ч. 2. С. 181-188. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.22>

94. Урожайність скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння / О. Г. Міленко, М. О. Антонець, Д. В. Копань та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. Вип. 4. С. 103–111.

95. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Динаміка густоти стояння та виживаність рослин сої, залежно від мінерального удобрення та іннокуляції в умовах Лісостепу Правобережного. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. Вип. № 5 (99). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.004>

96. Фурман О. В. Вплив технологічних заходів вирощування на симбіотичну продуктивність сої в умовах Лісостепу правобережного. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали IX міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.). Центральне, 2021. С. 114–115.

97. Цицюра Т. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Статистична оцінка сортового потенціалу сої за показниками якісного хімічного складу насіння в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2019. № 87. С. 19-26.

98. Чайка Т. О., Логвиненко В. В., Пшенишний А. А. Вплив систем обробітку ґрунту на врожайність сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26, № 4. С. 54–59. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.10>

99. Чайка Т. О., Ляшенко В. В., Хоменко Б. С. Вплив іннокуляції насіння на врожайність сої за органічної технології вирощування.

Таврійський науковий вісник. 2023. № 133. С. 180-187. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24>

100. Чоні С. Фітосанітарний стан ґрунту: що змінилося за останні роки. *AgroTimes*. 2021. URL: <https://agrotimes.ua/article/fitosanitarnyj-stan-gruntu/>

101. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Вплив строків, способів сівби, норм висіву різних сортів сої на її продуктивність. *Scientific Progress & Innovations*. 2013. № 1. С. 12–16. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.01.02>

102. Шевніков М. Я., Лотиш І. І. Формування висоти рослин сої залежно від сорту і параметрів сівби в умовах Лісостепу. *Наукові основи сучасних агротехнологій* : матеріали VI наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 25-26 квітня 2018 р.). Полтава : Полтавська державна аграрна академія, 2018. С. 99–106.

103. Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156-160.

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

105. Analysis of soybean germination, emergence, and prediction of a possible northward establishment of the crop under climate change / J. R. Lamichhane, J. Constantin, C. Schoving et al. *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 113. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125972.

106. Adaptability, sustainability and productivity of mid-early soybean varieties / О. Р. Tkachuk, І. М. Didur, О. V. Mazur. *Аграрні інновації*. 2023. No. 16. P. 70–79. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.12>.

107. Aspects of legume growth in Ukraine / A. Drobitko et al. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*. 2024. Vol. 28, no. 2. P. 9–20. DOI: <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/2.2024.09>
108. Bagateli J. R., Dörr C. S., Schuch L. O. B., Meneghello G. E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. *Journal of Seed Science*. 2019. Vol. 41. P. 151–159.
109. Baraibar Norberg M., Deutsch L. The Soybean Through World History: Lessons for Sustainable Agrofood Systems (1st ed.). *Routledge*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780367822866>.
110. Biliavska L., Biliavskiy Y., Mazur O., Mazur O. Adaptability and breeding value of soybean varieties of Poltava breeding. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2021. Vol. 27, № 2. P. 312–322.
111. Beliavskaya, L. The results of the study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*. 2017. Vol. 15(2). P. 247–251.
112. Burak Nazmi, Yazgan C. Yield and quality response of soybean to full and deficit irrigation at different growth stages under sub-humid climatic conditions. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2016. Vol. 22, no. 2. P. 129–144. DOI: https://doi.org/10.1501/tarimbil_0000001375
113. Conservation agriculture and climate resilience / J. D. Michler et al. *Journal of Environmental Economics and Management*. 2019. Vol. 93. P. 148–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.11.008>
114. Cover crop rotation effects on growth and development, seedling disease, and yield of corn and soybean / J. Acharya, T. B. Moorman, T. C. Kaspar et al. *Plant Disease*. 2020. Vol. 104, № 3. P. 677–687.
115. Crops and livestock products. *FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
116. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk 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, no. 5. P. 54–61. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_206

117. 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. Vol. 14(4). P. 86-97. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.86>

118. Drought Tolerance of Soybean (*Glycine max* L. Merr.) by Improved Photosynthetic Characteristics and an Efficient Antioxidant Enzyme Activities Under a Split-Root System / N. Iqbal et al. *Frontiers in Physiology*. 2019. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00786>

119. Dynamics of Bacterial Community Structure in the Rhizosphere and Root Nodule of Soybean: Impacts of Growth Stages and Varieties / S. I. Sohn, J. H. Ahn, S. Pandian et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2021. DOI: 10.20944/preprints202105.0460.v1.

120. Effect of pre-harvest phytosanitation spray on seed quality of soybean (*Glycine max* L.) / N. Suraj, J. S. Hilli, V. K. Deshpande et al. *The Pharma Innovation Journal*. 2021. P. 2598-2601. URL: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue12/PartAJ/10-12-104-105.pdf>.

121. Effect of shade on leaf photosynthetic capacity, light-intercepting, electron transfer and energy distribution of soybeans / X. Yao et al. *Plant Growth Regulation*. 2017. Vol. 83, no. 3. P. 409–416. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0307-y>

122. Evaluation of indicators for agricultural vulnerability to climate change: The case of Swedish agriculture / T.-S. Neset et al. *Ecological Indicators*. 2019. Vol. 105. P. 571–580. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.042>

123. Integrated Management of Important Soybean Pathogens of the United States in Changing Climate / M. G. Roth et al. *Journal of Integrated Pest Management*. 2020. Vol. 11, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa013>

124. International Grains Council (IGC). Grain Market Report. London : IGC, 2025. URL: https://www.igc.int/en/gmr_summary.aspx
125. Ivaniv M., Sydiakina O. Productivity of soybean varieties of different maturity groups depending on plant density under drip irrigation in the South of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26, no. 11. P. 100–110. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.100>
126. Ivasyk M. V., Bakhmat M. I. Increasing the performance of soybean grain in the conditions of Podillia. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2023. No. 37. P. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>
127. Formation of grain yield and quality indicators of soybeans under the influence of fungicidal protection / M. Grabovskyi, O. Mostypan, Y. Fedoruk et al. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26(2). P. 66–76.
128. High protein feed market: current trends and prospects for Ukraine / V. Petrychenko, V. Lykhochvor, I. Voronetska ta in. Financial and credit activity problems of theory and practice. 2021. Vol. 1(36). P. 359–368.
129. How does *No-till* affect soil-profile compactibility in the long term? / H. Blanco-Canqui et al. *Geoderma*. 2022. Vol. 425. P. 116016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116016>
130. Kofsky J., Zhang H., Song B.-H. The Untapped Genetic Reservoir: The Past, Current, and Future Applications of the Wild Soybean (*Glycine soja*). *Frontiers in Plant Science*. 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.00949.
131. Książak J., Bojarszczuk J. The productivity of selected soybean cultivars grown using various cultivation methods. *Journal of Water and Land Development*. 2024. P. 88–96. DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2024.151556>
132. Kucherenko Y. Y., Petrenkova V. P. Adaptability of modern soybean varieties to environmental stresses. *Plant Breeding and Seed Production*. 2019. № 115. P. 60–68. URL: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172780>
133. New promising early-ripening soybean *Glycine max* (L.) Merrill varieties Poiedynok and Kapryz / E. V. Yakubenko et al. *Plant Breeding and Seed*

Production. 2021. No. 119. P. 210–218. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237169>

134. Padda K. P., Puri A., Chanway C. P. *Paenibacillus polymyxa*: A Prominent Biofertilizer and Biocontrol Agent for Sustainable Agriculture. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*. Singapore, 2017. P. 165–191. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-5343-6_6

135. Peoples M. B., Giller K. E., Jensen E. S., Herridge D. F. Quantifying country-to-global scale nitrogen fixation for grain legumes: I. Reliance on nitrogen fixation of soybean, groundnut and pulses. *Plant and Soil*. 2021. P. 1-14.

136. Production of soybeans in leading countries worldwide, 2012-2024. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/263926/soybean-production-in-selected-countries-since-1980/>

137. Serhiiienko V., Shyta O., Khudolii A. The effect of fungicides on the development of diseases and soybean yield in the Forest steppe of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*. 2021. № 3. C. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.3.18-23>

138. Sinegovskaya V., Levina A. Formation of reproductive organs in an early-ripening soybean variety, depending on the daylight duration. *BIO Web of Conferences*. 2021. Vol. 36. P. 02005. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213602005>

139. Shakya M. S., Patel M. M., Singh V. B. Knowledge Level of Chickpea Growers about Chickpea Production Technology. *Indian Res. J. Ext. Edu*. 2008. № 8(2&3). C. 65.

140. Shokati B., Ahangar A. G. Effect of conservation tillage on soil fertility factors: A review. *International Journal of Biosciences*. 2014. Vol. 4, No. 11. P. 144–156.

141. Sobko O., Zikeli S., Claupein W., Gruber S. Seed yield, seed protein, oil content, and agronomic characteristics of soybean (*Glycine max* L. Merrill) depending on different seeding systems and cultivars in Germany. *Agronomy*. 2020. 10(7). 1020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10071020>

142. Soybean area, yield and production / D. Terzić, V. Popović, M. Tatić et al. *International Eco Conference 2018*, Novi Sad, Serbia. Pp. 136-145.
143. Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] breeding: History, improvement, production and future opportunities / E. J. Anderson, M. L. Ali, W. D. Beavis et al. *Advances in plant breeding strategies: legumes*. 2019, Vol. 7. Pp. 431-516.
144. Soybean nitrogen fixation dynamics in Iowa, USA / S. C. Córdova et al. *Field Crops Research*. 2019. Vol. 236. P. 165–176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.03.018>
145. Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review / F. Jia et al. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 255. P. 120254. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120254>
146. Standard Cultivar Selection and Digital Quantification for Precise Classification of Maturity Groups in Soybean / W. Song, S. Sun, S. E. Ibrahim et al. *Crop Science*. 2019. Vol. 59(5). DOI: 10.2135/cropsci2019.02.0095.
147. Textural, Sensory and Volatile Compounds Analyses in Formulations of Sausages Analogue Elaborated with Edible Mushrooms and Soy Protein Isolate as Meat Substitute / X. Yuan et al. *Foods*. 2021. Vol. 11, no. 1. P. 52. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11010052>
148. The development history and recent updates on soy protein-based meat alternatives / T. Zhang et al. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 109. P. 702–710. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.060>
149. The global burden of pathogens and pests on major food crops / S. Savary, L. Willocquet, S. J. Pethybridge et al. *Nature Ecology & Evolution*. 2019. Vol. 3. P. 430–439.
150. The use of microbial inoculants for biological control, plant growth promotion, and sustainable agriculture: A review / A. S. M. Elnahal et al. *European Journal of Plant Pathology*. 2022. Vol. 162, no. 4. P. 759–792. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-021-02393-7>
151. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine

/ V. Mazur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, no. 1. P. 101–105.
DOI:: https://doi.org/10.15421/2020_1

152. Zelenskay G., Zelenskiy N., Shurkin A. Agrophysical Properties of Ordinary Chernozem as the Basis of Stability of Modern Agriculture. *KnE Life Sciences*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.18502/cls.v0i0.9012>

153. Zymaroieva A., Zhukov O., Romanchuck L. The spatial patterns of long-term temporal trends in yields of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in the Central European Mixed Forests (Polissya) and East European Forest Steppe ecoregions within Ukraine. *Journal of Central European Agriculture*. 2020. Vol. 21, no. 2. P. 320–332. DOI: <https://doi.org/10.5513/jcea01/21.2.2402>

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови

Польові досліді проводили упродовж 2022-2024 рр. в умовах ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області. Господарство є філією кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету.

Ґрунтові ресурси є основою сільськогосподарського виробництва, і їх стан безпосередньо впливає на врожайність та стійкість агросистем. У Північному Степу України, де розташоване ФГ «Олена», ґрунтовий покрив формується під впливом посушливого клімату та значної континентальності погодних умов. Ця територія характеризується чорноземами звичайними, які мають високу потенційну родючість, але потребують раціонального управління для запобігання деградації.

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом звичайним малогумусним легкосуглинковим на лесах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН – 6,8 – 7,0). Вміст гумусу в 0 – 30 см шарі становить 3,1 – 3,3%. Рухомих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту в середньому містилося: нітратів (за Грандваль Ляжу) – 20 – 25, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 41 – 46, обмінного калію (на полуменовомуфотометрі) – 389 – 425 мг/кг ґрунту.

На території господарства розвивався, в основному, дерновий процес ґрунтоутворення, особливістю якого є збагачення верхньої частини ґрунту специфічною органічною темнозабарвленою речовиною – гумусом, в результаті якого сформувались чорноземи. Накопичення гумусу відбувається за рахунок мінералізації залишків трав'янистої рослинності, багатой азотом і зольними речовинами.

Гумусний горизонт, темно-сірий з каштановим відтінком, потужністю до 28 см, характеризується грудочкувато-зернистою структурою. Він містить значну кількість корневих залишків. Ґрунтоутворююча порода представлена лесом, який збагачений на вапно та гіпс. Материнська порода починається на 1,5 метровій глибині.

У межах господарства переважають легкосуглинкові та середньосуглинкові чорноземи, які мають середню водоутримувальну здатність та задовільну повітропроникність. Вміст фізичної глини коливається в межах 35–40%, що забезпечує достатню вологоємність у періоди короткочасних опадів.

Рівень гумусу у ґрунтах господарства варіюється в межах 2,5–3,5%, що є достатнім для підтримки середнього рівня родючості. Однак, на деяких полях через інтенсивні агротехнічні заходи спостерігається поступове зниження вмісту органічної речовини, що вимагає впровадження ефективних заходів для покращення агрохімічного стану ґрунтів.

Реакція ґрунтового розчину у досліджуваному господарстві є нейтральною або слабколужною (рН 6,5–7,5), що сприяє нормальному розвитку кореневої системи сільськогосподарських культур, в тому числі і сої. Вміст легкодоступних форм азоту (N-NO_3) у верхньому шарі коливається від 10 до 20 мг/кг, що потребує додаткового внесення азотних добрив для досягнення оптимальних умов живлення рослин.

Фосфорний режим характеризується середнім та низьким рівнем забезпеченості: вміст рухомого фосфору (P_2O_5) становить 20–40 мг/кг ґрунту. Кількість обмінного калію (K_2O) достатня і становить 389 – 425 мг/кг.

Територія господарства знаходиться в третьому агрокліматичному районі і відноситься до підзони Північного Степу України. Клімат тут помірно – континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом. Середньорічна температура повітря складає $+15^{\circ}\text{C}$, при цьому найбільш холодним місяцем є січень, а самим теплим – липень (середньомісячна температура складає $+25,8^{\circ}\text{C}$). Останні весняні заморозки

бувають з 25 квітня по 5 травня, а перші осінні – з 10 вересня по 1 листопада. Тривалість безморозного періоду складає 215 - 217 днів [5].

Для Північного Степу України характерні значна сухість повітря та наявність суховіїв. Вітри бувають всіх напрямків: у холодний період – дугою в північно – західному напрямку. Особливо небезпечні вони в середині червня. Інколи суховії супроводжуються сильними вітрами і переходять в «чорні бурі».

Весна характеризується інтенсивним підвищенням температури повітря, а тому буває короткою – близько 45 днів. Весняний період у середньому триває з 11 – 13 березня по 22 – 24 квітня.

Літо жарке і посушливе. За його початок прийнята дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через $+15^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення (в середньому 7 – 13 травня), за кінець літнього періоду – у бік зниження (в середньому 15 – 22 вересня). У літні місяці, порівняно з іншими, випадає найбільша кількість опадів. Цей період характеризується підвищеною грозовою активністю, яка супроводжується зливами великої сили, що часто спостерігається в літні місяці після посушливого періоду.

Осінь буває короткою, теплою і часто посушливою. Ознакою початку осені є стійкий перехід середньодобової температури повітря і ґрунту через $+10^{\circ}\text{C}$ в бік зниження, у більшості випадків цей період спостерігається 11 – 12 жовтня. За закінчення осені приймається стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0°C , який відбувається в середньому в третій декаді листопада.

Опади у вересні і жовтні випадають у вигляді дощів, а в листопаді мають змішаний характер - дощ зі снігом, тощо.

Зима буває переважно короткою з частими відлигами і нестійким сніговим покривом.

Опади в зимові місяці випадають переважно у вигляді снігу, крупи, а під час відлиги і дощу. Сніговий покрив буває стійким лише в окремі роки. Хуртовини на території області спостерігаються порівняно рідко.

Промерзання ґрунту починається у перших числах грудня, а повне відтаювання - в кінці першої - на початку другої декади березня.

Характеристика кліматичних умов за багаторічний період та в роки проведення досліджень надана за даними Миколаївського обласного центру з гідрометеорології (додат. В.1; В.2). Погодні умови під час проведення досліджень були типовими для агроекологічної зони розташування господарства, за винятком 2024 р.

Слід відмітити, що весна 2022 р. була затяжною і прохолодною. Весняному періоду 2022 р. були притаманні затяжні опади з проявом снігу, льодяного дощу та короточасних заморозків. Потепління відбулося з третьої декади березня і супроводжувалося посушливим режимом з відносною вологістю повітря за місяць 67%. Квітень виявився досить прохолодним ($9,7^{\circ}\text{C}$) з притаманними нічними заморозками і короточасними опадами (22,4 мм за місяць) (табл. 2.1).

Найбільш теплим місяцем весняного сезону став травень. Середньодобова температура за місяць склала $15,4^{\circ}\text{C}$, кількість опадів – 30,4 мм, відносна вологість повітря – 65%.

Максимальна температура повітря в травні місяці підвищувалась до $31,8^{\circ}\text{C}$, на поверхні ґрунту до $58,0^{\circ}\text{C}$. Спостерігалось 3 дні з максимальною температурою повітря 30°C та вище. Літо характеризувалась жаркою з нерівномірно розподіленими опадами погодою. Максимальна температура повітря підвищувалась до $36,9^{\circ}\text{C}$, на поверхні ґрунту до $60,2^{\circ}\text{C}$. Середня за літний період температура повітря була $23,4^{\circ}\text{C}$, що вище норми на $2,9^{\circ}\text{C}$. Спостерігалось сім днів з суховіями, при мінімальній відносній вологості 30%. Вересень характеризувався жаркою погодою (середня температура місяця склала $15,1^{\circ}\text{C}$) з 61,2 мм опадами. Максимальна температура повітря підвищувалась до $34,0^{\circ}\text{C}$, на поверхні ґрунту до $54,3^{\circ}\text{C}$.

Весна 2023 р. виявилась прохолодною із середньомісячною температурою за сезон $10,3^{\circ}\text{C}$ та 198 мм опадів, 16% із яких випали у березні, 48% – у квітні, 35% – у травні (табл. 2.2).

Агromетeорoлoгiчна хaрактеристикa пeрiоду вeгeтaцiї сої (2022 р.)

	Місяць				
	травень	червень	липень	серпень	вересень
Температура повітря, °С					
I декада	12,9	21,7	24,1	24,4	16,7
II декада	16,3	21,6	21,9	23,5	16,8
III декада	17,0	21,5	27,0	25,3	11,9
За місяць	15,4	21,6	24,3	24,4	15,1
Сума активних температур ($\Sigma t > 10$)	477,1	626,95	701,71	731,94	437,78
Середньо-багаторічна	18,5	22,6	25,1	25,1	19,1
Атмосферні опади, мм					
I декада	0,2	12,2	1,8	7,0	8,8
II декада	16,2	0,0	1,8	30,2	49,4
III декада	14,0	11,6	0,6	4,8	3,0
За місяць	30,4	23,8	4,2	42,0	61,2
Середньо-багаторічна	33,3	29,3	14,8	18,9	14,1

Таблиця 2.2

Агromетeорoлoгiчна хaрактеристикa пeрiоду вeгeтaцiї сої (2023 р.)

	Місяць				
	травень	червень	липень	серпень	вересень
Температура повітря, °С					
I декада	12,2	18,9	24,5	23,7	20,7
II декада	16,3	22,1	23,5	24,9	18,8
III декада	20,0	22,9	25,2	25,7	20,2
За місяць	16,2	21,3	24,4	24,8	19,9
Сума активних температур ($\Sigma t > 10$)	462,28	607,08	703	742,59	572,41
Середньо-багаторічна	18,5	22,6	25,1	25,1	19,1
Атмосферні опади, мм					
I декада	0,6	0,8	0,4	17,8	0,0
II декада	0,6	0,5	38,0	0,2	2,6
III декада	68,8	7,2	32,0	0,0	0,0
За місяць	70,0	8,5	70,4	18,0	2,6
Середньо-багаторічна	33,3	29,3	14,8	18,9	14,1

Така значна кількість опадів обумовила високу відносну вологість повітря – 78; 85 та 65% відповідно або 76% за весняний сезон. Також особливістю весняного періоду було посилення швидкості вітру – місцями понад 16,5 м/с.

Накопичення суми ефективних температур (вище 5°C) у 2023 р. розпочалося з першої декади березня і тривало до третьої декади жовтня, суми активних температур (вище 10°C) – з другої декади квітня до третьої декади жовтня.

Середньомісячна температура літнього періоду склала 21,3°C у червні місяці, 24,4 °C – у липні та 24,8 °C – у серпні з відповідною кількістю опадів 8,5; 70,4 та 18,0 мм. Опади випадали, головним чином, у вигляді злив та характеризувались дуже нерівномірним розподілом.

Упродовж усього літнього періоду спостерігали сильні вітри північного напрямку, місцями зі швидкістю понад 13,6 м/с. Середня відносна вологість літа 2023 р. знаходилась на рівні 63% з тенденцією до поступового зниження із наближенням осені.

Середньомісячна температура вересня 2023 р. становила 19,9°C. Опади були майже відсутніми – всього за місяць випало 2,6 мм опадів.

Метеорологічні умови 2024 р. були нетиповими для умов півдня України. Слід відмітити, зниження температури повітря січня - травня на 22,9% порівняно із середньо багаторічними даними. Так, температура повітря березня була нижчою за багаторічні показники на 2,7°C, квітня – на 0,5°C, а травня – на 5,9°C. При цьому температура повітря в лютому була на 1,1°C вищою за середньо багаторічні показники.

Сума опадів за досліджуваний період склала 152,3 мм, що на 7,4 мм або 12,1% менше від середньо багаторічних даних. При цьому слід відмітити, що у березні та квітні місяці випало відповідно на 33,2 та 27,0% більше за середньо багаторічні показники.

В квітні переважав циклонічний характер погоди. Майже кожен день проходили дощі різної інтенсивності. Температура повітря у квітні склала

11,6 °С, що менше за багаторічні показники на 0,5°С або 4,1%.

Погодні умови травня місяця були сприятливими для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Температура повітря в середньому за місяць склала 12,6°С, а кількість опадів – 16,8 мм (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Агromетeоролoгiчнa хaрaктeристикa пeрiоду вeгeтaцiї coї (2024 p.)

	Місяць			
	травень	червень	липень	серпень
Температура повітря, °С				
І декада	9,5	20,9	26,6	24,0
ІІ декада	11,1	22,3	29,8	24,9
ІІІ декада	17,1	23,5	24,9	23,9
За місяць	12,6	22,2	27,1	24,3
Сума активних температур ($\Sigma t > 10$)	316,03	664,94	812,72	753,44
Середньо-багаторічна	18,5	22,6	25,1	25,1
Атмосферні опади, мм				
І декада	7,0	5,2	0,0	6,8
ІІ декада	6,2	79,2	1,0	0,0
ІІІ декада	3,6	0,0	0,6	6,2
За місяць	16,8	84,4	1,6	13,0
Середньо-багаторічна	33,3	29,3	14,8	18,9

Високий температурний режим і посушливі погодні умови, що встановилися з початку червня мали негативний вплив на подальший ріст й розвиток рослин за рахунок пересихання верхні шарів ґрунту. До кінця червня ефективних опадів не спостерігалось, встановилася ґрунтова та повітряна посуха, слабкому розвитку сої сприяло значне зменшення вмісту вологи у ґрунті і підвищення температури повітря та ґрунту.

Перша декада липня відзначилась надзвичайно спекотною та сухою погодою, з великою кількістю суховійних днів (4-10), яка була вкрай несприятливою для сої. Середня декадна температура повітря становила 26,6°C. З температурою 30° та вище налічувалося 8-10 днів. Протягом 2-7 днів максимальні температури перевищували позначку 35°C. Мінімальна температура в повітрі в найпрохолодніші ночі знижувалась до 14-18°C. Поверхня ґрунту охолоджувалась до 14-17°C. В денні години поверхня ґрунту нагрівалася до 60-69°C. Опади протягом декади були відсутні. Зважаючи на дуже високі температури соя потерпала від втрати тургору в денні години. Запаси продуктивної вологи під соєю (станом на 8 липня) в орному шарі майже вичерпані, а в метровому залишаються 53-92 мм, що відповідає недостатньому та достатньому зволоженню.

В другій декаді липня гребінь антициклону зумовив аномально спекотну, суху погоду. Середня декадна температура повітря становила 19,8°C. Максимальна температура повітря підвищувалась до 39-42°C. Протягом 8-9 днів максимальні температури перевищували позначку 35°C. Суховії спостерігалися протягом 5-9 днів. Мінімальна температура в повітрі та на поверхні ґрунту в найхолодніші ночі знижувалась до 17-21°C. В денні години поверхня ґрунту нагрівалася до 61-70°C. Опади спостерігалися лише протягом 1 дня -1 мм. Середня декадна температура ґрунту на глибині 10 см становила 30-34°C. Відносна вологість повітря, середня за декаду, становила 42%. Впродовж 6-9 днів відмічалось зниження відносної вологості повітря до 30% та нижче.

Поєднання високих температур повітря та ґрунту, засухи та суховіїв негативно вплинуло на ріст та розвиток досліджуваної культури. Так, у сої відмічається передчасне підсихання листків, місцями повне засихання рослин, слабе формування репродуктивних органів. Порівняно з попередньою декадою запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під соєю зменшилися на 29-53 см.

В першій декаді серпня погода була під впливом поля зниженого тиску. В окремі дні проходили атмосферні фронти з грозами та локальними дощами різної інтенсивності. Середня декадна температура повітря була в межах норми та становила $24,0^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря в окремі найтепліші дні декади (9 та 10 серпня) підвищувалась до $31-35^{\circ}\text{C}$. З температурою $30,0^{\circ}\text{C}$ та вище налічувалося 3-10 днів. Поверхня ґрунту прогрівалася до $60-64^{\circ}\text{C}$. Мінімальна температура в повітрі в найпрохолоднішу ніч декади (1 серпня) знижувалася до $13-16^{\circ}\text{C}$, а на поверхні ґрунту – до $12-14^{\circ}\text{C}$. Опади відмічалися протягом 1-3 днів. Загальна кількість їх за декаду склала 6,8 мм.

В більшості днів декади утримувалася спекотна та суха погода.

В другій декаді серпня утримувалася жарка та суха погода, яка була вкрай несприятливою для формування врожаю сої. Спостерігалася ґрунтова засуха, яка тривала вже 4 декади поспіль. Період бездощів'я складав 65 днів. У сої продовжується дозрівання насіння.

В третій декаді серпня переважало поле зниженого тиску. Середня декадна температура повітря становила $23,9^{\circ}\text{C}$. Упродовж 10 днів максимальна температура повітря досягала або перевищувала позначку $+30^{\circ}\text{C}$. Крім цього, упродовж 4 днів максимальна температура вдень перевищувала $+35^{\circ}\text{C}$. Поверхня ґрунту вночі охолоджувалася до $13-16^{\circ}\text{C}$, а в денні години нагрівалася до $58-65^{\circ}\text{C}$. Опади були незначними. Сумарна кількість опадів за декаду склала 6,2 мм.

Ще одним не менш важливим показником, який дозволяє в підсумку стверджувати про відповідність погодних умов вимогам сільськогосподарської культури під час вегетації, є величина гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК) (табл. 2.4).

**Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період сої
у 2022 –2024 рр.**

За вегетаційний період	Місяць				
	травень	червень	липень	серпень	вересень
2022 р.					
0,61	0,64	0,38	0,06	0,57	1,40
2023 р.					
0,68	1,51	0,14	1,00	0,24	0,5
2024 р.					
0,21	0,53	1,27	0,02	0,17	-

Найкращі умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, які висіваються навесні, формування ними продуктивності складаються ГТК 1,0–1,4. Якщо показник має нижче значення, зокрема 0,6 і менше, рослини пригнічуються через посуху, а якщо він вищий від оптимального значення – через перезволоження.

Згідно наведених даних, можна зробити висновок, що 2022 – 2023 рр. були середньопосушливими, а у 2024 р. – спостерігалася дуже сильна посуха, що вплинуло на ріст і розвиток рослин сої та формування ними продуктивності.

2.2 Програма і методика проведення досліджень

Польові досліді проводили упродовж 2022-2024 рр. в умовах ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області. Господарство є філією кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету.

Було проведено два польові досліді.

Дослід 1 «Вплив норм висіву на продуктивність сортів сої за технології вирощування *No-till*». Облікова площа ділянок становила 50 м², посівних ділянок третього порядку – 75 м², другого – 270, першого – 1250 м², повторність триразова.

Схема дослідів включала наступні варіанти:

Фактор А – сорт:

1. Беттіна;
2. Фортеця.

Фактор В – норма висіву насіння:

1. 150 тис. шт./га;
2. 250 тис. шт./га;
3. 350 тис. шт./га.

Дослід 2 «Вплив технології вирощування на родючість ґрунту та продуктивність сортів сої». Облікова площа ділянок становила 50 м², посівних ділянок третього порядку – 75 м², другого – 270, першого – 1250 м², повторність триразова.

Схема дослідів включала наступні варіанти:

Фактор А – сорт:

1. Беттіна;
2. Фортеця.

Фактор В – технологія вирощування:

1. Класична;
2. Технологія *No-till*.

Проведення дослідів супроводжувалось відповідними вимірюваннями, спостереженнями, обліками та аналізами за загальноприйнятими методиками. Так, під час проведення фенологічних спостережень використовували «Методику державного сортовипробування сільськогосподарських культур». За настання фази приймали період коли характерна ознака спостерігалась не менше як у 10% рослин сої, а повну фазу

визначали коли прояв ознаки спостерігався не менше ніж у 75% рослин [6, 7, 8].

Для розрахунку густоти стояння рослин, яку визначали на період повних сходів та перед збиранням врожаю сої, користувались рамкою розміром 1м² з подальшим перерахунком результатів на 1 га посіву. Польову схожість та виживанність рослин в період вегетації визначали за загальноприйнятими методиками [6, 11].

Висоту рослин сої вимірювали лінійкою використовуючи не менш чим 25 рослин по діагоналі ділянки кожного повторення [9].

Визначення динаміки нагромадження сухої речовини проводили шляхом відбору з кожного варіанта дослідів по 25 рослин у дворазовому повторенні із двох несуміжних повторень. Вміст сухої речовини у відповідні фази росту визначали ваговим методом, згідно ДСТУ ISO 6496-2005 [3, 11], при дворазовому повторенні шляхом висушування зразків рослин сої у термостаті при температурі + 105 °С до постійної маси, використовуючи формулу (2.1) з подальшим перерахунком на 1 га:

$$C_p = 100 \cdot M_2 / M_1 \quad (2.1)$$

де: C_p – вміст сухої речовини, %;

M_2 – маса наважки після висушування, г;

M_1 – маса наважки до висушування, г.

Площу листової поверхні визначали методом «висічок», який базується на визначенні площі і маси певної кількості (20-50) висічок, а також маси листової поверхні всієї проби і подальших розрахунків листової поверхні проби за формулою (2.2):

$$S = \frac{K \cdot Y}{P} \cdot B \quad (2.2)$$

де: S – площа листової поверхні, см²;

K – кількість висічок, шт.;

Y – площа однієї висічки, см²;

P – маса висічок, г;

B – маса листків, г.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою, описаною А.А. Ничипоровичем, згідно формули Кідда-Веста-Бріггса (2.3):

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

де: ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/см² за добу;

B_1, B_2 – маса сухої речовини з 1 м² на початку та в кінці облікованого проміжку часу, г;

L_1, L_2 – площа листової поверхні з 1 м² на початку та в кінці облікового проміжку часу, м²;

T – кількість днів між першим та другим визначенням.

Фотосинтетичний потенціал посівів визначали за формулою (2.4):

$$\text{ФП} = \frac{(L_1 + L_2) \cdot n_1 + (L_2 + L_3) \cdot n_2 + \dots + (L_{n-1} + L_n) \cdot n_n}{2} \quad (2.4)$$

де: ФП – фотосинтетичний потенціал, м²/га х діб;

$L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ – площа листків на 1 га посіву у відповідні строки визначення, м²/га;

$n_1, n_2, n_3 \dots n_n$ – кількість днів між двома відповідними визначеннями.

Обліки хвороб здійснювали в основні фази росту та розвитку рослин сої (цвітіння - початок утворення бобів та дозрівання насіння) шляхом маршрутних обстежень. Інтенсивність розвитку хвороби визначали за формулою:

$$I = \sum (ab) / n \quad (2.5)$$

де I – інтенсивність розвитку хвороби, %; $\sum (ab)$ – сума добутків кількості обстежених рослин (a) на відповідний їм відсоток інтенсивності ураження (b); n – число хворих рослин або окремих органів [10].

Структуру врожаю досліджували в снопових зразках, які відбирали в повну стиглість, на площадках 0,25 м², у чотирьох повтореннях. Визначали масу снопа, кількість рослин, гілок, бобів на головних і бічних гілках, насінин у бобі, число і масу насінин на рослині, масу 1000 насінин.

Вміст білка в насінні (за К'ельдалем, ДСТУ 13496.4-93), крохмалю – методом Еверса, жиру шляхом екстрагування в апараті Сокслета (за Рушковським ДСТУ 13496, 15-97), клітковини – за Геннебергом-Штоманом (ДСТУ 6865-2004), цукрів – за Бертраном (ДСТУ 26176-91) визначали в лабораторії ІКОСГ НААН.

Для визначення наявності бульбочок на коренях рослин сої у різні фази росту та розвитку відбирали моноліти ґрунту діаметром 50 см і глибиною 0–20 см. Після повного очищення коріння від ґрунту бульбочки просушували і відокремлювали від коренів, зважували і визначали їх кількість.

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом до глибини 1 м, через кожні 10 см. Сумарне водоспоживання сої визначали за методом водного балансу за формулою (2.6).

$$E = O + (W_h - W_k) \quad (2.6)$$

де E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, $\text{м}^3/\text{га}$;

O – атмосферні опади за період, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_h – запас води в шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_k – запас води в шарі ґрунту наприкінці вегетаційного (розрахункового) періоду, $\text{м}^3/\text{га}$.

Коефіцієнт водоспоживання сої розраховували за формулою (2.7).

$$K_v = E / Y \quad (2.7)$$

де K_v – коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$;

E – сумарне водоспоживання за період вегетації, $\text{м}^3/\text{га}$;

Y – урожайність культури, $\text{т}/\text{га}$.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянінова розраховували шляхом ділення кількості опадів (ΣR) у мм за період з температурами, вище 10°C , суми активних температур ($\Sigma t_{>10}$) за той же час, яка зменшена у 10 разів:

$$\text{ГТК} = \Sigma R / 0,1 \cdot \Sigma t_{>10} \quad (2.8)$$

ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха; від 0,4 до 0,5 – сильна посуха; від 0,6 до 0,7 – середня посуха; від 0,8 до 0,9 – слабка посуха; від 1,0 до 1,5 – достатньо вологи; > 1,5 – надмірно вологи; Σ – сума за вегетацію.

Визначення чисельності мікроорганізмів основних фізіологічних груп здійснювали згідно ДСТУ 7847:2015 методом мікробіологічного посіву ґрунтової суспензії відповідного розведення на тверді живильні середовища, а саме: загальну чисельність бактерій – на середовищі Звягінцева, мікроорганізмів, які використовують переважно органічні сполуки азоту – м'ясо-пептонному агарі (МПА), мікроорганізмів, які засвоюють переважно мінеральні сполуки азоту та актиноміцетів – крохмале-аміачному агарі (КАА), оліготрофів – голодному агарі (ГА), педотрофів – ґрунтовому агарі (ГрА), олігонітрофілів та бактерій роду *Azotobacter* – на середовищі Ешбі, спороутворюючих бактерій – середовищі Звягінцева (за пастеризації ґрунтової суспензії при $t = 70-80^{\circ}\text{C}$ протягом 15 хв).

Результати чисельності мікроорганізмів представляли кількістю колонієутворюючих одиниць в 1 г абсолютно сухого ґрунту (КУО/г ґрунту) враховуючи коефіцієнт вологості ґрунту.

Показники мінералізації-імобілізації, оліготрофності, педотрофності, а також мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (за Мухомовою В.Д.), які характеризують напруженість мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, розраховували за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів згідно ДСТУ 3750-98.

Аналіз мікобіоти зразків ґрунту проводили згідно ДСТУ 7847:2015 «Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище» (2016).

Дослідження агрохімічних показників ґрунту проводили за загальноприйнятими методиками та ДСТУ, зокрема ДСТУ ISO10390:1994, IDT Якість ґрунту; ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення Корнфілда; ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Метод визначення; ДСТУ ISO/TS 14256-1:2003 Якість ґрунту в ґрунтах польової вологості екстрагуванням. Ручний

метод; ДСТУ 4229-1:2007 Якість ґрунту. Визначення модифікації ННЦ ІГА ім. О. М. Соколовського; ДСТУ 4725-2007 Якість ґрунту. Визначення хлору потенціометричним методом; ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення модифікованим методом Чирикова.

Дисперсійний, кореляційний і регресійний аналіз одержаних у дослідках даних проводили за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Excel, Agrostat New, методики В. О. Ушкаренко та ін. [12, 13, 14].

Економічну ефективність розраховували за технологічними картами та цінами які склалися станом на грудень 2024 р. [1, 4].

2.3 Характеристика досліджуваних сортів сої

Сорт Беттіна занесений до Державного реєстру у 2019 році. Напрямок використання – зерновий. Якість – середньобілковий, високоолійний. Група стиглості – ранньостиглий. Тривалість періоду вегетації складає 107 – 113 діб. Висота рослини – 64,5 – 90,1 см. Стійкість до вилягання 8 – 9 балів. Стійкість до обсіпання 8 – 9 балів. Стійкість до посухи 8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 8 – 9 балів. Стійкість проти аскохітозу 8 – 9 балів. Стійкість до бактеріозу 8 – 9 балів. Стійкість проти септоріозу 8 – 9 балів. Стійкість проти фузаріозу 9 балів. Вміст білка – 35,9 – 38%. Вміст олії – 22,5 – 23,8%. Рекомендована зона для вирощування Степ, Лісостеп, Полісся [2].

Сорт Фортеця занесений до Державного реєстру у 2020 році. Напрямок використання – зерновий. Якість – середньобілковий, високоолійний. Група стиглості – ранньостиглий. Тривалість періоду вегетації складає 103 – 115 діб. Висота рослини – 60,9 – 85,3 см. Стійкість до вилягання 6 – 9 балів. Стійкість до обсіпання 8 балів. Стійкість до посухи 7 – 8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 8 – 9 балів. Стійкість проти аскохітозу 9 балів. Стійкість до бактеріозу 8 – 9 балів. Стійкість проти септоріозу 8 – 9 балів. Стійкість проти фузаріозу 8 – 9 балів. Вміст білка – 35,9 – 40,1%. Вміст олії – 20,1 – 23,7%. Рекомендована зона для вирощування Степ, Лісостеп, Полісся [2].

2.4 Агротехніка в польових дослідях

Агротехніка у досліді була загальновизнаною для умов Північного Степу України.

За класичної технології вирощування після збирання попередника - пшениці озимої, проводили лушення стерні дисковою бороною БДТ-7 в агрегаті з трактором Т-150К на глибину 8-10 см. Через 2-3 тижні виконували полицевий обробіток ґрунту ПЛН-5-35 на глибину 20-22 см з подальшою культивацією та боронуванням. Навесні проводили боронування в два сліди БЗТС-1. Передпосівну культивацію проводили культиватором КПС-4 на глибину 6-8 см. Сівбу всіх досліджуваних сортів сої проводили в оптимальний строк (перша декада травня) на глибину 5-6 см. Одразу після сівби ґрунт дослідних ділянок фоновно обробляли проти бур'янів гербіцидом Гермес (1,0 л/га). Строки проведення хімічних обробок в окремі роки досліджень коригували залежно від наявності або відсутності шкідників (за показниками економічних порогів шкодочинності – ЕПШ) та збудників хвороб (за прогнозом розвитку патогенів), а також з врахуванням поточних погодних умов і метеорологічного прогнозу.

На варіанті технології *No-till* у жовтні для знищення озимих та зимуючих бур'янів проводили обробку гербіцидом Гліфосат - 2,5-3 л/га причіпним оприскувачем Богуслав ОПК3000-24 і трактором NewHolland T5-110S. Вкінці квітня – середині травня при прогріванні ґрунту на глибині посіву до 12-15°C проводили сівбу сівалкою Amazone DMC 9000-2 (трактор JohnDere 8370). За добу до сівби проводили обробку гербіцидом Гліфосат (2,5-3 л/га). Через 2-3 тижні після сівби проводили обробку гербіцидом Пульсар (1 л/га) та Хармоні (5 г/га) по сходах сої. У період вегетації культури за необхідності проводили обробку інсектицидом Кораген (100 г/га) та Акаріцид Сінтак (250 г/га). Збирання врожаю сої проводили комбайном John Deere S670i.

Облік урожаю проводили поділянково. Облік урожаю сої здійснювали з усієї облікової площі дослідних ділянок з перерахунком до 100% чистоти та 14% вологості.

Висновки до розділу 2:

1. ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області знаходиться в зоні Північного Степу України – зоні ризикованого землеробства. Основним лімітуючим фактором одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур є вологозабезпеченість, тому необхідно ретельно і послідовно виконувати весь комплекс технологічних прийомів вирощування сої, для раціонального використання вологи.

2. Ґрунти дослідного поля цілком придатні для формування високої продуктивності сої за умови дотримання системи удобрення та застосування ресурсо- та ґрунтозберігаючих технологій вирощування.

3. Аналіз метеорологічних даних за 2022–2024 роки свідчить про значні коливання середньодобових температур та кількості опадів на території розташування господарства. Спостерігається тенденція до підвищення середньорічної температури повітря, особливо в літні місяці, що може вплинути на вологозабезпеченість ґрунтів та потребує коригування агротехнічних заходів.

3. Проведені обліки та спостереження за фазами росту й розвитку рослин, фотосинтетичною діяльністю і водоспоживанням посівів, елементами структури врожаю, врожайністю та якістю зерна, розрахунок економічної ефективності елементів технології вирощування сої проводили відповідно до загальновизнаних методик польового дослідження, відповідних рекомендацій та Державних стандартів України.

4. Агротехніка вирощування сої у досліді була загальноприйнятою для умов Північного Степу України, за виключенням елементів технології, взятих на вивчення.

Список використаних джерел до розділу 2:

1. Економіка сільського господарства : навч. посіб. / С. М. Рогач, Н. М. Суліма, Т. А. Гуцул та ін. Київ : ЦП “Компринт”, 2020. 546 с.
2. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні / Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.
3. ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин (ISO 6496:1999, IDT). Чинний від 2006-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2006.
4. Економіка сільського господарства : навч. посіб. / В. К. Збарський, В. І. Мацибора, А. А. Чалий та ін. ; за ред. В. К. Збарського, В. І. Мацибори. Київ : Каравела, 2018. 312 с.
5. Лимар А. О., Лимар В. А., Коковіхін С. В., Домарацький Є. О. Агрокліматичні ресурси півдня України та їх раціональне використання : монографія. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 246 с.
6. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 110 с.
7. 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.
8. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернобобових, та круп'яних на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. Ткачик С.О. Вінниця, 2016. 217 с.
9. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.
10. Омелюта В. П., Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за заг. ред. В. П. Омелюти. Київ : Урожай, 1986. 293 с.

11. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В. О. Єщенко. Київ : Дія, 2005. 288 с.
12. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві : монографія. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.
13. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
14. Ушкаренко В.О., Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Голобородько С.П. Методика польового дослідів (зрошуване землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ *NO-TILL*

3.1 Польова схожість насіння та густота стояння рослин сої залежно від норм висіву

Одним із важливих напрямків успішного розвитку новітніх агротехнологій у рослинництві є створення високопродуктивних агроценозів зернобобових культур, які найбільш повно використовують біокліматичні ресурси регіону [16, 17]. Високопродуктивні посіви сої формуються за оптимальної кількості рослин на одиниці площі, що дозволяє раціонально використовувати фактичні ресурси навколишнього середовища окремо кожною рослиною і агрофітоценозів в цілому [6, 18, 20].

Дослідженнями Вожегової Р. А. та ін. [3] встановлено, що при збільшенні норми висіву від 300 до 900 тис. шт./га загальним для середньостиглого сорту сої Святогор густота стояння рослин до збирання культури зменшувалася у всі роки досліджень. Максимальна кількість загиблих рослин спостерігалась при нормі висіву насіння 900 тис. шт./га і становила 36,3 тис. шт. рослин/га.

Дослідженнями Рожкова А. О. та Міхєєвої О. О. [19] встановлено, що найвищі показники польової схожості насіння та густоти рослин формувалися на варіантах широкорядного способу сівби з міжряддями 45 см і максимальної досліджуваної норми висіву – 1200 тис. шт./га. За міжряддя 70 см польова схожість насіння сої підвищувалася зі збільшенням норми висіву насіння до 1000 тис. шт./га, подальше підвищення норми висіву не забезпечувало зростання показників польової схожості насіння через надмірну ценотичну напругу в агрофітоценозі культури. Погодні умови суттєво впливали на польову схожість насіння, водночас значного

коригування ефекту досліджуваних технологічних чинників вони не спричиняли.

Нашими дослідженнями встановлено, що на час сівби сої у 2022 – 2024 рр. запаси доступної вологи у шарі ґрунту 0 – 10 см були на рівні 16,4 – 23,8 мм і були достатніми для одержання сходів. При цьому, сівбу проводили 9 – 21 травня залежно від року, що було спричинено погодними умовами. Сходи обох досліджуваних сортів сої отримали через 7 – 12 діб залежно від температури повітря досліджуваного року. Встановлено, що чим вище температура повітря, тим сходи з’являлися на поверхні ґрунту раніше (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Тривалість періоду сівба – сходи
та його температурний режим**

Рік	Дата		Тривалість періоду сівба – сходи, діб	Сума температур за період сівба – сходи, °C	Середньодобова температура повітря періоду сівба – сходи, °C
	сівба	сходи			
2022	15.05	23.05	8	122,4	15,3
2023	21.05	28.05	7	126,3	18,1
2024	09.05	21.05	12	121,3	10,1

Так, за сівби 15 травня 2022 р. за середньодобової температури періоду сівба – сходи 15,3°C сходи з’явилися через 8 діб. Дещо вищою середньодобова температура повітря періоду сівба – сходи (18,1°C) спостерігалася у 2023 р. – сходи рослин сої з’явилися через 7 діб після сівби.

Найдовшим період сівба – сходи обох досліджуваних сортів був відмічений у 2024 р. – 12 діб, при цьому середньодобова температура повітря періоду склала 10,1°C.

Отже, найкращі умови температурного режиму для сходів сої були відмічені у 2023 р.

Польова схожість насіння сої сорту Беттіна залежно від року дослідження і норми висіву насіння коливалася в межах 87,5 – 96,8%, а сорту Фортеця – 86,3 – 95,1% (табл. 3.2). Це можна пояснити високими посівними властивостями насіння та добрими умовами, які склалися в роки досліджень, для його проростання.

Таблиця 3.2

**Польова схожість насіння та густота стояння рослин сої
залежно від технології вирощування**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Зійшло рослин, тис./га	Польова схожість насіння, %	Рослин у повну стиглість насіння, тис./га
1	2	3	4	5
2022 р.				
Беттіна	150	141,9	94,6	129,1
	250	228,5	91,4	202,2
	350	311,2	88,9	271,7
Фортеця	150	140,7	93,8	125,9
	250	229,0	91,6	199,7
	350	304,5	87,0	256,1
2023 р.				
Беттіна	150	145,2	96,8	135,8
	250	236,3	94,5	212,9
	350	321,7	91,9	280,5
Фортеця	150	142,7	95,1	131,4
	250	233,8	93,5	208,8
	350	317,8	90,8	277,8

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
2024 р.				
Беттіна	150	137,1	91,4	119,8
	250	221,5	88,6	188,5
	350	306,3	87,5	256,1
Фортеця	150	134,6	89,7	115,9
	250	218,5	87,4	182,2
	350	302,1	86,3	246,2
Середнє за 2022 - 2024 рр.				
Беттіна	150	141,4	94,3	128,2
	250	228,8	91,5	201,2
	350	313,1	89,4	269,4
Фортеця	150	139,3	92,9	124,4
	250	227,1	90,8	196,9
	350	308,1	88,0	260,0

При збільшенні норми висіву, незалежно від року дослідження, польова схожість насіння знижувалася. Так, у середньому за роки досліджень, при збільшенні норми висіву насіння сої до 350 тис. шт./га досліджуваний показник становив 88,0 – 89,4% залежно від сорту, що було меншим порівняно до польової схожості насіння за норми висіву 150 тис. шт./га на 5,1 – 5,3 відсоткових пунктів залежно від сорту.

Нашими дослідженнями встановлено, що незалежно від року вирощування сої, густина стояння рослин у фазі сходів не залежала від сортових особливостей, а визначалася нормами висіву насіння. Так, в середньому за роки досліджень, за вирощування сорту Беттіна за сівби нормою 150 тис. шт./га у фазі сходів налічувалося 141,4 тис. шт./га рослин сої, нормою 250 тис. шт./га - 228,8 тис. шт./га рослин сої, а нормою 350 тис. шт./га - 313,1 тис. рослин на 1 га посіву. Така ж тенденція спостерігалася і за

виросування сорту Фортеця, але показники були дещо нижчими: за сівби нормою 150 тис. шт./га у фазі сходів налічувалося 139,3 тис. шт./га рослин сої, нормою 250 тис. шт./га - 227,1 тис. шт./га, а нормою 350 тис. шт./га - 308,1 тис. шт./га.

Підрахунок густоти стояння рослин сої у фазі повної стиглості насіння показав, що густота стояння рослин у сорту Беттіна склала 128,2 – 269,4 тис. шт./га, а сорту Фортеця – 124,4 – 260,0 тис. шт./га залежно від норми висіву насіння.

Остаточна густота посіву сої перед збиранням суттєво залежить від виживаності, яка характеризує стійкість рослин до несприятливих умов вирощування та залежить, в першу чергу, від особливостей сорту та технологічних складових вирощування культури [20]. У дослідженнях Міхеєвої О. О. та ін. [11] визначено, що найвищі показники виживаності рослин досліджуваних сортів сої були з нормою висіву насіння 0,8 млн шт./га. Вплив норми висіву насіння, за поступового її підвищення до 0,1 млн шт./га ставав більшим. Зокрема, за її підвищення від 0,8 до 0,9 млн шт./га виживаність рослин сої, у середньому по сортах і способах сівби, зменшувалася на 0,4%, тоді як від 1,1 до 1,2 млн шт./га – на 1,8%.

Нашими дослідженнями встановлено, що на виживання рослин сої в період вегетації впливала їх густота. У зріджених посівах виживало рослин сої більше, ніж у загущених, де спостерігалася конкуренція між рослинами за фактори життя (світло, вологу, елементи живлення). У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, найбільше рослин сої на період повної стиглості насіння збереглися за сівби нормою 150 тис. шт./га – 89,9%, що перевищило показники варіантів норм висіву 250 та 350 тис. шт./га відповідно на 2,9 та 5,2 відсоткових пунктів (рис. 3.1). Це пояснюється відмиранням частини рослин в період вегетації, які були слабкими, відставали у рості, були ушкодженими збудниками хвороб та шкідниками у більш загущених посівах.

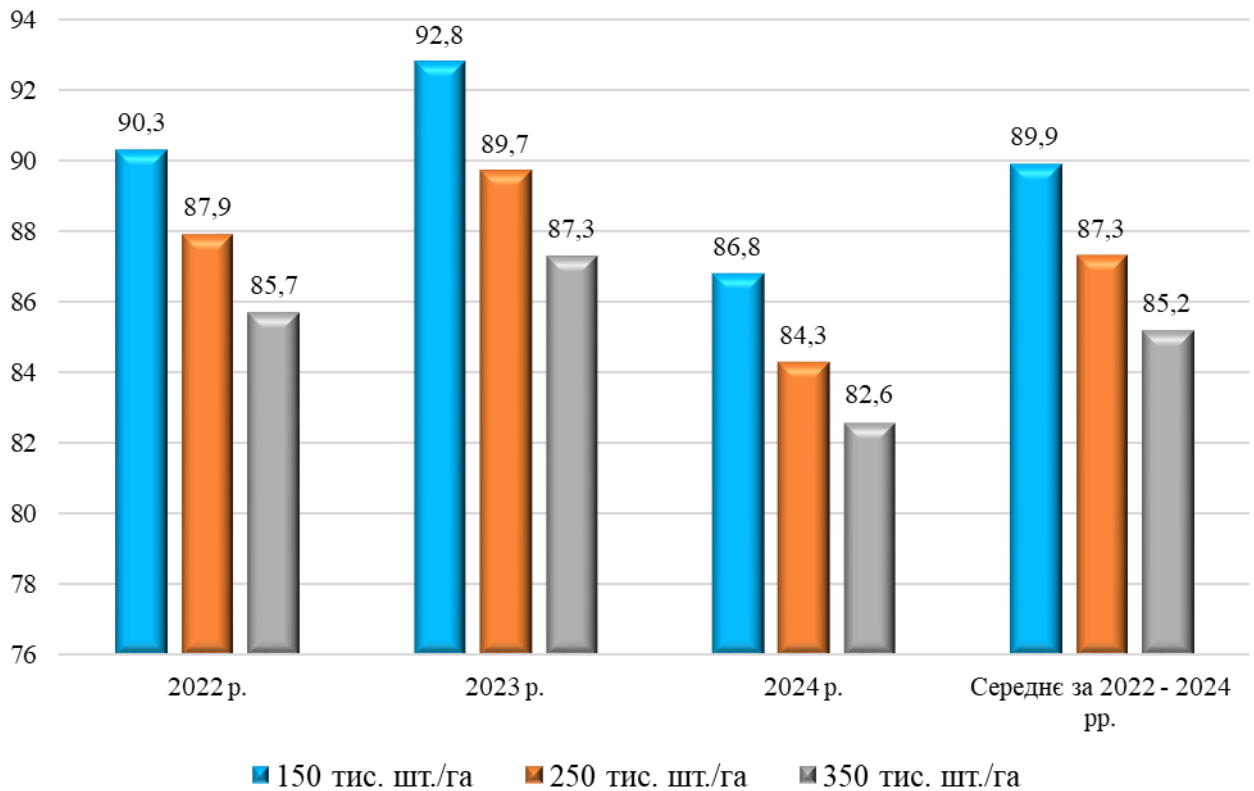


Рис. 3.1. Вплив норм висіву насіння на виживаність рослин сої у період вегетації (середнє по фактору сорт), %

Отже, найкращі умови для вегетації і як, наслідок виживання рослин, склалися у роки досліджень за сівби досліджених сортів сої з нормою висіву 150 тис. шт./га.

3.2 Вплив норм висіву насіння на формування надземної біомаси сортів сої

Накопичення надземної біомаси рослин відіграє важливу роль у подальшій реутилізації поживних речовин до репродуктивних органів, що мають утилітарне значення для людських потреб. Інтенсивність і тривалість накопичення сухої речовини значною мірою залежать від приросту рослин у висоту, їх генетичних особливостей і фотосинтетичного потенціалу. З інтенсивністю ростових процесів прискорюється формування асиміляційної

поверхні, збільшується фотосинтетична діяльність рослин, зростає їх фактична врожайність [7].

З фізіологічної точки зору висока продуктивність посівів визначається оптимальним рівнем агроекологічних факторів, які формують умови індивідуального росту та розвитку рослин. Реакція рослин на умови вирощування відображається, в першу чергу, на показниках висоти рослин. Ростові процеси визначають продуктивність сільськогосподарських культур, адже вони безпосередньо пов'язані з наростанням листкової поверхні рослин в період вегетації та накопиченням біомаси [22].

Одним із показників, що має безпосередню залежність від гідротермічних умов, є висота рослин сої [12].

Так, у середньопосушливих 2022 та 2023 рр. лінійні розміри рослин сої були дещо більшими, ніж у 2024 р., в якому спостерігалася дуже сильна посуха (табл. 3.3).

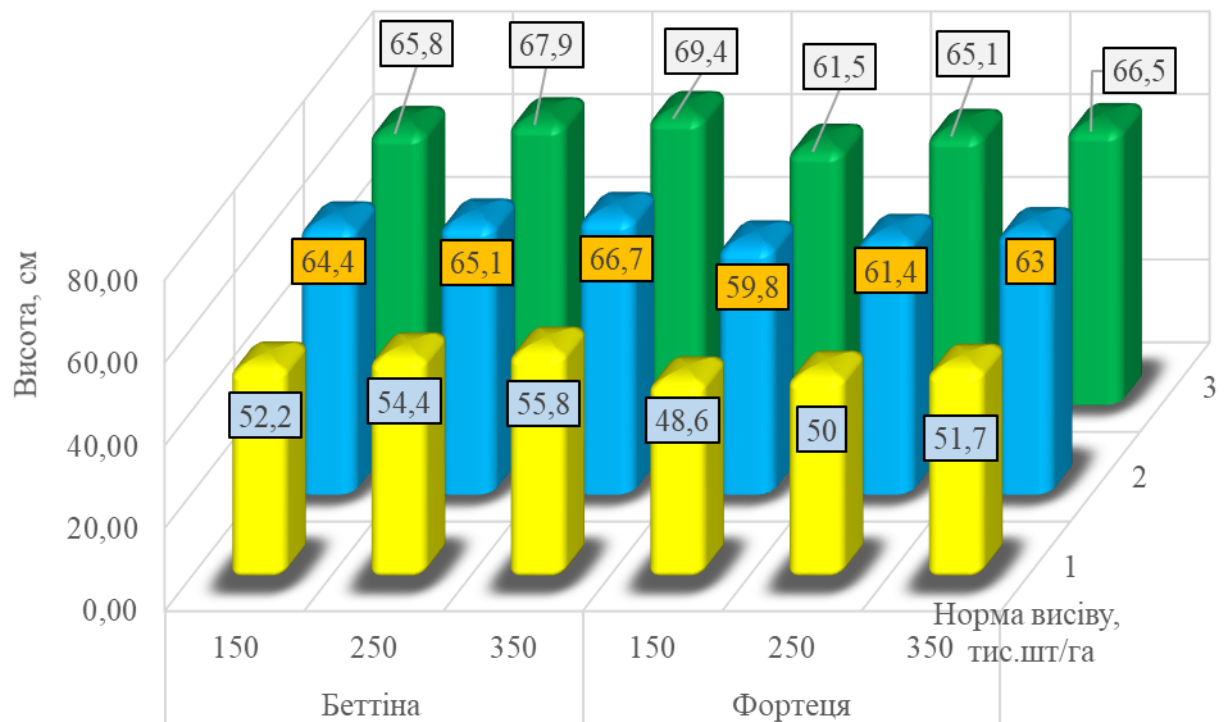
У середньому по нормах висіву і досліджуваним сортам, рослини сої у 2023 р. були вищими порівняно з 2024 р. на 20,0 см або 31,9% у фазі бутонізації, на 19,8 см або 26,8% на кінець цвітіння рослин та на 16,1 см або 21,2% - у фазу наливу насіння. У 2022 р. рослини сої також були дещо вищими порівняно з 2024 р.: на 8,6 см або 16,8% у фазі бутонізації, на 7,3 см або 11,9% на кінець цвітіння рослин та на 3,6 см або 5,7% - у фазу наливу насіння.

Найбільш активне збільшення лінійних розмірів рослин по фазам росту і розвитку у всі роки досліджень відбувалося від фази бутонізації до завершення цвітіння. Так, висота рослин сої, у середньому по факторам дослідження, у 2022 р. збільшилася на 16,6%, 2023 р. – на 15,4 та у 2024 р. на 21,3%.

Важливе значення у наростанні лінійних розмірів рослин сої мали їх сортові особливості (рис. 3.2).

**Вплив норм висіву та сортових особливостей
на висоту рослин сої, см**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Фаза росту і розвитку рослин		
		бутонізація	кінець цвітіння	налив насіння
2022 р.				
Беттіна	150	52,1	62,2	64,5
	250	54,3	63,9	65,7
	350	55,9	65,2	66,9
Фортеця	150	47,2	57,5	59,0
	250	48,5	59,1	61,5
	350	49,3	60,7	62,9
2023 р.				
Беттіна	150	62,6	73,1	74,4
	250	65,3	76,4	78,0
	350	66,5	77,9	79,5
Фортеця	150	58,4	70,3	72,6
	250	60,1	72,4	74,5
	350	62,9	73,8	75,8
2024 р.				
Беттіна	150	41,9	53,9	58,5
	250	43,5	55,1	60,1
	350	45,1	57,0	61,9
Фортеця	150	40,6	51,5	57,9
	250	41,5	52,8	59,3
	350	42,9	54,4	60,8
НІР _{0,5}	фактор А фактор В	0,78-0,82 0,68-0,93	0,52-0,68 0,68-0,82	0,21-0,48 0,50-0,71



Фаза росту і розвитку рослин: 1 - бутонізація, 2 - кінець цвітіння; 3 - налив насіння

Рис. 3.2. Висота рослин сої залежно від сортових особливостей та норми висіву насіння (середнє за 2022 – 2024 рр.), см

Так, у середньому за роки досліджень і по нормам висіву насіння, найвищими у всі фази росту і розвитку були рослини сорту Беттіна – 54,1 см у фазі бутонізація, 65,4 см – кінець цвітіння і 67,7 см – фазі наливу насіння, що перевищило показники по сорту Фортеця на 7,4; 6,1 та 4,9% відповідно.

Нашими дослідженнями встановлено, що зі збільшенням норми висіву насіння лінійні розміри рослин сої зростали. Так, в середньому за роки досліджень, за вирощування сої сорту Беттіна і збільшенні норми висіву насіння до 350 тис. шт./га висота рослин порівняно із варіантом норми висіву 150 тис. шт./га у фазі бутонізації зросла на 3,6 см або на 6,5%, на кінець цвітіння рослин – на 2,3 см або на 3,5%, а у фазі наливу насіння – на 3,6 см або на 5,2%. Така ж тенденція спостерігалася і на варіантах вирощування сорту Фортеця – збільшення висоти рослин за норми висіву 350 тис. шт./га

порівняно з нормою 150 тис. шт./га склало 3,1 – 5,0 см або 5,1 – 7,5% залежно від фази росту і розвитку рослин.

Загалом, у середньому за роки досліджень найвищими рослини сої у всі періоди визначення були за вирощування сорту Беттіна з нормою висіву насіння 350 тис. шт./га – 55,8 – 69,4 см залежно від фази росту і розвитку рослин.

Виходячи з вище викладеного, нами було визначено, залежно від фази росту і розвитку рослин сої, частка впливу фактору сорт на формування лінійних розмірів рослин склала 46,8 – 62,8%, а фактору норми висіву насіння – 28,7 – 48,0% (рис. 3.3).

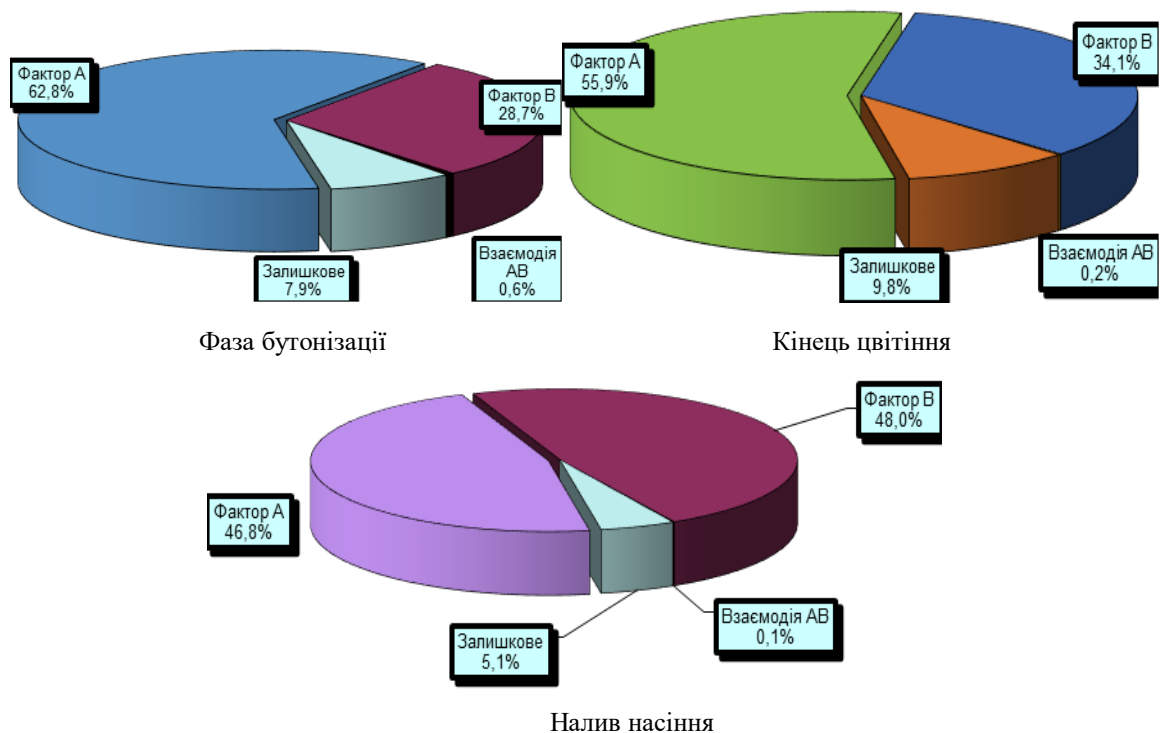


Рис. 3.3. Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на висоту рослин сої за результатами дисперсійного аналізу (середнє за 2022 – 2024 рр.)

Основним компонентом посіву, який визначає фотосинтетичний потенціал, інтенсивність поглинання та використання сонячної енергії, є нагромадження сухої речовини. Високу урожайність культура здатна

формувати при оптимальних параметрах сформованої вегетативної маси рослинами [5].

Нашими дослідженнями встановлено, що наростання сухої надземної маси рослин сої залежало від погодних умов року та факторів, які були поставлені на вивчення дослідження (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Динаміка наростання сухої надземної маси рослин сої залежно
від норм висіву та сортових особливостей, т/га**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Фаза росту і розвитку рослин		
		бутонізація	кінець цвітіння	налив насіння
1	2	3	4	5
2022 р.				
Беттіна	150	1,63	3,69	3,91
	250	1,59	3,61	3,85
	350	1,57	3,58	3,80
Фортеця	150	1,47	3,25	3,78
	250	1,41	3,20	3,71
	350	1,38	3,18	3,68
2023 р.				
Беттіна	150	1,92	3,71	4,02
	250	1,85	3,60	3,91
	350	1,80	3,57	3,87
Фортеця	150	1,73	3,54	3,90
	250	1,67	3,48	3,81
	350	1,54	3,37	3,75
2024 р.				
Беттіна	150	1,18	2,63	4,03
	250	1,10	2,55	3,81
	350	1,05	2,49	3,72

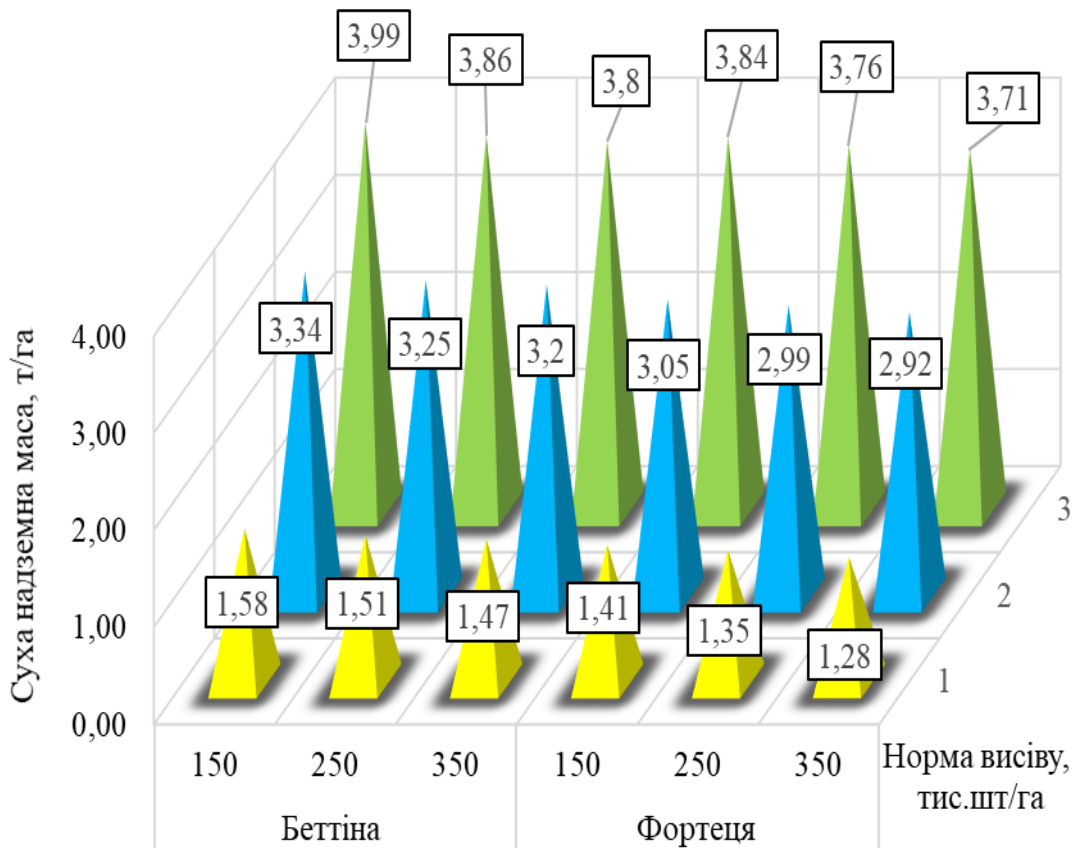
1	2	3	4	5
Фортеця	150	1,03	2,35	3,84
	250	0,96	2,28	3,75
	350	0,91	2,21	3,69
Середнє за 2022 - 2024 р.				
Беттіна	150	1,58	3,34	3,99
	250	1,51	3,25	3,86
	350	1,47	3,20	3,80
Фортеця	150	1,41	3,05	3,84
	250	1,35	2,99	3,76
	350	1,28	2,92	3,71
НІР _{0,5}	фактор А фактор В	0,05-0,42 0,06-0,21	0,05-0,18 0,04-0,16	0,35-0,84 0,19-0,27

Так, найбільше накопичення сухої надземної маси рослин було у середньопосушливих 2022 та 2023 рр., а найменше – у 2024 р. в умовах дуже сильної посухи. Найкращі умови для нагромадження сухої маси рослинами сої були у 2023 р. – у середньому по варіантам дослідів було сформовано 1,75 т/га сухої маси у фазі бутонізації, 3,55 т/га на кінець цвітіння рослин сої та 3,88 т/га – у фазі наливу насіння, що перевищило показники 2022 р. залежно від фази росту і розвитку рослин на 0,09 – 0,24 т/га або на 2,3 – 13,7%, а 2024 р. – на 0,07 – 1,14 т/га або на 1,8 – 32,1%.

Максимальне накопичення сухої речовини було визначено у фазу наливу насіння і склало залежно від року проведення досліджень, в середньому по варіантам дослідів, 3,79 – 3,88 т/га, що перевищило показники на кінець цвітіння рослин сої на 2,13 – 2,27 т/га або на 54,9 – 60,1%, а у фазі бутонізації - на 0,33 – 0,36 т/га або на 8,5 – 9,5%.

Динаміка накопичення сухої надземної маси сортами сої змінювалася залежно від норми висіву. У середньому за роки досліджень, за норми висіву

150 тис. шт./га рослини обох сортів накопичували більше сухої речовини порівняно з іншими варіантами норм висіву (рис. 3.4).



Фаза росту і розвитку рослин: 1 - бутонізація, 2 - кінець цвітіння; 3 - налив насіння

Рис. 3.4. Вплив сортових особливостей та норми висіву насіння на накопичення сухої надземної маси рослин сої (середнє за 2022 – 2024 рр.), т/га

Так, за вирощування сорту Беттіна за норми висіву 150 тис. шт./га у фазі бутонізації було накопичено 1,58 т/га сухої речовини, на кінець фази цвітіння – 3,34 т/га, а у фазі наливу насіння – 3,99 т/га. За вирощування сорту Фортеця спостерігалася така ж тенденція.

Негативний вплив загушення на нагромадження сухої надземної маси рослин позначився вже на ранніх фазах росту і розвитку рослин сої і спостерігався до закінчення вегетації. Найменше накопичення сухої речовини було за норми висіву 350 тис. шт./га. При цьому, зниження сухої

надземної маси рослин, порівняно з варіантом норми висіву 150 тис. шт./га, становило у сорту Беттіна 4,8 – 7,0%, а в сорту Фортеця – 3,4 – 9,2% залежно від фази росту і розвитку рослин.

Отже, можна зробити висновок, що сорт Фортеця, в середньому за роки досліджень, на загущення посівів мав більш сильну реакцію у вигляді зниження маси сухої речовини. Слід відмітити, що найкращі умови для накопичення сухої надземної маси рослин сої, у середньому за роки досліджень, були відмічені у варіанті сівби сорту Беттіна з нормою висіву 150 тис. шт./га.

3.3 Особливості фотосинтетичної діяльності рослин сої

Основою, завдяки якій внаслідок фотосинтетичної діяльності створюється урожай сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, є формування оптимальної площі листової поверхні. Вона є невід’ємною умовою формування високої фотосинтетичної продуктивності. Ключова роль у акумуляції органічної речовини рослинами внаслідок фотосинтетичної діяльності належить параметрам площі листової поверхні [10, 26]. Листкова поверхня вловлює сонячну енергію та синтезує органічні сполуки, які йдуть на формування нових органів рослин і врожаю [4, 27].

Первинним синтезом органічних речовин, джерела енергії для рослин, є процес фотосинтезу. Він відіграє велику кількісну і якісну роль у процесі живлення рослин. У процесі фотосинтезу у листках утворюється 90 - 95% речовин з яких у майбутньому складається урожай. На формування листової поверхні рослин та тривалість її інтенсивної роботи впливають погодно – кліматичні умови та агротехнічні заходи вирощування культур, зокрема і норми висіву насіння [1, 9].

При загущеному посіві освітленість рослин, особливо гілок нижнього ярусу, зменшується, що призводить до передчасного опадання листків, зниження вмісту хлорофілу в рослинах і продуктивності фотосинтезу [2].

Дослідженнями Лемешик А. В. та ін. [8], встановлено, що у варіанті з 450 тис. шт./га схожих насінин у фазі цвітіння площа листкової поверхні рослин сої сорту Сірелія становила 37,7 тис. м²/га, сорту Сайдін – 38,9, сорту Вишиванка – 41,5, а сорту Жаклін – 40,1 тис. м²/га. При збільшенні норма висіву, а отже й густота посівів, до 600 тис. шт./га, то відбувалося збільшення площі листкової поверхні рослин сої на 3,4; 2,1; 1,5 та 2,3 тис. м²/га, а за зростання норми до 750 тис. шт./га – 5,1; 3,2; 2,1 та 3,5 тис. м²/га відповідно.

За вирощування сої в загущених посівах площа листя зростає в міру збільшення кількості рослин на одиницю площі поля. Адже підвищується конкуренція рослин за фактори життя, вони намагаються створити передумови до ефективного засвоєння сонячної енергії [1].

Аналіз одержаних нами результатів показує, що посів як фотосинтезуюча система формується поступово. Результатами наших досліджень встановлено, що площа листкової поверхні рослин обох сортів сої була майже однаковою. Відмінності в площі листкової поверхні по досліджуваним сортам починаються з фази бутонізації незалежно від року дослідження (табл. 3.5).

Так, у середньому по нормам висіву насіння, площа листкової поверхні рослин сорту Беттіна у зазначеній фазі росту і розвитку рослин склала 16,52 – 18,66 тис. м²/га залежно від року дослідження, що перевищило показники по сорту Фортеця на 0,68 – 1,03 тис. м²/га або на 3,6 – 6,2%.

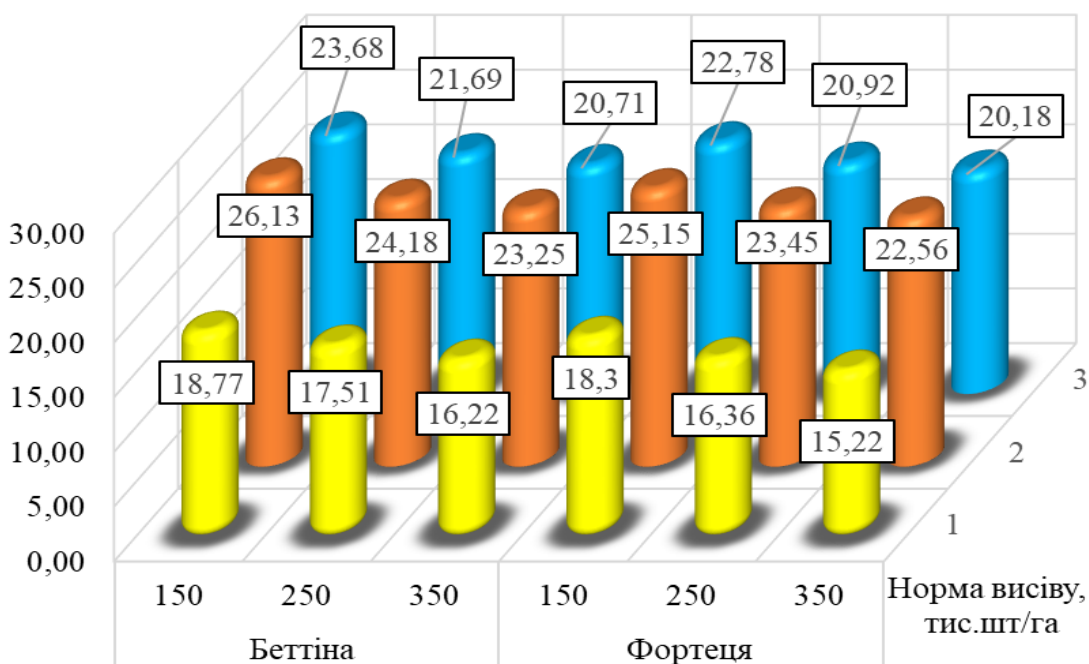
Така ж тенденція щодо сортових особливостей на формування площі листкової поверхні рослин сої спостерігалася і в інші фази росту і розвитку, при цьому, найбільшою площа листків відмічена в кінці цвітіння. Так, у середньому по нормах висіву насіння площа листків сорту Фортеця склала 22,63 – 25,80 тис. м²/га залежно від року дослідження, що менше за показники варіанту вирощування сорту Беттіна у 2022 та 2023 рр. на 0,76 – 1,69 тис. м²/га або на 2,9 – 6,9%. Слід відмітити, що у 2024 р. різниця у площі листкової поверхні рослин досліджуваних сортів була майже відсутньою.

**Площа листкової поверхні рослин сої залежно від сортових особливостей
та норм висіву насіння, тис. м²/га**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Фаза росту і розвитку рослин		
		бутонізація	кінець цвітіння	налив насіння
2022 р.				
Беттіна	150	18,69	25,91	23,67
	250	17,05	24,10	22,15
	350	16,21	23,21	21,70
Фортеця	150	18,24	24,30	22,78
	250	16,15	22,51	21,32
	350	14,85	21,35	20,41
2023 р.				
Беттіна	150	20,21	28,13	25,71
	250	18,57	26,32	23,48
	350	17,21	25,24	22,41
Фортеця	150	19,63	27,41	24,65
	250	17,56	25,20	22,38
	350	16,75	24,80	22,02
2024 р.				
Беттіна	150	17,41	24,36	21,67
	250	16,90	22,12	19,43
	350	15,24	21,38	18,02
Фортеця	150	17,02	23,75	20,90
	250	15,38	22,63	19,05
	350	14,06	21,52	18,12

Дослідженнями визначено, що найбільшою площею листкової поверхні рослин сої, незалежно від варіанту дослідження, формувалася за сприятливих погодних умов 2023 р. Так, за вирощування сої сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га у фазі бутонізації площа листків склала 20,21 тис. м²/га, на кінець цвітіння – 28,13 тис. м²/га, а у фазі наливу насіння – 25,71 тис. м²/га, що перевищило показники даного варіанту дослідження за вирощування культури у 2022 р. на 1,52 – 2,22 тис. м²/га або 7,5 -7,9%, а у 2024 р. – на 2,8 – 4,04 тис. м²/га або 13,9 – 15,7% залежно від фази росту і розвитку рослин.

У середньому за роки досліджень та по фактору норми висіву насіння, площа листкової поверхні рослин сорту Беттіна була більшою порівняно з показниками варіанту вирощування сорту Фортеця на 3,2 – 5,1% залежно від фази росту і розвитку рослин (рис. 3.5).



Фаза росту і розвитку рослин: 1 - бутонізація, 2 - кінець цвітіння; 3 - налив насіння

Рис. 3.5. Площа листкової поверхні рослин сої залежно від сортових особливостей та норм висіву насіння (середнє за 2022 – 2024 рр.), тис. м²/га

Нашими дослідженнями встановлено, що норми висіву насіння також мали вплив на формування площі листків сої. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, за вирощування культури з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га сприяло формуванню найбільшої площі листків – 18,54 – 25,64 тис. м²/га залежно від фази росту і розвитку рослин, що перевищило показники варіантів норм висіву 250 та 350 тис. шт./га відповідно на 7,1 – 8,6 та 10,6 – 15,2%.

Отже, наші дослідження підтверджують результати Вожегової Р. А. та ін. [3] про те, що при збільшенні загущеності посівів освітленість рослин, особливо гілок нижнього ярусу, зменшується, що призводить до передчасного опадання листків, зменшення їх площі і продуктивності фотосинтезу.

Узагальнюючим показником величини листового апарату є фотосинтетичний потенціал посіву, що враховує зміну площі листової поверхні листків упродовж вегетаційного періоду і тривалість їх функціонування. Нашими дослідженнями встановлено, що фотосинтетичний потенціал, як і площа листової поверхні рослин, залежав від біологічних особливостей досліджуваних сортів, норм висіву насіння і змінювався паралельно зміни площі листків (рис. 3.6).

У середньому за роки досліджень та по нормам висіву насіння, із досліджуваних сортів найбільший фотосинтетичний потенціал посівів сої у міжфазний період цвітіння – налив насіння був у сорту Беттіна – 1,13 м²/га х діб. Це можна пояснити більшою площею листової поверхні рослин даного сорту та тривалішим вегетаційним періодом. Оскільки сорт Фортеця раніше скидав листки, то і фотосинтетичний потенціал цього сорту був меншим.

Дослідженнями встановлено, що норми висіву насіння також мали значний вплив на величину фотосинтетичного потенціалу посівів сої. Найбільшої величини в обох сортів зазначений показник досягав за норми висіву 150 тис. шт./га і склав у сорту Беттіна 1,21 м²/га х діб та 1,17 м²/га х діб у сорту Фортеця. За норми висіву 350 тис. шт./га фотосинтетичний

потенціал посіву був меншим за варіант норми 150 тис. шт./га на 11,1 – 11,5%, а за норми висіву 250 тис. шт./га – на 7,4 – 7,7% залежно від досліджуваного сорту.

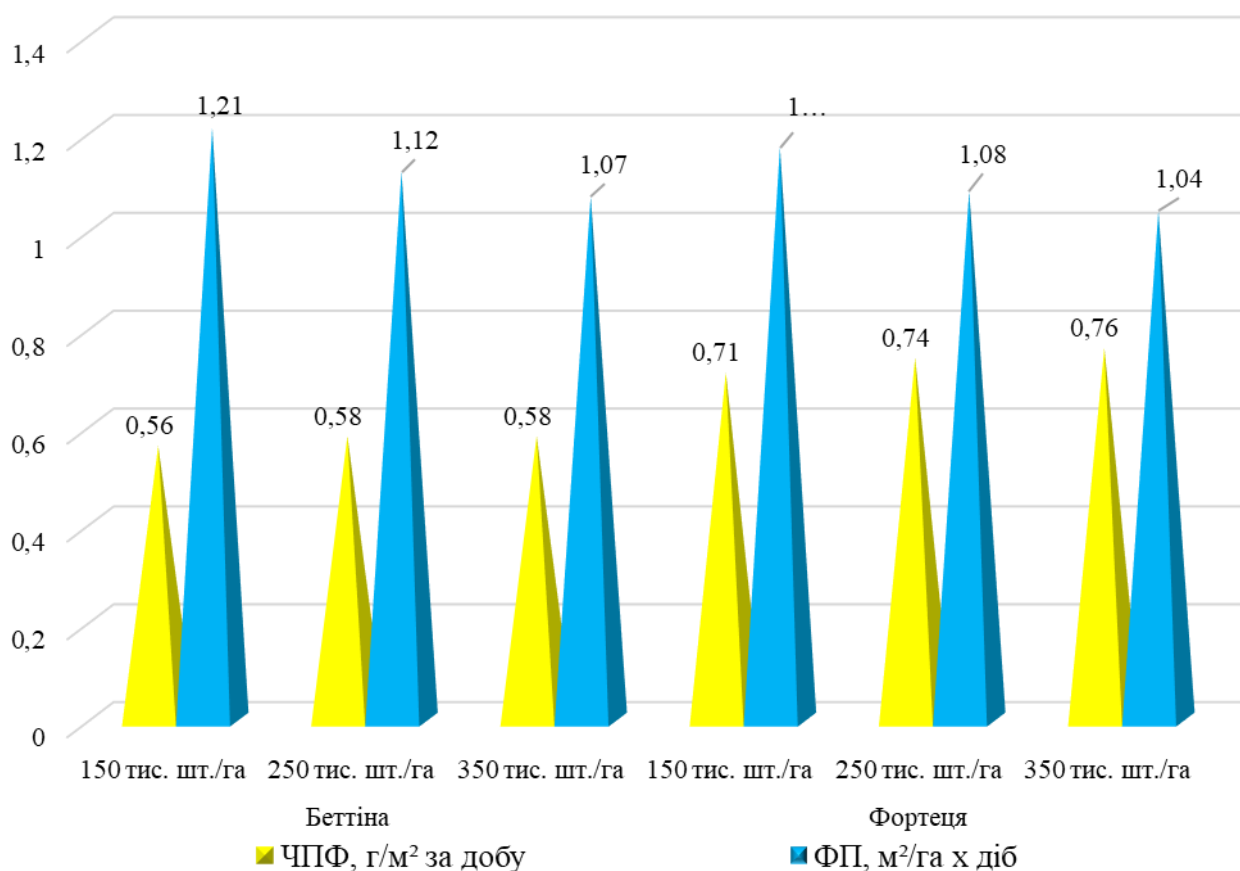


Рис. 3.6. Вплив сортових особливостей та норми висіву насіння на чисту продуктивність посівів та їх фотосинтетичний потенціал у міжфазний період цвітіння – наливу насіння (середнє за 2022 – 2024 рр.)

Важливим показником фотосинтетичної діяльності посівів сої є чиста продуктивність фотосинтезу, яка характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м² листової поверхні рослин. Нашими дослідженнями встановлено, що даний показник перебував у зворотному зв'язку із розміром листової поверхні.

3.4 Продуктивність сортів сої

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежить від забезпечення їх факторами життя, що впливає на зміну основних елементів структури врожаю: кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у бобі, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин. Раціональне співвідношення агротехнічних і гідротермічних умов забезпечує високу продуктивність рослин сої [12, 21].

Найбільш мінливим показником структури продуктивності рослин сої є кількість бобів на рослині. У пазухах листків формується від 3 до 35 квіток, але в верхівковій китиці до 12 квіток, це спричинено високим рівнем абортивності квіток – 36 – 81% [13, 14, 15].

Наші дослідження показали, що елементи продуктивності рослин сої залежали від умов навколишнього середовища, які склалися у період вегетації, сортових особливостей рослин та норм висіву насіння, які було взято на дослідження (табл. 3.6).

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежала від розвитку рослин у період вегетації та їх кількості на одиниці площі, яка, в першу чергу, залежала від норми висіву насіння. Нашими дослідженнями встановлено, що зі збільшенням норми висіву насіння до 250 – 350 тис. шт./га кількість бобів і насінин на одній рослині, а також маса насінин з однієї рослини і маса 1000 насінин зменшувалася.

Найбільша кількість структурних елементів продуктивності обох досліджуваних сортів сої у всі роки досліджень була визначена за сівби нормою 150 тис. шт./га. Так, у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, кількість бобів і насінин з однієї рослини сої за даного варіанту норми висіву склала 38,1 та 107,9 шт., що перевищило показники варіантів досліду з нормою висіву насіння 250 та 350 тис. шт./га на 10,6 – 14,0 та 42,9 – 60,2 шт., або на 27,8 – 36,7 та 39,8 – 55,8% залежно від норми висіву насіння.

**Вплив норм висіву та сортових особливостей
на елементи продуктивності сої**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Кількість, шт.			Маса насінин з 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г
		бобів на 1 рослині	насінин в 1 бобі	насінин на 1 рослині		
1	2	3	4	5	6	7
2022 р.						
Беттіна	150	44,1	2,9	127,9	16,8	131,4
	250	31,5	2,4	75,7	9,9	130,7
	350	26,4	2,1	55,5	7,2	129,8
Фортеця	150	41,6	2,7	112,4	12,9	114,8
	250	28,6	2,4	68,7	7,8	113,6
	350	23,5	2,2	51,6	5,8	112,5
2023 р.						
Беттіна	150	41,3	3,1	128,0	18,4	143,8
	250	30,6	2,5	76,5	10,9	142,5
	350	27,2	2,1	57,2	8,1	141,7
Фортеця	150	39,4	2,9	114,2	14,4	126,1
	250	26,1	2,6	67,9	8,5	125,2
	350	25,1	2,0	50,1	6,2	123,7
2024 р.						
Беттіна	150	34,3	2,7	92,5	11,0	118,9
	250	27,4	2,1	57,5	6,7	116,5
	350	22,9	1,8	41,2	4,7	114,2
Фортеця	150	27,8	2,6	72,2	7,1	98,3
	250	20,9	2,1	43,8	4,2	95,9
	350	19,1	1,6	30,5	2,9	95,2

1	2	3	4	5	6	7
Середнє за 2022 - 2024 рр.						
Беттіна	150	39,9	2,9	116,1	15,4	131,4
	250	29,8	2,3	69,9	9,2	129,9
	350	25,5	2,0	51,3	6,7	128,6
Фортеця	150	36,3	2,7	99,6	11,5	113,1
	250	25,2	2,4	60,1	6,8	111,6
	350	22,6	1,9	44,1	5,0	110,5
НІР _{0,5}	фактор А фактор В	0,71-0,82 0,95-1,04	0,08-0,15 0,28-0,75	0,85-0,97 0,65-0,79	0,08-0,52 0,04-0,18	0,01-0,12 0,04-0,13

Така ж залежність спостерігалася і щодо інших структурних елементів продуктивності рослин сої. Так, за сівби нормою 150 тис. шт./га маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин, у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, становила 13,5 та 122,3 г відповідно, що було більше за показники норм висіву 250 та 350 тис. шт./га на 5,5 – 7,6 та 1,5 – 2,7 г.

Результати наших досліджень можна пояснити тим, що за збільшення норми висіву насіння і загущенні посівів зростала конкуренція рослин сої за фактори життя (вологу, світло, елементи живлення і т.д.), внаслідок чого процеси фотосинтезу гальмувалися і кількість асимілянтів, що надходять внаслідок фотосинтезу до репродуктивних органів, зменшувалася. Як наслідок, кількість структурних елементів продуктивності рослин сої та їх маса були меншими.

Не менш важливе значення у формуванні елементів продуктивності рослин сої відігравали у роки досліджень сортові особливості та погодно – кліматичні умови років досліджень. Так, у середньому по фактору норми висіву насіння, найкращі умови для росту і розвитку рослин сої обох досліджуваних сортів сої були визначеними у 2023 р., цьому сприяла достатня кількість опадів (169,5 мм), яка випала за період вегетації культури та температурний режим. За вирощування сорту Беттіна у 2023 р., у

середньому по нормах висіву насіння, на одній рослині було сформовано 87,2 насінин, що перевищило показники рослин сорту Фортеця на 9,8 шт. або на 11,2% (рис. 3.7).

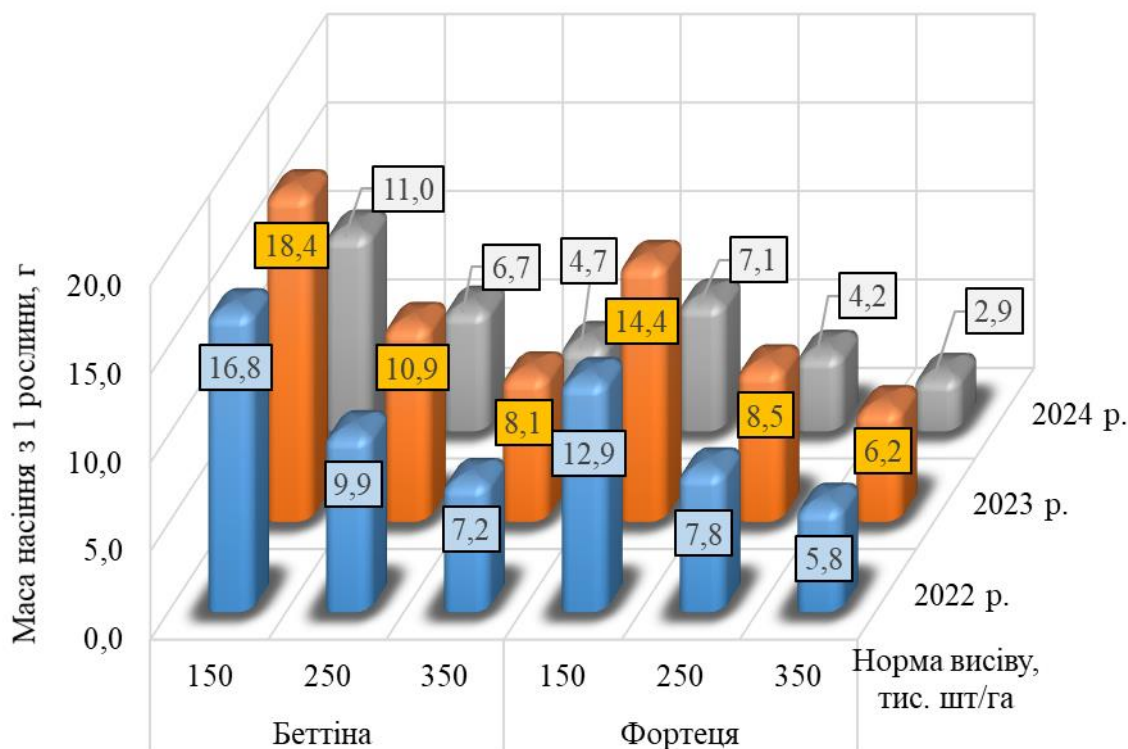


Рис. 3.7. Маса насіння з 1 рослини сої залежно від сорту та норми висіву насіння, г

В результаті кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що між урожайністю зерна і показниками структури урожаю сої під впливом досліджуваних факторів сформовано кореляційні зв'язки. Рівняння залежності урожайності зерна і показниками структури урожаю кукурудзи носять лінійний характер і в загальному вигляді описуються рівнянням:

$$y = a \cdot x + b$$

Де y – урожайність зерна, т/га; x – показник структури урожаю; a , b – коефіцієнти, що залежать від норми висіву та біологічних особливостей сорту.

Коефіцієнт кореляції між урожайністю та масою насіння з 1 рослини у варіантах досліджу, коли висівався сорт Беттіна становить 0,990 – 0,999, що

свідчить про наявність сильного кореляційного зв'язку. Для сорту Фортеця коефіцієнт кореляції становить 0,986 – 0,999, що також свідчить про наявність сильного кореляційного зв'язку. Аналіз кореляційно-регресійних моделей свідчить, що під дією досліджуваних факторів зі збільшенням маси насіння відбувається одночасне збільшення урожайності обох сортів сої (рис. 3.8, 3.9).

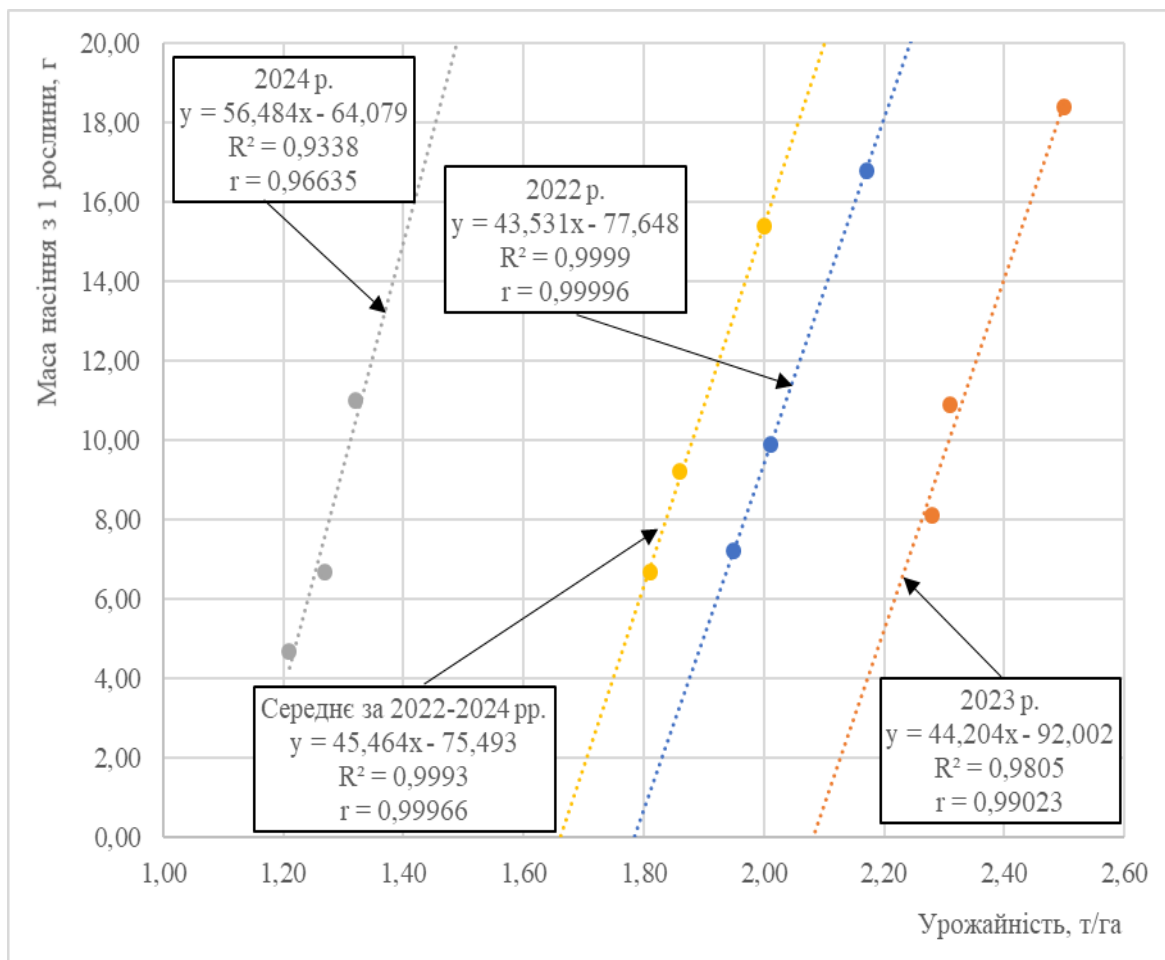


Рис. 3.8. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності сої сорту Беттіна від маси насіння з 1 рослини за 2022-2024 рр.

R^2 – величина вірогідності апроксимації, r – коефіцієнт кореляції

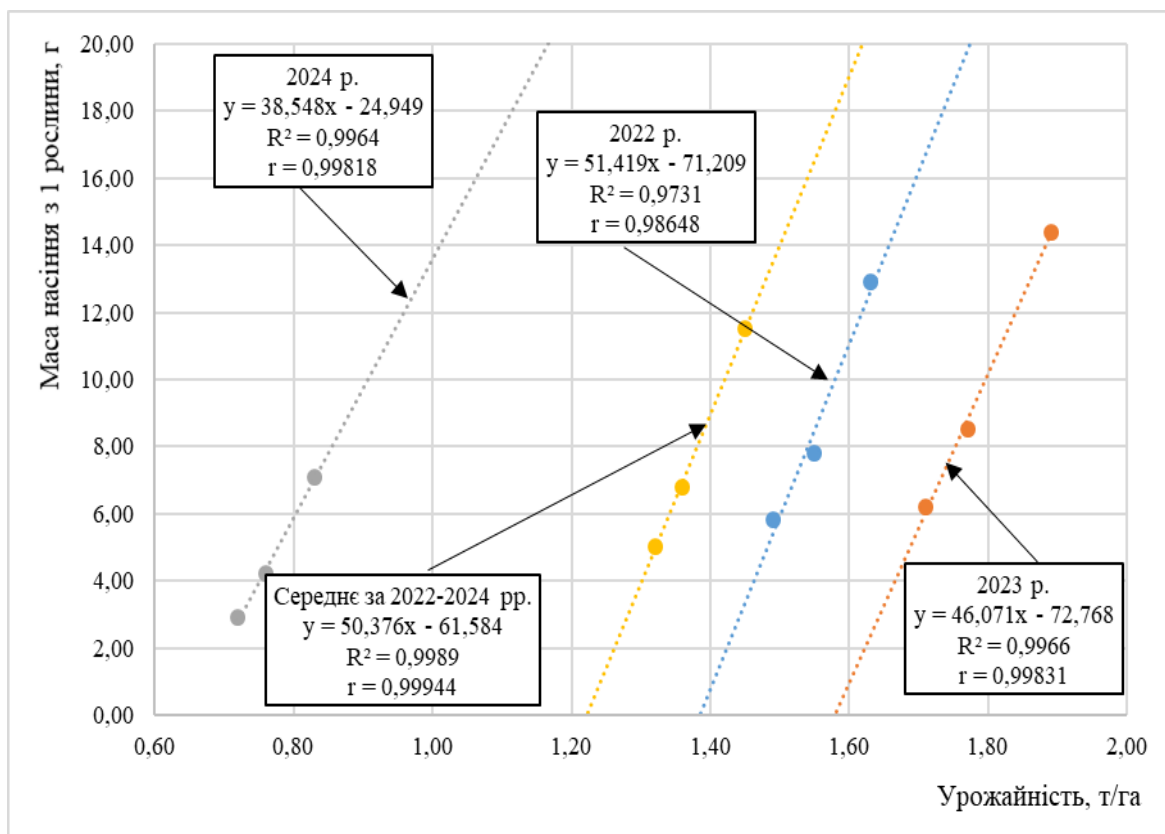


Рис. 3.9. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності сої сорту Фортеця від маси насінин з 1 рослини за 2022-2024 рр.

R^2 – величина вірогідності апроксимації, r – коефіцієнт кореляції

Маса 1000 насінин також була більшою у 2023 р. за вирощування сорту Беттіна. Так, досліджуваний показник на вирощування даного сорту склав 142,7 г, що більше за показники варіанту вирощування сорту Фортеця на 17,7 г або на 12,4% (рис. 3.10).

Коефіцієнт кореляції між урожайністю та масою 1000 насінин у варіантах досліду, коли висівався сорт Беттіна становить 0,943 – 0,998, що свідчить про наявність сильного кореляційного зв'язку. Для сорту Фортеця коефіцієнт кореляції становить 0,945 – 0,998, що також свідчить про наявність сильного кореляційного зв'язку. Аналіз кореляційно-регресійних моделей свідчить, що під дією досліджуваних факторів зі збільшенням маси 1000 насінин відбувається одночасне збільшення урожайності обох сортів сої (рис. 3.11, 3.12).

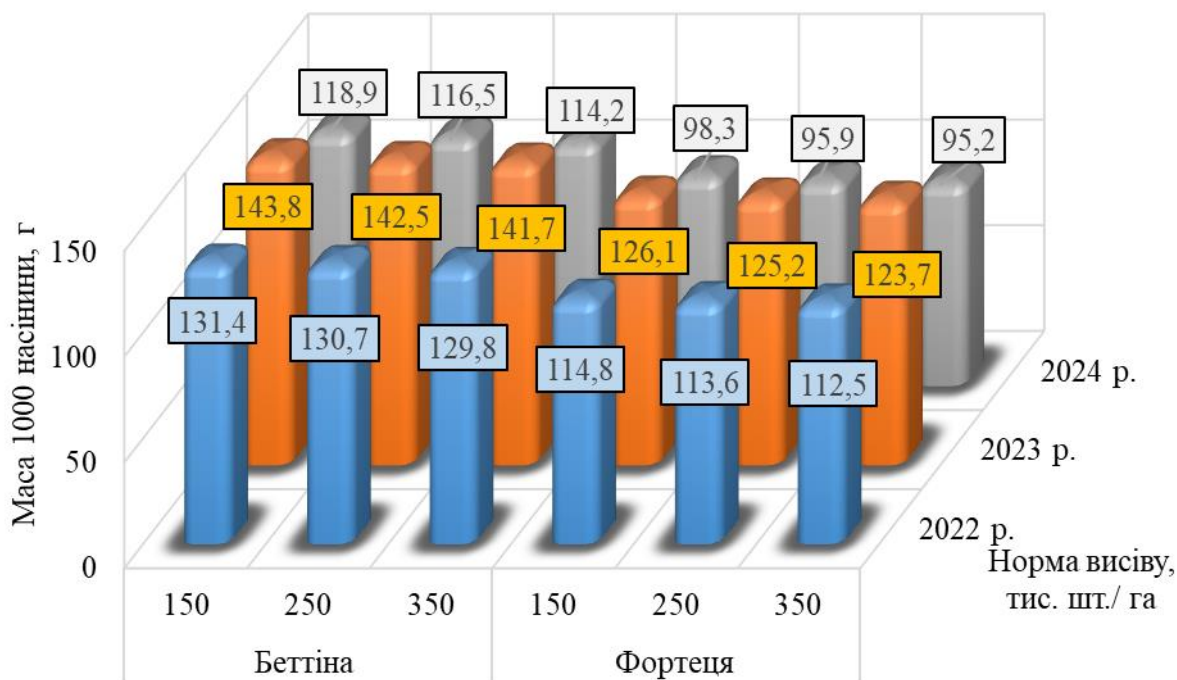


Рис. 3.10. Вплив сортових особливостей і норми висіву насіння на масу 1000 насіння сої, г

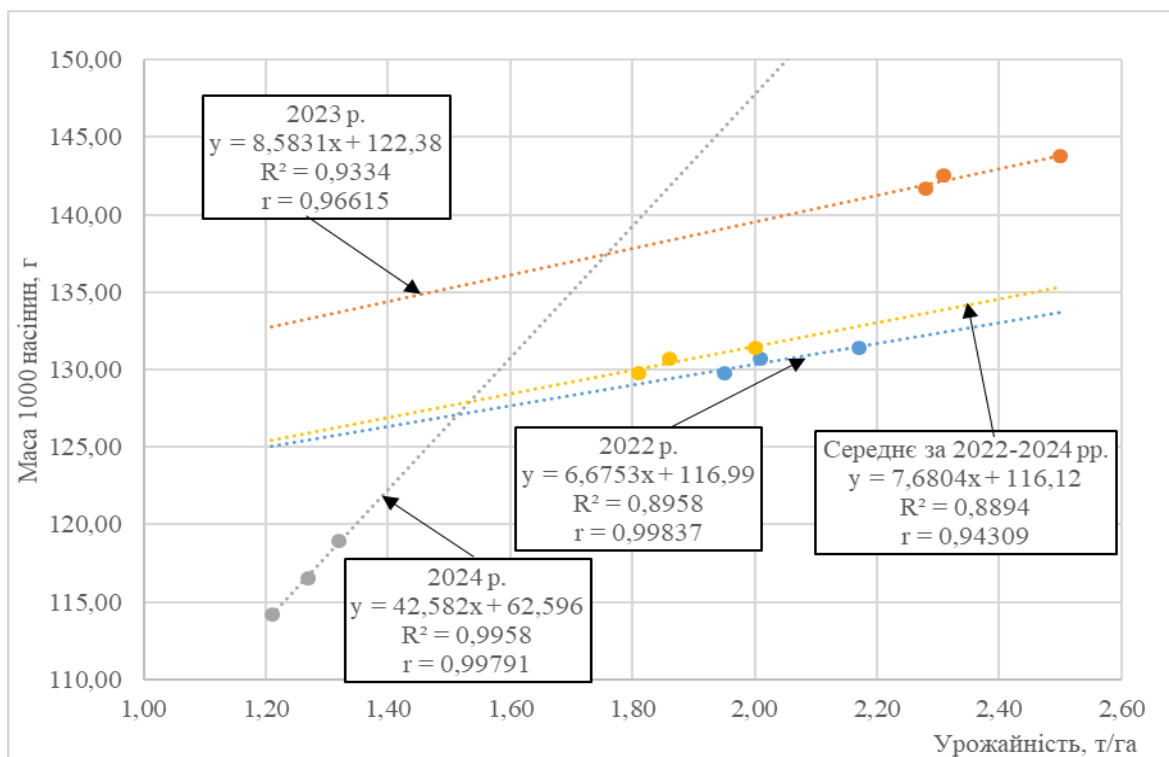


Рис. 3.11. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності сої сорту Беттіна від маси 1000 насінин за 2022-2024 рр.

R^2 – величина вірогідності апроксимації, r – коефіцієнт кореляції

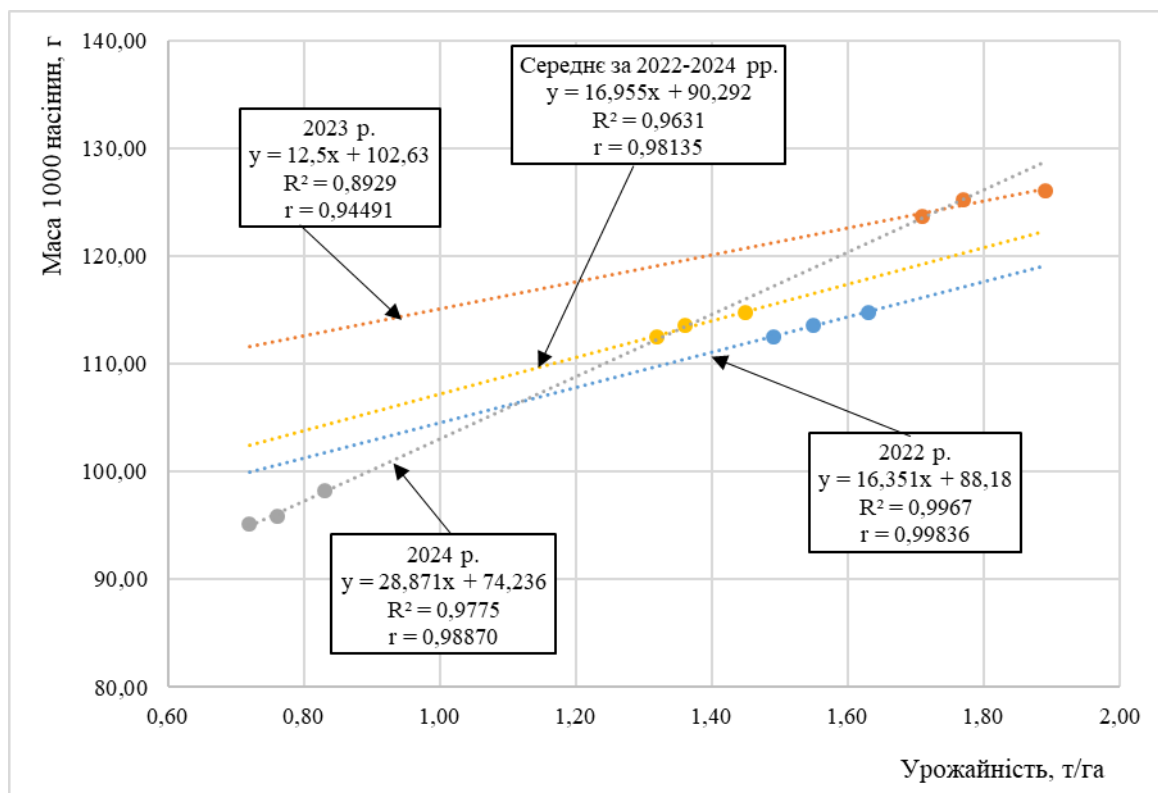


Рис. 3.12. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності сої сорту Фортеця від маси 1000 насінин за 2022-2024 рр.

R^2 – величина вірогідності апроксимації, r – коефіцієнт кореляції

Найбільш динамічним фактором є врожайність, яка й визначає рівень ефективності вирощування культури в розрізі інших сільськогосподарських культур. Нашими дослідженнями встановлено, що на урожайність сої впливали погодно-кліматичні умови років досліджень і фактори, які були взято на дослідження (табл. 3.7).

Так, у середньому по факторами дослідів, найбільш сприятливі умови росту і розвитку рослин у період вегетації сої склалися у 2023 р., а найгірші – у 2024 р. Урожайність сої у 2023 р. склала 2,08 т/га, що більше за показники 2022 р. на 0,28 т/га або на 13,5%, а 2024 р. – на 1,06 т/га або на 51,0%.

Слід відмітити, що незалежно від року дослідження, підвищення норми висіву насіння до 350 тис. шт./га сприяло зниженню урожайності обох досліджуваних сортів сої. Так, за даної норми висіву насіння, за сівби сорту Беттіна було одержано, в середньому за роки досліджень, 1,81 т/га насіння, а

сорту Фортеця – 1,31 т/га, що менше порівняно з варіантами інших досліджуваних норм висіву на 0,05 – 0,14 та 0,04 – 0,13 т/га або на 2,7 – 7,0 та 2,9 – 9,0%.

Таблиця 3.7

**Урожайність сої залежно від норм висіву
та сортових особливостей, т/га**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Роки			Середнє за 2022 – 2024 рр.
		2022	2023	2024	
Беттіна	150	2,17	2,50	1,32	2,00
	250	2,01	2,31	1,27	1,86
	350	1,95	2,28	1,21	1,81
Фортеця	150	1,63	1,89	0,83	1,45
	250	1,55	1,77	0,76	1,36
	350	1,49	1,71	0,72	1,32
НІР _{0,5}	фактор А	0,29	0,03	0,06	
	фактор В	0,27	0,06	0,17	

Найвищою урожайність сої, у середньому за роки досліджень, була сформована на варіанті вирощування сої сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га – 2,00 т/га, що перевищило показники інших варіантів досліду на 0,14 – 0,68 т/га або на 7,0 – 34,0%.

Результати дисперсійного аналізу показали, що дещо більше на формування врожайності сої впливали сортові особливості культури, частка впливу яких склала 93,5% (рис. 3.13). На частку впливу фактору норми висіву насіння припадав менший відсоток – 6,4%.

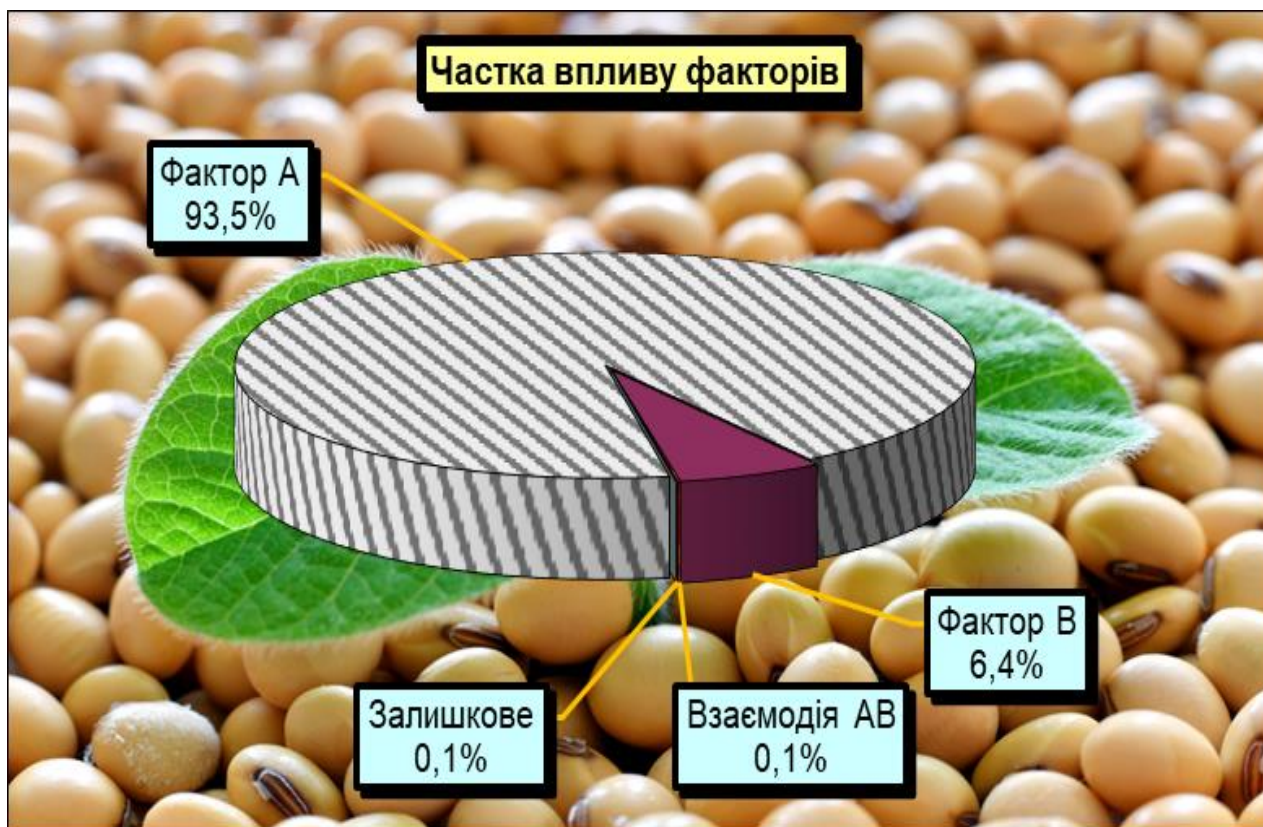


Рис. 3.13. Вплив досліджуваних факторів та їх взаємодія на урожайність сої за результатами дисперсійного аналізу (середнє за 2022 – 2024 рр.)

Вміст та склад насіння сої є цінними ознаками, контрольованими складним генетичним потенціалом сортів та різними умовами росту і розвитку рослин. Неприятливі умови навколишнього середовища, включаючи посуху, температуру та солоність, можуть сильно знизити продуктивність насіння та змінити їх хімічний склад [23, 24, 25].

Нашими дослідженнями встановлено, що норми висіву насіння та сортові особливості рослин сої в роки досліджень мали вплив на хімічний склад насіння (табл. 3.8).

Результати досліджень свідчать, що вміст білку в насінні сої був невисоким і склав залежно від досліджуваного варіанту 33,2 – 36,9%. Слід відмітити, що в середньому за роки досліджень і по фактору норми висіву, у насінні сорту Беттіна містилося білку більше на 3,3 відсоткових пунктів порівняно з сортом Фортеця.

**Вплив норм висіву та сортових особливостей
на хімічний склад насіння сої (середнє за 2022 – 2024 рр.)**

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Вміст, %			
		жиру	білку	крохмалю	цукру
Беттіна	150	22,6	36,9	7,2	8,0
	250	22,0	36,4	6,8	7,6
	350	21,8	36,1	6,6	7,3
Фортеця	150	21,1	36,0	6,8	7,5
	250	20,7	35,8	6,5	7,4
	350	20,6	34,2	6,2	7,4

Норми висіву насіння також мали вплив на вміст білку в насінні сої. Так, в середньому за роки досліджень, зі збільшенням норми висіву до 250 тис. шт./га вміст білку в насінні сорту Беттіна зменшився на 1,4 відсоткових пунктів, а у сорту Фортеця – на 0,6 відсоткових пунктів. Зі збільшенням норми висіву насіння до 350 тис. шт./га вміст білку в насінні зменшився порівняно з нормою висіву 150 тис. шт./га на 5,0 – 2,2 відсоткових пунктів залежно від досліджуваного сорту. Зменшення вмісту білку в насінні сої зі збільшенням норми висіву насіння можна обґрунтувати наростанням меншої надземної маси рослин та конкуренцією у посівах упродовж вегетації.

Вміст жиру в насінні сої також залежав від сортових особливостей і норми висіву насіння. Так, у середньому за роки досліджень і по фактору норми висіву, в насінні сорту Беттіна містилося 22,1% жиру, що перевищувало показники по сорту Фортеця на 5,9 відсоткових пунктів.

Чітко вираженої закономірності щодо впливу норм висіву насіння на вміст жиру в ньому в роки досліджень не простежувалося. Але, найкращі показники, незалежно від досліджуваного сорту забезпечувала сівба нормою 150 тис. шт./га. Так, за даної норми висіву вміст жиру в насінні сорту

Фортеця був вищим на 0,4 – 0,5% порівняно з нормами висіву 250 та 350 тис. шт./га, а сорту Беттіна – на 0,6 – 0,8%.

За вмістом цукру і крохмалю у насінні сої варіанти досліду майже не відрізнялися, але перевага залишалася за нормою висіву 150 тис. шт./га. При цьому, дещо кращі показники забезпечувало вирощування сорту Беттіна, що можна пояснити кращою реакцією даного сорту на умови вирощування культури.

Важливим і узагальнюючим показником ефективності технології вирощування сої є збір білку та жиру з 1 га посіву. Нашими дослідженнями встановлено, що найбільший умовний збір білку та жиру з одиниці площі посіву забезпечувало вирощування сорту сої Беттіна за норми висіву 150 тис. шт./га (рис. 3.14).

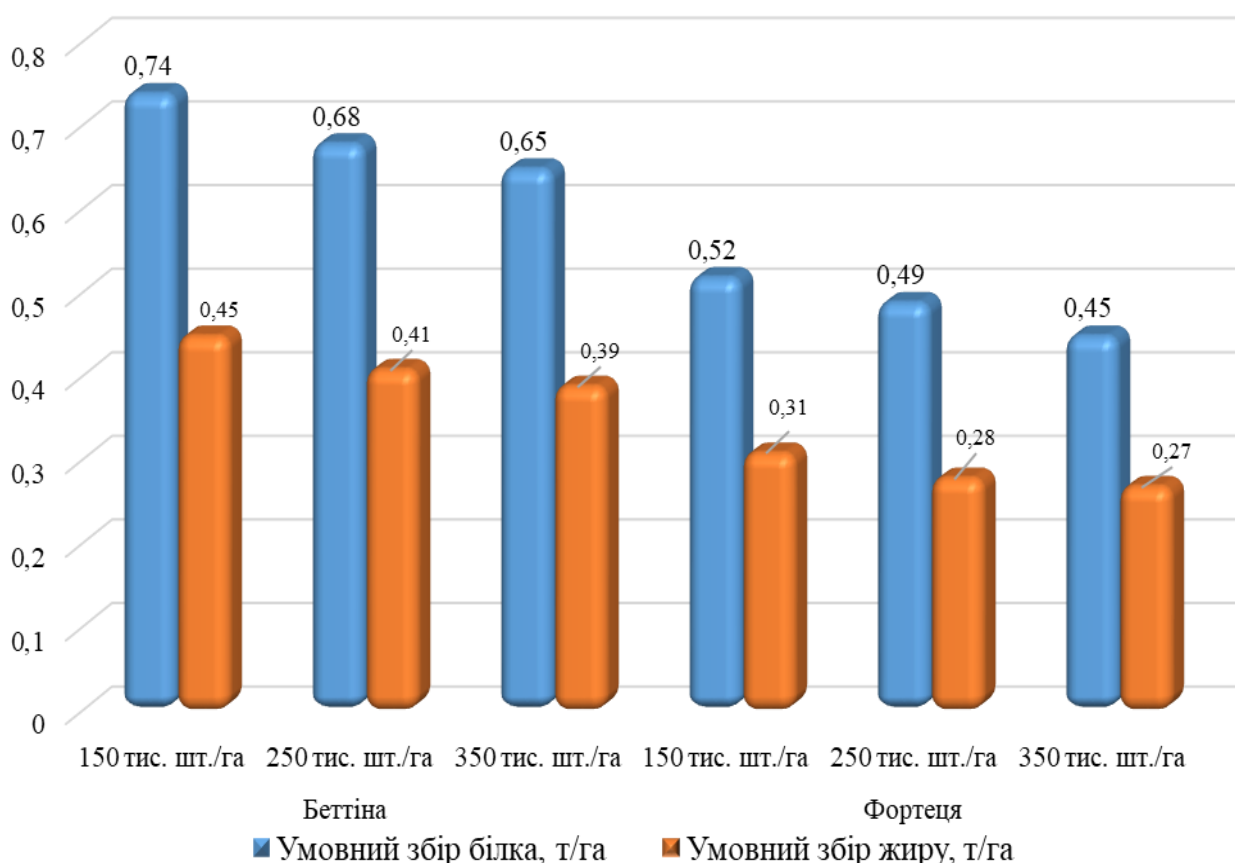


Рис. 3.14. Умовний збір білка і жиру з площі посіву сої залежно від сортових особливостей та норми висіву насіння (середнє за 2022 – 2024 рр.), т/га

Так, у середньому за роки досліджень, за даного варіанту досліду було зібрано 0,74 т/га білку та 0,45 т/га жиру, що перевищило показники інших досліджуваних варіантів відповідно на 8,1 – 39,2 та 8,9 – 40,0 відсоткових пунктів, що можна пояснити не лише більшим вмістом у насінні білку і жиру за даного варіанту досліду, а й вищою урожайністю сої.

На збір білка та жиру з площі посіву сої мали істотний вплив норми висіву насіння. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, збір білку за норми висіву насіння 150 тис. шт./га склав 0,63 т/га, а жиру – 0,38 т/га, що відповідно перевищило показники варіантів сівби з нормами 250 та 350 тис. шт./га на 6,3 – 12,7 та 7,9 – 13,2%.

Висновки до розділу 3:

1. Польова схожість насіння сої сорту Беттіна залежно від року дослідження і норми висіву насіння коливалася в межах 87,5 – 96,8%, а сорту Фортеця – 86,3 – 95,1%. При збільшенні норми висіву до 350 тис. шт./га, незалежно від року дослідження, польова схожість насіння досліджуваних сортів сої знижувалася на 5,1 – 5,3 відсоткових пунктів порівняно до показників за варіанту норми висіву 150 тис. шт./га.

У фазі повної стиглості насіння густина стояння рослин у сорту Беттіна склала 128,2 – 269,4 тис. шт./га, а сорту Фортеця – 124,4 – 260,0 тис. шт./га залежно від норми висіву насіння. При цьому, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, найбільше рослин сої на період повної стиглості насіння збереглися за сівби нормою 150 тис. шт./га – 89,9%, що перевищило показники інших варіантів норм висіву (250 та 350 тис. шт./га) на 2,9 – 5,2 відсоткових пунктів.

2. У середньому за роки досліджень і по нормам висіву насіння, найвищими у всі фази росту і розвитку були рослини сорту Беттіна – 54,1 см у фазі бутонізація, 65,4 см – кінець цвітіння і 67,7 см – фазі наливу насіння, що перевищило показники по сорту Фортеця на 7,4; 6,1 та 4,9% відповідно. Зі

збільшенням норми висіву насіння лінійні розміри рослин сої зростали. Так, в середньому за роки досліджень, за вирощування сої сорту Беттіна і збільшенні норми висіву насіння до 350 тис. шт./га висота рослин порівняно із варіантом норми висіву 150 тис. шт./га у фазі бутонізації зросла на 6,5%, на кінець цвітіння рослин – на 3,5%, а у фазі наливу насіння – на 5,2%. Така ж тенденція спостерігалася і на варіантах вирощування сорту Фортеця.

3. Найбільше накопичення сухої надземної маси рослин відбувалося у середньопосушливих 2022 та 2023 рр., а найменше – у 2024 р. в умовах дуже сильної посухи. Динаміка накопичення сухої надземної маси сортами сої змінювалася залежно від норми висіву. Сорт Фортеця, в середньому за роки досліджень, на загущення посівів мав більш сильну реакцію у вигляді зниження маси сухої речовини. Найкращі умови для накопичення сухої надземної маси рослин сої, у середньому за роки досліджень, були відмічені у варіанті сівби сорту Беттіна з нормою висіву 150 тис. шт./га – у фазі бутонізації було накопичено 1,58 т/га сухої речовини, на кінець фази цвітіння – 3,34 т/га, а у фазі наливу насіння – 3,99 т/га.

4. Норми висіву насіння впливали на формування площі листової поверхні рослин сої. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, за вирощування культури з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га сприяло формуванню найбільшої площі листків – 18,54 – 25,64 тис. м²/га залежно від фази росту і розвитку рослин, що перевищило показники варіантів норм висіву 250 та 350 тис. шт./га відповідно на 7,1 – 8,6 та 10,6 – 15,2%.

Найбільшої величини фотосинтетичний потенціал посівів обох сортів сої досягав за норми висіву 150 тис. шт./га і склав у сорту Беттіна 1,21 м²/га х діб та 1,17 м²/га х діб у сорту Фортеця. За норми висіву 350 тис. шт./га фотосинтетичний потенціал посіву був меншим за варіант норми 150 тис. шт./га на 11,1 – 11,5%, а за норми висіву 250 тис. шт./га – на 7,4 – 7,7% залежно від досліджуваного сорту.

5. Найбільша кількість структурних елементів продуктивності обох досліджуваних сортів сої у всі роки досліджень була визначена за сівби

нормою 150 тис. шт./га. Так, у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, кількість бобів і насінин з однієї рослини сої за даного варіанту норми висіву склала 38,1 та 107,9 шт., що перевищило показники варіантів досліду з нормою висіву насіння 250 та 350 тис. шт./га на 27,8 – 36,7 та 39,8 – 55,8% залежно від норми висіву насіння. Така ж залежність спостерігалася і щодо інших структурних елементів продуктивності рослин сої.

6. На урожайність сої впливали погодно-кліматичні умови років досліджень і фактори, які були взято на дослідження. Урожайність сої у 2023 р. склала 2,08 т/га, що перевищило показники 2022 р. на 0,28 т/га або на 13,5%, а 2024 р. – на 1,06 т/га або на 51,0%.

Підвищення норми висіву насіння до 350 тис. шт./га сприяло зниженню урожайності обох досліджуваних сортів сої. Так, за сівби сорту Беттіна було одержано, в середньому за роки досліджень, 1,81 т/га насіння, а сорту Фортеця – 1,31 т/га, що менше порівняно з варіантами інших досліджуваних норм висіву на 2,7 – 7,0 та 2,9 – 9,0%. Найвищою урожайність сої, у середньому за роки досліджень, була сформована на варіанті вирощування сої сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га – 2,00 т/га, що перевищило показники інших варіантів досліду на 0,14 – 0,68 т/га або на 7,0 – 34,0%.

7. Норми висіву насіння та сортові особливості рослин сої в роки досліджень мали вплив на хімічний склад насіння. Так, у середньому за роки досліджень, найкращі умови для формування якісного зерна сої були відмічені за норми висіву насіння 150 тис. шт./га, особливо за вирощування сорту Беттіна – вміст жиру, білку, крохмалю та цукру в зерні відповідно склав 22,6; 36,9; 7,2 та 8,0%.

Найбільший умовний збір білку та жиру з одиниці площі посіву забезпечувало вирощування сорту сої Беттіна за норми висіву 150 тис. шт./га. У середньому за роки досліджень, за даного варіанту досліду було зібрано 0,74 т/га білку та 0,45 т/га жиру, що перевищило показники інших

досліджуваних варіантів відповідно на 8,1 – 39,2 та 8,9 – 40,0 відсоткових пунктів.

Список використаних джерел до розділу 3:

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2020. 276 с.
2. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і урожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 20, Вип. 4. С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004>.
3. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Насіннева продуктивність середньостиглого сорту сої Святогор залежно від норми висіву та доз азотних добрив в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2018. № 70. С. 55-59.
4. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Plant and Soil Science*. 2020. Вип. 11(1). С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>.
5. Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. В. Формування продуктивності сої за впливу дії інокуляції, удобрення, стимуляторів росту. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 14. С. 12–17. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.2>
6. Глупак З. І. Оптимізація густоти стояння рослин сої залежно від групи стиглості сорту для умов північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 23-25. DOI: 10.31395/2310-0478-2020-2-23-25.

7. Іванів М. О., Ганжа В. В. Вплив елементів технології на показники продуктивності сортів сої в умовах краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 83-93.

8. Лемешик, А. В., Новицька, Н. В. Формування фотосинтетичних показників сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2023. Вип. 31. С. 97–109. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.31.2023.292405>.

9. Лотиш І. І. Формування площі листкової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього зволоження Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1-2. С. 167-171.

10. Міхеєва О. О., Рожков А. О., Міхеєв В. Г. Динаміка наростання площі листкової поверхні рослин сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т. 11, № 1-2. С. 77-88. DOI: doi.org/10.31548/bio2019.01.009

11. Міхеєва О. О., Рожков А. О., Міхеєв В. Г. Вживаність рослин сої залежно від комплексного впливу способу сівби та норми висіву насіння в Східному Лісостепу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 28. С. 130-139.

12. Молдован Ж. А. Формування біометричних показників залежно від строків сівби та норм висіву сортами сої з різним вегетаційним періодом. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61), Т. 1. С. 60-67.

13. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 132–141. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.132.17

14. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Формування елементів структури врожаю сої під впливом гербіцидного захисту у Правобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 79–88.

15. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Формування урожайності та якості зерна сортами сої. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення* : матеріали міжнар. наук. конф. (м. Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р.). Дніпро, 2023. С. 142–143.

16. Небаба К. С. Польова схожість насіння та збереженість рослин гороху залежно від технологічних заходів в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. № 44. С. 48-52. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.8>

17. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту / І. С. Поліщук, М. І. Поліщук, О. В. Мазур та ін. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 11. С. 36–43.

18. 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.

19. Рожков А. О., Міхеєва О. О. Польова схожість насіння та густина рослин сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь у східному Лісостепу України. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2017. № 2. С. 119-129.

20. Чинчик О. С., Козирський Д. В., Кравченко В. С. Польова схожість насіння та виживання рослин сої залежно від технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102, Ч. 1. С. 155-166.

21. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 69–77.

22. Шевніков М. Я., Лотиш І. І. Формування висоти рослин сої залежно від сорту і параметрів сівби в умовах Лісостепу. *Наукові основи сучасних агротехнологій* : матеріали VI наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 25-26 квітня 2018 р.). Полтава : Полтавська державна аграрна академія, 2018. С. 99–106.

23. Genetic regulations of the oil and protein contents in soybean seeds and strategies for improvement / A. Liu, S.-S. Cheng, W.-S. Yung et al. *Advances in Botanical Research*. 2022. Vol. 102. P. 259–293. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2022.03.002>.

24. Sobko O., Zikeli S., Claupein W., Gruber S. Seed yield, seed protein, oil content, and agronomic characteristics of soybean (*Glycine max* L. Merrill) depending on different seeding systems and cultivars in Germany. *Agronomy*. 2020. 10(7). 1020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10071020>

25. Soybean seed yield, protein, and oil concentration for a modern and old genotype under varying row spacings / V. M. Pereyra et al. *Heliyon*. 2024. P. e35054. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35054>

26. The Effect of Fertilizer System on Soybean Productivity in the Conditions of Right Bank Forest-Steppe [Electronic resource] / I. M. Didur, V. I. Tsyhanskyi, O. I. Tsyhanska et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). C. 92-96.

27. The Influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Steppe of Ukraine / O. Yeremenko et al. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Cham*, 2019. P. 793–806. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_78

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ

4.1 Поживний режим ґрунту та його мікробіологічна діяльність

Дедалі вагомніше місце в забезпечення продовольчої безпеки України займають зернобобові культури. Адже вони відіграють велику роль у вирішенні проблеми збільшення виробництва високоякісного рослинного білка для харчування людей і забезпечення збалансованими кормами тваринництва. Важливе значення, особливо в останні роки, зернобобові культури, в т. ч. і соя, відіграють у підвищенні показників родючості ґрунту. Їх вирощування дає змогу покращити в ґрунтах азотний баланс, фітосанітарний стан посівів та суттєво підвищити продуктивність одиниці сівозміни. Завдяки біологічній азотфіксації зернобобові нагромаджують у ґрунті 80–150 кг/га азоту (за діючою речовиною), що рівноцінно внесенню 200–400 кг/га аміачної селітри [27, 50].

Відомо, що надходження елементів живлення впродовж вегетаційного періоду сої відбувається нерівномірно, виділяється три періоди за інтенсивністю споживання поживних речовин [21]. У перший період: сходи початок цвітіння соя споживає 6 – 7% азоту, 5 – 6% фосфору, 7 – 10% калію; у другий період: початок цвітіння – початок наливання насіння – N – 58 – 60%, P – 65 – 70%, K – 65 – 70%; третій період: початок наливання насіння – повна стиглість відповідно 30 – 35, 30 – 35 та 20 – 25% [67].

Оскільки соя виносить з ґрунту значну кількість поживних речовин, при вирощуванні інтенсивних сортів кореневмісний шар ґрунту повинен містити велику кількість легкодоступних поживних речовин. Зокрема, сполуки азоту є елементами, які ця бобова культура найбільше виносить з ґрунту завдяки високому вмісту білка в її насінні [64].

Дереза В. В. [24]. зазначає, що у випадку продовження ведення сільського господарства за інтенсивними технологіями та, одночасно, відсутності заходів щодо поновлення запасів гумусу в ґрунтах, його вміст, а, отже, й родючість чорноземів, будуть зменшуватися та виникатиме виснаження ґрунтів. Одним із засобів подолання фізичної деградації ґрунтів автор вважає мінімізацію обробітку ґрунту до нульового варіанту.

Нашими дослідженнями встановлено, що в середньому за роки досліджень, на агрохімічні показники шару ґрунту 0 – 30 см впливала технологія вирощування сої (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Вплив технології вирощування на агрохімічні показники
0 – 30 см шару ґрунту за вирощування сої сорту Беттіна
(середнє за 2022 – 2024 рр.), мг/кг**

Технологія вирощування (фактор В)	Уміст органічної речовини в перерахунку на гумус, %	Вміст, мг/кг					
		Гідролізований азот	Мінеральний азот			Рухомий фосфор	Рухомий калій
			Нітратний азот	Амонійний азот	Всього мінерального азоту		
Класична	4,26	84,7	2,0	2,3	4,3	63,0	71,2
Технологія <i>No-till</i>	4,79	105,4	4,5	7,1	11,6	85,0	97,5

Так, у фазі повної стиглості зерна сої сорту Беттіна вміст органічної речовини в перерахунку на гумус за технології *No-till* склав 4,79%, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 11,0 відсоткових пунктів. При цьому, обидва досліджувані варіанти

технології вирощування мали високий вміст органічної речовини в перерахунку на гумус.

Нами встановлено, що ґрунт варіанту вирощування сої сорту Бетінна за технологією *No-till* характеризувався низьким вмістом гідролізованого та мінерального азоту, середнім вмістом рухомого фосфору і підвищеним вмістом рухомого калію.

Така ж тенденція щодо вмісту елементів живлення у ґрунті спостерігалася і за використання класичної технології вирощування культури, але показники були дещо меншими. Так, у середньому за роки досліджень, вміст гідролізованого азоту був меншим порівняно з варіантом технології *No-till* на 20,7 мг/кг ґрунту або на 19,6%, а вміст мінерального азоту на 7,3 мг/кг або на 62,9%. Вміст у ґрунті рухомого фосфору і калію теж був меншим у варіанті класичної технології вирощування сої – відповідно на 22,0 мг/кг ґрунту або на 25,9% та на 26,3 мг/кг ґрунту або на 26,9%.

Будь-який мікробний ценоз складається зрізних функціональних груп мікроорганізмів з різними умовами живлення та потребами в джерелах енергії. Кількісне співвідношення між цими групами повністю залежить від екологічних умов, в яких формується мікробний ценоз. У ґрунті формуються певні екологічні ніші зі специфічними характеристиками, що виникають під впливом сукупної дії таких факторів навколишнього середовища, як температура, вологість, рН. та ін. [65].

У середньому за роки досліджень, нами встановлено, що чисельність мікроорганізмів досліджуваних фізіологічних груп у отриманих зразках ґрунту варіювала від 0,41 до 10,6 млн КУО/г ґрунту (табл. 4.2).

Загальна чисельність мікроорганізмів у ґрунті (біогенність ґрунту), залежно від технології вирощування варіювала від 42,3 млн КУО/г ґрунту до 59,5 млн КУО/г ґрунту, частка з яких спорових форм була на рівні – 3,7 - 7,2%. При цьому, у ґрунті варіанту класичної технології сої, в якому процеси мінералізації органічних сполук протікали повільніше, превалювали

спороутворюючі бактерії, що споживають органічні форми азоту, на 0,9 млн КУО/г ґрунту або на 29,0% порівняно із варіантом технології *No-till*.

Ґрунти усіх варіантів дослідів характеризувалися середнім ступенем збагачення мікроорганізмами, що використовують у своєму метаболізмі переважно мінеральні сполуки азоту, а також оліготрофами, які активно розвиваються в умовах незначного вмісту доступних вуглець-вмісних сполук у ґрунтовому розчині та олігонітрофілами, які здатні функціонувати за незначної кількості доступного азоту у ґрунтовому розчині.

Таблиця 4.2

**Чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних груп
у досліджуваних зразках ґрунту
(середнє за 2022 – 2024 рр.), млн КУО/г ґрунту**

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Загальна кількість мікроорганізмів	Групи мікроорганізмів						
		Оліготрофи	Педотрофи	Мікроорганізми, які використовують сполуки азоту		Олігонітрофіли	Бактерії роду <i>Azotobacter</i>	Спороутворюючі бактерії
				мінеральні	органічні			
Класична технологія	42,9	8,7	5,6	4,9	8,4	5,1	0,41	3,1
Технологія <i>No-till</i>	59,5	4,3	10,1	5,3	10,6	8,0	0,55	2,2

За класичної технології вирощування сої ступінь збагачення ґрунту мікробіотою, що трансформує переважно органічні сполуки азоту у ґрунті був багатий, а за технології *No-till* – дуже багатий, тоді як забезпеченість ґрунту варіанту класичної технології вирощування педотрофами (корінні

мешканці ґрунту, що беруть участь в утворенні гумусових сполук) була бідною, а варіанту технології *No-till* – середньою.

Встановлено, що чисельність оліготрофів (8,7 млн КУО/г ґрунту) була вищою на 50,6% порівняно з ґрунтом на варіанті технології *No-till*. Зазвичай висока кількість оліготрофів свідчить про несприятливі умови у ґрунті для розвитку корисної мікрофлори. Упродовж всіх років досліджень кількість оліготрофів у варіанті технології *No-till* була нижчою, ніж за класичної технології, що свідчить про більш повноцінне функціонування в ньому корисної мікрофлори ґрунту.

У середньому за роки досліджень, кількість педотрофів, іммобілізаторів мінерального азоту і бактерій роду *Azotobacter* найвищою була у ґрунті на варіанту технології *No-till* відповідно на 4,5 млн КУО/г ґрунту або на 44,6%; 0,4 млн КУО/г ґрунту або на 7,5% та на 0,14 млн КУО/г ґрунту або на 25,5% порівняно з класичною технологією вирощування сої. Слід відмітити, що кількість олігонітрофілів, великою частиною яких є діазотрофи – мікроорганізми, які засвоюють атмосферний азот, також була вищою за використання технології *No-till* – в середньому за роки досліджень, на 2,9 млн КУО/г ґрунту або на 36,3%. Це можна пояснити кращими умовами для симбіотичної діяльності посівів сої, які склалися за використання технології *No-till*.

На основі показників чисельності мікроорганізмів окремих фізіологічних груп нами було визначено відповідні коефіцієнти, які характеризують спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті (рис. 4.1).

У середньому за роки досліджень, коефіцієнт мінералізації-іммобілізації був менше 1, тому можна зробити висновок про сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які склалися на обох варіантах досліду, та перевагу процесів перетворення органічних сполук азоту над мінеральними.

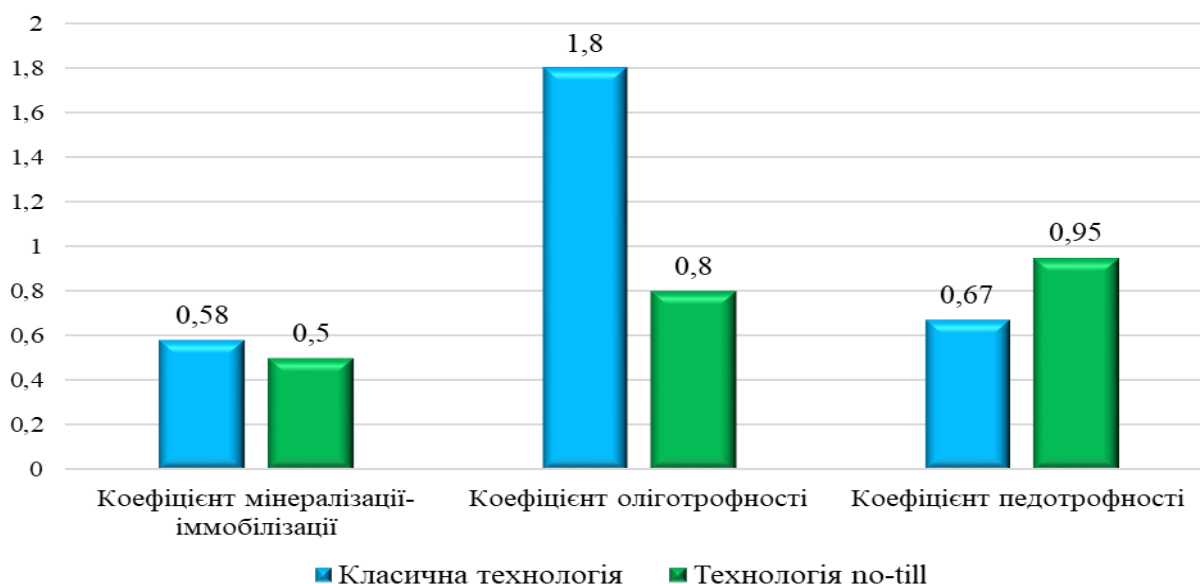


Рис. 4.1. Коефіцієнти спрямованості мікробіологічних процесів у ґрунті залежно від технології вирощування сої (середнє за 2022 – 2024 рр.)

При цьому, за використання технології *No-till*, при якій коефіцієнт мінералізації-іммобілізації був на 0,8 менше порівняно з класичною технологією вирощування сої, процес мінералізації та гуміфікації органічних речовин був більш збалансованим.

Показники коефіцієнту педотрофності за обох технологій вирощування культури вказували на слабку ступінь включення ґрунтового гумусу у процеси трансформації в агроєкосистемі. При цьому, коефіцієнт педотрофності за використання технології *No-till* був більшим на 0,28 і наближався до 1, порівняно з класичною технологією, що свідчить про кращі умови для відновлення гумусу у ґрунті за використання даної технології вирощування сої.

Дослідженнями встановлено, що в середньому за роки досліджень, коефіцієнт оліготрофності варіанту класичної технології вирощування сої був вищим 1 (1,8), що свідчить про посилення конкуренції за доступний азот мікроорганізмів і рослин сої, що веде до втрат органічної речовини ґрунту. У варіанті технології *No-till* коефіцієнт оліготрофності був на рівні 0,8, що

свідчить про достатнє забезпечення легкозасвоюваними поживними речовинами мікроорганізмів та більш сприятливі умови для розвитку корисних мікроорганізмів у ґрунті за даної технології вирощування.

4.2 Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої

У сучасних умовах ведення сільського господарства в Україні зростає необхідність контролю за фітосанітарним станом посівів. Соя культурна – одна з основних сільськогосподарських культур, що вирощуються в Україні. Рентабельність її вирощування може суттєво знижуватися через розвиток хвороб [28].

Рослини сої уражуються значною кількістю хвороб грибного, бактеріального та вірусного походження, що значно впливає на її продуктивність і якість [48]. Хвороби сої впливають на зниження енергії проростання насіння та його схожість, зменшують фотосинтетичну активність й продуктивність культури [62, 81]. Ураження патогенами сприяє зниженню якості зерна, перешкоджає його переробці та споживанню через забруднення продуктами метаболізму, які є шкідливими для людини і тварин [87]. Особливо небезпечними серед них є збудники кореневих гнилей, які можуть зберігатися у ґрунті або зараженому насіннєвому матеріалі [83]. Симптоматичні ознаки захворювання сої починають проявлятися від фази проростання насіння і до його повної стиглості. Слід зазначити, що збільшення поширення та інтенсивності розвитку хвороб сої пов'язано з накопиченням патогенів у ґрунті та сприятливими для їх розвитку умовами навколишнього середовища. В період збирання врожаю за посушливої погоди відбувається травмування насіння і це, значною мірою, також сприяє заселенню його патогенами [49, 92]. Останнім часом значної шкоди посівам завдають ті хвороби, що донедавна майже не проявляли своєї шкідливості на сільськогосподарських культурах [70, 93]. Також слід відмітити, що

недотримання сівозміни, неправильний обробіток ґрунту є одним із факторів ризику розвитку та поширення збудників хвороб сої.

Важливим фактором запобігання поширення хвороб рослин є функціонування у ґрунті мікроорганізмів, антагоністів, фітопатогенів. Серед досліджених особливо важливими антагоністами фітопатогенних бактерій і грибів у агроєкосистемах є представники родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Trichoderma*, *Chaetomium* та деякі інші мікроорганізми. Багато вивчених штамів-антагоністів є основою для виготовлення мікробіологічних препаратів для контролю фітопатогенів у агроєкосистемах і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [33].

В останні роки сільськогосподарські виробники все більше використовують заходи щодо збереження ґрунтового покриву, біологізації землеробства, екологічно обґрунтованого підходу вирощування культур, що сприяє отриманню потенційної продуктивності культур та, зокрема, оптимізації фітосанітарного стану посівів без використання пестицидів [70]. Одним із таких заходів є запровадження в господарствах ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі і сої.

Вирощування сої за *No-till* технологією, залишення рослинних решток на поверхні ґрунту сприяло у всі роки досліджень зміні екологічних умов формування і розвитку мікроорганізмів у ґрунті (табл. 4.3).

За результатами проведеного фітопатологічного аналізу зразків ґрунту, в середньому за роки досліджень, загальна кількість грибів становила від 79,5 до 94,4 тис. КУО/г ґрунту.

Із потенційних токсиноутворюючих видів у досліджуваних зразках ґрунту ідентифіковано *Penicillium funiculosum*, *Penicillium solitum*, *Gliocladium roseum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigates*, *Trichoderma harzianum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sporotrichioides*, *Alternaria alternata*. Частка потенційних токсиноутворюючих видів грибів становила 45,8 – 59,1% від загальної кількості виділених видів залежно від технології вирощування сої [59].

**Кількісний склад ґрунтової мікобіоти за вирощування сої сорту Беттіна
(середнє за 2022 – 2024 рр.)**

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Всього, тис. КУО/г ґрунту	у т. ч.				Гриби- антагоністи		Токсиноутво- рюючі види грибів	
		патогенні види		сапротрофні види					
		тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%
Класична	79,5	23,2	29,2	56,3	70,8	25,8	32,5	47,0	59,1
Технологія <i>No-till</i>	94,4	7,8	8,3	86,6	91,7	19,6	20,8	43,2	45,8

Частка патогенних грибів у зразках ґрунту за технології *No-till* була невисокою і склала 7,8 тис. КУО/г ґрунту або 8,3% від загальної кількості виділених видів. За класичної технології вирощування сої відмічена дещо вища кількість патогенних мікроорганізмів - 23,2 тис. КУО/г ґрунту або 29,2% від загальної кількості виділених видів, що перевищило показники варіанту *No-till* технології на 66,4%. Вони були представлені такими видами – *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyder et Hans., *Fusarium sporotrichioides* nom. nov. Bilai, *Peronospora manshurica* Sydow, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (табл. 4.4).

**Родове співвідношення патогенної мікобіоти за вирощування сої
сорту Беттіна (середнє за 2022 – 2024 рр.)**

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Всього, тис. КУО/Г грунту	у т. ч. патогенних грибів		із родів, %		
		тис. КУО/Г грунту	%	<i>Alternaria</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Peronospora</i>
Класична	79,5	23,2	29,2	3,8	9,5	11,2
Технологія <i>No-till</i>	94,4	7,8	8,3	2,6	8,3	9,6

Серед сапротрофних грибів відмічено види із роду *Penicillium* (*Penicillium funiculosum* Thom., *Penicillium chrysogenum* Thom, *Penicillium solitum* Westling); із роду *Cladosporium* (*Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries,); із роду *Myrothecium* (*Myrothecium verrucaria* (Alb. & Schwein.) Ditmar); із роду *Arthrimum* (*Arthrimum phaeospermum* (Corda) M.B. Ellis); із роду *Absidia* (*Absidia butleri* Lendn., *A. glauca* Hagem.); із роду *Gliocladium* (*Gliocladium catenulatum* J.C. Gilman & E.V. Abbott, *G. roseum* Bainier); із роду *Mortierella* (*Mortierella alpine* Peyronel, *Mortierella polycephala* Coem); із роду *Doratomyces* (*Doratomyces stemonitis* (Pers.: Fr. Morton et Sm.); із роду *Aspergillus* (*Aspergillus sulphureus* (Fres.) Thomet Church, *Aspergillus clavatus* Dasm, *Aspergillus fumigatus* Fres.); із роду *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers., *Trichoderma harzianum* Rifai) (табл. 4.5).

У розповсюдженні і збереженні інфекції має значення як поверхнева, так і ендогенна патогенна мікрофлора. Збудники хвороб можуть зберігатися у ґрунті, на рослинних рештках, а також можуть бути на самому насінні. Збудників хвороб на поверхні насіння можна легко знищити шляхом його протруювання препаратами контактної дії [7, 8, 44, 45], а тих, що

зберігаються у ґрунті та рослинних рештках – за допомогою обробітку ґрунту.

Таблиця 4.5

**Родове співвідношення сапротрофної мікобіоти за вирощування сої
сорту Беттіна (середнє за 2022 – 2024 рр.)**

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Всього, тис. КУО/г ґрунту	у т. ч. сапротроф- них грибів		із родів, %									
		тис. КУО/г ґрунту	%	<i>Penicillium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Myrothecium</i>	<i>Arthrinium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Absidia</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Gliocladium</i>	<i>Doratomyces</i>	<i>Mortierella</i>
Класична	79,5	56,3	70,8	2,9	6,2	0,5	6,9	11,2	5,0	3,8	13,4	0,0	20,9
Технологія <i>No-till</i>	94,4	86,6	91,7	4,3	0,0	0,0	12,5	20,8	8,3	0,0	12,5	0,0	33,3

Нашими дослідженнями встановлено, що зростання чисельності всіх груп мікроорганізмів у ґрунті сприяло суттєвому природному біологічному контролю чисельності та прояву збудників хвороб сої (табл. 4.6).

Нашими дослідженнями встановлено, що захворювання сої було викликано комплексом фітопатогенних мікроорганізмів грибного та бактеріального походження. Найбільше рослини сої, незалежно від варіанту досліду, були уражені грибами *Alternaria alternata*, *Peronospora manshurica* та *Fusarium oxysporum*. Бактеріальні хвороби в переважній більшості були викликані бактеріями роду *Pseudomonas*, але пошкодження було відмічено на поодиноких рослинах переважно за класичної технології вирощування сортів сої.

**Вплив технології вирощування та сортових особливостей
на інтенсивність розвитку хвороб сої, %**

Технологія вирощування (фактор В)	Сорт (фактор А)	Цвітіння - початок утворення бобів			Дозрівання насіння		
		Хвороба					
		Альтернاریоз	Пероноспороз	Фузаріозне в'янення	Альтернاریоз	Пероноспороз	Фузаріозне в'янення
2022 р.							
Класична	Беттіна	2,6	11,4	4,9	8,1	13,1	8,5
	Фортеця	2,8	12,0	4,2	10,6	13,7	8,4
Технологія No-till	Беттіна	2,4	10,6	3,2	6,5	12,4	6,7
	Фортеця	2,7	10,2	2,8	9,1	12,9	6,2
2023 р.							
Класична	Беттіна	1,9	12,3	3,5	10,1	16,8	9,1
	Фортеця	2,3	13,5	3,0	11,8	17,5	8,7
Технологія No-till	Беттіна	1,7	11,2	2,4	8,5	15,2	6,8
	Фортеця	2,8	12,1	2,1	10,3	16,0	5,9
2024 р.							
Класична	Беттіна	4,0	9,7	9,5	5,4	10,5	9,2
	Фортеця	4,2	10,5	8,4	6,5	11,0	8,3
Технологія No-till	Беттіна	3,8	8,2	5,9	3,3	9,7	5,5
	Фортеця	4,0	8,6	5,1	4,0	10,0	5,2
Середнє за 2022-2024 рр.							
Класична	Беттіна	2,8	11,1	6,0	7,9	13,5	8,9
	Фортеця	3,1	12,0	5,2	9,6	14,1	8,5
Технологія No-till	Беттіна	2,6	10,0	3,8	6,1	12,4	6,3
	Фортеця	3,2	10,3	3,3	7,8	13,0	5,8

Однією з найпоширеніших та найагресивніших хвороб сої є альтернаріоз, збудником якої є гриб *Alternaria alternata*. Ця хвороба призводить до зниження схожості насіння та його урожайності, зокрема через зменшення фотосинтетичної поверхні листя. Нашими дослідженнями встановлено, що інтенсивність поширення хвороби на рослинах досліджуваних сортів сої в період цвітіння - початок утворення бобів була незначною і не перевищувала, в середньому за роки досліджень 3,1%, що говорить про дуже слабе враження і відповідає 1 балу інфекційній класифікації ураження сортів. Із ростом і розвитком рослин інтенсивність пошкодження рослин збудником хвороби збільшилася, але відповідала 1 балу відповідно до класифікації ураження та була визначеною як дуже слабе ураження.

Однією із найбільш розповсюджених і шкодочинних хвороб сої в усіх регіонах України, збудником якої є гриб *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. et Gaum, є пероноспороз. Шкодочинність хвороби у роки досліджень проявлялася у гальмуванні ростових процесів рослин сої та зменшенні асиміляційної поверхні листків.

Погодно-кліматичні умови в роки досліджень мали великий вплив на інтенсивність розвитку пероноспорозу. Так, найсприятливіші умови для розвитку збудника хвороби склалися у 2023 р. – в середньому по варіантах досліду інтенсивність розвитку хвороби на посівах сої зроста на 25,0 відсоткових пунктів у фазі дозрівання насіння порівняно із періодом цвітіння - початок утворення бобів.

Несприятливі агрокліматичні умови літнього періоду 2022 р. і, особливо, 2024 р. мали негативний вплив на розвиток і поширення патогенних грибів *Peronospora manshurica*. Дослідженнями встановлено, що інтенсивність розвитку пероноспорозу у 2022 р. у посівах сої у період цвітіння – початок утворення бобів сої склала 10,2 – 12,0% залежно від варіанту досліду, а в період дозрівання насіння сої – 12,4 – 13,7%. Дещо менше ураження рослин *Peronospora manshurica* було відмічено у 2024 р. –

8,2 – 10,5 та 9,7 – 11,0% залежно від фази росту та розвитку рослин і варіанту досліджу. При цьому, у 2024 р. зростання інтенсивності розвитку пероноспорозу від періоду цвітіння - початок утворення бобів до дозрівання насіння становило 10,3 відсоткових пунктів.

Фузаріозе в'янення (збудник ґрунтовий мітоспоровий гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *glycines* Armstr) сприяло втраті тургору і пожовтінню листків сої, які швидко засихали і обпадали, стебло біля кореневої шийки набували темно-коричневого забарвлення. Уражені рослини в'янули і відмирили.

У червні 2022 – 2023 рр. спостерігалися несприятливі агрокліматичні умови (дуже сильна посуха) для розвитку гриба *Fusarium oxysporum* у посівах сої на дослідних ділянках. Незначна кількість опадів та підвищена температура повітря сприяли зниженню показника ГТК до 0,14 – 0,38, як наслідок, інтенсивність розвитку хвороби на рослинах сорту Фортеця склала 2,8-4,2% у 2022 р. та 2,1-3,0% у 2023 р. залежно від технології вирощування культури. Дещо вищі показники розвитку хвороби були відмічені за вирощування сорту Беттіна – 2,4-4,9% залежно від року дослідження та технології вирощування культури.

У червні 2024 р. гідротермічний коефіцієнт підвищився до 1,27, що характеризує даний період як достатньо вологий. Опади червня місяця (84,4 мм) та температура повітря (+22,6°C) сприяли розвитку збудника фузаріозного в'янення рослин сої. Так, інтенсивність розвитку хвороби варіювала в межах від 5,1 до 9,5% залежно від досліджуваного варіанту, що перевищило показники розвитку хвороби у 2022 та 2023 рр. відповідно на 45,1-48,4 та 58,8-63,2 відсоткових пунктів.

Агрокліматичні умови липня – серпня 2022–2024 рр. характеризували досліджувані роки як дуже і сильно посушливі. Це сприяло відмиранню уражених рослин сої грибом *Fusarium oxysporum*, забезпечило зменшення інтенсивності розвитку хвороби у посівах сої, особливо в умовах 2024 р. У середньому за роки досліджень, за класичної технології вирощування

культури інтенсивність розвитку хвороби, була на рівні 8,5-8,9%, а за технології *No-till* – 5,8 - 6,3% залежно від сорту.

Слід відмітити, що в середньому за роки досліджень і по варіантам технології вирощування, дещо більше збудниками альтернarioзу та пероноспорозу уражувалися рослини сорту Фортеця – інтенсивність розвитку хвороб у фазі цвітіння - початок утворення бобів була вищою порівняно з сортом Беттіна відповідно на 15,6 та 5,4 відсоткових пунктів. При цьому, сорт Фортеця був дещо стійкішим до ураження збудником фузаріозного в'янення рослин – інтенсивність розвитку хвороби була меншою порівняно з сортом Беттіна на 5,3 відсоткових пунктів. Така ж тенденція спостерігалася і в період дозрівання насіння.

Щодо варіанту технології вирощування сої, то слід зазначити, що кращі умови росту і розвитку рослин, які склалися в усі роки досліджень за технології *No-till* сприяли прояву більшої стійкості рослин до ураження збудниками хвороб. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, інтенсивність ураження рослин грибами *Alternaria alternata*, *Peronospora manshurica* та *Fusarium oxysporum* була нижчою залежно від фази росту і розвитку рослин відповідно на 1,7-20,6; 8,0-12,1 та 29,9-36,6 відсоткових пунктів порівняно із класичною технологією.

Упродовж 2022 – 2024 рр. у посівах сої також було відмічені плямистості, збудниками яких є гриби-патогени *Ascochyta sojaecola* та *Cercospora soja*. Розвиток хвороб викликаних цими збудниками (аскохїтозу та церкоспорозу) був незначним і не перевищував 0,8 – 1,1% залежно від варіанту досліду і фази росту і розвитку рослин. При цьому, варіанти технології вирощування та сортові особливості рослин не мали суттєвої різниці. Слід відмітити, що на розвиток грибів *Ascochyta sojaecola* та *Cercospora soja* упродовж років досліджень несприятливо впливали підвищена температура повітря і незначна кількість опадів упродовж вегетації сої.

Наявність рослинних решток на поверхні ґрунту за технології *No-till* є бар'єром, що порушує рух спор шкочочинних організмів та сприяє розвитку корисних таксонів мікроорганізмів, які створюють конкуренцію збудникам хвороб у прикореневій зоні сої. Крім того, дотримання оптимального чергування культур у сівозміні господарства сприяло суттєвому зменшенню прояву хвороб на досліджуваній культурі незалежно від технології вирощування. Зменшення розвитку хвороб у посівах сої за технології *No-till* можна також трактувати як наслідок покращення умов для росту і розвитку рослин та формування ними вищої симбіотичної продуктивності.

4.3 Вплив технології вирощування на водоспоживання сої

Зміни клімату постають серйозною загрозою для нашої планети і значно впливають на сільськогосподарське виробництво. Зміна гідротермічних умов, які проявились в нашій країні, особливо в степовій зоні, в останні десятиріччя на фоні загального потепління приводять до нестабільного виробництва сільськогосподарської продукції, в тому числі й насіння сої [63].

Дефіцит ґрунтової вологи може впливати на рослини по-різному, починаючи від візуальних змін, до в'янення та загибелі всієї рослини у зв'язку з відмиранням тканин. За дефіциту води у ґрунті знижується вміст хлорофілу у листках сої, погіршуються фізіологічні процеси, такі як швидкість фотосинтезу, ефективність асиміляції вуглецю, а також транспірація [2]. Дефіцит вологи знижує ріст біомаси сої, урожайність зерна, площу поверхні кореня, довжину коренів, висоту рослин, площу листової поверхні, суху масу всіх органів рослин, урожайність насіння, кількість гілок, квіток та бобів [78].

Ще однією важливою умовою є забезпечення рослин продуктивною вологою, завдяки якій всі біологічні та біохімічні процеси проходять інтенсивніше. І навпаки, нестача зволоження може призвести до порушення

обміну речовин і осмотичних властивостей клітини. Тому достатня кількість вологи під час певних фаз росту і розвитку є передумовою одержання високого врожаю [19].

Ефективному збереженню і використанню вологи сприяє використання ґрунтозахисних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, в т.ч. і сої.

Сумарне водоспоживання сої має важливе значення на формування продуктивності культури. Забезпечення рослин вологою упродовж вегетації сприяє оптимальному росту і розвитку рослин, максимальній урожайності сої. Дотримання балансу у водоспоживанні є ключовим аспектом успішного вирощування сої, особливо в посушливих умовах півдня України.

Нашими дослідженнями встановлено, що упродовж періоду вегетації сої з 23 – 25 травня по 5 – 9 вересня 2022 р. випало 83,4 – 89,4 мм атмосферних опадів. Їх розподіл був нерівномірним по місяцях, зокрема у травні випало 6,2 – 10,6 мм, червні – 23,8 мм, липні – 4,2, серпні – 42,0, а у вересні – 7,2 – 8,8 мм залежно від тривалості періоду вегетації сої, який залежав від досліджуваної технології вирощування культури.

Температурний режим у цьому році був сприятливим для росту і розвитку рослин сої. Середньодобові температури повітря були дещо нижчими порівняно із багаторічними даними: на 3,1 °C у травні, на 1,0 °C – червні, на 0,8 °C – липні, на 0,7 °C – у серпні та на 4,0 °C – у вересні місяці.

У середньопосушливому 2023 р. за вегетаційний період сої, який тривав, залежно від технології вирощування, з 28 травня – 3 червня по 3 – 7 вересня, випало 96,9 – 105,3 мм атмосферних опадів, які розподілилися за місяцями таким чином: у травні випало 8,4 мм, червні – 8,5, липні – 70,4, серпні – 18,0 мм, а у вересні місяці опадів не було.

Температурний режим у 2023 році в цілому був сприятливим для росту і розвитку рослин сої та формування ними продуктивності. Середньодобові температури повітря у цей рік досліджень виявилися дещо нижчими від

середньобогаторічних показників у травні на 2,3, червні – на 1,3, липні – на 0,7, серпні – на 0,3 °С, а у вересні – навпаки вищою на 0,8 °С.

Дані таблиці 4.7 показують, що на частку опадів вегетаційного періоду 2023 року приходилось від 43,8 до 47,7%, а решта – на запаси ґрунтової вологи.

Таблиця 4.7

Сумарне водоспоживання сої та його баланс залежно від технології вирощування (середнє по фактору сорт)

Технологія вирощування (фактор В)	Сумарне водоспоживання, м³/га	Складові сумарного водоспоживання			
		ґрунтова волога		опадів вегетаційного періоду	
		м³/га	%	м³/га	%
2022 р.					
Класична	1592	758	47,6	834	52,4
Технологія <i>No-till</i>	1770	876	49,5	893	50,5
2023 р.					
Класична	2030	1061	52,3	969	47,7
Технологія <i>No-till</i>	2403	1350	56,2	1053	43,8
2024 р.					
Класична	1591	537	33,8	1054	66,2
Технологія <i>No-till</i>	1622	564	34,8	1058	65,2
Середнє за 2022 - 2024 рр.					
Класична	1737	785	45,2	952	54,8
Технологія <i>No-till</i>	1931	930	48,2	1001	51,8

За посушливих умов 2024 року сумарне водоспоживання сої за рахунок опадів із шару ґрунту 0 – 100 см виявилось значно меншим порівняно з більш сприятливими по 2022 та 2023 рр. При цьому, частка ґрунтової вологи у сумарному водоспоживанні склала 33,8 – 34,8% залежно від варіанту технології вирощування сої.

Таким чином, найбільшим сумарне водоспоживання сої виявилось у сприятливому за погодними умовами 2023 р., де цей показник коливався за варіантами дослідів в межах 2030 – 2403 м³/га. У балансі сумарного водоспоживання на частку опадів припадало 43,8 – 47,7%, а на ґрунтову вологу – 52,3 – 56,2% залежно від досліджуваної технології вирощування культури.

У 2022 р. сумарне водоспоживання посівів сої склало 1592 – 1770 м³/га, при цьому, частка опадів в ньому склала 50,5 – 52,4%, а на ґрунтову вологу припало 47,6 – 49,5%.

Найменш сприятливі погодні умови для росту і розвитку рослин сої склалися у 2024 р. За вегетаційний період випало 105,4 – 105,8 мм опадів залежно від варіанту дослідів, що склало 65,2 – 66,2% від сумарного водоспоживання. Слід відмітити, що лєвова часта опадів – 84,4 мм випала у червні місяці. Антициклон, який спостергався в літні місяці, зумовив аномально спекотну, суху погоду. Максимальні температури повітря в окремі декади літніх місяців перевищували позначку 35°. Суховії спостерігалися протягом 4-10 днів щодакдно в липні та серпні місяці. В окремі денні години поверхня ґрунту нагрівалася до 61-70°. Поєднання високих температур повітря та ґрунту, засухи та суковіїв негативно вплинуло на ріст та розвиток рослин сої, формування ними продуктивності. Слід зазначити, що рослини сої менше використовували запаси ґрунтової вологи, частка яких у сумарному водоспоживанні склала 33,8 – 34,8%.

Нашими дослідженнями встановлено, що незалежно від року дослідження, запаси вологи у ґрунті за вирощування сої за технологією *No-till* були вищими порівняно з варіантом класичної технології. Так, у 0 – 100 см шарі ґрунту за даної технології вирощування містилося 564 – 1350 м³/га, що перевищило показники класичної технології на 4,8 – 21,4% залежно від року досліджень. Як наслідок, частка ґрунтової вологи у сумарному водоспоживанні культури, в середньому за роки досліджень, за використання технології *No-till* склала 45,2%, що перевищило показники варіанту

класичної технології вирощування сої на 6,2 відсоткових пунктів. Це підтверджує створенні кращі умови накопичення вологи у ґрунті за вегетаційний період та її поглинання рослинами сої за використання технології *No-till*.

Окрім зазначених показників дуже важливим та інформативним є коефіцієнт водоспоживання, який показує кількість витраченої води на формування одиниці врожаю. Нашими дослідження встановлено, що технологія вирощування сої впливала на цей показник (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

**Вплив технології вирощування на коефіцієнт водоспоживання сої
(середнє по фактору сорт), м³/т**

Технологія вирощування (фактор В)	Роки			Середнє за 2022 – 2024 рр.
	2022	2023	2024	
Класична	988,8	1115,4	1767,8	1290,7
Технологія <i>No-till</i>	931,6	1092,3	1501,9	1175,3

Так, у середньому за роки досліджень, менше води на створення одиниці врожаю рослини сої споживали за технології *No-till* – у 2022 р. на 57,2 м³/т, у 2023 р. на 23,1 м³/т, а у 2024 р. – на 265,9 м³/т порівняно з класичною технологією вирощування культури.

У середньому за роки досліджень, найбільш економно волога на формування 1 т врожаю рослинами сої витрачалась за вирощування сої сорту Беттіна за технологією *No-till* – 965,5 м³/т (рис. 4.2).

За використання класичної технології вирощування сої сорту Беттіна коефіцієнт водоспоживання, в середньому за роки досліджень, склав 1052,7 м³/т, а сорту Фортеця 1412,2 м³/т, що перевищило показники варіанту технології *No-till* на 80,5 – 87,2 м³/т або на 5,7 – 8,3% залежно від досліджуваного сорту.

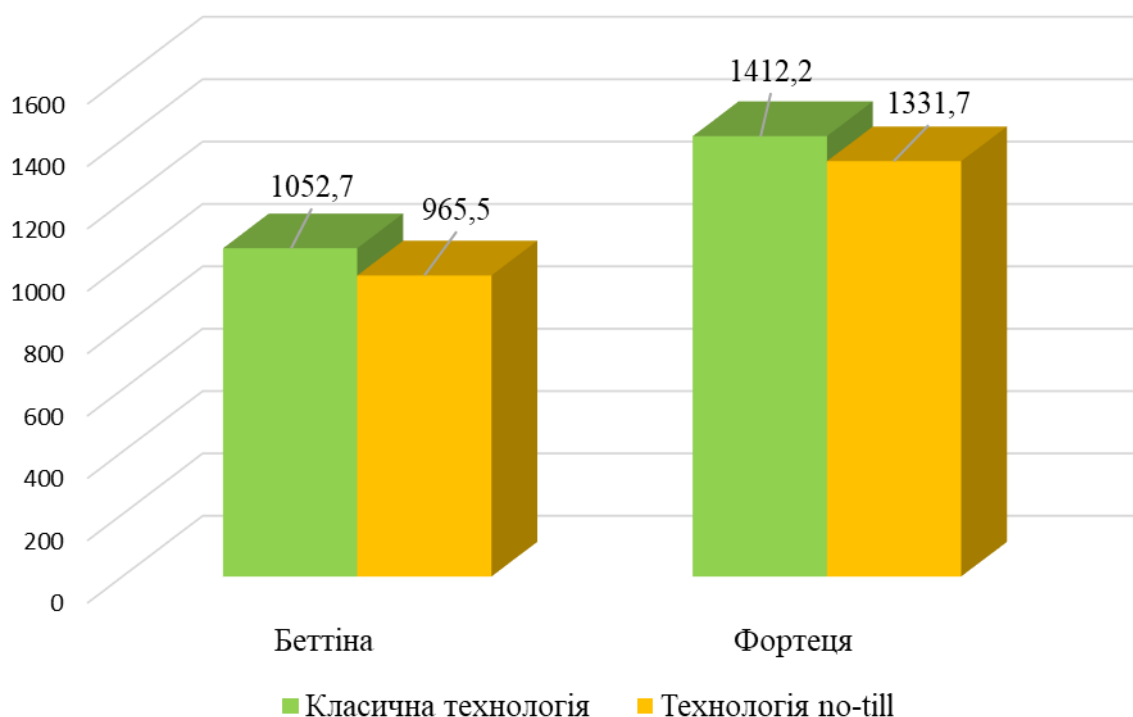


Рис. 4.2. Вплив технології вирощування та сортових особливостей на коефіцієнт водоспоживання сої (середнє за 2022 – 2024 рр.), м³/т

Отже, на сумарному водоспоживанні посівів сої, коефіцієнті водоспоживання і, як наслідок, формуванні продуктивності рослин у роки досліджень позначилися умови зволоження року досліджень та варіант технології вирощування культури. Встановлено, що застосування технології *No-till* сприяє найбільш ефективному використанню вологи рослинами сої, особливо за вирощування сорту Беттіна.

4.4 Тривалість міжфазних періодів та динаміка наростання біомаси рослин сої

Проблема росту й розвитку сільськогосподарських культур, в т. ч. і сої, у дослідженні продуктивності рослин є ключовою в агрономічній науці. Ріст і розвиток рослин відображають весь комплекс взаємодій організмів із чинниками зовнішнього середовища. Тривалість вегетаційного періоду

відіграє ключову роль у формуванні високого врожаю сої. Дослідження показують, що ця тривалість є результатом генетичних особливостей сортів, специфічних ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування і впливу агротехнічних заходів вирощування культури [5, 38, 39, 88]. Тривалість вегетаційного періоду сої залежить, насамперед, від температурних умов, освітленості посівів, наявності достатньої кількості опадів та ін. Підвищені показники вологості у поєднанні з нестачею тепла сприяють збільшенню періоду вегетації культури. І навпаки, порівняно суха і тепла погода забезпечують скорочення вегетаційного періоду. Встановлено, що скорочення міжфазного періоду від сівби до цвітіння відбувається за підвищеної температури повітря [57, 60, 61].

На початку свого росту і розвитку молодий паросток сої живиться за рахунок пластичних речовин насінини. Засвоювати поживні речовини з ґрунту рослини починають після появи сім'ядолей на поверхні ґрунту. Сприятливі умови в період вегетації рослин сої, особливо в перші 40 діб, сприяють формуванню високих врожаїв. Щодо фази цвітіння, то у вона починається на 36 – 42 добу у ранньостиглих сортів та на 55 – 57 добу – у пізньостиглих [10]. За результатами досліджень Міленко О. Г. та ін. [40, 41, 84] встановлено, що сортові особливості впливали на тривалість міжфазних періодів рослин сої. Так, в усіх варіантах дослідів найдовший вегетаційний період сої був у сорту Мелодія.

Значний вплив на ріст і врожайність сільськогосподарських культур, в тому числі і сої, мають метеорологічні умови [25].

У 2022 – 2024 рр. сівбу сої проводили у II – III декаді травня. Нашими дослідженнями встановлено, що в умовах господарства як загальна тривалість вегетаційного періоду, так і окремих фаз росту і розвитку рослин безпосередньо залежали від технології вирощування сої та умов вологозабезпечення і гідротермічного режиму року дослідження (рис. 4.3; табл. 4.9).

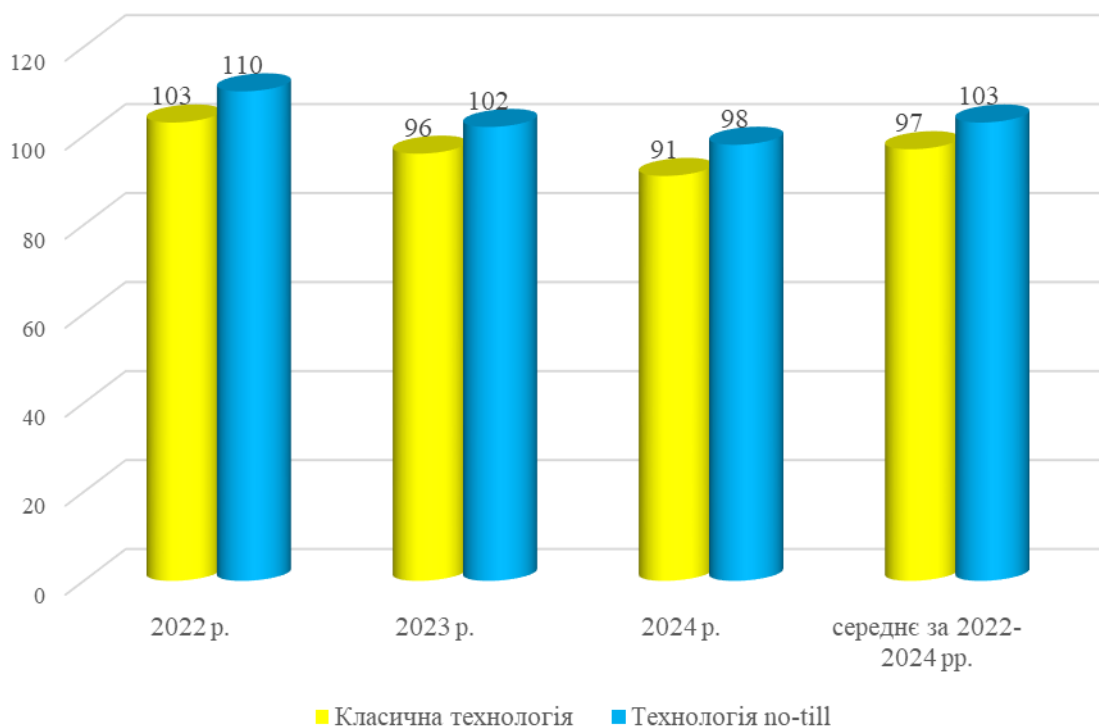


Рис. 4.3. Тривалість вегетаційного періоду сої залежно від технології вирощування (середнє по фактору сорт), діб

Нашими дослідженнями визначено, що за сприятливих гідротермічних умов року рослини сої інтенсивно розвивалися, а тривалість вегетаційного періоду рослин відповідала групі стиглості досліджуваних сортів сої, однак у посушливі роки його тривалість зменшувалася.

У роки проведення досліджень тривалість вегетаційного періоду сої коливалася від 91 до 110 діб. При цьому, найдовшим період вегетації було відмічено у 2022 р. – 103 – 110 діб залежно від досліджуваного варіанту технології вирощування культури. Слід зазначити, що вирощування сої за технологією *No-till*, за рахунок кращих умов вологозабезпечення, забезпечило подовження тривалості періоду вегетації рослин сої на 7 діб порівняно з класичною технологією вирощування.

Тривалість вегетаційного періоду у 2023 та 2024 роках була меншою порівняно з 2022 роком. Так, у 2023 р. вегетаційний період рослин сої склав 96 – 102 доби залежно від варіанту дослідів. Найменшим вегетаційний період

сої було відмічено 2024 р. – 91 – 98 діб, що було спричинено погодними умовами, зокрема температурним режимом повітря.

Таблиця 4.9

Тривалість міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої залежно від технології вирощування (середнє по фактору сорт), діб

Технологія вирощування (фактор В)	Тривалість від фази повних сходів до			
	початку цвітіння	кінця цвітіння	повного наливу насіння	повної стиглості
2022 р.				
Класична технологія	31	69	95	103
Технологія <i>No-till</i>	38	77	101	110
2023 р.				
Класична технологія	27	66	89	96
Технологія <i>No-till</i>	34	73	94	102
2024 р.				
Класична технологія	29	62	87	91
Технологія <i>No-till</i>	36	67	94	98
Середнє за 2022 - 2024 рр.				
Класична технологія	29	66	90	97
Технологія <i>No-till</i>	36	72	96	103

Тривалість періоду «сівба – сходи» суттєво залежала від варіантів досліду та погодних умов. Так, залежно від технології вирощування, у 2022 та 2023 рр. вона була на 6-7 та 4-5 діб коротшою ніж у 2024 р. Це можна пояснити невисокими показниками середньодобової температури повітря, навіть за умови остаточної кількості вологи у посівному шарі ґрунту, що забезпечили опади I – II декади травня.

Період від сходів до фази гілкування. У середньому за роки досліджень, тривав на варіанті класичної технології вирощування 11 діб, а на

варіанті технології *No-till* – 17 діб. При цьому, найдовшим цей період було відмічено у 2022 р. незалежно від технології вирощування культури.

Період від повних сходів до масового цвітіння характеризувався у всі роки досліджень, винятком був 2024 р., інтенсивним лінійним ростом рослин сої та формуванням її вегетативних органів, що потребувало великої кількості опадів і тепла.

Тривалість періоду від фази повних сходів до початку цвітіння, в середньому за роки досліджень, склала 29 - 36 діб, а до закінчення цвітіння – 66 - 72 доби залежно від варіанту досліду.

Відомо, що критичним періодом щодо забезпечення вологою для рослин сої є період цвітіння. Нами відмічено, що у роки досліджень цей період характеризувався підвищеним температурним режимом і різною кількістю опадів. Нашими дослідженнями встановлено, що застосування технології *No-till* за вирощування сої мало позитивний вплив на тривалість генеративного періоду росту рослин та сприяло подовженню зазначеного періоду.

Аналогічна залежність була відмічена і впродовж періоду кінець цвітіння – повна стиглість насіння. Слід відмітити, що варіанти досліду впливали на тривалість фаз росту і розвитку рослин сої незалежно від року дослідження. Вирощування культури за технологією *No-till* сприяло подовженню фаз росту і розвитку рослин на 5 - 6 діб, що обумовлено кращими умовами вологозабезпечення.

Ще одним не менш важливим показником, який дозволяє в підсумку стверджувати про відповідність погодних умов вимогам сільськогосподарської культури під час вегетації, є величина гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК). Найкращі умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, які висіваються навесні, формування ними продуктивності складаються ГТК 1,0–1,4. Якщо показник має нижче значення, зокрема 0,6 і менше, рослини пригнічуються через посуху, а якщо він вищий від оптимального значення – через перезволоження. Нашими

дослідженнями встановлено, що 2022 – 2023 рр. були середньопосушливими, а у 2024 р. – спостерігалася дуже сильна посуха.

Отже, нашими дослідженнями визначено, що дати настання та тривалість як окремих міжфазних періодів, так і вегетаційного періоду рослин сої в цілому обумовлюються агрометеорологічними умовами вегетаційного періоду, зокрема вологозабезпеченням та температурним режимом повітря, а також варіантами досліду.

Одним із важливих напрямків успішного розвитку новітніх агротехнологій у рослинництві є створення високопродуктивних агроценозів зернобобових культур, які найбільш повно використовують біокліматичні ресурси регіону [47, 76]. Важливим показником використання біокліматичного потенціалу є густота стояння рослин в період вегетації та їх виживанність. Нашими дослідженнями встановлено, що незалежно від року вирощування сої, густота стояння рослин у фазі сходів не залежала від сортових особливостей, а визначалася технологією вирощування (табл. 4.10).

Нашими дослідженнями встановлено, що незалежно від року вирощування сої, густота стояння рослин у фазі сходів не залежала від сортових особливостей, а визначалася технологією вирощування культури. При цьому слід відмітити, що за класичної технології вирощування насіння сої висівали з нормою 400 тис. шт./га, а за технології *No-till* – 150 тис. шт./га.

У середньому за роки досліджень, за вирощування сорту Беттіна за класичною технологією у фазі сходів налічувалося 383,9 тис. шт./га рослин сої, а сорту Фортеця – 375,9 тис. рослин на 1 га посіву. При вирощування сої за технологією *No-till* кількість рослин сої у фазі сходів коливалася в межах 139,3 - 141,4 тис. шт./га.

Підрахунок густоти стояння рослин сої у фазі повної стиглості насіння показав, що густота стояння рослин сої сорту Беттіна склала 128,2 – 339,8 тис. шт./га, а сорту Фортеця – 124,4 – 328,7 тис. шт./га залежно від технології вирощування. Слід відмітити, що в середньому по технологіях вирощування культури, дещо більшу густоту стояння у фазі повної стиглості насіння мали

рослини сорту Беттіна – 234,0 тис. шт./га, що перевищило показники сорту Фортеця на 7,45 тис. шт./га або на 3,2%.

Таблиця 4.10

**Густота стояння рослин сої та їх виживанність залежно від
сортних особливостей і технології вирощування**

Технологія вирощування (фактор В)	Сорт (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га		Вживанність, %
		фаза сходів	фаза повної стиглості насіння	
2022 р.				
Класична	Беттіна	386,4	345,1	89,3
	Фортеця	380,1	334,1	87,9
Технологія No-till	Беттіна	141,9	129,1	91,0
	Фортеця	140,7	125,9	89,5
2023 р.				
Класична	Беттіна	389,5	353,3	90,7
	Фортеця	377,6	339,1	89,8
Технологія No-till	Беттіна	145,2	135,8	93,5
	Фортеця	142,7	131,4	92,1
2024 р.				
Класична	Беттіна	375,8	320,9	85,4
	Фортеця	370,1	313,1	84,6
Технологія No-till	Беттіна	137,1	119,8	87,4
	Фортеця	134,6	115,9	86,1
Середнє за 2022 – 2024 рр.				
Класична	Беттіна	383,9	339,8	88,5
	Фортеця	375,9	328,7	87,4
Технологія No-till	Беттіна	141,4	128,2	90,6
	Фортеця	139,3	124,4	89,2

Нашими дослідженнями встановлено, що на виживання рослин сої у період вегетації впливали сортові особливості культури та технологія вирощування. За вирощування сої за технологією *No-till* виживало рослин сої більше, ніж за класичної технології вирощування. У середньому за роки досліджень, найбільше рослин сої на період повної стиглості насіння збереглося за технології *No-till* – 89,2 – 90,6%, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 1,8 - 2,1% залежно від досліджуваного сорту. Слід, відмітити, що виживаність рослин сорту Беттіна за період вегетації була дещо більшою порівняно з сортом Фортеця – на 1,3% в середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування.

Не менш важливе значення у формуванні продуктивності сої впливає висота рослин, тому, залежно від динаміки цього показника впродовж вегетаційного періоду, можна робити висновки про те, як складалися умови росту і розвитку рослин в онтогенезі [1, 22]. На основі аналізу ростових процесів стебла можливо з'ясувати найефективніші умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сої [9, 39, 85, 86].

Довжина стебла і форма куща у сортів сої мають важливе значення, оскільки ці чинники впливають на продуктивність, стійкість до вилягання, на боротьбу з бур'янами та зумовлюють придатність до механізованого вирощування і збирання врожаю [32].

Дослідженнями Іванів М. О. та Возняк В. В. [16, 17] встановлено, що висота рослин має тісний кореляційний зв'язок з тривалістю вегетаційного періоду селекційного зразка, проте досить відносний зв'язок із урожайністю зерна - існує позитивний кореляційний зв'язок середньої сили. Коефіцієнт кореляції між висотою рослин та урожайністю зерна гібридів складав 0,671. У зв'язку з цим, при встановленні кращих сортів, ознака «висота рослин» не є пріоритетною, але є невід'ємною при комплексній оцінці кращих форм за цінними господарськими показниками.

Наші дослідження показали, що висота рослин сої залежала від погодних умов року вирощування, сортових особливостей, а також від варіанту технології вирощування культури (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Вплив сортових особливостей та технології вирощування на висоту рослин сої, см

Технологія вирощування	Сорт	Фаза росту та розвитку рослин		
		гілкування	кінець цвітіння	налив насіння
2022 р.				
Класична	Беттіна	50,7	61,7	63,6
	Фортеця	46,9	56,1	57,4
Технологія No-till	Беттіна	52,1	62,2	64,5
	Фортеця	47,2	57,5	59,0
2023 р.				
Класична	Беттіна	61,3	70,8	73,3
	Фортеця	56,8	66,5	67,9
Технологія No-till	Беттіна	62,6	73,1	74,4
	Фортеця	58,4	70,3	72,6
2024 р.				
Класична	Беттіна	43,0	51,5	52,8
	Фортеця	42,5	49,4	53,3
Технологія No-till	Беттіна	41,9	53,9	58,5
	Фортеця	40,6	51,5	57,9
Середнє за 2022 – 2024 рр.				
Класична	Беттіна	51,7	62,0	63,2
	Фортеця	48,3	57,3	58,5
Технологія No-till	Беттіна	52,2	64,4	65,8
	Фортеця	48,6	59,8	61,5
НІР _{0,5}	фактор А	0,55-1,10	0,58-1,86	0,13-1,02
	фактор В	1,16-1,26	0,85-1,24	0,85-1,42

У посушливих 2022 – 2023 рр. висота рослин обох досліджуваних сортів сої у фазі бутонізації досягла 50,7 – 62,6 та 46,9 – 58,4 см залежно від варіанту технології вирощування. У 2024 р., в якому спостерігалася дуже сильна посуха, аналогічні показники змінювалися відповідно в межах 41,9 – 43,0 та 40,6 – 42,5 см залежно від досліджуваних факторів.

У 2022 р. вкінці фази цвітіння вищими були рослини сорту сої Беттіна, які досягли значень 61,7 – 63,2 см залежно від варіанту технології вирощування культури, що на 4,7 – 5,6 см або 8,2 – 9,1% перевищило показники висоти рослин сорту Фортеця. У всі наступні роки досліджень рослини сорту Беттіна також визначені дещо вищими порівняно із сортом Фортеця. Так, залежно від варіанту технології вирощування у 2023 р. перевищення становило 2,8 - 4,3 см (3,8 – 6,1%), а у 2024 р. - 2,1 – 2,4 см (4,1 – 4,5%) [89].

У фазу наливу насіння лінійна висота рослин обох досліджуваних нами сортів досягала свого максимуму. При цьому, визначено, що рослини сорту Беттіна, як і в попередні фази росту і розвитку рослин, були дещо вищими порівняно з рослинами сорту Фортеця незалежно від року вирощування.

Нашими дослідженнями встановлено, що у середньому за роки досліджень застосування технології *No-till* сприяло збільшенню висоти рослин обох досліджуваних сортів сої. Так, у фазу бутонізації рослини сорту Беттіна були вищими на 0,5 см або 1,0%, вкінці цвітіння – на 2,4 см або 3,7%, у фазу наливу насіння - на 2,6 см або 4,0%. Таку ж тенденцію спостерігали і за вирощування сої сорту Фортеця – збільшення лінійних розмірів висоти залежно від фази росту і розвитку рослин склало 0,3 – 3,0 см або 0,2 – 4,9% порівняно до варіанту класичної технології вирощування.

Слід зазначити, що рослини сої за вирощування їх за технологією *No-till* вирізнялися дещо більшою висотою порівняно з варіантом класичної технології незалежно від досліджуваного сорту (рис. 4.4).

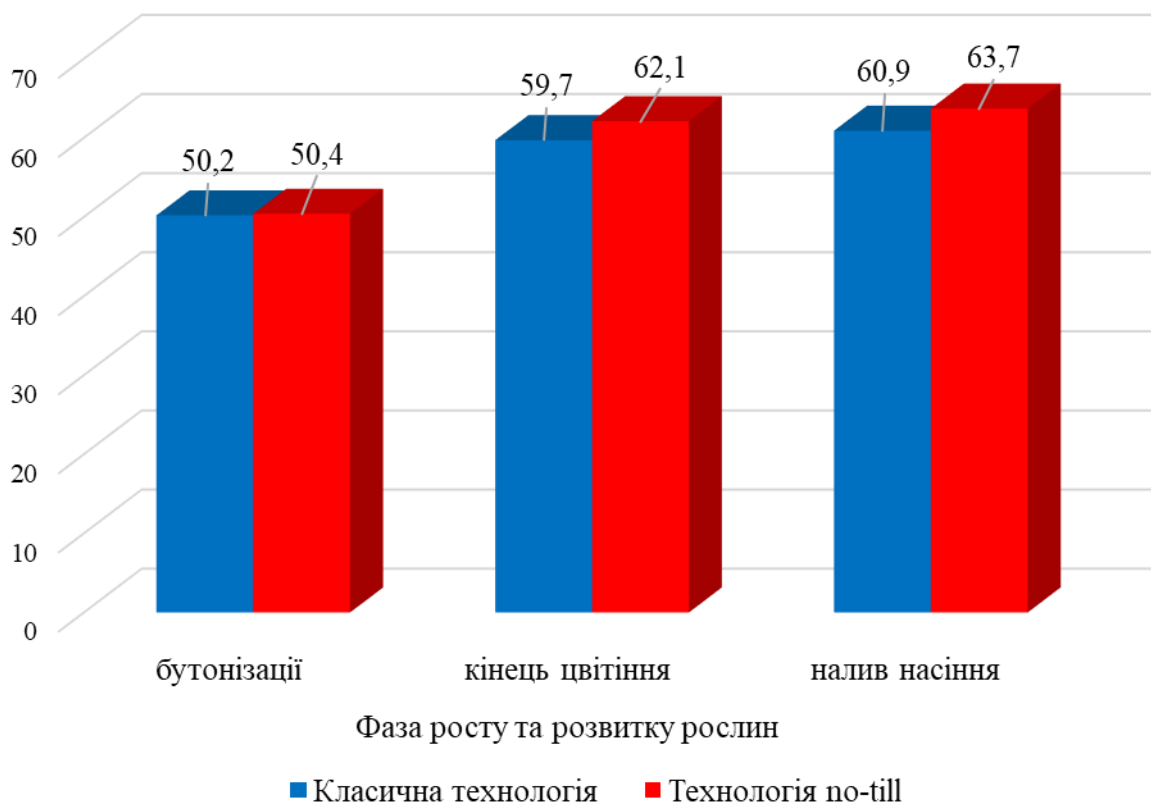


Рис. 4.4. Висота рослин сої залежно від технології вирощування (середнє за 2022 – 2024 рр. та по фактору сорт), см

Так, у середньому за роки досліджень по фактору сорт, у фазу бутонізації вони були вищими на 0,2 см або 0,4%, кінець цвітіння – на 2,4 см або 3,9%, а у фазі наливу насіння – на 2,8 см або 4,4%.

Найбільш інтенсивно ріст рослин сої досліджуваних сортів у висоту відбувався до закінчення періоду цвітіння. В цій фазі було відмічено істотне збільшення висоти рослин залежно від факторів, що прийнято на вивчення.

Дисперсійним аналізом доведено, що досліджувані фактори неоднаково позначились на формуванні висоти рослин сої у фазі наливу насіння (рис. 4.5).

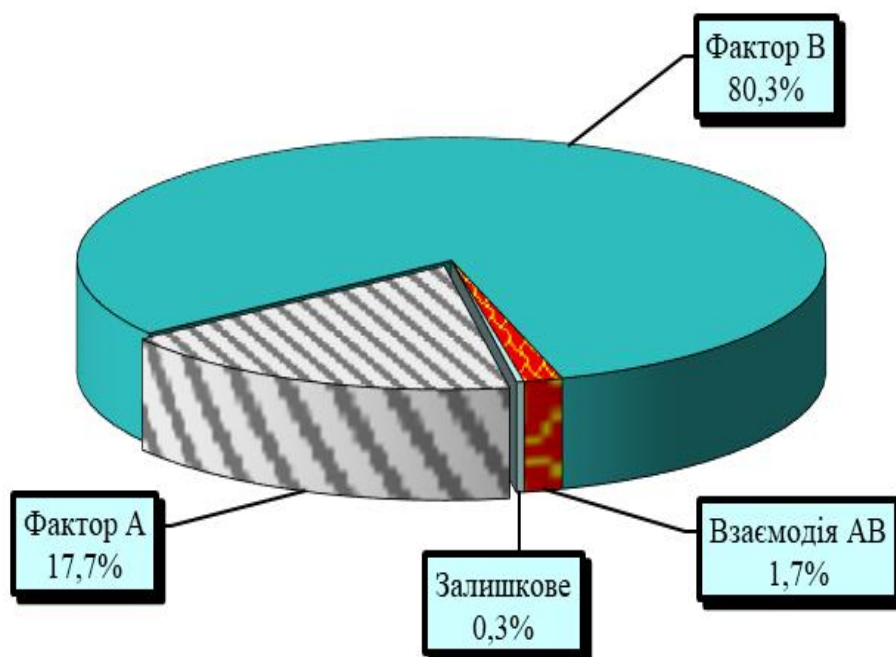


Рис. 4.5 Частка впливу досліджуваних факторів на висоту рослин сої у фазі наливу насіння, %

Так, найвпливовішим показником на висоту рослин визначено технологію вирощування – частка впливу становить 80,3%. Сортовий склад на висоту рослин був менш впливовим – 17,7%. Взаємодія досліджуваних факторів склала 1,7%, що свідчить про несуттєвість взаємодії.

Морфологічна будова сої, загальна висота, бічне гілкування та висота розміщення нижнього боба залежать від сортових особливостей та елементів технології вирощування

Накопичення сухої речовини за вегетаційний період посівами сільськогосподарських культур характеризує ступінь їх продуктивності. У період формування та наливу зерна сої важливе значення має трансформація продуктів фотосинтезу і темпи накопичення сухої речовини. В цей час підсистеми продукуюча та зберігаюча тісно взаємопов'язані і врожайність зерна формується в результаті його взаємодії з фотосинтетичним апаратом [37].

Дослідженнями Чинчика О. С. та Оліфіровича С. Й. [77] визначено, що накопичення сухої речовини рослинами сої відбувалось досить інтенсивно. При цьому, серед досліджуваних сортів найвища кількість сухої речовини формувалася в сої сорту Аррата - 10,39 т/га.

У середньому по досліді збір сухої речовини в сорту 'Сірелія' був на рівні 3,21 т/га, аналогічно до середніх показників сорту 'Сайдіна', тоді як у сорту 'Вишиванка' – 3,00 т/га, а в 'Жаклін' – 3,09 т/га [34, 35]

Нашими дослідженнями встановлено, що процеси накопичення сухої речовини рослинами сої залежали від низки факторів, зокрема погодних умов, які склалися у міжфазні періоди росту та розвитку рослин, біологічних особливостей досліджуваних нами сортів та технології вирощування культури (табл. 4.12).

У середньому за роки досліджень, у фазі гілкування рослини сої процес накопичення сухої речовини відбувався повільно. Так, рослини сорту Беттіна у зазначеній фазі накопичили 0,91 – 1,58 т/га сухої речовини залежно від технології вирощування, а сорту Фортеця – 0,82 – 1,41 т/га. Проте, вкінці цвітіння рослин сої простежувалося інтенсивне накопичення сухої речовини у всіх варіантах досліді – 2,16 – 3,34 т/га залежно від досліджуваного варіанту. Максимальних значень досліджуваний показник набув у фазі наливу насіння – 2,96 – 3,99 т/га.

Дослідженнями визначено, що рослини сорту Беттіна накопичували дещо більшу кількість сухої речовини у всі фази росту і розвитку незалежно від варіанту технології вирощування. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування, у фазі гілкування рослинами сорту Беттіна було накопичено 1,25 т/га сухої речовини, на кінець фази цвітіння – 2,82 т/га, а у фазі наливу насіння – 3,63 т/га, що перевищило показники по сорту Фортеця відповідно на 0,13; 0,21 та 0,23 т/га або на 10,4; 7,4 та 6,3%.

**Динаміка накопичення сухої речовини рослинами сої залежно від
впливу сортових особливостей та технології вирощування, т/га**

Технологія вирощування (фактор В)	Сорт (фактор А)	Фаза росту та розвитку рослин		
		гілкування	кінець цвітіння	налив насіння
2022 р.				
Класична	Беттіна	0,95	2,34	3,62
	Фортеця	0,83	2,26	3,31
Технологія No-till	Беттіна	1,63	3,69	3,91
	Фортеця	1,47	3,25	3,78
2023 р.				
Класична	Беттіна	1,15	2,68	3,05
	Фортеця	1,12	2,55	2,84
Технологія No-till	Беттіна	1,92	3,71	4,02
	Фортеця	1,73	3,54	3,90
2024 р.				
Класична	Беттіна	0,62	1,85	3,15
	Фортеця	0,50	1,67	2,73
Технологія No-till	Беттіна	1,18	2,63	4,03
	Фортеця	1,03	2,35	3,84
Середнє за 2022 – 2024 рр.				
Класична	Беттіна	0,91	2,29	3,27
	Фортеця	0,82	2,16	2,96
Технологія No-till	Беттіна	1,58	3,34	3,99
	Фортеця	1,41	3,05	3,84
НІР _{0,5}	фактор А фактор В	0,79-1,10 0,14-0,68	0,02-0,55 0,45-0,76	0,25-1,20 0,49-1,23

Накопичення сухої маси обома досліджуваними сортами сої найменшим було за класичної технології вирощування культури незалежно від фази росту та розвитку рослин (рис. 4.6).

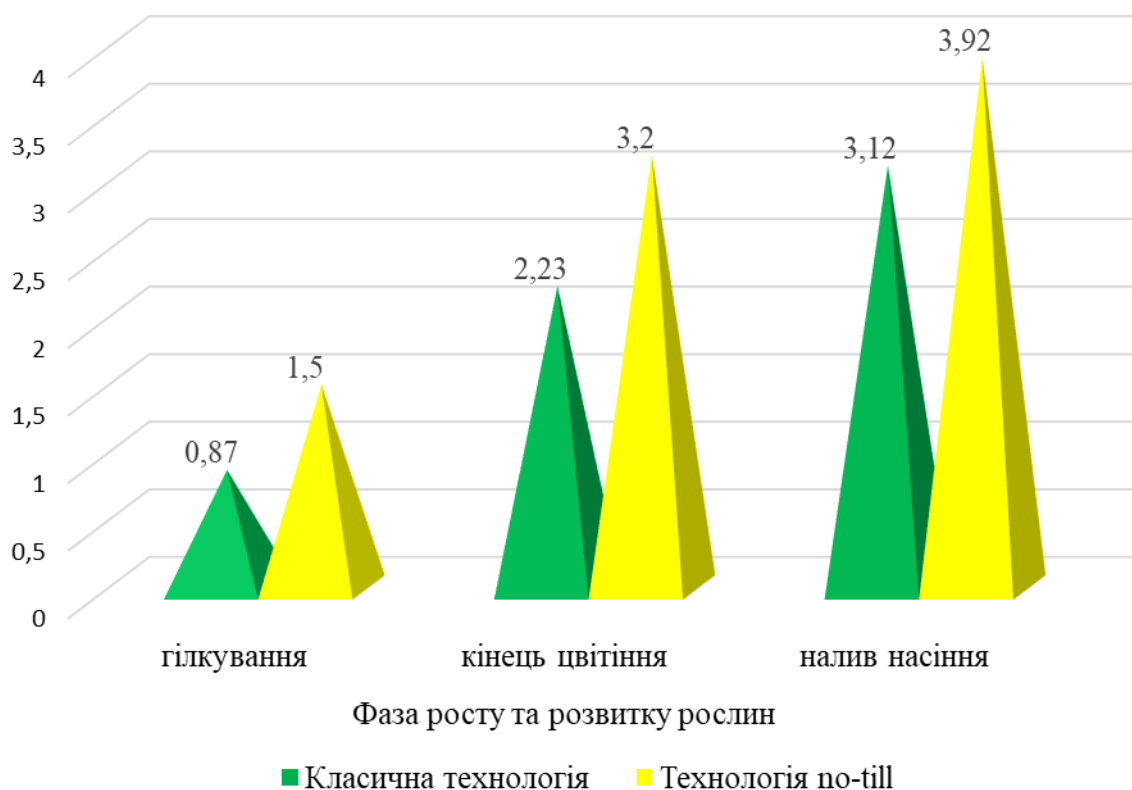


Рис. 4.6. Вплив технології вирощування на накопичення сухої речовини рослинами сої, т/га (середнє за 2022 – 2024 рр. та по фактору сорт)

Так, у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, у фазу гілкування було накопичено 0,87 т/га сухої маси рослин, на кінець фази цвітіння – 2,23 т/га, а у фазу наливу насіння – 3,12 т/га, що відповідно на 0,63 – 0,97 т/га або на 20,4 – 42,0% менше від варіанту застосування технології *No-till*.

Отже, застосування технології *No-till* для вирощування сої, особливо сорту Беттіна сприяло формуванню найвищих показників лінійних розмірів рослин та накопичення ними сухої речовини у всі фази росту і розвитку.

4.5 Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої

Посіви сільськогосподарських культур – могутні фотосинтезуючі системи, які за здатністю поглинати сонячну енергію у 2 – 5 разів перевищують природні угіддя, зокрема й лісові насадження [4].

Важливою передумовою високої фотосинтетичної продуктивності й отримання високих урожаїв сої є формування посівів із найбільш розвиненим асиміляційним апаратом, який би тривалий час (максимально) знаходився в активному стані як на початку, так і наприкінці вегетаційного періоду [11, 42].

Соя формує асиміляційний апарат у широкому діапазоні – від 20 до 70 тис. м²/га. Оптимальна площа листової поверхні, за якої формується найвища врожайність насіння сої, становить 40 – 50 тис. м²/га [4, 73, 74, 75]. Якщо площа листової поверхні рослин менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована і тому фотосинтетично активна радіація (ФАР) використовується нераціонально. Проте, й більша площа листової поверхні є небажаною [4]. Площа листової поверхні рослин залежить від сортових особливостей, екологічних умов регіону та агротехнічних заходів її вирощування і може коливатися в широких межах [31, 71, 79, 94]. Так, дослідженнями Міхєєвої О. та ін. [90] встановлена сильна пряма кореляція між кількістю опадів і продуктивністю фотосинтезу рослин сої, що говорить про значний вплив на фотосинтетичну діяльність посівів культури погодних умов вегетаційного періоду. Не менш важливе значення у формуванні рослинами фотосинтетичного апарату та продуктивності відіграє світловий режим у посівах сої, який найбільше залежить від норм висіву насіння, потім від живлення та сорту [51, 52, 53]. Застосування удобрення посівів, зокрема мікродобривами, також сприяє зростанню площі листової поверхні рослин сої [84]. Важливе значення у формуванні фотосинтетичної продуктивності посівів відіграє морфобіотип сорту [42, 77].

Правильний добір сортів щодо їх регіонального поширення, а також формування умов для високої фотосинтетично активної листкової поверхні є запорукою до накопичення високого рівня продуктивності посівів. Дослідженнями Лемешик А. В. та Новицької Н. В. [36] встановлено, що на час цвітіння сої площа листкової поверхні рослин сорту Сірелія становила 40,5 тис. м²/га, Сайдіна – 40,7, Вишиванка – 42,7, Жаклін – 42,1 тис. м²/га. Можна зробити висновок, що приблизно однакові за тривалістю вегетаційного періоду сорти сої формували співставні показники площі листкової поверхні, здатні забезпечити ефективне проходження процесів фотосинтезу.

Соя, на відміну від багатьох сільськогосподарських культур, після фази цвітіння і далі активно формує листову поверхню. Проведене визначення площі листків підтвердило, що максимальні розміри листкової поверхні посівів сої були сформовані в період закінчення формування бобів. Слід відмітити, що у фазі наливу насіння відмічено зменшення площі листкової поверхні рослин (табл. 4.13).

Встановлено, що починаючи від фази повних сходів до кінця фази цвітіння у роки досліджень відбувалося наростання площі листової поверхні рослин сої обох досліджуваних сортів, після чого відмічено сповільнення інтенсивності ростових процесів та поступове зниження даного показника, що у першу чергу пов'язане з біологічними особливостями культури, а саме з відмиранням листків у нижніх ярусах та перерозподілом поживних речовин з листків до генеративних органів, проте, процеси розвитку рослин ще не припиняються.

Під впливом досліджуваних факторів вже у фазу гілкування було визначено різницю за показниками площі листкової поверхні сортів сої. Так, в середньому за роки досліджень та по фактору технології вирощування культури, більшу площу листкової поверхні мали рослини сорту Беттіна – 17,96 тис. м²/га, що перевищило показники сорту Фортеця на 0,70 тис. м²/га або на 3,9% (рис. 4.7).

**Площа листкової поверхні рослин сої залежно від сортових особливостей
та технології вирощування, тис. м²/га**

Технологія вирощування (фактор В)	Сорт (фактор А)	Фаза росту та розвитку рослин		
		гілкування	цвітіння	налив насіння
2022 р.				
Класична	Беттіна	16,56	23,80	22,57
	Фортеця	16,21	22,05	21,82
Технологія No-till	Беттіна	18,69	25,91	23,67
	Фортеця	18,24	24,30	22,78
2023 р.				
Класична	Беттіна	19,65	27,38	24,92
	Фортеця	19,21	26,91	24,09
Технологія No-till	Беттіна	20,21	28,13	25,71
	Фортеця	19,63	27,41	24,65
2024 р.				
Класична	Беттіна	15,25	22,15	20,24
	Фортеця	14,78	21,62	19,53
Технологія No-till	Беттіна	17,41	24,36	21,67
	Фортеця	17,02	23,75	20,90
Середнє за 2022 – 2024 рр.				
Класична	Беттіна	17,15	24,44	22,58
	Фортеця	16,23	23,53	21,34
Технологія No-till	Беттіна	18,77	26,13	23,68
	Фортеця	18,30	25,15	22,78
НІР _{0,5}	фактор А фактор В	0,13-0,21 0,10-0,25	0,51-1,04 0,63-1,13	0,23-1,19 0,36-1,78

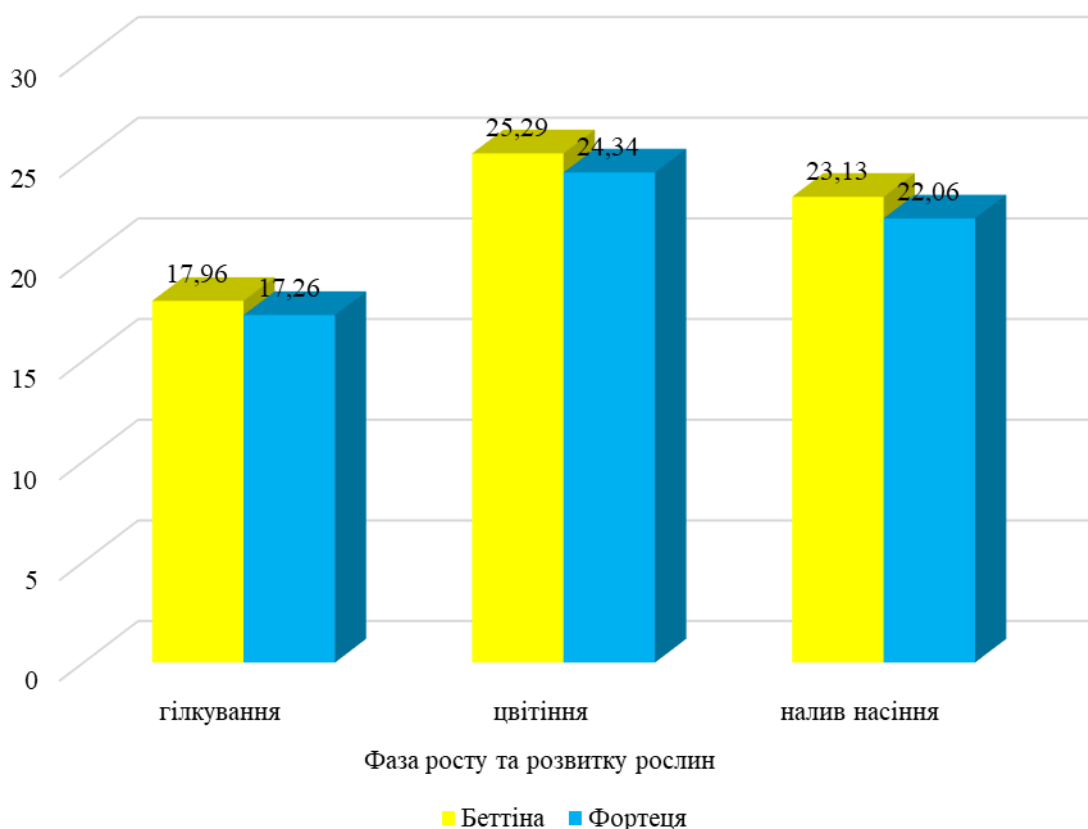


Рис. 4.7. Вплив сортових особливостей на формування площі листкової поверхні рослин сої, тис. м²/га (середнє за 2022 – 2024 рр. та по фактору технології вирощування)

Така ж тенденція спостерігалася і в фазу цвітіння і наливу насіння. Так, площа листкової поверхні рослин сорту Беттіна була більшою порівняно до сорту Фортеця на 0,95 – 1,07 тис. м²/га або на 3,8 – 4,6% залежно від фази росту і розвитку рослин.

Слід зазначити, що вирощування сої за технологією *No-till* забезпечило зростання площі листкової поверхні рослин сої обох досліджуваних сортів порівняно із класичною технологією вирощування культури. Так, у середньому за роки досліджень площа листків сорту Беттіна була більшою на варіанті технології *No-till* на 1,1 – 1,69 тис. м²/га або на 4,6 – 8,6% порівняно з класичною технологією, а сорту Фортеця – на 1,44 – 2,07 тис. м²/га або на 6,3 – 11,3% залежно від фази росту та розвитку рослин [68].

У формуванні урожаю насіння сої важливе значення належить чистій продуктивності фотосинтезу, як показника роботи фотосинтетичного апарату не лише за біометричними показниками, а й за кількістю діб активного функціонування листкового апарату. Чиста продуктивність фотосинтезу - досить пластична ознака, яка піддається суттєвим змінам під впливом факторів навколишнього середовища, виходячи з чого він є специфічним для різних видів і сортів [23]. Поетапні зміни росту рослин упродовж вегетаційного періоду показує чиста продуктивність фотосинтезу вегетації, як наслідок цей показник глибше розкриває особливості нагромадження сухої речовини в окремі міжфазні періоди [80]

У міжфазний період гілкування - цвітіння, показники чистої продуктивності фотосинтезу між досліджуваними варіантами не суттєво відрізнялись, але спостерігалася певна залежність (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сої залежно від сорту та технології вирощування, г/м² за добу (середнє за 2022 – 2024 рр.)

Технологія вирощування (фактор В)	Сорт (фактор А)	Міжфазні періоди	
		Гілкування - цвітіння	Цвітіння - налив насіння
Класична	Беттіна	1,33	2,18
	Фортеця	1,27	1,79
Технологія <i>No-till</i>	Беттіна	1,61	2,27
	Фортеця	1,43	1,91

Застосування технології *No-till* за вирощування сої мало дещо більший вплив на формування цього показника, незалежно від сорту. Так, за вирощування сорту Фортеця чиста продуктивність фотосинтезу у міжфазний період гілкування – цвітіння за даного варіанту технології вирощування склала 1,43 г/м² за добу, а сорту Беттіна – 1,61 г/м² за добу, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури відповідно

на 0,16 та 0,28 г/м² за добу або на 11,2 та 17,4%. Така ж тенденція спостерігалася і у міжфазний період цвітіння – наливу насіння. У середньому за роки досліджень, на варіанті вирощування сої за технологією *No-till* чиста продуктивність фотосинтезу була вищою за варіант класичної технології на 0,09 - 0,12 г/м² за добу або на 4,0 - 6,3% залежно від досліджуваного сорту.

Дослідженнями встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу найбільших значень досягала у міжфазний період від цвітіння до наливу насіння, що пояснюється найбільшою інтенсивністю продукційних процесів, суттєвим збільшенням висоти рослин, площі листової поверхні, нагромадженням сирової маси та сухої речовини. При цьому, найвищою чиста продуктивність фотосинтезу визначена за вирощування сої сорту Беттіна за технологією *No-till* – 2,27 /м² за добу.

4.6 Симбіотична діяльність посівів сої залежно від технології вирощування

Серед культур світового сільськогосподарського виробництва соя відноситься до найцінніших. Накопичуючи в зерні до 18 – 25% жиру та 30 – 52% білку, її широко застосовують в кормовиробництві та харчовій промисловості. Активний симбіоз сої з бульбочковими бактеріями забезпечує одержання дешевого білка та покращення показників родючості ґрунту, що робить її гарним попередником у сівозміні [30, 54, 66].

Завдяки азотфіксації рослини сої частково або навіть повністю задовольняють свою потребу в азоті, що зменшує їхню залежність від наявності азотних сполук у ґрунті та дає змогу вирощувати за браку або мінімального використання азотних добрив [69, 72].

Кількість та маса бульбочок, а також кількість біологічно азоту, є показниками які характеризують симбіотичну діяльність посівів бобових культур, в т. ч. і сої. Фіксувати азот з повітря соя може завдяки бульбочковим

бактеріям. У середньому за сприятливих умов на одній рослині утворюється 21–80 бульбочок, а то і більше [6].

Дослідження процесу формування симбіотичного апарату сортів сої показало, що кількість і маса бульбочок зростала, починаючи від фази другого–третього трійчатого листка, досягаючи максимуму у фазі повного цвітіння та наливу насіння, а у період дозрівання поступово зменшувалися.

Кількість бульбочок на одній рослині є одним із головних параметрів інтенсивності засвоєння атмосферного азоту рослинами сої, що дає змогу оцінити потенційні можливості симбіотичної фіксації азоту культурою. Встановлено, що варіант досліду за використання технології *No-till* позитивно позначився на формуванні бульбочкових бактерій у всі фази росту і розвитку рослин сої, незалежно від досліджуваного сорту (табл. 4.15).

Так, у середньому за роки досліджень, у фазі гілкування на коренях рослин сої за даної технології вирощування залежно від сорту було відмічено 16,1 – 17,8 шт. бульбочок на одну рослину, у фазі цвітіння – 21,7 – 23,4 шт./рослину, наливу насіння – 27,6 – 29,5 шт./рослину, що перевищило показники варіанту класичної технології на 29,8 – 34,1; 27,6 – 27,8 та 24,1 – 25,0% залежно від фази росту і розвитку рослин сої.

Наші спостереження показали, що основна маса бульбочок розміщувалася на головному корені рослин та бічних розгалуженнях першого порядку. Про їх активну азотфіксуючу діяльність свідчило світло-рожеве забарвлення бульбочок, особливо за технології *No-till*, яка сприяла кращим показникам вологозабезпечення ґрунту. Так, в середньому за роки досліджень, кількість активних бульбочок на коренях рослин досліджуваних сортів сої на даному варіанті досліду склала 11,7 – 13,9 шт./рослину у фазі гілкування, 18,6 – 20,3 шт./рослину у фазі цвітіння та 23,8 – 25,9 шт./рослину у фазі наливу насіння, що перевищило показники за класичної технології вирощування на 6,3 – 7,8 шт./рослину або на 30,1 – 45,3% залежно від фази росту і розвитку рослин.

**Вплив технології вирощування сої
на кількість бульбочок на коренях рослин, шт./рослину**

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Сорт (фактор А)	Фаза росту та розвитку рослин							
		гілкування		цвітіння		налив насіння		фізіологічна стиглість	
		Кількість бульбочок, шт.							
		загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних
2022 р.									
Класична	Беттіна	12,3	7,1	17,6	15,3	24,4	19,9	11,9	4,3
	Фортеця	10,5	5,4	15,4	12,8	22,6	17,7	10,7	3,1
Технологія No-till	Беттіна	19,4	16,2	25,5	21,7	32,4	28,9	18,5	10,4
	Фортеця	17,2	13,5	23,0	19,9	29,2	25,5	16,8	8,3
2023 р.									
Класична	Беттіна	14,6	10,5	19,6	17,5	25,1	21,2	14,1	5,9
	Фортеця	13,1	8,2	18,3	14,7	23,9	19,7	12,7	4,4
Технологія No-till	Беттіна	20,2	16,3	26,5	24,4	32,9	29,7	19,5	11,5
	Фортеця	18,8	14,6	25,1	22,6	31,0	27,2	18,2	9,6
2024 р.									
Класична	Беттіна	10,5	5,3	13,4	8,9	17,6	13,1	9,2	2,1
	Фортеця	8,1	2,4	11,7	6,8	15,7	10,8	7,5	1,5
Технологія No-till	Беттіна	13,9	9,1	18,3	14,8	23,1	19,2	13,8	6,9
	Фортеця	12,2	6,9	16,9	13,2	22,5	18,3	11,6	4,4
Середнє за 2022 – 2024 рр.									
Класична	Беттіна	12,5	7,6	16,9	13,9	22,4	18,1	11,7	4,1
	Фортеця	10,6	5,3	15,1	11,4	20,7	16,1	10,3	3,0
Технологія No-till	Беттіна	17,8	13,9	23,4	20,3	29,5	25,9	17,3	9,6
	Фортеця	16,1	11,7	21,7	18,6	27,6	23,8	15,5	7,4

Слід відмітити, що незалежно від досліджуваної технології вирощування, по всій кореневій системі рослин сої були наявні дрібні бульбочки, які мали блідий колір.

На кількість активних бульбочок на кореневій системі рослин сої під час наливу насіння значний вплив мала технологія вирощування – частка її впливу склала 81,6%, при цьому сортові особливості мали вплив на 16,7%. Взаємодія факторів досліді була в межах 1,5 % (рис. 4.8).

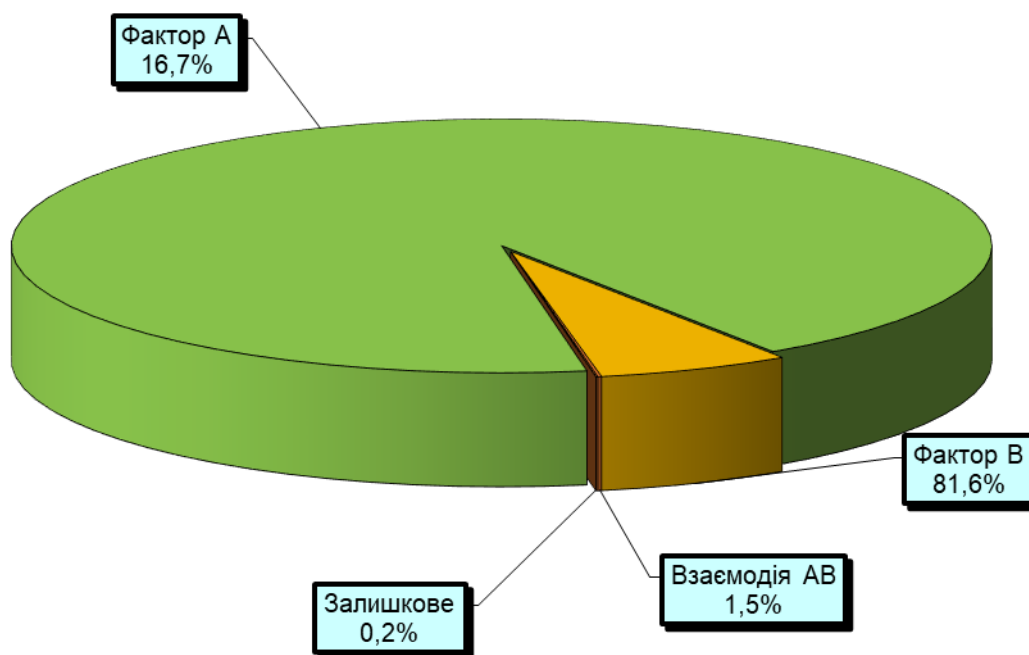


Рис. 4.8. Частка впливу досліджуваних факторів на формування кількості активних бульбочок сої у фазі наливу насіння

Для підвищення продуктивності симбіотичної азотфіксації в агроценозах необхідно проводити підбір сортів сої і штамів бульбочкових бактерій, враховуючи конкретні ґрунтово-кліматичні і агротехнічні умови, а також створювати сприятливі умови для ефективного функціонування бобово-ризобіального симбіозу [46]. Упродовж років досліджень встановлено, що дещо більшою загальною кількістю та кількістю активних бульбочок формувалася за вирощування сорту Беттіна. Так, в середньому за

роки досліджень та по варіантах обробітку ґрунту, на коренях рослин даного сорту сої у фазі гілкування було відмічено 15,2 бульбочок на 1 рослину, у фазі цвітіння – 20,2 шт./рослину, а наливу насіння – 26,0 шт./рослину, що перевищило показники по сорту Фортеця на 6,9 – 11,8% залежно від фази росту і розвитку рослин. Кількість активних бульбочок теж була більшою на кореневій системі рослин сорту Беттіна порівняно з рослинами сорту Фортеця – на 2,0 – 2,3 шт./рослину або на 9,1 – 21,3% у середньому по фактору обробітку ґрунту і за роки досліджень.

Слід відмітити, що в період фізіологічної стиглості насіння сої загальна кількість та кількість активних бульбочок зменшувалася порівняно з попередніми строками визначення. Так, в середньому за роки досліджень та по фактору технології вирощування сої, загальна кількість бульбочок на кореневій системі рослин сорту Беттіна зменшилася на 4,6 – 44,3%, а кількість активних бульбочок – зменшилася на 36,1 – 68,6% порівняно із попередніми фазами росту і розвитку рослин. Така ж тенденція спостерігалася і за вирощування сорту Фортеця. При цьому, слід зазначити, що застосування технології *No-till* сприяло формуванню більшої кількості бульбочок незалежно від досліджуваного сорту сої у період фізіологічної стиглості насіння.

Для забезпечення рослин сої біологічним азотом велике значення має не лише загальна кількість та кількість активних бульбочок на кореневій системі, а й їх маса. Динаміка впливу сортових особливостей та технології вирощування на формування загальної маси й маси активних бульбочок була аналогічною до формування їх кількості. Дослідженнями встановлено, що загальна маса та маса активних бульбочок збільшувалися у першій половині вегетації культури, а свого максимуму активність симбіотичної азотфіксації досягала у період повного цвітіння і наливу насіння сої, тобто під час найбільшої фізіологічної активності азотфіксуючих бактерій (табл. 4.16).

Маса бульбочок на коренях рослин сої
залежно від технології вирощування, г/рослину

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Сорт (фактор А)	Фаза росту та розвитку рослин							
		гілкування		цвітіння		налив насіння		фізіологічна стиглість	
		Маса бульбочок, г/рослину							
		загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних
2022 р.									
Класична	Беттіна	0,31	0,20	0,58	0,50	0,75	0,63	0,32	0,07
	Фортеця	0,29	0,17	0,42	0,35	0,59	0,47	0,29	0,05
Технологія No-till	Беттіна	0,56	0,37	0,90	0,83	0,97	0,79	0,43	0,15
	Фортеця	0,40	0,26	0,67	0,59	0,85	0,71	0,36	0,13
2023 р.									
Класична	Беттіна	0,36	0,26	0,80	0,69	0,86	0,74	0,34	0,15
	Фортеця	0,34	0,21	0,57	0,54	0,75	0,68	0,30	0,14
Технологія No-till	Беттіна	0,65	0,46	0,90	0,82	1,10	0,93	0,44	0,18
	Фортеця	0,50	0,34	0,75	0,68	0,91	0,76	0,42	0,17
2024 р.									
Класична	Беттіна	0,25	0,10	0,40	0,29	0,58	0,42	0,28	0,09
	Фортеця	0,20	0,05	0,35	0,29	0,42	0,30	0,21	0,06
Технологія No-till	Беттіна	0,42	0,21	0,51	0,42	0,62	0,54	0,42	0,12
	Фортеця	0,35	0,16	0,42	0,34	0,51	0,40	0,30	0,10
Середнє за 2022 – 2024 рр.									
Класична	Беттіна	0,31	0,19	0,59	0,49	0,73	0,60	0,31	0,10
	Фортеця	0,28	0,14	0,45	0,39	0,59	0,48	0,27	0,08
Технологія No-till	Беттіна	0,54	0,35	0,77	0,69	0,90	0,75	0,43	0,15
	Фортеця	0,42	0,25	0,61	0,54	0,76	0,62	0,36	0,13

У всі роки досліджень, активне формування бульбочок на коренях рослин сої та наростання їхньої маси відбувалося в усіх варіантах досліду до фази наливу насіння, а далі маса бульбочок почала повільно зменшуватися до фази фізіологічної стиглості.

Показники загальної маси бульбочок на коренях рослин сої за використання технології *No-till* істотно відрізнялися від варіанту класичної технології вирощування культури. Так, в середньому за роки досліджень та по фактору сорт, маса бульбочок на коренях рослин сої у фазі гілкування за технології *No-till* становила 0,48 г/рослину, фазі цвітіння – 0,69 г/рослину, а у фазі наливу насіння – 0,83 г/рослину, що визначено вищим порівняно із варіантом класичної технології вирощування на 0,17 – 0,18 г/рослину або на 20,5 – 37,5% залежно від фази росту і розвитку рослин сої.

Дещо меншою загальна маса бульбочок була відмічена у період фізіологічної стиглості насіння – 0,29 г/рослину за класичної технології вирощування і 0,40 г/рослину – за технології *No-till*, але перевага даного варіанту досліду спостерігалася у всі роки досліджень.

Вченими встановлено, що молекулярний азот з повітря фіксується за рахунок бульбочок, які мають рожевий колір, тобто містять леггемоглобін. Саме ці бульбочки визначають активність симбіотичного потенціалу сої [20, 46, 91].

Нашими дослідженнями упродовж 2022 – 2024 рр. встановлено, що за рахунок кращого поживного і водного режимів ґрунту, які були відмічені на варіанті застосування технології *No-till*, рослини сої сформували більш потужну кореневу систему із активною азотфіксувальною активністю симбіотичного апарату, зокрема, маса активних бульбочок на коренях рослин сої була вищою порівняно з варіантом класичної технології вирощування культури. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, за даної технології вирощування у фазі гілкування маса активних бульбочок була більшою на 0,13 г/рослину або на 43,3%, а у фазі цвітіння і наливу насіння – відповідно на 0,8 та 0,15 г/рослину або на 29,0 та 21,7%. Така ж залежність

спостерігалася і у фазі фізіологічної стиглості насіння, але показники були дещо меншими порівняно з попередніми фазами росту і розвитку рослин. Завдяки більш активній азотфіксації при вирощуванні сої за технологією *No-till* нами було відмічено процес збагачення ґрунту біологічним азотом, що в подальшому вплинуло на рівень урожайності культури.

Важливим для підвищення продуктивності сої є обґрунтоване використання умов навколишнього середовища та добір сортів і штамів бульбочкових бактерій для передпосівної обробки насіння. Нашими дослідженнями встановлено, що кращі умови для росту і розвитку в період вегетації сої склалися для вирощуванні сорту Беттіна, рослини якого мали більшу продуктивність симбіотичної азотфіксації (рис. 4.9; 4.10).

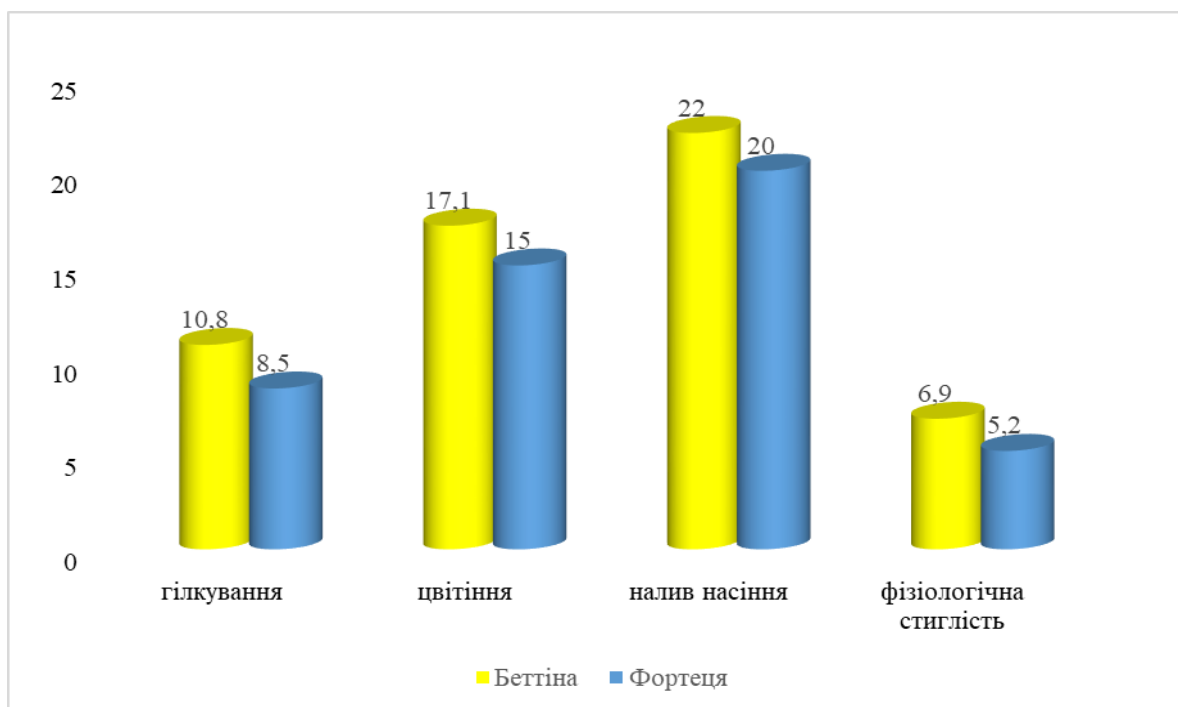


Рис. 4.9. Вплив сортових особливостей на кількість активних бульбочок на коренях рослин сої (середнє по фактору технології вирощування та за 2022 – 2024 рр.), шт./рослину

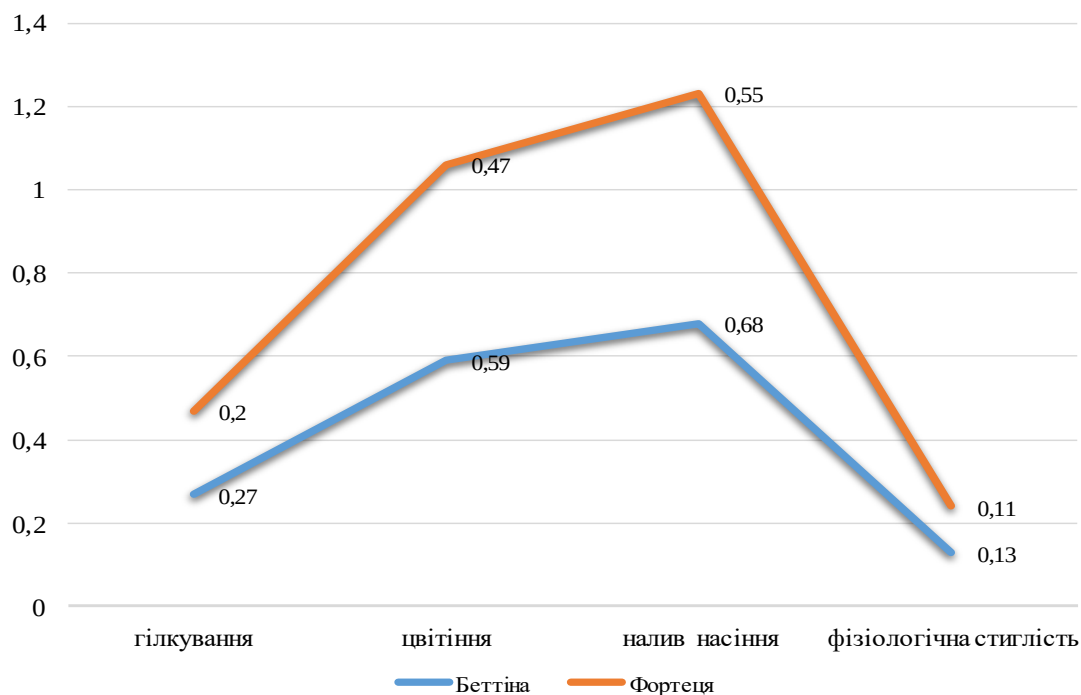


Рис. 4.10. Маса активних бульбочок на корнях рослин сої залежно від сортових особливостей (середнє по фактору технології вирощування та за 2022 – 2024 рр.), г/рослину

Так, у середньому за роки досліджень та по фактору технології вирощування, на кореневій системі рослин сорту Беттіна налічувалося 6,9 – 22,0 активних бульбочок на одній рослині, а їх маса коливалася в межах 0,13 – 0,68 г/рослину залежно від фази росту та розвитку рослин, що перевищило показники по варіанту вирощування сорту Фортеця відповідно на 9,1 – 24,6 та 15,4 – 19,1%.

Частка впливу досліджуваних факторів на масу активних бульбочок сої під час наливу насіння представлена на рисунку 4.11.

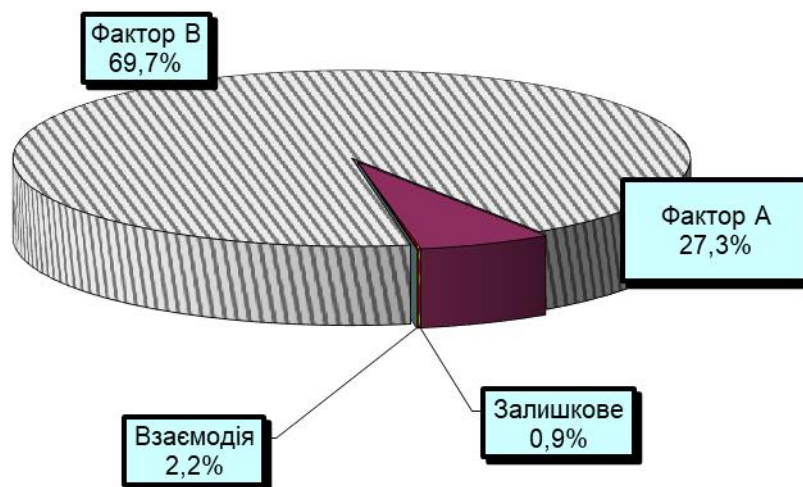


Рис. 4.11. Частка впливу досліджуваних факторів на масу активних бульбочок сої під час наливу насіння

На масу активних бульбочок на кореневій системі рослин сої під час наливу насіння значний вплив мали сортові особливості (27,3%) та технологія вирощування (69,7%). Взаємодія цих факторів була в межах 0,9%.

Отже, максимальна кількість і маса бульбочок на одну рослину за вирощування обох сортів сої формувалися у фазі наливання насіння на варіантах вирощування культури за технологією *No-till*. Загальна кількість бульбочок на цьому варіанті залежно від сорту варіювала від 27,6 до 29,5 штук, чисельність активних бульбочок – відповідно від 23,8 до 25,9 штук/рослину. Загальна маса бульбочок із рослини змінювалася від 0,76 до 0,90 г залежно від досліджуваного сорту, а маса активних – відповідно від 0,62 до 0,75 г. Найбільші показники кількості та маси бульбочок на коренях рослин відмічено за вирощування сорту Беттіна.

4.7 Продуктивність сортів сої залежно від технології вирощування

Основним критерієм оцінки ефективності процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту та формування продуктивності рослин є показники індивідуальної продуктивності рослин та величина урожайності сої [29].

Урожайність сої в значній мірі залежить від показників генетичного потенціалу сорту: кількості продуктивних вузлів, бобів у вузлі, кількості насінин у бобі, крупності насіння, висоти закладання нижнього бобу тощо. У найбільш продуктивних форм сої поєднуються середнє статистичні значення основних елементів сортової продуктивності [18].

Дослідженнями Грабовського М. Б. та ін. [12, 13, 14, 15]. сорт Амадеа мав вищі показники кількості і маси насіння з однієї рослини на 2,2–8,0 і 4,2–11,6 % та маси 1000 насінин на 1,8–9,5%, порівняно з сортом Ауреліна. Кореляційним аналізом виявлено високий рівень взаємозв'язку між кількістю насінин з однієї рослини ($r = 0,85$), масою насіння з однієї рослини ($r = 0,91$), масою 1000 насінин ($r = 0,85$) і урожайністю зерна сої.

Одним із головних показників технологічності сорту сої, який визначає придатність його до механізованого збирання, є висота прикріплення нижнього боба. Втрати врожаю у сортів з низьким прикріпленням нижніх бобів під час збирання можуть становити від 3 до 20% [26]. У наших дослідженнях висота прикріплення нижнього бобу змінювалась залежно від досліджуваних факторів (рис. 4.12).

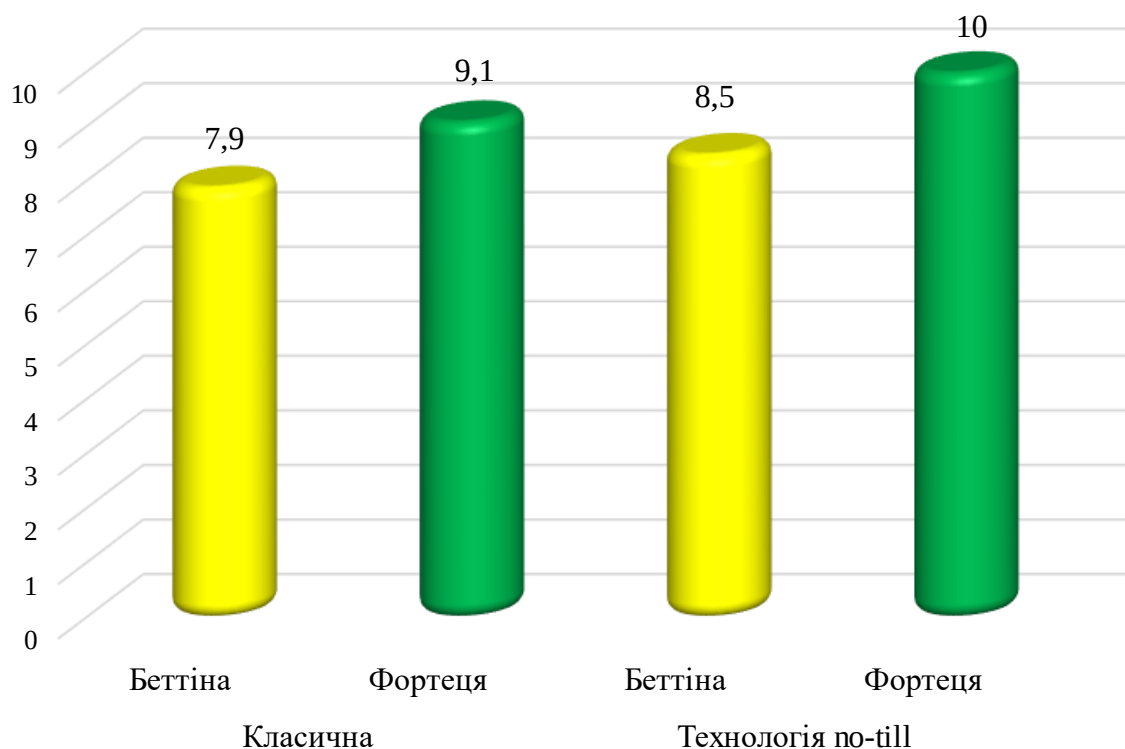


**Рис. 4.12. Висота прикріплення нижнього бобу на рослинах сої
(середнє за 2022 – 2024 рр.), см**

У середньому за роки досліджень, найвище нижній біб на рослинах сої розташовувався у сорту Фортеця за використання технології *No-till* – 10,0 см, а найнижче – у сорту Беттіна за класичної технології вирощування культури – 7,9 см.

У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, висота кріплення нижнього бобу за використання технології *No-till* становила 9,3 см, що перевищило показники за класичної технології вирощування сої на 0,8 см або 8,6%. При цьому, слід відмітити, що незалежно від варіанту технології вирощування, висота кріплення нижнього бобу у рослин сорту Фортеця була вищою на 1,4 см або на 15,6%, що обумовлено сортовими особливостями.

Важливою складовою частиною продуктивності є показники кількості бобів у продуктивному вузлі та насінин у бобі. Вони є менш мінливими порівняно з кількістю бобів і насінин на рослині. Так, частка впливу генетичних факторів на мінливість фенотипового прояву ознаки «кількість

насінин у бобі» становить 0,45, тоді як «кількість насінин на рослині» тільки на 0,19 визначається генетичними факторами, решта ж мінливості цієї ознаки залежить від метеорологічних та агроекологічних умов [27]. За кількістю бобів на одну рослину виділяють шість груп: дуже високопродуктивні (більше 300 бобів), високопродуктивні (150 – 300), продуктивні (90 – 149), середньопродуктивні (40 – 89), малопродуктивні (15 – 39), дуже малопродуктивні (менше 15 бобів). Кількість бобів на одну рослину дуже варіабельна ознака, яка значною мірою піддається впливу факторів зовнішнього середовища і лише на 45% визначається сортовими особливостями [3].

Не менш важливим структурним елементом формування урожайності сої є кількість насінин з однієї рослини [56, 82].

Нашими дослідженнями встановлено, що кількість бобів та кількість насінин з однієї рослини сої залежали від факторів дослідження та погодних умов року (табл. 4.17).

Так, у середньому за роки досліджень і по фактору сорт, найбільше бобів та насінин з однієї рослини сої було відмічено за використання технології *No-till* – відповідно 38,1 та 107,9 шт., що було вищим за показники варіанту класичної технології вирощування культури відповідно на 21,9 та 70,2 шт.

Слід відмітити, що найкращі погодно – кліматичні умови для формування бобів та насінин на однієї рослини сої спостерігалися у 2023 р., особливо за вирощування сорту Беттіна. Так, залежно від досліджуваної технології вирощування на одній рослині даного сорту нараховувалося 17,6 – 41,3 боби та 44,1 – 128,0 насінин, що перевищило показники сорту Фортеця відповідно на 3,9 – 4,6 та 8,2 – 10,8%.

Маса 1000 насінин є одним з найважливіших показників, що характеризує цінність насіння і є дуже важливою ознакою, яка є результатом росту і розвитку рослини сої впродовж вегетації. Ця ознака забезпечує порівняння різних сортів сої, при чому сорти, які дають більш виповнене

насіння, є більш придатними для вирощування. Це ще раз підтверджує важливість сортів формувати високоякісне виповнене насіння [43].

Таблиця 4.17

**Елементи продуктивності сої залежно від сортових особливостей
та технології вирощування**

Технологія вирощування (фактор В)	Сорт (фактор А)	Кількість, шт.			Маса	Маса
		бобів на 1 рослині	насінин в 1 бобі	насінин на 1 рослині	насінин з 1 рослини, г	1000 насінин, г
2022 р.						
Класична	Беттіна	16,9	2,4	40,5	5,2	128,3
	Фортеця	17,3	2,2	38,0	4,2	110,5
Технологія No-till	Беттіна	44,1	2,9	127,9	16,8	131,4
	Фортеця	41,6	2,7	112,4	12,9	114,8
2023 р.						
Класична	Беттіна	17,6	2,5	44,1	5,8	131,5
	Фортеця	16,9	2,4	40,5	4,7	116,0
Технологія No-till	Беттіна	41,3	3,1	128,0	18,4	143,8
	Фортеця	39,4	2,9	114,2	14,4	126,1
2024 р.						
Класична	Беттіна	15,5	2,3	35,7	3,4	95,3
	Фортеця	13,0	2,1	27,3	2,3	84,2
Технологія No-till	Беттіна	34,3	2,7	92,5	11,0	118,9
	Фортеця	27,8	2,6	72,2	7,1	98,3
Середнє за 2022 - 2024 рр.						
Класична	Беттіна	16,7	2,4	40,1	4,8	118,3
	Фортеця	15,7	2,2	35,3	3,7	103,6
Технологія No-till	Беттіна	39,9	2,9	116,1	15,4	131,4
	Фортеця	36,3	2,7	99,6	11,5	113,1
НІР _{0,5}	фактор А фактор В	0,68-1,92 0,63-0,87	0,25-0,44 0,23-0,45	0,22-2,30 0,86-2,78	1,12-2,36 0,56-1,45	0,84-1,03 0,80-1,01

Нашими дослідженнями встановлено, що найбільшою маса 1000 насінин та маса насінин з 1 рослини сої була за вирощування сорту Беттіна. Так, в середньому за роки досліджень та по фактору технології вирощування, зазначені показники структури врожаю сої за вирощування сорту Беттіна склали 124,9 та 10,1 г, що було більшим за показники сорту Фортеця відповідно на 16,5 та 2,5 г або на 13,2 та 24,8%.

Найбільшою маса 1000 насінин і маса насінин з однієї рослини сої, в середньому за роки досліджень, була за вирощування сорту Беттіна за технологією *No-till* – відповідно 131,4 та 15,4 г, що перевищило показники інших варіантів дослідів відповідно на 13,1 – 27,8 та 3,9 – 11,7 г.

Слід відмітити, що погодні умови в роки досліджень також мали вплив на масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин сої (рис. 4.13; 4.14).

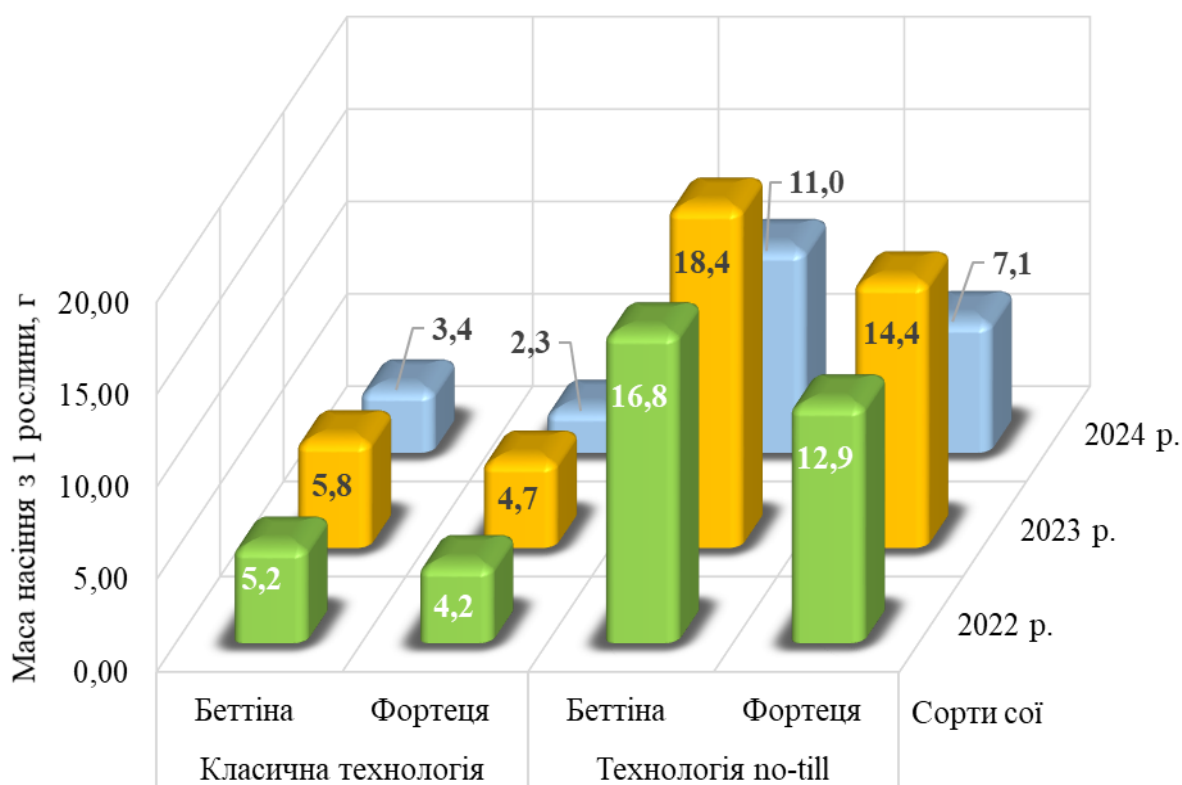


Рис. 4.13. Маса насіння з однієї рослини сої залежно від технології вирощування та біологічних особливостей сорту, г

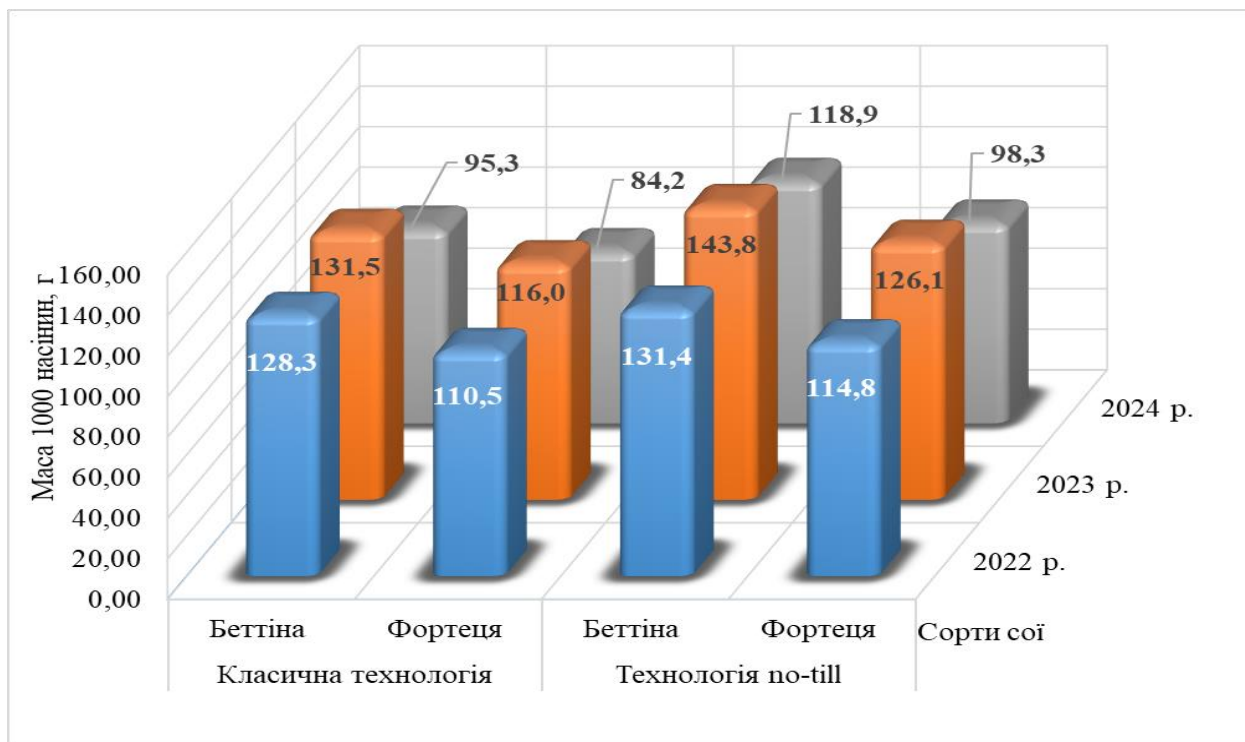


Рис. 4.14. Вплив технології вирощування та біологічних особливостей сорту сої на масу 1000 насінин, г

Так, у середньому по факторах досліджу, найбільшу масу 1000 насінин мали рослини у 2023 р., що перевищило показники 2022 та 2024 рр. відповідно на 8,1 та 30,8 г або на 6,3 та 23,3%. Найменшою маса 1000 насінин сої, незалежно від сорту та технології вирощування, була у 2024 р. – 84,2 – 118,9 г, що обумовлено жорсткими погодними умовами вегетації, зокрема високим температурним режимом.

Дослідженнями встановлено, що урожайність сої в окремі роки проведення досліджень коливалась залежно від впливу сортових особливостей, технології вирощування культури та погодних умов і, зокрема, вона була найменшою у посушливому 2024 році (дефіцит опадів, високий температурний режим та суховії). Але слід відмітити, що навіть у посушливих умовах спостерігалася тенденція щодо позитивного впливу технології *No-till* на урожайність сої (табл. 4.18).

Так, у середньому по досліджуваних сортах, на варіанті вирощування сої за технологією *No-till* у 2024 р. було одержано 1,08 т/га насіння, що

перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 0,18 т/га або 16,7%. Така ж тенденція спостерігалася і у 2022 та 2023 рр. Так, за використання варіанту технології *No-till* було отримано відповідно 1,9 та 2,2 т/га насіння сої, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування на 0,29 – 0,38 т/га або на 15,3 – 17,3% [58].

Таблиця 4.18

**Урожайність сортів сої залежно
від технології вирощування, т/га**

Сорт (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)		Приріст до контролю	
	Класична	Технологія <i>No-till</i>	т/га	%
2022 р.				
Беттіна	1,81	2,17	0,36	16,6
Фортеця	1,40	1,63	0,23	14,1
2023 р.				
Беттіна	2,05	2,50	0,45	18,0
Фортеця	1,58	1,89	0,31	16,4
2024 р.				
Беттіна	1,09	1,32	0,23	17,4
Фортеця	0,71	0,83	0,12	14,5
Середнє за 2022-2024 рр.				
Беттіна	1,65	2,00	0,35	17,5
Фортеця	1,23	1,45	0,22	15,2
НІР _{0,5}	2022 р. - фактор А - 0,04; фактор В - 0,01 2023 р. - фактор А - 0,06; фактор В - 0,01 2024 р. - фактор А - 0,02; фактор В - 0,03			

У 2023 р. кліматичні умови упродовж вегетаційного періоду сої забезпечили максимальну реалізацію генетичного потенціалу досліджуваних

сортів сої, що дозволило отримати врожайність зерна від 1,58 до 2,50 т/га залежно від варіанту дослідів.

Слід зазначити, що незалежно від технології вирощування у всі роки досліджень дещо вищу урожайність формували рослини сорту Беттіна. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування, рослини даного сорту сформували 1,83 т/га насіння, що вище за урожайність сорту Фортеця на 0,49 т/га або 26,8%.

Досліджувані фактори по-різному впливали на формування врожаю сої. Статистичний аналіз результатів досліджень показав, що частка впливу сорту у формуванні врожаю сої становить 73,8%, технології вирощування – 25,0%, взаємодії факторів – 1,2% (рис. 4.15).

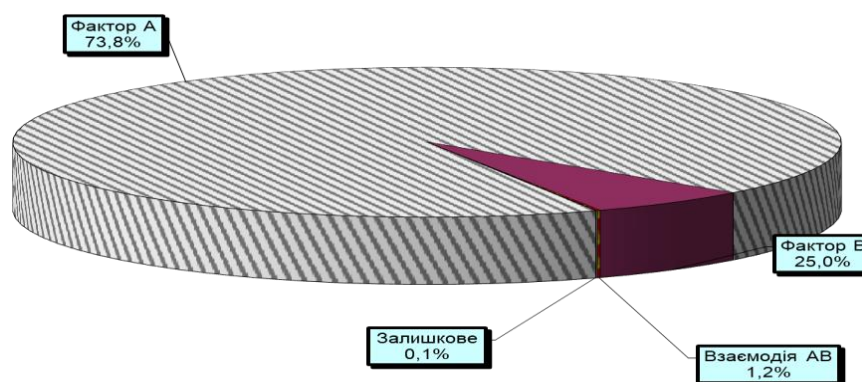


Рис. 4.15. Частка впливу досліджуваних факторів на урожайність сої

Основною зернобобовою культурою у світі є соя, адже її зерно має збалансований вміст протеїну й перетравних амінокислот. Насіння сої містить 38 – 42% білка, 18 – 23 – жиру, 25 – 30% вуглеводів, а також ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Зола насіння багата на калій, фосфор, кальцій і вітаміни. Соя має велике продовольче значення, за один вегетаційний період можна отримати два врожаї – білка й рослинної олії [39, 55].

Нашими дослідженнями встановлено, що генотипові особливості сортів сої, які були взяті на дослідження, впливали на вміст жиру та білку в насінні (рис. 4.16).

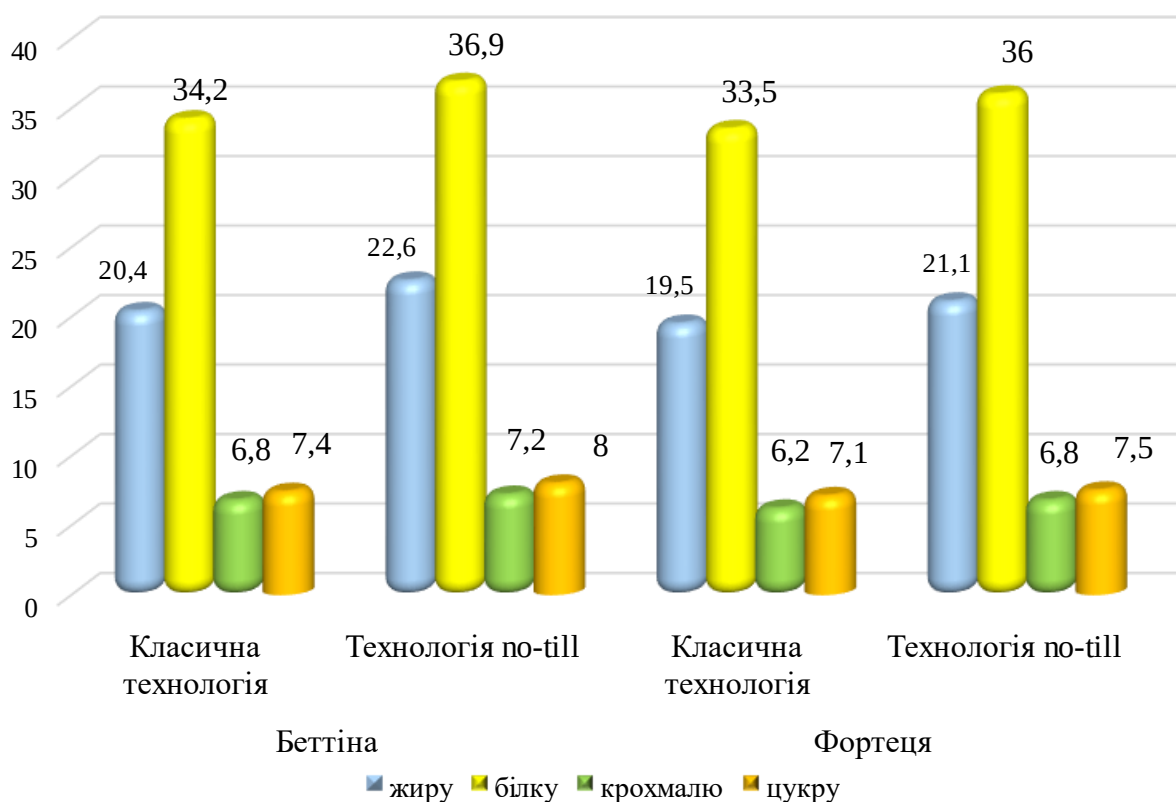


Рис. 4.16. Якість насіння сої залежно від сортових особливостей та технології вирощування (середнє за 2022 – 2024 рр.), %

Так, у середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування, вміст жиру та білка в насінні був найбільшим за вирощування сорту Беттіна – 21,5 та 35,6%, що перевищило показники по сорту Фортеця відповідно на 5,6 та 2,2 відсоткових пунктів. Така ж тенденція спостерігалася і щодо вмісту в насінні крохмалю та цукру – у насінні сорту Беттіна містилося відповідно 7,0 та 7,7%. Дещо менші показники були на варіанті вирощування сорту Фортеця – 6,5% крохмалю та 7,3% цукру.

Дослідженнями визначено, що застосування технології *No-till* сприяло збільшенню вмісту жиру та білку в насінні обох сортів сої. Так, у середньому за роки досліджень, якщо в насінні сої, що вирощене за класичною технологією, по сорту Беттіна ці показники склали 20,4 та 34,2%, а по сорту

Фортеця – 19,5 та 33,5%, то за технології *No-till* їх вміст відповідно збільшувався до 22,6 та 36,9% у сорту Беттіна та до 21,1 та 36,0% – у сорту Фортеця.

Така ж тенденція спостерігалася і щодо вмісту крохмалю та цукру в насінні. Так, у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, вміст крохмалю та цукру при вирощуванні сої за технологією *No-till* склав відповідно 7,0 та 7,8%, що перевищило показники за класичної технології вирощування культури на 7,1 та 6,4 відсоткових пунктів.

Висновки до розділу 4:

1. Технологія вирощування сої впливала на агрохімічні показники ґрунту. У фазі повної стиглості зерна сої сорту Беттіна вміст органічної речовини в перерахунку на гумус за технології *No-till* склав 4,79%, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 11,0 відсоткових пунктів. При цьому, обидва досліджувані варіанти технології вирощування мали високий вміст органічної речовини в перерахунку на гумус. Ґрунт варіанту вирощування сої сорту Бетінна за технологією *No-till* характеризувався низьким вмістом гідролізованого та мінерального азоту – відповідно 105,4 та 11,6 мг/кг, середнім вмістом рухомого фосфору (85 мг/кг) і підвищеним вмістом рухомого калію (97,5 мг/кг). За класичної технології вирощування сої сорту Беттіна вміст елементів живлення у ґрунті був дещо нижчим – на 19,6 – 62,9% залежно від елементу.

2. За використання технології *No-till*, при якій коефіцієнт мінералізації-імобілізації був на 0,8 менше порівняно з класичною технологією вирощування сої, процес мінералізації та гуміфікації органічних речовин був більш збалансованим. Коефіцієнт педотрофності за використання технології *No-till* був більшим на 0,28 і наближався до 1, порівняно з класичною технологією, що свідчить про кращі умови для відновлення гумусу у ґрунті

за використання даної технології вирощування сої. У середньому за роки досліджень, коефіцієнт оліготрофності варіанту класичної технології вирощування сої був вищим 1 (1,8), що свідчить про посилення конкуренції за доступний азот мікроорганізмів і рослин сої, що веде до втрат органічної речовини ґрунту.

3. За результатами проведеного фітопатологічного аналізу зразків ґрунту, в середньому за роки досліджень, загальна кількість грибів становила від 79,5 до 94,4 тис. КУО/г ґрунту, з перевагою варіанту *No-till* технології. У середньому за роки досліджень, частка патогенних грибів у зразках ґрунту за даної технології вирощування склала 7,8 тис. КУО/г ґрунту, що менше за показники варіанту класичної технології вирощування сої на 66,4%.

Зростання чисельності всіх груп мікроорганізмів у ґрунті сприяло суттєвому природному біологічному контролю чисельності та прояву збудників хвороб сої. Кращі умови росту і розвитку рослин, які склалися в усі роки досліджень за технології *No-till* сприяли прояву більшої стійкості рослин до ураження збудниками хвороб. У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, інтенсивність ураження рослин грибами *Alternaria alternata*, *Peronospora manshurica* та *Fusarium oxysporum* була нижчою залежно від фази росту і розвитку рослин відповідно на 1,7-20,6; 8,0-12,1 та 29,9-36,6 відсоткових пунктів порівняно із класичною технологією.

4. На сумарному водоспоживанні посівів сої, коефіцієнті водоспоживання і, як наслідок, формуванні продуктивності рослин у роки досліджень позначилися умови зволоження року досліджень та варіант технології вирощування культури. Встановлено, що застосування технології *No-till* сприяє найбільш ефективному використанню вологи рослинами сої. За використання класичної технології вирощування сої сорту Беттіна коефіцієнт водоспоживання, в середньому за роки досліджень, склав 1052,7 м³/т, а сорту Фортеця 1412,2 м³/т, що перевищило показники варіанту технології *No-till* на 80,5 – 87,2 м³/т або на 5,7 – 8,3% залежно від досліджуваного сорту.

5. У середньому за роки досліджень застосування технології *No-till* сприяло збільшенню висоти рослин обох досліджуваних сортів сої. Так, у фазу бутонізації рослини сорту Беттіна були вищими на 0,5 см або 1,0%, вкінці цвітіння – на 2,4 см або 3,7%, у фазу наливу насіння – на 2,6 см або 4,0%. Таку ж тенденцію спостерігали і за вирощування сої сорту Фортеця.

Рослини сої за вирощування їх за технологією *No-till* вирізнялися дещо більшою висотою. У середньому за роки досліджень по фактору сорт, у фазу бутонізації вони були вищими на 0,2 см або 0,4%, кінець цвітіння – на 2,4 см або 3,9%, а у фазі наливу насіння – на 2,8 см або 4,4%.

Більшу кількість сухої речовини у всі фази росту і розвитку незалежно від варіанту технології вирощування накопичували рослини сорту Беттіна. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування, у фазі гілкування було накопичено 1,25 т/га сухої речовини, на кінець фази цвітіння – 2,82 т/га, а у фазі наливу насіння – 3,63 т/га, що перевищило показники по сорту Фортеця відповідно на 10,4; 7,4 та 6,3%. Накопичення сухої маси обома досліджуваними сортами сої найменшим було за класичної технології вирощування культури незалежно від фази росту та розвитку рослин.

6. У середньому за роки досліджень, найбільшу площу листової поверхні рослин сформував сорт сої Беттіна – 17,96 – 25,29 тис. м²/га залежно від фази росту і розвитку рослин. Вирощування сої за технологією *No-till* забезпечило збільшення площі листової поверхні рослин обох досліджуваних сортів порівняно із класичною технологією вирощування культури. Так, у середньому за роки досліджень, площа листової поверхні сорту Беттіна була більшою за використання технології *No-till* на 1,1 – 1,69 тис м²/га або на 4,6 – 8,6% порівняно з класичною технологією.

Найвищою чиста продуктивність фотосинтезу визначена у міжфазний період від цвітіння до наливу насіння за вирощування сої сорту Беттіна за технологією *No-till* – 2,27 /м² за добу.

7. Максимальна кількість і маса бульбочок на одну рослину за вирощування обох сортів сої формувалися у фазі наливання насіння на варіантах вирощування культури за технологією *No-till*. Загальна кількість бульбочок на цьому варіанті залежно від сорту варіювала від 27,6 до 29,5 штук, чисельність активних бульбочок – відповідно від 23,8 до 25,9 штук/рослину. Загальна маса бульбочок із рослини змінювалася від 0,76 до 0,90 г залежно від досліджуваного сорту, а маса активних – відповідно від 0,62 до 0,75 г. Найбільші показники кількості та маси бульбочок на коренях рослин відмічено за вирощування сорту Беттіна.

8. У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, найбільше бобів та насінин з однієї рослини сої було відмічено за використання технології *No-till* – відповідно 38,1 та 107,9 шт., що було вищим за показники варіанту класичної технології вирощування культури відповідно на 21,9 та 70,2 шт.

Найбільшою маса 1000 насінин і маса насінин з однієї рослини сої, в середньому за роки досліджень, була за вирощування сорту Беттіна за технологією *No-till* – відповідно 131,4 та 15,4 г, що перевищило показники інших варіантів досліду відповідно на 13,1 – 27,8 та 3,9 – 11,7 г.

9. Урожайність зерна сої, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, вищою визначена за використання технології *No-till* – 1,73 т/га, що більше за показник варіанту класичної технології вирощування культури на 0,29 т/га або на 16,8%. Незалежно від технології вирощування у всі роки досліджень дещо вищу урожайність формували рослини сорту Беттіна. Так, в середньому за роки досліджень і по фактору технології вирощування, рослини даного сорту сформували 1,83 т/га насіння, що вище за урожайність сорту Фортеця на 0,49 т/га або 26,8%.

10. Застосування технології *No-till* сприяло збільшенню вмісту жиру та білку в насінні обох сортів сої. У середньому за роки досліджень, якщо в насінні сої, що вирощене за класичною технологією, по сорту Беттіна ці показники склали 20,4 та 34,2%, а по сорту Фортеця – 19,5 та 33,5%, то за технології *No-till* їх вміст відповідно збільшувався до 22,6 та 36,9% у сорту

Беттіна та до 21,1 та 36,0% – у сорту Фортеця. Така ж тенденція спостерігалася і щодо вмісту крохмалю та цукру в насінні. У середньому за роки досліджень та по фактору сорт, вміст крохмалю та цукру при вирощуванні сої за технологією *No-till* склав відповідно 7,0 та 7,8%, що перевищило показники за класичної технології вирощування культури на 7,1 та 6,4 відсоткових пунктів.

Список використаних джерел до розділу 4:

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2020. 276 с.
2. Андрусик П. Р., Цюк О. А. Водоспоживання сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134, Ч. 1. С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.1>
3. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Клубук В. В., Марченко Т. Ю. Зв'язок структурних елементів інтродукованих зразків сої (*Glycine Max. L.*) з продуктивністю насіння в умовах зрошення півдня України. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. № 22. С. 11-18.
4. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і урожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 20, Вип. 4. С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004>.
5. Вожегова Р. А., Коковіхіна О. С. Найбільш небезпечні шкідники зернобобових культур на території України. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату*: матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 11 листопада 2021 р.) / Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. 2021. С. 16–18.

6. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої / Ткаченко Л. Ю., Рудавська Н. М., Тимчишин О. Ф. та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75(2). С. 138–146. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)

7. Вплив передпосівної обробки на посівні якості та фітосанітарний стан насіння нуту / Г. Д. Поспелова та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 127–134. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15>

8. Вплив фунгіцидних протруйників на патогенний комплекс і лабораторну схожість насіння сої / Г. Д. Поспелова та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 72–79. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.08>

9. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Лікар Я. О. Формування біометричних показників та урожайності насіння сої залежно від елементів агротехнології в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 46-56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.6>

10. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Вміст хлорофілу у листках рослин та урожайність сої за внесення хелатних мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 34-39.

11. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся. *Plant and Soil Science*. 2020. Вип. 11(1). С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.005>.

12. Грабовський М. Б., Мостипан О. В. Економічна оцінка застосування фунгіцидного і гербіцидного захисту сортів сої різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 45–53. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.134.7

13. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Качан Л. М. Фітосанітарний стан посівів сої залежно від способу застосування гербіцидів. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування* :

матеріали всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф., присвяч. пам'яті професора І. П. Жемели, (м. Полтава, 30 вересня 2022 року). Полтава, 2022. С. 61–64.

14. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Лабунський І. В., Німенко С. С. Енергетична оцінка застосування ґрунтових і післясходових гербіцидів в посівах сої. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. видатним вченим Васильківському С. П. і Молоцькому М. Я. – засновникам наук. школи з селекції та насінництва пшениці і картоплі, (м. Біла Церква, 28 березня 2024 року). Біла Церква : БНАУ, 2024. С. 156–157.

15. Грабовський М. Б., Мостипан О. В., Панченко Т. В., Городецький О. С. Вплив фунгіцидів на зміну індивідуальної продуктивності та елементів структури врожаю сої. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. Ч. 1. С. 61-69. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.9>

16. Іванів М. О., Возняк В. В. Кореляція урожайності зерна з біометричними показниками у сортів сої за різних технологічних прийомів в умовах зрошення. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матер. IV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 30 березня 2023 р.). Біла Церква : БНАУ, 2023. С. 129-131.

17. 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.

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

19. Іванюк С. В., Вільгота М. В., Жаркова О. Ю. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 21-28.

20. Данильченко О. М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату чини та сочевиці. *Вісник*

Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2012. Вип. 9 (24). С. 121–124.

21. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 21(1). С. 23-28. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)

22. Дідур І. М. Динаміка формування висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 28. С. 17-24.

23. Дідур І. М., Циганський В. І. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за біологізованої системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 30. С. 44-56.

24. Дереза В. В. Напрями відновлення чорноземів звичайних в Полтавській області. *Colloquium-journal*. 2022. № 356 (158). С. 16–21.

25. Довбиш Л. Л., Можарівська І. А., Корбут Б. О., Бойко І. Ю. Вплив боровмісних добрив на продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Житомирської області. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 53-58. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.2>

26. Дробітько А. В., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В. Ефективність використання посівами сої сонячної енергії та ґрунтової вологи на зрошуваних і неполивних землях. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 38–43.

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

28. Заболотня А. Аналіз інфекції насіння сої культурної. *Актуальні питання розвитку біології та екології* : матеріали VII міжнар. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Вінниця, 16–17 листопада 2022 р.). Вінниця : ТВОРИ. 2022. С. 34-35.

29. Каленська С. М., Новицька Н. В. Ефективність нанопрепаратів у технології вирощування сої. *Plant and Soil Science*. 2020. Вип. 11(3). С. 7-21. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007>

30. Качан І. Особливості формування врожайності зерна сої в умовах Поділля. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату* : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Кам'янець-Подільський, 15–16 черв. 2017 р.). Тернопіль : Крок, 2017. С. 92–94.

31. Клубук В. В. Зв'язок структурних елементів інтродукованих зразків сої (*Glycine Max. (L.) Merr.*) з продуктивністю насіння в умовах зрошення півдня України. *Генетичні ресурси рослин*. 2018. Вип. 22. С. 11–18.

32. Кренців Я. І. Вплив погодних умов року вирощування на мінливість висоти рослин колекційних сортів сої. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 158-160.

33. Курдиш І. К. Перспектива застосування мікробів-антогоністів у захисті агроecosистем від патогенів. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Чернігів: Сівер-Друк, 2011. Вип. 13. С. 23-40.

34. Лемешик А. В., Манукіян А. В., Новицька Н. В. Оптимізація способів сівби сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу* : тези допов. міжнар. наук.-практ. конф., присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН, (с. Центральне, 16 листопада 2022 р.). Центральне, 2022. С. 139.

35. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів в умовах правобережного Лісостепу України. *Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу. Секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни* : тези допов. міжнар. наук.-практ.

конф., присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, (м. Київ, 25 травня 2023 р.). Київ, 2023. С. 381.

36. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2024. Вип. 12(2). DOI: <https://doi.org/10.47414/na.12.2.2024.304338>.

37. Лотиш І. І. Формування площі листової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього зволоження Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1-2. С. 167-171.

38. Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 27. С. 74–92. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-7.

39. Мазур В. А., Верхолюк С. Д. Вплив іннокуляції насіння на процеси тривалості міжфазних періодів та виживання рослин сої. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136, Ч. 2. С. 10-18. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.2>

40. Міленко О. Г. Зміна тривалості періоду вегетації та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 1-2. С. 165-171.

41. Міленко О. Г., Соломон Ю. В., Вегеренко В. С. Вплив агротехнічних факторів на урожайність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. Вип. 2. С. 119–126.

42. Міхеєва О. О., Рожков А. О., Міхеєв В. Г. Динаміка наростання площі листової поверхні рослин сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т. 11, № 1-2. С. 77-88. DOI: doi.org/10.31548/bio2019.01.009

43. Михайлик С. М., Топчій О. В., Сонець Т. Д., Смульська І. В. Агробіологічна характеристика нових середньостиглих сортів сої культурної

(*Glycine max* (L.) Merrill). 100-річчя формування національних сортових рослинних ресурсів України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 29 вересня 2023 р.) / Мінагрополітики ; Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2023. С. 78-79.

44. Мостипан О. В. Поширення септоріозу в посівах сої. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку* : матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 4–5 березня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 251–253.

45. Мостипан О. В. Ураженість насіння сортів сої хворобами. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 21 жовтня 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 28–31.

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

47. Небаба К. С. Польова схожість насіння та збереженість рослин гороху залежно від технологічних заходів в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. № 44. С. 48-52. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.8>

48. Невмержицька О. М., Плотницька Н. М., Гурманчук О. В. Оцінка ефективності фунгіцидів у системі захисту сої. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 70-77. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.10>

49. Невмержицька О. М., Плотницька Н. М., Гурманчук О. В., Сколуб С. М. Ефективність застосування ґрунтових гербіцидів у посівах сої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109, Ч. 1. С. 90–94.

50. Нетіс В. І. Використання рослинами сої поживних речовин з ґрунту і добрив в умовах зрошення. *Сучасні напрями селекції, технології вирощування та переробки олійних культур* : міжнар. наук. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 16 листопада 2017 р.). Запоріжжя : ІОК НААН, 2017. С. 126-127.

51. Нетіс В. І., Онуфран Л. І. Світловий режим посівів сої та його залежність від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 102–107.

52. Нетіс В. І. Світловий режим в посівах сої залежно від технологічних заходів вирощування. *Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату* : збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Херсон, 09 грудня 2016 р.). Херсон : ІЗЗ НААН, 2016. С. 115-116.

53. Нетіс В. І. Сортова технологія вирощування сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи* : матеріали регіональної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Дніпро, 2-3 листопада 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 71-73.

54. Нетіс В. І. Формування симбіотичного апарату сої залежно від інокуляції насіння, сорту та фону живлення в умовах зрошення. *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві*: матеріали ХІІІ наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів, 24-25 жовтня 2017 р.) / Національна академія аграрних наук України ; Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів : Видавець Брагинець О. В., 2017. С. 38-40.

55. Нетіс В. І. Якість зерна сої за різних технологічних заходів вирощування. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: матеріали ІІІ міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (м. Київ, 7 червня 2017 р.). Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. С. 203-204.

56. Новохацький М., Панченко Т. Зміни величини й структури біологічної врожайності сої за оптимізації режиму живлення і різних системи основного обробітку ґрунту. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2022. Вип. 31(45). С. 145–158.

57. Оліфірович В. О., Оліфірович С. Й., Томаш Л. В., Маковійчук С. Д. Тривалість вегетаційного періоду сої в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 139, Ч. 2. С. 3-9.
58. Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О. Продуктивність зернових та зернобобових культур залежно від технології вирощування в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. №27. С. 196 – 200.
59. Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О. Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої залежно від технології вирощування в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. №28. С. 85 – 91.
60. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 3. С. 24-27.
61. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.
62. Поспєлова Г. Д., Чайка Т. О., Степаненко Р. О. Дослідження патогенної мікрофлори насіння сої. *Енергоефективність і енергонезалежність сільських територій: передумови формування та функціонування* : колективна монографія / за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава : Астроя, 2020. С. 176–182.
63. Ревтьо О. Я., Золін О. О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 105-112. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15>
64. Симбіоз штамів *Bradyrhizobium japonicum* із соєю за різних ґрунтово-кліматичних умов / Д. В. Крутило та ін. *Агроекологічний журнал*. 2008. № 3. С. 70–74.
65. Симочко Л. Ю., Дем'янюк О. С., Симочко В. В. Біоіндикація і біотестування ґрунтів – сучасні методичні підходи. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2017. Вип. 42. С. 77-81.
66. Соя : монографія / В. Ф. Петриченко, В. В. Лихочвор, С. В. Іванюк та ін. Вінниця: Діло, 2016. 392 с.

67. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва та ін. / НААН ; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2016. 400 с.
68. Тарабріна А.-М. О., Панфілова А. В. Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №140. С. 285 – 292.
69. Темрієнко О. О. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу Правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету: сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. 9. С. 187–199.
70. Фунгіцидний захист посівів сої від коренових гнилей / Г. Д. Поспєлова та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26, № 3. С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.01>
71. Фурман О. В. Особливості формування площі листової поверхні сої під впливом технологічних заходів вирощування. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 26–27 березня 2020 р.). Біла Церква : БНАУ, 2020. С. 113–115.
72. Фурман О. В. Симбіотична діяльність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 200-205.
73. Фурман О. В. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109, Ч. 1. С. 148–154.
74. Фурман О. В. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку* : матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 4-5 березня 2021 р.). Біла Церква : БНАУ, 2021. С. 214–215.

75. Фурман О. В. Формування фотосинтетичної та насіннєвої продуктивності сої під впливом інокуляції та мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережного України. *Colloquium-journal*. Warszawa, 2021. Вип. 16 (103), Ч. 2. С. 30–33.

76. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на показник коефіцієнту збереження рослин. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 105–118.

77. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. Вип. 1 (38). С. 55-63. DOI: doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.8

78. Шашков Є. О., Танчик С. П., Павлов О. С. Водоспоживання та продуктивність сої залежно від ширини міжрядь та густоти стояння у правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2018. Вип. 294. С. 83-89.

79. Шашков Є. О., Танчик С. П. Урожайність сої залежно від сорту та геометричного розміщення рослин у Правобережному Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2018. № 286. С. 100–106.

80. Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 2. С. 156-160.

81. Щербачук В. М. Формування урожайності та якісних показників зерна сої залежно від системи захисту посівів проти бур'янів та хвороб в умовах достатнього зволоження. *Агробіологія*. 2015. № 1. С. 88–91.

82. Effect of seed inoculation and foliar fertilizing on structure of soybean yield and yield structure in western polissya of Ukraine / N. Novytska, G. Gadzovski, B. Mazurenko et al. *Agronomy Research*. 2020. № 18(4). P. 2512–2519.

83. Evaluation of *Fusarium graminearum* Associated with Corn and Soybean Seed and Seedling Disease in Ohio / K. D. Broders et al. *Plant Disease*. 2007. Vol. 91, no. 9. P. 1155–1160. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-91-9-1155>
84. Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties / O. Milenko, M. Shevnikov, Yu. Solomon et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25(4). P. 61–66. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.61-66](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.61-66).
85. Fahrizal I., Rahayu A., Rochman N. The response of soybean plants of mycorrhizal abuscules and application of phosphorus fertilizers in acid soils. *Journal Agronida*. 2017. Vol. 3, Iss. 2. P. 95–105.
86. Fasusi O. A., Cruz C., Babalola O. O. Agricultural Sustainability: Microbial Biofertilizers in Rhizosphere Management. *Agriculture*. 2021. Vol. 11, no. 2. P. 163. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11020163>
87. Fleurat-Lessard F. Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins—An update. *Journal of Stored Products Research*. 2017. T. 71. P. 22–40.
88. Mazur V., Verkholiuk S. Research of soybean varieties according to the complex of economic-valuable peculiarities in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Balanced nature using*. 2022. No. 2. P. 108–112. URL: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2022.261263>
89. Tereshchenko A., Tarabrina A.-M. Performance of grain and leguminous crops under resource saving cultivation technology in the Southern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. 29(1). P. 72-83.
90. The effects of seeding rate and row spacing on the photosynthetic activity of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) / O. Mikheeva, I. Klymenko, V. Mikheev et al. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2021. P. 4169–4184. DOI: 10.15666/aeer/1905_41694184.
91. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops / V. Hanhur, M. Marenych, L. Yeremko et al. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020. No 26(2). P. 365–374.

92. Yatsenko V., Poltoretskyi S., Yatsenko A. Agrobiological evaluation of collection samples of soy vegetable in the Forest Steppe of Ukraine. *Plant varieties studying and protection*. 2021. Vol. 17, no. 4. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.4.2021.248991>

93. Voora V., Larrea C., Bermúdez S. Global Market Report: Soybeans. *International Institute for Sustainable Development*. URL: <https://www.iisd.org/publications/report/global-market-report-soybeans>

Zabarna T. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. *Agriculture and Forestry*. 2020. No. 4. P. 98–109. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-9>

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Жодна країна світу не має таких можливостей для нарощування виробництва сої, як Україна з її родючими ґрунтами, сприятливим кліматом, сортами нового покоління, новітніми технологіями. В Україні соя стає однією з найбільш прибуткових культур, що має забезпечити значне покращення загального стану агропромислового комплексу [4].

Розробка комплексу агрономічних заходів, що забезпечують високу врожайність сільськогосподарської культури, обов'язково оцінюють за економічними показниками. Судити про ефективність будь-якого з елементів комплексу агрозаходів лише за рівнем урожайності не є достатньо, оскільки слід урахувати й витрати на його отримання [2].

Проблема підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, в т.ч. і сої, є важливою для аграрного сектору України. Не менш актуальним є завдання підвищення економічної та енергетичної ефективності її виробництва, тому існує потреба в обґрунтуванні технології вирощування культури з економічної та енергетичної точки зору. Це сприятиме одержанню найкращих результатів господарської діяльності – максимально чистого прибутку і рентабельності за зниження виробничих витрат і собівартості продукції [1].

Доцільність технології вирощування сої в результаті її застосування визначається можливостями ефективного зменшення витрат на одиницю продукції, які ідентифікуються грошовим еквівалентом. Собівартість продукції формується на основі всіх матеріальних і трудових ресурсів, що використовуються як необхідні під час виконання всіх складових операційних елементів технології. Удосконалені проекти технології вирощування зернобобових культур, зокрема сої, поряд із забезпеченням вищого рівня врожайності та якості зерна мають характеризуватися

такими економічними показниками, які переважали би контрольні, тим самим забезпечуючи конкурентоспроможність і рентабельність вирощеної продукції [3, 5].

Важливою умовою підвищення економічної ефективності вирощування сої є добір сорту та норми висіву насіння. Нашими дослідженнями визначено, що урожайність насіння сої змінювалася під впливом погодних умов років досліджень та факторів дослідіу і позначилися на показниках економічної ефективності вирощування досліджуваної культури. Слід зазначити, що у всі роки досліджень спостерігалася тенденція до збільшення економічних показників за зменшення норми висіву насіння обох досліджуваних сортів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вплив норм висіву насіння на економічну ефективність вирощування сортів сої (середнє за 2022 – 2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Норма висіву насіння, тис. шт./га (фактор В)	Показники			
		вартість валової продукції, тис. грн./га	виробничі витрати, тис. грн./га	умовно чистий прибуток, тис. грн./га	собівартість 1 тонни насіння, тис. грн.
Беттіна	150	30,00	11,51	18,49	5,76
	250	27,90	11,51	16,39	6,19
	350	27,15	11,52	15,63	6,36
Фортеця	150	21,75	11,50	10,25	7,93
	250	20,40	11,51	8,89	8,46
	350	19,80	11,51	8,29	8,72

Так, вартість валової продукції була значно більшою за сівби сої нормою висіву 150 тис. шт./га – 21,75 – 30,00 тис. грн./га залежно від

досліджуваного сорту, що перевищило показники вартості валової продукції за норми висіву насіння 350 тис. шт./га на 1,95 – 2,85 тис. грн./га або на 9,0 – 9,5%.

У середньому за роки досліджень, найнижчу собівартість одиниці виробленої продукції забезпечила сівба сої з нормою висіву 150 тис. шт./га – 6,85 тис. грн./га в середньому по досліджуваним сортам, що менше за варіанти норм висіву насіння 250 та 350 тис. шт. насінин/га відповідно на 0,48 та 0,69 тис. грн. або на 6,5 та 9,2%.

В цілому, найвищою економічну ефективність вирощування сої, в середньому за роки досліджень, визначено за норми висіву насіння 150 тис. шт. насінин/га. Так, умовно чистий прибуток на 1 га посіву за вищезазначеної норми висіву склав 10,25 – 18,49 тис. грн./га залежно від досліджуваного сорту, а рівень рентабельності – 89,1 – 160,6% (рис. 5.1).

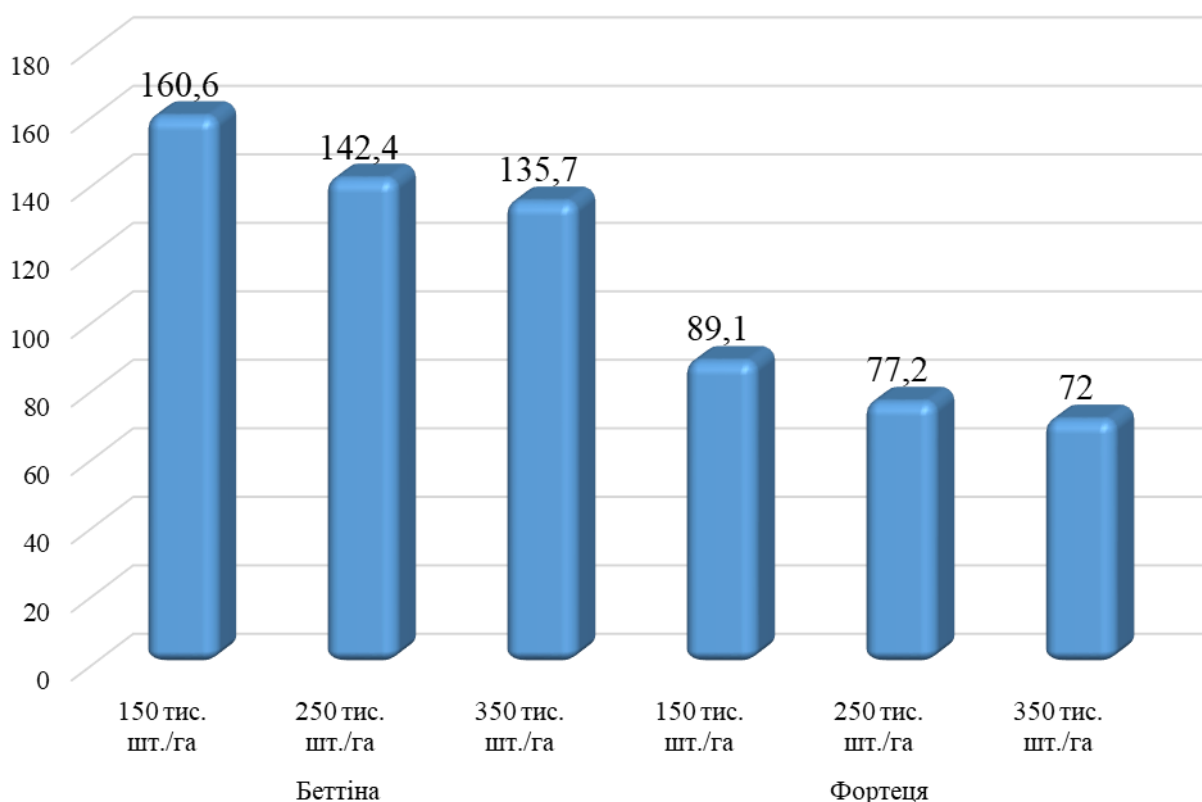


Рис. 5.1. Рівень рентабельності вирощування сої залежно від сортових особливостей та норм висіву насіння (середнє за 2022 – 2024 рр.), %

Слід відмітити, що найкращими економічними показниками вирощування сої були за сівби сорту Беттіна. Так, у середньому за роки досліджень та по нормах висіву насіння, вартість валової продукції за вирощування сорту Беттіна склала 28,35 тис. грн./га, а умовно чистий прибуток – 16,84 тис. грн./га, що відповідно перевищило показники варіанту вирощування сорту Фортеця на 27,2 та 45,7%. Рівень рентабельності вирощування сорту Беттіна також був вищим – на 45,7 відносних пунктів порівняно з сортом Фортеця.

Сучасне виробництво передбачає широке використання інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому збільшуються витрати пального, електроенергії, засобів меліорації і захисту рослин, що в свою чергу веде до збільшення економічних та енергетичних витрат [6]. Одним із шляхів зниження витрат при виробництві продукції рослинництва є застосування ресурсозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур.

Для розвитку ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, в т.ч. сої, в Україні необхідно створити певні передумови, а саме, економічні, соціальні та культурні, а також досить високий рівень науково-технічної бази та теоретичних знань, що своєю чергою є надважливою складовою частиною в цьому процесі [7].

Успіх застосування сучасних технологій вирощування сої залежить не просто від якісного та своєчасного виконання всього комплексу технологічних заходів, а значною мірою від конкретно взятого агротехнічного прийому, який повинен відповідати як агрокліматичним умовам, так і сортовим особливостям сої [5].

Нашими дослідженнями встановлено, що показники економічної ефективності вирощування сої за технологією *No-till* були вищими (табл. 5.2). Так, у середньому за роки досліджень і по сортах, вартість валової продукції склала 25,88 тис. грн./га, а умовно чистий прибуток 14,37 тис.

грн./га, що перевищило показники за класичної технології вирощування культури на 4,28 та 9,32 тис. грн./га або на 16,5 та 64,9% відповідно.

Таблиця 5.2

**Вплив технології вирощування на економічну ефективність
вирощування сортів сої (середнє за 2022 – 2024 рр.)**

Технологія вирощуван- ня (фактор В)	Сорт (фактор А)	Показники			
		вартість вальної продукції, тис. грн./га	виробнич і витрати, тис. грн./га	умовно чистий прибуток, тис. грн./га	собівартість 1 тонни насіння, тис. грн.
Класична	Беттіна	24,75	16,55	8,20	10,03
	Фортеця	18,45	16,55	1,90	13,46
Технологія <i>No-till</i>	Беттіна	30,00	11,51	18,49	5,76
	Фортеця	21,75	11,50	10,25	7,93

Слід зазначити, що за рахунок зменшення кількості технологічних операцій за варіанту технології *No-till* виробничі витрати на вирощування со зменшилися на 5,04 тис. грн./га або на 30,5% порівняно до варіанту класичної технології вирощування. При цьому, собівартість вирощеної продукції знизилася на 4,27 – 5,53 тис. грн./т або на 41,1 – 42,6% залежно від досліджуваного сорту.

Важливим показником економічної доцільності технології вирощування культури є рівень рентабельності. Нашими дослідженнями визначено, що використання технології *No-till* забезпечило рівень рентабельності 105,1% у середньому за роки досліджень та по фактору сорт, що перевищило рівень рентабельності за класичної технології вирощування сої на 52,1 відсоткових пунктів (рис. 5.2).

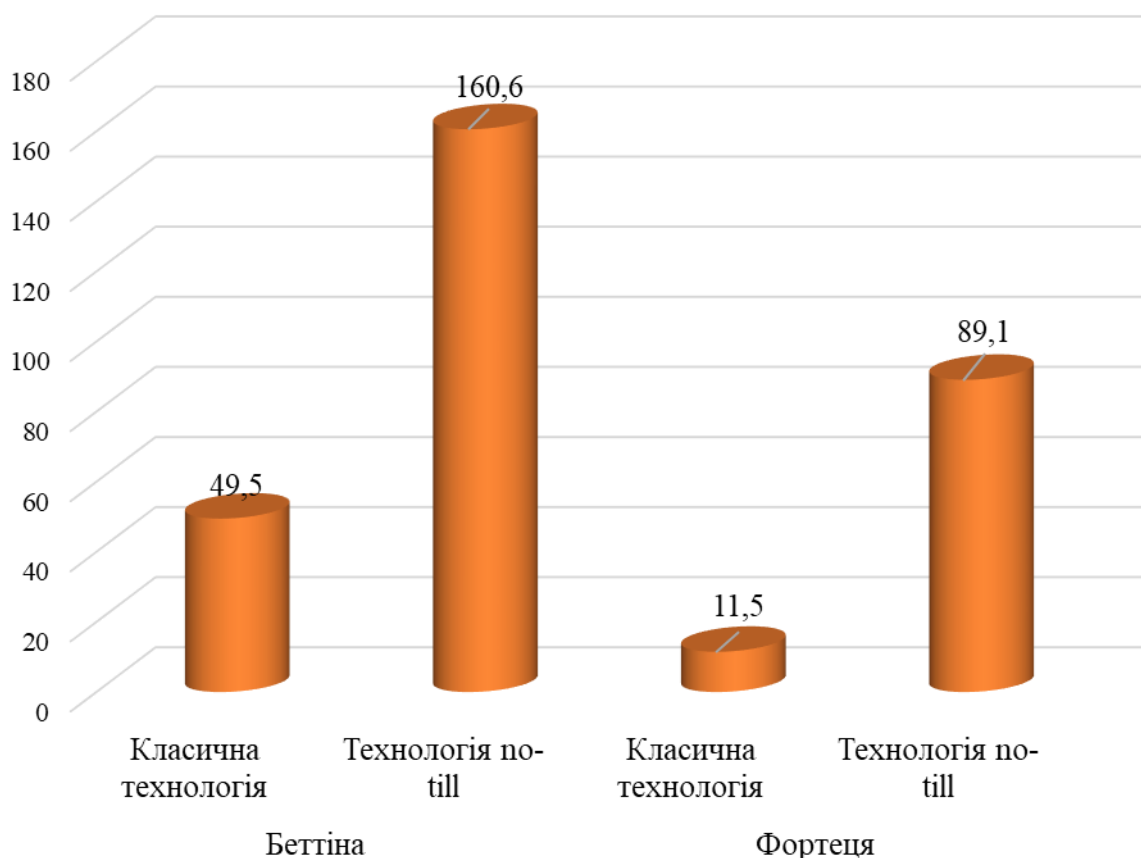


Рис. 5.2. Рівень рентабельності вирощування сої залежно від сортових особливостей та технології вирощування (середнє за 2022 – 2024 рр.), %

Дослідженнями встановлено, що найбільш економічно доцільним є вирощування сорту Беттіна, що забезпечує умовно чистий прибуток на рівні 8,2 – 18,49 тис. грн./га залежно від технології вирощування, а рівень рентабельності – 49,5 – 160,6%.

Висновки до розділу 5:

1. Мінімальними вартість валової продукції сої та умовно чистий прибуток забезпечило, в середньому за роки досліджень, сімба нормою 350 тис. шт. насінин/га – 19,80 – 27,15 та 8,29 – 15,63 тис. грн./га залежно від досліджуваного сорту. Зменшення норми висіву насіння до 150 тис. шт.

насіння/га значною мірою підвищило зазначені показники до 21,75 – 30,00 та 10,25 – 18,49 тис. грн./га.

2. Максимальний рівень рентабельності вирощування сої забезпечило, в середньому за роки досліджень, вирощування сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт. насіння/га – 160,6%, що перевищило показники інших варіантів дослідів на 18,2 – 88,6%.

3. Показники економічної ефективності у роки досліджень залежали від технології вирощування. Максимальними вони були визначені за використання технології *No-till*. Так, за вирощування сорту Беттіна вартість валової продукції склала 30,00 тис. грн./га, умовно чистий прибуток – 18,49 тис. грн./га, а рівень рентабельності – 160,6%.

Список використаних джерел до розділу 5:

1. Вожегова Р. А., Коковіхіна О. С. Економічна та енергетична ефективність вирощування насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин. *Аграрні інновації*. № 14. 2022. С. 129-134. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.19>

2. Ганжа В. В., Іванів М. О. Економічна та енергетична оцінка вирощування сортів сої на краплинному зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 16-27.

3. Григор'єва О. М., Черячукін М. І., Алмаєва Т. М. Технологія вирощування сої з елементами біологізації в умовах ризикованого землеробства Правобережного Степу України. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 87–95.

4. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 21(1). С. 23-28. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-12)

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

6. Минкін М. В., Минкіна Г. О. Біоенергетична оцінка агротехнічних факторів за вирощування сої в повторних посівах при зрошенні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 132. С. 119-124.

Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, G. D., Pischalenko, M. A., Melnychuk, V. V., & Sherstiuk, E. L. (2020). Eco-balancing of arable farming as a first step to organic manufacturing of plant growing products. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 109–117. doi: 10.31210/visnyk202

ВИСНОВКИ

1. Аналіз наукових праць вітчизняних та іноземних авторів свідчить про перспективність сої, як високобілкової та олійної культури світового землеробства. Посівні площі та валові збори культури в Україні та світі щороку зростають. При цьому, визначальним фактором у формуванні урожайності культури, в першу чергу, є погодно-кліматичні умови року, що спонукає до проведення наукових досліджень, спрямованих на вдосконалення технології її вирощування.

2. У фазі повної стиглості зерна сої сорту Беттіна вміст органічної речовини у ґрунті в перерахунку на гумус за технології *No-till* склав 4,79%, що перевищило показники варіанту класичної технології вирощування культури на 11,0 відсоткових пунктів. Ґрунт варіанту вирощування сої сорту Бетінна за технологією *No-till* характеризувався низьким вмістом гідролізованого та мінерального азоту – відповідно 105,4 та 11,6 мг/кг, середнім вмістом рухомого фосфору (85 мг/кг) і підвищеним вмістом рухомого калію (97,5 мг/кг). За класичної технології вирощування сої сорту Беттіна вміст елементів живлення у ґрунті був дещо нижчим – на 19,6 – 62,9% залежно від елемента.

3. За використання технології *No-till*, при якій коефіцієнт мінералізації-імобілізації був на 0,8 менше порівняно з класичною технологією вирощування сої, процес мінералізації та гуміфікації органічних речовин є більш збалансованим. Коефіцієнт педотрофності за використання технології *No-till* вищий на 0,28 і наближається до 1, порівняно з класичною технологією, що свідчить про кращі умови для відновлення гумусу у ґрунті за використання даної технології вирощування сої.

4. У середньому за роки досліджень, загальна кількість грибів у ґрунті становила від 79,5 до 94,4 тис. КУО/г ґрунту, з перевагою варіанту *No-till* технології. Частка патогенних грибів у зразках ґрунту за даної технології

виросування склала 7,8 тис. КУО/г ґрунту, що менше за показники варіанту класичної технології вирощування сої на 66,4%.

Зростання чисельності всіх груп мікроорганізмів у ґрунті сприяло суттєвому природному біологічному контролю чисельності та прояву збудників хвороб сої. Кращі умови росту і розвитку рослин, які склалися в усі роки досліджень за технології *No-till* сприяли прояву більшої стійкості рослин до ураження збудниками хвороб.

5. За використання класичної технології вирощування сої сорту Беттіна коефіцієнт водоспоживання, в середньому за роки досліджень, склав 1052,7 м³/т, а сорту Фортеця 1412,2 м³/т, що перевищило показники варіанту технології *No-till* на 80,5 – 87,2 м³/т або на 5,7 – 8,3% залежно від досліджуваного сорту.

6. Густота стояння рослин сорту Беттіна у фазі повної стиглості насіння складала 128,2 – 269,4 тис. шт./га, а сорту Фортеця – 124,4 – 260,0 тис. шт./га залежно від норми висіву насіння. У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, найбільше рослин сої на період повної стиглості насіння збереглося за сівби нормою 150 тис. шт./га – 89,9%, що перевищило показники інших варіантів норм висіву на 2,9 – 5,2 відсоткових пунктів.

7. У середньому за роки досліджень, за вирощування сої сорту Беттіна і збільшенні норми висіву насіння до 350 тис. шт./га висота рослин порівняно із варіантом норми висіву 150 тис. шт./га у фазі бутонізації зросла на 6,5%, на кінець цвітіння рослин – на 3,5%, а у фазі наливу насіння – на 5,2%. Така ж тенденція спостерігалася і на варіантах вирощування сорту Фортеця.

У середньому за роки досліджень застосування технології *No-till* сприяло збільшенню висоти рослин обох досліджуваних сортів сої. Так, у фазу бутонізації рослини сорту Беттіна були вищими на 0,5 см або 1,0%, вкінці цвітіння – на 2,4 см або 3,7%, у фазу наливу насіння – на 2,6 см або 4,0% порівняно з класичною технологією. Таку ж тенденцію спостерігали і за вирощування сої сорту Фортеця.

8. Динаміка накопичення сухої надземної маси сортами сої змінювалася залежно від норми висіву та технології вирощування. Сорт Фортеця, у середньому за роки досліджень, на загущення посівів мав більш сильну реакцію у вигляді зниження маси сухої речовини. Найкращі умови для накопичення сухої надземної маси рослин сої були відмічені у варіанті сівби сорту Беттіна з нормою висіву 150 тис. шт./га – у фазі бутонізації було накопичено 1,58 т/га сухої речовини, на кінець фази цвітіння – 3,34 т/га, а у фазі наливу насіння – 3,99 т/га.

Накопичення сухої маси обома досліджуваними сортами сої найменшим було за класичної технології вирощування культури незалежно від фази росту та розвитку рослин.

9. У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, за вирощування сої з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га була сформована найбільша площа листків – 18,54 – 25,64 тис. м²/га залежно від фази росту і розвитку рослин, що перевищило показники інших варіантів норм висіву на 7,1 – 15,2%. Найбільшої величини фотосинтетичний потенціал посівів обох сортів сої досягав за норми висіву 150 тис. шт./га і склав у сорту Беттіна 1,21 м²/га х діб та 1,17 м²/га х діб у сорту Фортеця.

У середньому за роки досліджень, площа листової поверхні сорту Беттіна була більшою за використання технології *No-till* на 4,6 – 8,6% порівняно з класичною технологією. Найвищою чиста продуктивність фотосинтезу визначена у міжфазний період від цвітіння до наливу насіння за вирощування сої сорту Беттіна за технологією *No-till* – 2,27 /м² за добу.

10. Максимальна кількість і маса бульбочок на одну рослину за вирощування обох сортів сої формувалися у фазі наливу насіння на варіанті вирощування культури за технологією *No-till*. Загальна кількість бульбочок на цьому варіанті залежно від сорту варіювала від 27,6 до 29,5 штук, чисельність активних бульбочок – відповідно від 23,8 до 25,9 штук/рослину. Загальна маса бульбочок із рослини змінювалася від 0,76 до 0,90 г залежно від досліджуваного сорту, а маса активних – відповідно від 0,62 до 0,75 г.

Найбільші показники кількості та маси бульбочок на коренях рослин відмічено за вирощування сорту Беттіна.

11. Найбільша кількість структурних елементів продуктивності обох досліджуваних сортів сої у всі роки досліджень була визначена за сівби нормою 150 тис. шт./га. У середньому за роки досліджень та по фактору сорт, кількість бобів і насінин з однієї рослини сої за даного варіанту норми висіву склала 38,1 та 107,9 шт., що перевищило показники інших варіантів дослідів на 27,8 – 36,7 та 39,8 – 55,8% залежно від норми висіву насіння.

Кількість структурних елементів продуктивності у роки досліджень була більшою за використання технології *No-till*. У середньому за роки досліджень і по фактору сорт, на одній рослині було визначено 38,1 бобів та 107,9 насінин, що було вищим за показники варіанту класичної технології вирощування культури відповідно на 21,9 та 70,2 шт. Найбільшою маса 1000 насінин і маса насінин з однієї рослини сої, в середньому за роки досліджень, була за вирощування сорту Беттіна за технологією *No-till* – відповідно 131,4 та 15,4 г, що перевищило показники інших варіантів дослідів відповідно на 13,1 – 27,8 та 3,9 – 11,7 г.

12. Найвищою урожайністю сої, у середньому за роки досліджень, була сформована на варіанті вирощування сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт./га – 2,00 т/га, що перевищило показники інших варіантів дослідів на 0,14 – 0,68 т/га або на 7,0 – 34,0%.

Урожайність зерна сої, в середньому за роки досліджень і по фактору сорт, вищою визначена за використання технології *No-till* – 1,73 т/га, що більше за показник варіанту класичної технології вирощування культури на 0,29 т/га або на 16,8%. Незалежно від технології вирощування у всі роки досліджень дещо вищу урожайність формували рослини сорту Беттіна.

13. У середньому за роки досліджень, найкращі умови для формування якісного зерна сої були відмічені за норми висіву насіння 150 тис. шт./га, особливо за вирощування сорту Беттіна – вміст жиру, білку, крохмалю та цукру в зерні відповідно склав 22,6; 36,9; 7,2 та 8,0%. За даного варіанту

досліді було зібрано 0,74 т/га білку та 0,45 т/га жиру, що перевищило показники інших досліджуваних варіантів відповідно на 8,1 – 39,2 та 8,9 – 40,0 відсоткових пунктів.

Застосування технології *No-till* сприяло збільшенню вмісту жиру та білку в насінні обох сортів сої. У середньому за роки досліджень, за технології *No-till* вміст жиру та білку відповідно збільшувався до 22,6 та 36,9% у сорту Беттіна та до 21,1 та 36,0% – у сорту Фортеця. Така ж тенденція спостерігалася і щодо вмісту крохмалю та цукру в насінні.

14. Зменшення норми висіву насіння до 150 тис. шт. насінин/га сприяло підвищенню вартості валової продукції сої та умовно чистого прибутку до 21,75 – 30,00 та 10,25 – 18,49 тис. грн./га залежно від сорту. Максимальний рівень рентабельності вирощування сої забезпечило, в середньому за роки досліджень, вирощування сорту Беттіна з нормою висіву насіння 150 тис. шт. насінин/га – 160,6%.

За використання технології *No-till* були визначені максимальними показники економічної ефективності. За вирощування сорту Беттіна за використання технології *No-till* вартість валової продукції склала 30,00 тис. грн./га, умовно чистий прибуток – 18,49 тис. грн./га, а рівень рентабельності – 160,6%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Північного Степу України на чорноземі звичайному малогумусному легкосуглинковому на лесах з метою отримання врожаю сої на рівні 2,00 т/га, ефективного використання води та рівня рентабельності виробництва 160,6% пропонуємо:

- вирощувати сою за технологією *No-till*;
- висівати сорт Беттіна;
- використовувати норму висіву насіння 150 тис. шт./га.

Застосування розроблених елементів технології вирощування дозволяє отримати врожайність зерна на рівні 2,0 т/га за ефективного використання запасів ґрунтової води і опадів вегетаційного періоду та сталих показників економічної ефективності без зниження існуючої родючості ґрунту.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А.1

ДОВІДКА

про впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація) Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О.Миколаївський національний аграрний університетНазва розробки: Удосконалення технологій вирощування сої в умовах СФГ "АЯКС" Миколаївського району Миколаївської області

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
В умовах СФГ "АЯКС" Миколаївського району Миколаївської області у 2023-2024 рр. були використані рекомендації Панфілової А. В. та Тарабріної А.-М. О. з удосконалення технології вирощування сої, зокрема було застосовано технологію <i>No-Till</i> та проведено її порівняння з класичною технологією вирощування культури. У виробничих умовах було доведено позитивну дію технології <i>No-Till</i> на ріст і розвиток рослин та формування ними продуктивності.	Площа, га: 60
	Урожайність за технології <i>No-Till</i> : 1,72 т/га
	Урожайність за класичної технології вирощування: 1,47 т/га.
	Економічний ефект від впровадження: 9360,00 грн/га
	Інші переваги: застосування технології <i>No-Till</i> за вирощування сої забезпечило кращі умови росту і розвитку рослин в період вегетації, сприяло більшому нагромадженню вологи в ґрунті й покращенню поживного режиму.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:

Голова СФГ "АЯКС"
М.П.

Віктор ФЕДЮК

Представник від колективу
авторів розробки,
професор

Антоніна ПАНФІЛОВА

ДОДАТОК А.2

ДОВІДКА

про впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація) Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О.Миколаївський національний аграрний університетНазва розробки: Удосконалення технологій вирощування сої в умовах
ФГ «Жемчужина» Баштанського району Миколаївської області

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
В умовах ФГ «Жемчужина» Баштанського району Миколаївської області у 2024 р. були використані рекомендації Панфілової А. В. та Тарабріної А.-М. О. з удосконалення технології вирощування сої сорту Фортеця, зокрема було застосовано норму висіву насіння 150 тис. шт./га за вирощування культури за технологією No-Till. У виробничих умовах було доведено позитивну дію норми висіву насіння сої 150 тис. шт./га на ріст і розвиток рослин та формування ними продуктивності.	Площа, га: 50
	Урожайність за норми висіву 350 тис. шт./га: 1,18 т/га
	Урожайність за впровадження розробки: 1,53 т/га.
	Економічний ефект від впровадження: 2658,00 грн/га
	Інші переваги: застосування рекомендованої норми висіву насіння сої забезпечило краще нагромадження вегетативної маси рослин в період вегетації та формування ними врожаю з підвищеними показниками якості зерна.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:

Голова ФГ «Жемчужина»

М.П. **ЖЕМЧУЖИНА**Ідентифікаційний
код 24782645

Сергій СОЛОВЙОВ

Представник від колективу авторів розробки,
професор

Антоніна ПАНФІЛОВА

ДОДАТОК А.3

ДОВІДКА

про впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація) Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О.

Миколаївський національний аграрний університет

Назва розробки: Удосконалення технологій вирощування сої в умовах ФГ "Аркадія" Вознесенського району Миколаївської області

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
В умовах ФГ "Аркадія" Вознесенського району Миколаївської області у 2023-2024 рр. були використані рекомендації Панфілової А. В. та Тарабріної А.-М. О. з удосконалення технології вирощування сої, зокрема було застосовано технологію <i>No-Till</i> та проведено її порівняння з класичною технологією вирощування культури. У виробничих умовах було доведено позитивну дію технології <i>No-Till</i> на ріст і розвиток рослин та формування ними продуктивності.	Площа, га: 45
	Урожайність за технології <i>No-Till</i> : 1,65 т/га
	Урожайність за класичної технології вирощування: 1,32 т/га.
	Економічний ефект від впровадження: 10010,00 грн/га
	Інші переваги: застосування технології <i>No-Till</i> за вирощування сої забезпечило кращі умови росту і розвитку рослин в період вегетації, сприяло більшому нагромадженню вологи в ґрунті й покращенню поживного режиму. Зокрема, на період повної стиглості насіння, вміст у ґрунті мінерального азоту становив 10,8 мг/кг, рухомого фосфору 88,0 мг/кг, а рухомого калію - 95,3 мг/кг. За класичної технології вирощування сої вміст елементів живлення у ґрунті був дещо нижчим – на 20,5 – 45,8% залежно від елементу.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:

Голова ФГ "Аркадія"
М.П.

Вадим ДРОБІТЬКО

Представник від колективу
авторів розробки,
професор

Антоніна ПАНФІЛОВА



ДОДАТОК А.4

Довідка

про впровадження науково-технічної розробки

автори розробки (організація) Панфілова А. В., Тарабріна А.-М. О.Миколаївський національний аграрний університетНазва розробки Покращення мікробіологічної діяльності ґрунту за використання технології No-Till в умовах ФГ "Аркадія" Вознесенського району Миколаївської області

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
В умовах ФГ "Аркадія" Вознесенського району Миколаївської області упродовж 2023-2024 рр. були використані рекомендації Панфілової А. В., Тарабріної А.-М. О. щодо удосконалення технології вирощування сої з метою покращення показників мікробіологічної діяльності ґрунту та підвищення урожайності культури.	Площа, га: 45 Кількість амоніфікуючих мікроорганізмів під посівами сої для шару ґрунту 0-20 см упродовж вегетації була більшою за вирощування по технології No-Till. Так, під час сівби за даної технології визначено 9,78 млн/г ґрунту а за традиційної 8,31 млн, а у фазу повної стиглості зерна, відповідно 10,24 та 9,71 млн/г ґрунту. Загальна чисельність мікробіоти у зазначені періоди визначення склала 12,1 та 11,45 і 12,68 та 12,01 млн/г ґрунту. Від сходів і до збирання врожаю культури визначено закономірне зменшення чисельності амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів у всіх варіантах дослідів. Кількість целюлозоруйнівних бактерій та нітрифікаторів, навпаки зростала від початку до кінця вегетації. При цьому перевага у кількості корисних мікроорганізмів залишалася за використання технології No-Till.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник від господарства:

Голова ФГ " Аркадія "
М.П.

Вадим ДРОБІТЬКО

Представник від колективу
авторів розробки,
професор

Антоніна ПАНФІЛОВА

ДОДАТОК Б.1

Середньодобова температура повітря у роки досліджень за даними
Миколаївського обласного центру з гідрометеорології, °С

Місяць	Роки												Середньо-багаторічна
	2022				2023				2024				
	I декада	II декада	III декада	середньо-місячна	I декада	II декада	III декада	середньо-місячна	I декада	II декада	III декада	середньо-місячна	
Січень	2,3	-2,0	-2,7	-0,8	1,6	3,2	-1,6	1,1	0,6	-2,6	-0,7	-0,9	-0,3
Лютий	0,9	3,0	3,3	2,4	-2,6	1,8	2,9	0,7	2,8	3,7	1,9	2,8	1,7
Березень	0,3	-1,2	6,4	1,8	4,3	4,8	6,5	5,2	-0,3	3,8	5,3	2,9	5,6
Квітень	8,9	7,5	12,6	9,7	8,6	11,2	10,6	10,1	10,0	12,2	12,6	11,6	12,1
Травень	12,9	16,3	17,0	15,4	12,2	16,3	20,0	16,2	9,5	11,1	17,1	12,6	18,5
Червень	21,7	21,6	21,5	21,6	18,9	22,1	22,9	21,3	20,9	22,3	23,5	22,2	22,6
Липень	24,1	21,9	27,0	24,3	24,5	23,5	25,2	24,4	26,6	29,8	24,9	27,1	25,1
Серпень	24,4	23,5	25,3	24,4	23,7	24,9	25,7	24,8	24,0	24,9	23,9	24,3	25,1
Вересень	16,7	16,8	11,9	15,1	20,7	18,8	20,2	19,9	20,1	20,6	18,8	19,8	19,1
Жовтень	13,8	8,9	11,7	11,5	13,6	11,4	17,7	14,2	17,2	9,6	8,5	11,8	11,6
Листопад	6,2	5,5	4,2	5,3	12,2	5,7	1,3	6,4	4,0	3,8	0,9	2,9	5,7
Грудень	1,0	2,0	4,1	2,4	1,7	2,9	2,0	2,2	1,3	2,5	2,1	2,0	2,2
За рік				11,0				12,2				11,6	12,4

ДОДАТОК Б.2

Сума опадів у роки досліджень за даними Миколаївського обласного
центру з гідрометеорології, мм

Місяць	Роки												Середньо-багаторічна
	2022				2023				2024				
	I декада	II декада	III декада	за місяць	I декада	II декада	III декада	за місяць	I декада	II декада	III декада	за місяць	
Січень	3,0	2,2	3,0	8,2	1,6	0,0	1,2	2,8	19,4	13,2	5,4	38,0	45,0
Лютий	4,8	0,6	0,0	5,4	0,6	4,8	3,2	8,6	1,4	4,8	0,0	2,1	26,1
Березень	6,2	0,2	0,0	6,4	0,4	3,2	16,0	6,5	0,0	24,8	13,2	38,0	25,4
Квітень	13,2	7,8	1,4	22,4	25,2	29,6	33,6	88,4	0,2	4,2	43,0	47,4	34,6
Травень	0,2	16,2	14,0	30,4	0,6	0,6	68,8	70,0	7,0	6,2	3,6	16,8	33,3
Червень	12,2	0,0	11,6	23,8	0,8	0,5	7,2	8,5	5,2	79,2	0,0	84,4	29,3
Липень	1,8	1,8	0,6	4,2	0,4	38,0	32,0	70,4	0,0	1,0	0,6	1,6	14,8
Серпень	7,0	30,2	4,8	42,0	17,8	0,2	0,0	18,0	6,8	0,0	6,2	13,0	18,9
Вересень	8,8	49,4	3,0	61,2	0,0	2,6	0,0	2,6	52,4	9,4	0,2	62,0	14,1
Жовтень	0,0	0,2	15,0	15,2	1,8	7,6	0,8	10,2	14,8	47,4	0,2	62,4	19,4
Листопад	0,4	17,2	22,0	39,6	24,0	45,4	47,4	11,8	0,6	3,4	27,0	31,0	21,4
Грудень	13,6	33,4	8,2	55,2	13,2	7,6	2,4	23,2	7,4	26,2	1,6	35,2	34,6
За рік				314,0				321,0				354,9	316,9

ДОДАТОК В.1

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Панфілова А. В., **Тарабріна А.-М. О.** Продуктивність зернових та зернобобових культур залежно від технології вирощування в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. №27. С. 196 – 200. doi: 10.32848/agrar.innov.2024.27.30 (*Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).
2. Drobitko A., Kachanova T., Markova N., Manushkina T., **Tarabrina A.-M.** Aspects of legume growth in Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2024. 28(2). P. 9-20. doi: 10.56407/bs.agrarian/2.2024.09. (*Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).
3. Панфілова А. В., **Тарабріна А.-М. О.** Фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб сої залежно від технології вирощування в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. №28. С. 85 – 91. doi: 10.32848/agrar.innov.2024.28.13 (*Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).
4. **Тарабріна А.-М. О.**, Панфілова А. В. Вплив технології вирощування та сортових особливостей на фотосинтетичну діяльність посівів сої в умовах Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. №140. С. 285 – 292. doi: 10.32782/2226-0099.2024.140.35 (*Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).
5. Tereshchenko A., **Tarabrina A.-M.** Performance of grain and leguminous crops under resource saving cultivation technology in the Southern

Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. 29(1). P. 72-83. doi: 10.56407/bs.agrarian/1.2025.72 (*Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

**Статті у наукових виданнях інших держав, які включено
до міжнародної наукометричної бази даних Scopus**

6. Drobitko A., Markova N., **Tarabrina A.-M.**, Tereshchenko A. Land degradation in Ukraine: Retrospective analysis 2017-2022. *International Journal of Environmental Studies*. 2023. 80(2). 355-362. doi:10.1080/00207233.2022.2160079

**Наукові праці, які засвідчують апробацію
матеріалів дисертації**

7. Panfilova A., Byelov Y., **Tarabrina A.-M.** Conditions and prospects of growing grain and legume. ISPEC 9th International conference on agriculture, animal sciences and rural development (19-20 March 2022, Burdur, Turkey). P. 162.

8. Панфілова А. В., Дробітько А. В., **Тарабріна А.-М. О.**, Терещенко А. В. Застосування ресурсозберігаючих технологій за вирощування зернових та зернобобових культур в умовах півдня України. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали XI міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2023 р.). С. 94.

9. **Тарабріна А.-М. О.**, Терещенко А. В., Кваско А. В. Резерви підвищення продуктивності зернових та зернобобових культур в умовах півдня України. *Підвищення продуктивності польових культур та інновації в рослинництві* : матеріали всеукраїн. наук.-практ. On-line конф. (м. Миколаїв, 30 вересня 2023 р.). Миколаїв : Миколаївська ДСДС ІКОСГ НААН, 2023. С. 38–40.

10. Панфілова А. В., **Тарабріна А.-М. О.**, Кваско А. В. Фітосанітарний стан ґрунту за вирощування сої та кукурудзи в умовах півдня України. *Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства* : збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 20 вересня 2024 р.). Одеса, 2024. С. 94-97.

11. **Тарабріна А.-М. О.**, Терещенко А. В. Вплив ресурсозберігаючої технології вирощування сої та кукурудзи на розвиток хвороб в умовах півдня України. *Сучасні вектори розвитку аграрної науки* : матеріали міжнарод. наук.-практ. конф., присвяч. 150-річчю створення Херсонського державного аграрно-економічного університету (м. Херсон, 17-18 вересня 2024 р.). Херсон-Кропивницький, 2024. С. 195-199.

12. Panfilova A., **Tarabrina A.-M.** The influence of resource-saving soybean cultivation technology on the phytopathological state of the soil. 5th International Multidisciplinary Conference for Young Researchers (MCYR) «Resilience in the Face of Global Challenges» (3-4 October 2024, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic). P. 40.

13. **Тарабріна А.-М. О.**, Панфілова А. В. Вплив технології вирощування сої на фітопатологічний стан ґрунту. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва* : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 20-21 березня 2025 р.). Миколаїв, 2025. С. 115-117.

Авторське свідоцтво

14. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №130170. Land degradation in Ukraine: Retrospective analysis 2017-2022 / Drobitko A., Markov. N., **Tarabrina A.-M.**, Tereshchenko A., 80(2), 355-362. <https://doi.org/10.55779/nsb15211352> / Державна служба інтелектуальної власності України. 24.09.2024