

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

АНДРУСИК ПАВЛО РОМАНОВИЧ

УДК: 635.655:631.53.041(477.43/.83/.84)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В
ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ**

201 «Агрономія»

(20 «Аграрні науки та продовольство»)

Подається на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія»

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

_____ **П. Р. Андрусик**

Науковий керівник **Цюк Олексій Анатолійович**,
доктор сільськогосподарських наук, професор

КИЇВ – 2025

АНОТАЦІЯ

Андрусик П. Р. ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» (20 – Аграрні науки та продовольство). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2025.

В умовах Західного Лісостепу на темно-сірих ґрунтах найрентабельнішою культурою виділяється соя, яка користується значним попитом на світовому та внутрішньому ринках. Водночас урожайність сортів залишається досить низькою, оскільки застосовуються технології, які недостатньою мірою враховують біологічні особливості сортів, а також продуктивність культури. Отже, оптимізація технології вирощування сої з урахуванням кліматичних умов зони, біологічних вимог сорту постає актуальною проблемою, розв'язання якої дасть можливість підвищити урожайність культури з найменшими енергетичними витратами.

Ширина міжрядь впливає на сумарне водоспоживання. Так, сівба сорту Діадема Поділля із шириною міжряддя 15 см призводила до збільшення сумарного водоспоживання у середньому на 50 м³/га порівняно із шириною міжрядь 45 см. У посівах сорту Ментор за ширини міжряддя 45 см сумарне водоспоживання зросло на 45 м³ порівняно із шириною міжрядь 15 см. Упродовж періоду вегетації сорти сої витрачали майже однакову кількість води. Сорт Діадема Поділля використовував 3584–3608 м³/га води, Ментор – 3618–3663 м³/га.

Встановлено, що запаси ґрунтової вологи у шарі ґрунту 0–30 см коливалися від 32,4–40,5 мм залежно від досліджених варіантів. Найвищі запаси доступної вологи на початку вегетації відзначено на ділянках сорту Ментор у шарі ґрунту 0–30 см за сівби на 45 см з нормою висіву 500 тис.

рослин на 1 га, що становить 40,5 мм. У сорту Діадема Поділля підвищений вміст доступної вологи спостерігали за густоти 600 тис. насінин на 1 га.

Як засвідчили дослідження, на початку вегетаційного періоду соя потребує невеликої кількості поживних речовин. У період гілкування рослини сої споживали 40,7–55,0 кг/га азоту, 10,6–12,5 кг/га фосфору і 43,2–50,7 кг/га калію.

З урожаєм соя виносила азоту 154,7–281,1 кг/га, фосфору – 34,9–63,4 калію – 39,2–71,3 кг/га, що значно залежало від сорту, норми висіву насіння та ширини міжряддя. Найбільший винос азоту, фосфору і калію спостерігали у сорту сої Ментор за ширини міжрядь 45 см та норми висіву насіння 500 тис./га. За цього варіанта винос азоту становив 281,1 кг/га, фосфору – 63,4 і калію – 71,3 кг/га.

Рослини сої використовували 99,3–167,2 кг/га біологічного азоту і на 60–62 % забезпечували власні потреби стосовно азоту за рахунок азотфіксації. Частка азоту симбіотичного у живленні сої залежала від густоти рослин, сорту і ширини міжряддя. Сорт Діадема Поділля забезпечував власні потреби щодо цього елемента за рахунок азотфіксації на 60,6 %, Ментор – на 61,9 %. Потреби в азоті у культурі на близько 38 % покривалася з ґрунту, тоді як решта – 62 %, компенсувалася за рахунок азотфіксації.

Досліджено, що тривалість вегетаційного періоду у рослин сорту Діадема Поділля знаходилися на рівні 109 днів, у сорту Ментор – 114 днів. Застосування у дослідженнях норми висіву 700 тис./га насіння сої пришвидшувало цей період до одного дня у рослин сорту Діадема Поділля та до двох днів – у сорту Ментор порівняно з нормою висіву 500 тис./га.

Встановлено чітку закономірність зниження польової схожості насіння за збільшення ширини міжрядь та норми висіву насіння. За норми 500 тис./га схожих насінин сої сорту Діадема Поділля у суцільному (15 см) агроценозі згаданий показник становив 93,1 %, широкорядному (30 і 45 см) – 89,9 та 84,2 %.

У рослин сої сортів Діадема Поділля і Ментор середньодобовий лінійний приріст зростав за загущення лише до періоду «цвітіння–формування бобів», проте наприкінці вегетації темпи росту сої істотно знижувалися.

Встановлено, що накопичення сухої маси рослин сої залежало від агротехнологічних факторів, які вивчали, та фази розвитку. Найвищу масу сухої речовини відзначено у фазу наливу бобів сої. У сорту Діадема Поділля найбільшим цей показник виявився за ширини міжряддя 45 см та норми висіву 600 тис./га – 27,2 г.

Варто зауважити, що площа листкової поверхні однієї рослини сорту Ментор зафіксована більшою порівняно з Діадема Поділля упродовж вегетації сої. Збільшення норми висіву від 500 до 700 тис./га призводило до зменшення площі листкового апарату однієї рослини у фазу цвітіння у середньому в сорту Діадема Поділля від 15,7 до 19,7 %, Ментор – від 19,4 до 21,9 %. Найбільше площа листкової поверхні зменшувалася за міжряддях 15 см у сорту Діадема Поділля на 97 см², у сорту Ментор на міжряддях 30 см – на 155 см².

Встановлено, що фотосинтетичний потенціал сої сорту Діадема Поділля за період «сходи – повна стиглість» знаходився у межах 1,95–2,21 млн м²/га, у сорту Ментор – 2,16–2,56 млн м²/га.

Зростання норми висіву від 500 до 700 тис./га зумовило збільшення кількості бульбочок на 1 м². Показник зріс у фазу бутонізації на 50–79,9 %, цвітіння – на 22,7–65,8, наливу насіння – на 29,0–71,0 %. Кількість бульбочок на рослинах сої сорту Ментор виявилася більшою в середньому на 2,2–5,8 % порівняно із сортом Діадема Поділля.

Встановлено, що збільшення висоти прикріплення бобів нижнього ярусу спостерігалось за різної ширини міжрядь за підвищеної норми висіву. На ділянках із міжряддям 30 і 45 см боби нижніх ярусів були прикріплені вище, ніж у варіантах із шириною міжрядь 15 см.

Результати досліджень засвідчили, що розвиток усіх елементів продуктивності сої змінюється за різної норми висіву. Норма висіву

насіння сої значно впливає на умови формування елементів продуктивності.

Виявлено, що коливання зернової продуктивності у межах широкорядного способу сівби з міжряддями 30 см, залежно від норми висіву, становило 14,2 % у посівах з міжряддями 45 см насіннева продуктивність змінювалася на 7,9 % у сорту Діадема Поділля. Найвищу врожайність насіння сої сорту Ментор сформовано за норми висіву 500 тис. насінин/га за ширини міжрядь 45 см – 3,96 т/га.

Встановлено, що вміст білка у рослинах сої сорту Діадема Поділля у середньому знаходився на рівні 0,74 т/га, сорту Ментор – 1,45 т/га.

Собівартість продукції сортів Діадема Поділля і Ментор змінювалася, від норми висіву насіння та ширини міжрядь. За шириною міжрядь, що вивчалися собівартість коливалася у межах 7995–9543 грн/т – для сорту Діадема Поділля та 5401–6150 грн/т – для сорту Ментор.

За застосування варіантів із нормою висіву 500 тис. насінин/га енергії витрачалося менше тоді як за загущення агроценозів до 700 тис./га – витрати енергії збільшувалися. Коефіцієнт енергетичної ефективності у сорту Діадема Поділля за ширини міжряддя 30 см виявився значно вищим за норми висіву 500 тис. шт./га – 3,58, за ширини міжрядь 15 см і норми висіву насіння 500 тис. шт./га – на рівні 3,51. У сорту Ментор незалежно від ширини міжрядь вищий енергетичний коефіцієнт встановлено за норми висіву 500 тис. шт./га, значно нижчий – за норми висіву 700 тис. шт./га насінин.

Ключові слова: *сорт, норма висіву, ширина міжрядь, густота посівів, урожайність, площа листка, структура врожаю, симбіотичний потенціал, якість насіння, економічна ефективність.*

SUMMARY

Andrusyk P. R. OPTIMIZATION OF ELEMENTS OF SOYBEAN CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE WESTERN FOREST STEPPE.

Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for obtaining the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 «Agronomy» (20 «Agricultural Sciences and Food»). National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2025.

In the conditions of the western forest-steppe on dark gray soils, one of the most profitable crops is soybean, which has a significant demand on the world and domestic markets. The potential of the varieties in relation to the yield level remains significantly low. The reason for this is that the applied technologies do not sufficiently take into account the biological features of the varieties, which does not allow to fully take into account the productivity of the crop. So, optimization of the soybean cultivation technology taking into account the climatic conditions of the zone, the biological requirements of the variety is an urgent problem, it will give an opportunity to increase the yield of the crop with the lowest energy costs.

The width of the rows had an effect on the total water consumption. Thus, the row method of sowing led to an increase in total water consumption by an average of 11–24 m³/ha. During the growing season, soybean varieties consumed almost the same amount of water. Diadema Podillia variety consumed 6356–6380 m³/ha of water Mentor –6390–6435 m³/ha.

It was established that the reserves of soil moisture in the 0–30 cm soil layer ranged from 32,4–40,5 mm depending on the studied options. The highest reserves of available moisture at the beginning of the growing season were noted on plots of the Mentor variety in a layer of 0–30 cm for sowing at 45 cm with a sowing rate of 500 thousand plants per hectare, which is 40,5 mm. In the Diadema Podillia variety, the increased content of available moisture in a meter-long soil layer was observed at a density of 600000 seeds per hectare.

Studies have shown that soybeans consume a small amount of nutrients at the beginning of the growing season. During the branching period, soybean plants consumed 40,7–55,0 kg/ha of nitrogen, 10,6–12,5 kg/ha of phosphorus, and 43,2–50,7 kg/ha of potassium.

The yield of soybeans was 155,4–279,7 kg/ha of nitrogen, 34,5–63,0 kg of phosphorus, and 39,0–70,9 kg/ha of potassium, which depended significantly on the variety, seed sowing rate, and width spacing. The highest removal of nitrogen, phosphorus and potassium was observed in the Mentor soybean variety under the wide-row sowing method and the seed sowing rate of 500000 ha. Under this option, the removal of nitrogen was 279,7 kg/ha, phosphorus – 63,0, and potassium – 70,9 kg/ha.

Soybean plants used 99,3–159,5 kg/ha of biological nitrogen and provided 60,6–61,9 % of their nitrogen needs due to nitrogen fixation. The proportion of symbiotic nitrogen in soybean nutrition depended on plant density, variety and row width. The Diadema Podillia variety met its nitrogen needs by nitrogen fixation by 60,6 %, Mentor by 61,9 %. Soybeans used about 38 % of their nitrogen needs from the soil, and compensated the remaining 62 % through nitrogen fixation.

It was investigated that the duration of the growing season in plants of the Diadema Podillia variety was 109 days, and in the Mentor variety – 114 days. The application of the sowing rate of 700000 ha of soybean seeds in the studies accelerated this period to one day in Diadema Podillya plants and to two days in the Mentor variety compared to the sowing rate of 500000 ha.

A clear regularity of the decrease in field germination of seeds due to an increase in the width of the rows and the rate of seed sowing has been established. At the rate of 500000 ha of similar soybean seeds of the Diadema Podillia variety, in the continuous (15 cm) agrocenosis, it was 93,1 %, in wide-rowed (30 and 45 cm) – 89,9 and 84,2 %.

In soybean plants of the Diadema Podillya and Mentor varieties, the average daily linear growth increased due to thickening only until the period of "flowering-bean formation", and at the end of the growing season, the growth rate of soybeans decreased significantly.

It was established that the accumulation of dry mass of soybean plants depended on the studied agrotechnological factors and the development phase. The

highest mass of dry matter was in the pouring phase of soybeans. In the Diadema Podillia variety, this indicator was the highest at a row width of 45 cm and a seeding rate of 600000 ha – 27,2 g.

It was noted that the area of one plant of the Mentor variety was larger compared to Diadem Podillia during the growing season of soybeans. An increase in the seeding rate from 500 to 700 thousand/ha led to a smaller area of the leaf apparatus of one plant in the flowering phase, on average, in the Diadema Podillia variety from 15,7 to 19,7 %, Mentor - from 19,4 to 21,9 %. The area of the leaf surface decreased the most with 15 cm row spacing in the Diadema Podillia variety - by 97 cm², in the Mentor variety with 30 cm row spacing by 155 cm².

It was established that the photosynthetic potential of Diadema Podillia soybean during the period of germination - full maturity was 1,95–2,21 million m² days/ha, in the Mentor variety it was 2,16–2,56 million m² days/ha.

An increase in the sowing rate from 500 to 700 thousand/ha led to an increase in the number of nodules per 1 m². The indicator increased in the phase of budding by 50–79,9 %, flowering – by 22,7–65,8 %, seed filling – by 29,0–71,0 %. The number of nodules on soybean plants of the Mentor variety turned out to be 2,2–5,8 % higher on average compared to the Diadema Podillya variety.

It was established that an increase in the height of attachment of beans of the lower tier was observed at different widths between rows at an increased seeding rate. On plots with 30 and 45 cm row spacing, the beans of the lower tiers were attached higher than in the variants with 15 cm row spacing.

The research results showed that the development of all elements of soybean productivity changes significantly under different sowing rates. Sowing rate soybean seeds significantly determine the conditions for the formation of productivity elements.

The research results showed that the fluctuation of grain productivity within the wide-row method of sowing with 30 cm between rows, depending on the sowing rate, was 14,2 %. Sowing with 45 cm row spacing changed seed productivity by 7,9

% in the Diadema Podillia variety. The highest yield of soybean seeds of the Mentor variety was formed at the sowing rate of 500000 seeds/ha with a row width of 45 cm, which is 3,96 t/ha.

It was established that the protein collection of soybean plants of the Diadema Podillia variety was on average 0,74 t/ha, Mentor – 1,45 t/ha.

The production cost of the Diadema Podillia and Mentor varieties varied depending on the rate of seed sowing and the width of the rows. Depending on the width of the studied rows, the cost price ranged from UAH 7,995–9,543 t for the Diadema Podillia variety and UAH 5,401–6,150 t for the Mentor variety.

The use of areas with a seeding rate of 500 thousand/ha used the least amount of energy, and for thickening agrocenoses up to 700 thousand/ha, energy consumption increased. The energy coefficient of the Diadema Podillia variety at a row width of 30 cm was significantly higher than the sowing rate of 500,000 ha, which was 3,58. With a row width of 15 cm and a seed sowing rate of 500,000 ha, the coefficient of energy efficiency was 3,51.

Keywords: *variety, seeding rate, row width, productivity, leaf area, crop structure, seed quality, economic efficiency.*

Список публікацій за темою дисертації

Статті в наукових фахових виданнях

1. Андрусик П. Р., Цюк О. А. Польова схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду сої залежно від агротехнічних заходів вирощування. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 1 (107). (Андрусином П. Р. взято участь у закладці та проведенні польових досліджень із соєю, здійснено аналіз польової схожості насіння сої. Цюком О. А. здійснено наукове керівництво проектом щодо встановлення оптимальної норми висіву та ширини міжрядь, проведено аналіз літературних джерел).

2. **Андрусик П. Р., Цюк О. А.** Наростання листкової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 2 (108). *(Андрусиком П. Р. проведено польові та лабораторні дослідження, визначено площу листкової поверхні, оформлено статтю. Цюком О. А. здійснено методичний супровід, часткове опрацювання наукових джерел).*

3. **Андрусик П. Р., Цюк О. А.** Водоспоживання сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву. Таврійський науковий вісник. 2023. № 134. С. 3–9. *(Андрусиком П. Р. проведено польові дослідження, здійснено аналіз експериментальних даних, наукових публікацій, підготовлено до друку статтю. Цюком О. А. здійснено методичний супровід закладки та проведення польових досліджень із соєю).*

Тези наукових доповідей

4. **Цюк О. А., Андрусик Р. В., Андрусик П. Р.** Методичні підходи до вирощування сої в аграрних підприємствах Західного Лісостепу. Ефективність функціонування сільсько-господарських підприємств: XI Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 70-річчю створення економічного факультету Львівського національного університету природокористування, м. Львів-Дубляни, 2–3 червня 2022 року: тези доповіді. Львів, 2022. С. 72–74. *(Андрусиком П. Р. вивчено методичні підходи щодо вирощування сої. Цюком О. А. здійснено науковий супровід, підготовку тез до публікації. Андрусиком Р. В. проведено аналіз даних).*

5. **Andrusyk P.** Determination of basic influence components on soy growing technology. Молодіжна наука заради миру та розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всеукраїнському дню науки «Молодіжна наука заради миру та розвитку», м. Чернівці, 9–11 листопада 2022 року: тези доповіді. Чернівці, 2022. С. 24–26.

6. **Андрусик П. Р., Цюк О. А.** Поглинання та використання сонячної енергії агроценозами сої. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 28–29 червня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. *(Андрусиком П. Р. проведено визначення площі листової поверхні та фотосинтетичної активної радіації. Цюком О. А. здійснено наукове керівництво проєктом щодо встановлення ефективної норми висіву та ширини міжрядь за вирощування сої).*

ЗМІСТ

Анотація	2
ВСТУП	14
Розділ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури)	19
1.1 Значення та виробництво сої	19
1.2. Підбір сортів сої та їх роль у підвищенні врожаю	26
1.3 Формування норми висіву сої	28
1.4. Особливості формування густоти, площі живлення та врожайності сої	32
Висновки до розділу 1	38
Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	40
2.2. Методика проведення досліджень	48
Висновки до розділу 2	52
Розділ 3. ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОГИ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ АГРОЦЕНОЗАМИ СОЇ ЗА РІЗНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ	54
3.1 Ефективність використання вологи рослинами сої	54
3.2 Вміст та винос поживних речовин	61
Висновки до розділу 3	68
Розділ 4. РІСТ І РОЗВИТОК СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ШИРИНИ МІЖРЯДЬ І ГУСТОТИ ПОСІВУ	70
4.1 Польова схожість, динаміка густоти посіву та тривалість міжфазних періодів рослин сої	70
4.2 Динаміка наростання вегетативної маси рослин	80
4.3 Площа листкової поверхні і продуктивність фотосинтезу сої	89

4.4 Динаміка кількості та маси бульбочок в онтогенезі у рослин сої	98
Висновки до розділу 4	102
Розділ 5. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА РІЗНОЇ НОРМИ ВИСІВУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ	104
5.1 Структура елементів продуктивності сої	104
5.2 Урожай та якісні показники зерна сої	114
Висновки до розділу 5	127
Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	129
6.1 Економічне оцінювання технологій вирощування сої	129
6.2 Енергетичне оцінювання технологій вирощування сої	132
Висновки до розділу 6	134
ВИСНОВКИ	136
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	139
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	140
ДОДАТКИ	170

ВСТУП

Актуальність. Зі зростанням чисельності населення особливо гостро постає проблема збільшення виробництва продукції рослинництва. Значну роль у вирішенні цієї проблеми відіграє соя – цінна білково-олійна культура.

Соя є однією з найрентабельніших культур і може у разі поліпшити економіку господарства. В Україні наявні великі можливості для нарощування виробництва насіння згаданої культури та отримання значних прибутків від його реалізації. Варто вказати на істотний внесок у вивчення технології вирощування сої в Україні таких вчених, як: О. О. Бабич, Ф.Ф. Адамень, О. С. Чинчик, Н. В. Новицька, М. Я. Шевніков, В. І. Завірюхін, В. П. Деревянський, В. В. Гамаюнова С. М. Каленська, В. Г. Дідора, В. П. Патика, В. І. Січкарь, Н. М. Трикіна, М. І. Блащук, П. Г. Марущак, С. І. Попова, Е. Н. Огурцов, В. Ф. Петриченко та ін. Розроблено технології вирощування сої, створено нові її сорти. Водночас існуюча технологія не враховує біологічні чинники нових сортів, що не дає змогу повною мірою реалізувати урожайний потенціал сої.

Вирощування сої в Західному Лісостепу вже достатньо досліджено, однак агротехніка районованих сортів потребує поглибленого вивчення з урахуванням особливостей росту та розвитку рослин з окремими елементами технології.

Серед чинників, які визначають урожайність сої, важливими виділяються норми висіву насіння та ширина міжрядь, що формують умови росту та розвитку рослин, забезпечують для них оптимальну площу живлення і високий врожай насіння з одиниці площі.

Звідси удосконалення технології вирощування сої потребує подальшого дослідження впливу кожного технологічного заходу на збільшення урожайності насіння. Це зумовило актуальність і необхідність проведення подібного дослідження в умовах Західного Лісостепу України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота була складовою частиною досліджень кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів та природокористування України, в контексті завдання «Теоретичне обґрунтування та розроблення заходів управління родючістю ґрунту за зберігаючого землеробства» 2021–2023 рр. (номер державної реєстрації 0121U110137).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – встановлення закономірностей росту, розвитку і формування врожайності та якісних показників насіння сортів сої Діадема Поділля і Ментор під впливом норм висіву та ширини міжрядь в умовах Західного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні завдання:

- виявити особливості росту і розвитку, формування надземної частини сої, чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу, площі листя, накопичення сухої речовини залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь;
- встановити тривалість фаз та міжфазних періодів росту й розвитку рослин, залежність схожості насіння від дії досліджуваних чинників;
- дослідити особливості водоспоживання, елементів мінерального живлення відповідно до технології вирощування для встановлення закономірностей формування елементів структури врожайності сортів сої за різних варіантів;
- визначити врожайність і якість сортів сої відповідно до впливу дії чинників досліду;
- надати економічну та енергетичну оцінку вирощування сої.

Об'єкт дослідження. Процес формування урожайності та якісних показників сої під впливом норми висіву насіння та ширини міжрядь.

Предмет дослідження. Сорти сої Діадема Поділля та Ментор, ширина міжрядь, норми висіву насіння сої.

Методи дослідження. Під час проведення дослідження користувалися польовим, лабораторним і статистичним методами. У процесі польових експериментів проведено фенологічні спостереження і розрахунки густоти рослин. Вивчено біометричні показники, структуру врожаю, вологість ґрунту, вміст жиру та сирого протеїну в насінні сої. Використано розрахунковий і порівняльний аналізи для оцінювання економічної та енергетичної ефективності використання елементів технології вирощування сої. Для встановлення взаємозв'язку між досліджуваними параметрами застосовували математичні методи, зокрема кореляційний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше в умовах Тернопільської області (Західний Лісостеп) розроблено ефективні заходи, що дають змогу комплексно оптимізувати елементи технології вирощування сої, середньо- і ранньостиглої груп через підбір оптимальних норм висіву насіння та ширини міжрядь. Встановлено комплексну оцінку впливу досліджуваних заходів технології на виявлення функцій рослин сортів сої.

Набули подальшого розвитку питання особливостей росту і розвитку, формування урожайності та якісних показників сої залежно від норми висіву насіння і ширини міжрядь. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність використання окремих елементів у технології вирощування сортів сої.

Удосконалено технологію вирощування сої за рахунок ширини міжрядь і норми висіву насіння, а також ефективнішого використання енергетичних ресурсів.

Отримала подальший розвиток проблема вивчення особливостей росту і розвитку, формування урожайності та якісних показників, економічної й енергетичної ефективності використання окремих елементів технології вирощування сої.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені заходи технології вирощування сої дають можливість в умовах Західного Лісостепу

України як найповніше реалізувати власний генетичний потенціал, забезпечуючи урожайність насіння від 2,2 до 3,9 т/га за зниження енергетичних і виробничих витрат на їх вирощування. Для цього слід вирощувати сорт сої Ментор – із шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 500 тис. шт./га насінин.

Результати досліджень перевірено у виробничих умовах ТОВ «Вікторія» на площі 45 га, що порівняно з традиційною технологією вирощування забезпечило рівень рентабельності 131,4 %, коефіцієнт енергетичної ефективності 3,23, та у ПСП «Захід-Агро» Чортківського району Тернопільської області на площі 110 га, за підвищення продуктивності сої на 4,7–7,0 % і, зростання умовно чистого доходу на 6,8–12,6 %.

Особистий внесок здобувача. Здобувач безпосередньо брав участь у плануванні й проведенні польових і лабораторних дослідів, аналізі наукової вітчизняної та зарубіжної літератури за темою дисертаційної роботи, особисто виконував обліки та спостереження, обробку й аналіз отриманих результатів досліджень, підготовку матеріалів до друку в наукових виданнях, сформулював висновки та рекомендації для виробництва.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи оприлюднювалися на засіданнях кафедри землеробства та гербології НУБіП України (Київ, 2021-2023 рр.), та наукових конференціях, серед яких: XI Міжнародна науково-практична конференція присвячена 70-річчю створення економічного факультету Львівського національного університету природокористування «*Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств*» (2-3 червня 2022 р., Львів-Дубляни); Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому дню науки «*Молодіжна наука заради миру та розвитку*» (9-11 листопада 2022 р., м. Чернівці); Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України

«Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови виклики для України та світу» (28-29 червня 2024 р. м. Київ).

Публікації. За результатами проведеного дисертаційного дослідження опубліковано 6 наукових праць у фахових виданнях, з яких 3 публікації у виданнях категорії Б.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота містить 192 сторінок машинописного тексту, 22 таблиць, 13 рисунків. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву і додатків. Список використаних джерел налічує 270 найменувань, з яких 53 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (Огляд літератури)

1.1 Значення та виробництво сої

На сьогодні населення планети Земля досягає 8,09 млрд людей. За прогнозами вчених до 2084 року їхня кількість зросте до 10,3 мільярда. До того часу площа продуктивних земель на душу населення скоротиться майже на третину [101]. Населення світу перебуватиме на порозі глобальної кризи. Розв'язання поставленої проблеми – це інтенсифікація вирощування бобових культур, зокрема сої.

В Україні із 2000 р. спостерігається структурна перебудова посівів зернобобових у напрямі зменшення частки гороху, кормових бобів, люпину, проте збільшення посівів сої.

Соя поширена у 91 країні. Основні посіви її зосереджені в США, Китаї, Аргентині, Бразилії, Парагваї, Індії, Італії, Індонезії, Таїланді, Південній Кореї, Франції, Нігерії, Румунії. За обсягами виробництва соя (260 млн т) посідає четверте місце у світі після кукурудзи (820 млн т), пшениці (648 млн т) і рису (450 млн т). В Україні у 2020 році посівні площі під соєю становили 1,49 млн га [87].

Соя, будучи технічною, продовольчою та кормовою культурою, не має собі рівних за універсальністю її використання. З насіння виготовляють безліч сотень різних виробів [7, 259, 264] та інтенсивно застосовують його як корм у тваринництві [42, 158, 176].

Зростання виробництва зерна сої відбулося завдяки двом чинникам – потреби забезпечення інтенсивного розвитку тваринництва рослинним білком і ростом світового попиту на рослинну олію внаслідок істотної зміни структури споживання жирів [182].

Останнім часом на перше місце виступає роль сої як важливого поліпшувача ґрунту. Завдяки біологічній фіксації азоту зернобобові нагромаджують у ґрунті 80–150 кг/га азоту, що рівноцінно внесенню 250–440 кг/га селітри. Бульбочки, які розвиваються на корінні рослини зернобобових культур, стають центром формування комплексу корисних мікроорганізмів, куди входить, крім бульбочкоутворюючих, і певна чисельність вільноживучих. Така сукупність формується у прикореневій зоні. Значну роль відіграють мікоризоутворюючі гриби, які перетворюють недоступні для рослин сполуки фосфору у засвоювану форму [177].

Важливість сої для розв'язання білкової проблеми визначається, зокрема, наявністю в насінні значної кількості незамінних амінокислот, великим умістом протеїну, високою їхньою розчинністю та поживністю. Завдяки підвищеному вмісту жиру із зерна сої виготовляють олію, яка відзначається високоякісними показниками, що використовуються для харчових, технічних та кормових цілей [8, 50].

Соя упродовж вегетації синтезує два врожаї – жиру і білка, також всі органічні речовини. У насінні сої міститься 18–23 % жиру; 38–42 % білка; 25–30 % вуглеводів, а також мінеральні речовини, вітаміни, ферменти. За вмістом білка в зерні вона в 3–5 разів переважає зерно пшениці озимої. До складу білка входять усі незамінні амінокислоти, вітаміни С, D₁, D₃, B₁, B₂, E, ферменти і каротин [221, 261, 268].

У насінні сої наявно багато вітамінів B₁ і B₂. Так, вітаміну B₁ у сої утричі більше, ніж у сухому коров'ячому молоці, B₂ – у 6 разів більше, ніж у складі пшениці, ячменю, вівса й утричі більше, ніж у кукурудзі. Насіння сої – важливе джерело вітаміну E (токоферолу), що відіграє значну роль у підтриманні нормальних функцій людини. У насінні сої виявлено вітаміни філохінони, необхідні для синтезу в печінці протромбіну, що беруть участь у зсідання крові, пантотенова кислота, холін, біотин. Соевий білок порівняно з м'ясом майже вдвічі більше містить фосфорної кислоти. На відміну від білка

м'яса, у білку сої відсутні пуринові основи, які спричиняють подагру [16].

Сою використовують двома шляхами. Перший це традиційний – із сої одержують насіння й шрот, або макуху; другий, виготовляють – різні напої та харчові продукти. У багатьох країнах світу для одержання якісної продукції розроблено сучасні технології. На сьогодні переробляють понад 90 % одержаної сої. Продукти із сої дешевші порівняно з продуктами тваринного походження. Із харчових сортів готують тофу, молоко, м'ясо, темпер. У Кореї для виготовлення цього типу продуктів щорічно використовують приблизно 34 % сої або, близько 500 тис. т, в Індонезії – 1,9 млн т, Японії – 900 тис. т, з яких майже 50 % спрямовується на виробництво тофу [166, 174].

Нині соя широко використовується для одержання лецитину – цінної харчової і лікарської речовини, що надає можливість вивільнити значну кількість курячих яєць для народного харчування, оскільки до цього лецитин одержували з яєчних жовтків.

У харчовому відношенні соя цінна тим, що з неї виготовляють молоко. У такому молоці міститься повноцінний білок – казеїн. Хімічний склад соєвого молока змінюється залежно від умов вирощування, способу приготування та сорту [41].

Важливе значення для організму людини має соєва олія завдяки вмісту ліноленової кислоти. Цій олії притаманна властивість перетворюватися шляхом хімічної обробки на аналог вершкового масла або тваринного жиру. У проростках насіння сої дуже багато вітамінів.

Також у насінні сої міститься 22–35 % вуглеводів, у тому числі сахарози – 3,31–13,5, крохмалю і декстрину – 8,1–8,97, моноцукрів – 0,7–2,2, рафінози – 1,13, целюлози – 3,3–3,7 % та ін. Засвоюється організмом людини і тварин лише частина цих речовин. Представлені основними компонентами клітковина – 3–7 % маси насіння, розчинні цукри – 9–12 %, крохмаль – 3–9 %. Менше 1 % розчинних цукрів становлять моносахариди. Значна частина вуглеводів добре розчинна у воді й легко засвоюється організмом тварин.

Погано засвоюються або зовсім не використовуються пентозани, галоктони, геміцелюлози. У харчовому процесі відіграють позитивну роль клітковина, пектини, декстрини, активізуючи засвоєння інших поживних речовин [59, 201, 231].

Насіння сої – багате джерело фосфатидів. У соєвому насінні фосфоровмісні речовини представлені лецитином, фітином, кефаліном, нуклеїновими кислотами. Вміст у насінні сої фосфатидів коливається від 1,3 до 2,5 %. Вони беруть участь у процесах перетворення жирів в організмах людини і тварин, підвищують засвоєння білків та жирів, сприяють утворенню білків і запобігають їхньому розпаду [213].

Стерини, що знаходяться в насінні сої, витягуються разом з олією й становлять 0,32–0,4 % його маси. Мікроелементи, які містяться в насінні сої, входять до складу ферментів та впливають на синтез жирів, білків, вуглеводів [21].

Ферментний склад сої досить різноманітний. У насінні містяться вітаміни: тіамін (B_1), аскорбінова кислота (C), філохінон (K), біотин, піридоксин, фолієва кислота, нікотинова кислота (PP), В-каротин, з якого утворюється вітамін росту (A), що запобігає захворюванню тварин на ксерофтальмію. У насінні сої, як і в інших бобових культурах, особливо багато вітамінів B_1 і B_2 . В обміні вуглеводів значну роль відіграє тіамін (B_1), що запобігає захворюванню поліневритом. За нестачі B_2 (рибофлавіну) уповільнюється синтез ферментів, що призводить до хвороби серця діабету.

За термічної обробки сої руйнуються інгібітори трипаїну. Для харчування людей і годівлі тварин рекомендується застосовувати соєві продукти із термічною обробкою – варіння, обсмажування, автоклавування. Для одержання шроту й олії зерно сої піддається термічній обробці в технологічному процесі, тому макуха і шроти включаються в комбікорми без додаткової обробки [227].

Надаючи важливого значення забезпеченню ґрунту азотом, низка вчених

рекомендують поряд з іншими використовувати значно дешеві джерела азоту, отримані біологічним шляхом [232]. За сівби бобових культур на синтез азоту з атмосфери використовується лише сонячна енергія без залучення складної апаратури.

В аграрному виробництві сою використовують у харчуванні людей, на корм тваринам, а також для створення сприятливого впливу на ґрунт.

Позитивною властивістю сої є зв'язування бульбочковими бактеріями вільного азоту повітря та перетворення його на білок [197].

Соя забезпечує рослини поживними речовинами і водою завдяки глибоко проникаючій кореневій системі. Особливістю бобової культури є засвоєння важкодоступних для інших рослин речовин із ґрунту. Пояснюється це фізіологічними властивостями розчиняти важкодоступні речовини, а також фосфорнокислі сполуки кореневою системою. Значну роль відіграють бульбочкові бактерії. Присутність на коренях бобових рослин бульбочок збільшує виділення ними вуглекислоти, що значно пришвидшує розчинення сполук у ґрунті [226].

Поліпшує азотний баланс ґрунту поєднання біологічних процесів з активною діяльністю бульбочкових бактерій, що значно підвищує його родючість і водночас створюються сприятливі умови фосфорного, калійного та азотного живлення рослин [199].

У своїх наукових працях А. О. Бабич [23], рекомендував сою в рослинництві і кормовиробництві як перспективну культуру, оскільки для неї притаманна важлива властивість біологічної фіксації азоту з повітря. Низка авторів [76, 170, 194] відзначають, що соя з повітря фіксує від 75 до 100 кг/га азоту (72 кг/га – горох), завдяки чому на 60–70 % забезпечує ним власну потребу та ще й залишає його у ґрунті.

Культури, що висівають після сої, особливо зернові й технічні, сприяють підвищенню ефективності використання кукурудзою, буряками цукровими елементів мінерального живлення [127].

Як показують багаторічні дослідження, спостерігається ефективний вплив норм мінерального живлення у поєднанні з мікроелементами на урожайність сої [133]. За інформацією В. Г. Дідора та ін. [78], встановлено, що за використання фосфорних і калійних добрив вихід олій зростає на 2–4 %. Застосування азотних добрив знижують синтез ліпідів. Внесення азотних добрив на фоні калійних і фосфорних сприяє підвищенню вмісту білка, найвищий (38,2 %) одержано на ділянках за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$. Водночас уміст олії знижувався до 19,3 % на варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ [181]. Застосування мінеральних добрив за оптимальних умов зволоження підвищує врожайність насіння сої на 0,8–1,4 т/га [249].

Важливе значення для сільського господарства мають післяжнивні рештки бобових рослин, які є дешевим органічним добривом. Кореневі залишки і стерня сої менші за об'ємом, ніж післяжнивні рештки злакових культур, проте містять значну кількість мінеральних солей та азоту. Кількість корневих залишків і післяжнивних решток коливається залежно від створених умов розвитку рослин. Варто зауважити, що у сої за рахунок опадаючого листя на початку дозрівання насіння значно зростає кількість післяжнивних решток [155].

Структура ґрунту після сої краще зберігається й відновлюється, ніж після злакових.

Рослини сої виявилися слабо конкуруючими з бур'янами, потребуючи постійного контролю з ними [184].

За вирощування рослин сої слід відзначити, що вони добре затінюють ґрунт, верхній шар у жарку погоду значно менше випаровує вологи. Також формують зімкнутий листовий покрив, що захищає ґрунт від занадто сильного перегрівання, захищає поверхню від переущільнення та пом'якшує небажані наслідки злив. Агроценози сої залишають ґрунт після себе у стані «тіньової стиглості», що дає можливість значно якісніше обробляти ґрунт після збирання.

Площі посіву сої у світі постійно зростають. Так, у 1990 році її площа становила 56 млн га, у 2003 –му – 83,6, а в 2014 році площа зросла до 118 млн га. Площі посіву збільшилися за останні роки майже вдвічі. За обсягами виробництва зерна й площею посіву ця культура посідає четверте місце у світі після кукурудзи, рису та пшениці, потіснивши останніми роками ячмінь. Найбільше сої сіють у США – 28,7 млн га, Бразилії – 13,3, Китаї – 8,0, Аргентині – 6,8, Індії – 6,3 млн га. У Європі під посівами сої знаходиться близько 1,2 млн га [126]. Значні площі під соєю сконцентровано у Канаді, Італії, Парагваї, Франції, Південній Кореї, Румунії, Нігерії та ін. Середня врожайність сої у світі у 2004 році – 2,4, у 2013 році – 2,6 т/га, в Україні у 2023 році – 2,6 т/га [18, 257].

Виробництво сої у світі зростає. Так, у 2010 році – це 260 млн т сої, в 2014 – му – 308 млн т, у 2022 році – 426 млн т [218].

Значні обсяги й темпи світового виробництва сої зумовлені підвищеним попитом на неї на ринку світових продуктів, слугує підґрунтям для розв’язання проблем, пов’язаних, зокрема, зі зростанням виробництва рослинного білка, поповненням запасів ґрунтового азоту, зміцненням економіки країн.

Виробництво сої в Україні також характеризується різким зростанням посівних площ та валових зборів. За темпами приросту виробництва соя в Україні не має собі рівних. Україна займає провідне місце за об’ємом виробництва серед держав Європи та на восьмому місці у світі, після Канади. Цього досягнуто завдяки створенню й впровадженню у виробництво нових сортів сої, розробці сортової технології, зростанню попиту на внутрішньому і світовому ринках та високій рентабельності її вирощування.

Найбільшими виробниками сої в Україні стали Вінницька, Київська, Полтавська, Кіровоградська, Черкаська і Херсонська області. На півдні країни сою вирощують на зрошуваних землях, оскільки без поливу вона формує

низькі врожаї. У дослідях Інституту зрошуваного землеробства НААН урожайність сої без поливів становить 1,36 т/га, за поливів – 2,82 т/га [94].

За останні роки соя стала однією з основних експортних культур після кукурудзи та пшениці. Експортується дві третини врожаю сої, решта – переробляється на олієжирових комбінатах. Експорт сої у 2014 – 2015 рр. знаходився на рівні 2,5 млн т, у 2019 році – 3,7 млн т, у 2023 році – 4,8 млн т [263].

Україна експортує сою у 28 країн, де основні споживачі – Туреччина, Італія, Іран, Греція.

Виробництво сої у світі та Україні й надалі зростатиме з огляду на високу її рентабельність.

На переконання А. О. Бабича, у перспективі агроценози сої, як стратегічної культури для українського землеробства, можуть зрости до 4 млн га, виробництво – до 10 млн т із загальною масою 500–640 тис. т біологічного азоту [23].

Нині урожайність сої в Україні низька і знаходиться в межах 2,2–2,5 т/га, за середньої врожайності у світі 2,7–3,5 т/га.

Урожайність і якість сої залежать від технології вирощування та чинників зовнішнього середовища. Технологія вирощування визначає не лише рівень урожайності сої, а й економічну ефективність. Проведеними дослідженнями в Україні встановлено, що основними агротехнічними заходами, які найзначніше впливають на рівень врожаю насіння сої, є добрива, норма висіву, сорт, захист рослин. Так, Г. М. Заболотний та інші вважають, що найбільший вплив на формування врожаю сої виявляють погодні умови (25,8 %), норма висіву (18,8 %), добрива (15,8 %), ширина міжрядь (4,6 %) і сорт (3,4 %) [3].

1.2 Підбір сортів сої та їхня роль у підвищенні врожаю

Значною мірою рівень урожайності культури визначає сорт, якість насіння та ефективність виробництва. Вагомим чинником підвищення

врожайності сої є використання нових сортів, які зазвичай продуктивніші за попередні [111].

Істотне нарощування виробництва сої, яке відбулося за останній період в Україні, забезпечили високопродуктивні сорти, адаптовані до конкретних умов певної зони, під потенціалом урожайності 3,0–4,5 т/га зерна [173].

Селекціонери США досягли значних успіхів у селекції культури створивши вид генетично модифікованої сої, стійкий до гербіциду Раундап [83].

У країні, де створюють сорти сої, одними з головних напрямів визнано збільшення урожайності за зміни умов зовнішнього середовища, підвищення адаптивності, введення генів стійкості у вихідний матеріал, створення генотипів з оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, поліпшення азотофіксувальної здатності. Важливо, щоб такі ознаки були присутніми в одному сорті [100].

Впровадження нових сортів сої, пристосованих до умов ґрунтово-кліматичної зони, це один з важливих чинників зростання врожайності.

Високопродуктивні сорти сої дають можливість отримувати високі й сталі врожаї. Поширення і впровадження значно залежить від умов навколишнього середовища та їхніх біологічних особливостей. Сорт потрібно вирощувати у тому регіоні, де проявляється найвищий генетичний і біологічний потенціал продуктивності [49].

Виробничники вважають, що вдало підібраний сорт сої – це 50 % успіху. У світі використовують два типи селекції сої: методом схрещування батьківських форм та генної інженерії. Найвдалішими вважаються сорти, що забезпечують рентабельну врожайність вирощування за різних технологій [31].

Важливими критеріями під час вибору сорту виділяють тривалість вегетаційного періоду, продуктивність, стійкість до шкідників і збудників хвороб, стійкість до вилягання та осипання. У зволоженій зоні – стійкість до

перезволоження, у посушливій – до посухи, здатність до умов пристосування в конкретних ґрунтово-кліматичних зонах [38].

За витриманого балансу показників із високою якістю науковці – чисельність селекціонери подбали про стійкість до вилягання, оптимальне закладання нижніх бобів, що нівелює великі втрати під час збору врожаю. Виробничники відзначають, що українській селекції здебільшого притаманний обмежений перелік «переваг» сої в певному сорті. Останнім часом в Україні клімат змінюється, кращі результати показують сорти сої з подовженим періодом дозрівання. До Державного реєстру сортів рослин України на 2024 рік внесено 470 сортів сої. Для умов Західного Лісостепу найсприятливіші переважно скоростиглі та середньостиглі, для Полісся – ультраскоростиглі та скоростиглі.

Через необхідність звільнити місце для сівби пшениці озимої роль скоростиглих сортів сої зростає. Важливе значення має маса 1000 насінин. Значні врожаї пов'язують сорти із середньою масою та більшою кількістю зерен на рослині; сприятливіші початкові умови для рослин забезпечує більша маса зернин, полегшує перехід із зернового до листового живлення. Це дає можливість сіяти з більшою глибиною. Насіннєвий матеріал підбирається максимально однорідним. Якщо насіння має значні відмінності в розмірах, виникають проблеми щодо налаштування сівалки на стабільний висів [3].

1.3 Формування норми висіву сої

Важливого значення для формування високопродуктивних агроценозів сої визнана норма висіву насіння. Одним з основних елементів агротехніки сої являється густина рослин. Максимальної продуктивності сорту можна досягти лише за оптимальної густоти агроценозу [2]. Низка науковців відзначають, що значніше на величину врожаю сої впливає норма висіву, ніж ширина міжрядь [68].

За оптимальної норми висіву рослини сої повніше використовують

сонячну енергію, краще розвиваються, більше закладається репродуктивних органів. У рослин в загущених агроценозах, через затінення, спостерігається тонке стебло з малою кількістю бобів і гілок. Водночас загущення та зрідження в агроценозах призводять до низької врожайності. Боби формуються у верхньому ярусі рослин, а наслідком у такому агроценозі стає знижена насіннева продуктивність. Рослини значно гілкуються, утворюється багато бобів на зріджених посівах, проте формується низька врожайність через малу кількість рослин. Крім того, у зріджених агроценозах боби закладаються внизу рослини, що спричиняє втрати врожаю під час збирання [106, 117].

Як стверджує В. П. Дерев'янський [70], спосіб сівби залежить від строків досягання кожного із сортів. Для вузькорядного агроценозу потрібні сорти скоростиглі, стійкі до вилягання. За такої сівби норму висіву збільшують.

У ранньостиглих сортів норми висіву значно вищі, ніж для пізньостиглих і середньостиглих. Морфологічні ознаки в рослин найповніше проявляються за оптимальної густоти та на родючих ґрунтах.

За визначенням Федорука І. В. та ін. [187], особливості росту і розвитку такої зернобобової культури, як соя, передбачають незначне коригування врожаю за рахунок кількості стебел. Наприклад, ранньостиглі сорти потребують значно більшої густоти рослин на 1 м², оскільки такі рослини не повною мірою здатні до галуження, тоді як у середньо- і пізньостиглих сортів ця властивість виявляється значно виразніше, що пов'язано з послідовною та тривалою диференціацією генеративних органів і, як наслідок, залежність цих процесів від умов вирощування та впливу негативних чинників.

Деякі автори вважають [113], що найсприятнішою для вирощування сої шириною міжрядь є 15 см на чистих від бур'янів полях для ранніх, середньоранніх і середньостиглих сортів. У разі забур'яненості поля зазвичай пропонуються орієнтуватися на ширину міжрядь у 45 см.

У Польщі, Болгарії, Румунії, Німеччині, Франції вважається, що

оптимальна норма висіву сої знаходиться у межах 400–600 тис. насінин на 1 га залежно від сорту та ширини міжрядь [106, 223, 238].

Пізньостиглі сорти сої, які гілкуються добре, потребують більшої площі живлення, тому норму висіву для таких сортів зменшують, а ширину міжрядь збільшують. За вирощування ранньостиглих сортів, які значно менше гілкуються, норму висіву необхідно збільшувати з одночасним зменшенням ширини міжрядь. Для ранньостиглих і середньоранніх сортів оптимальною нормою висіву визначено 600–700 тис./га схожих насінин, для середньостиглих – 500–600, пізньостиглих – 400–500 тис./га [221].

У посівах із шириною міжрядь 15 см спостерігається зростання врожайності сої. Це відбувається в результаті рівномірнішого розміщення рослин в агроценозі, площа живлення кожної рослини близька до квадрата і кожна рослина дістає рівномірне освітлення [106].

У посівах із шириною міжрядь 15 см листки змикаються швидше, що сповільнює розвиток бур'янів, втрати вологи на 20 % зменшуються, боби прикріплені на 2–3 см вище. Це сприяє зменшенню втрат на період збирання. Водночас посилюється фіксація азоту, повітря збагачується вуглекислим газом, рослини стійкі до вилягання [74]. Висівання насіння з шириною міжрядь 15 см можливе тільки на незабур'янених полях.

За даними De Luca et al. [224], нижча густина рослин поліпшує бульбоутворення (кількість бульбочок на їхню масу), однак загалом не впливає на забезпечення рослин азотом, що свідчить про високу гнучкість рослин сої в пристосуванні до фотосинтезу та до азотофіксації, до різних густот сівби. Наразі занадто низька густина агроценозу сої спричиняє високі втрати насіння під час збирання врожаю, особливо за умов недостатньої кількості опадів [252].

Зі збільшенням густоти посіву сої спостерігалися зміни в морфології та швидкості росту, а також зменшення кількості та маси бульбочок і, водночас, зменшення розгалужень у рослин сої.

Підвищена густота агроценозу також супроводжується зростанням висоти рослин і виляганням стеблостою, зменшенням кількості бобів на рослині та насіння у бобі [234].

Для ранньостиглих сортів норми висіву більші, ніж для пізньостиглих і середньостиглих тому, що вони потребують менші площі живлення, менше гілкуються, мають компактний кущ. Найповніше проявляються морфологічні ознаки в рослин сої тільки на родючих ґрунтах і за оптимальної густоти [189].

В умовах виробництва за вирощування сої норми висіву, прийняті для тієї або іншої зони, як правило, відрізняються від оптимальних, встановлених за останні роки у дослідженнях, оскільки враховують реальні умови – наявність сортів різного ступеня інтенсивності, рівень агротехніки.

Існує думка, що доцільніше вирощувати сорти сої середньопізньої групи стиглості за щільності 25–30 рослин/м². У разі значно більшої щільності зростає схильність рослин до вилягання, особливо у сортів пізніх груп стиглості.

У проведених дослідках Torii K., Vasilas B. L., Garmer S. G, Smyth C. A. [265], в умовах штату Іллінойс, на пилувато-мулуватому суглинку встановили, що для одержання максимального врожаю сої достатньо густоти 308,6 тис./га.

Норма висіву 600 тис./га схожого насіння показує різну насінневу продуктивність агроценозів залежно від ширини міжрядь. За сівби сої із шириною міжрядь 15 см і 45 см продуктивнішими виявилися посіви за ширини міжрядь 15 см [28].

Важливою умовою, що сприяє успіху вузькорядних посівів, вказується правильний підбір густоти рослин. У Сполучених Штатах Америки рекомендують сіяти 20–40 насінин на 1 м². Рослини краще формуються за розміщення на 30,5 см рядка 2 рослин за міжрядь 17 см і 9 рослин за 75 см. За підвищеної густоти рослини формуються з тонкими стеблами. За густоти рослин 620 тис./га з них гине 40 %. У найсприятливіших умовах

життєздатними залишається більша їхня кількість, проте вони утворюють тонкі стебла, вилягають більше. Усе це призводить до втрат під час збирання врожаю [256].

Спосіб розміщення рослин на площі повинен забезпечувати високу продуктивність фотосинтезу, у процесі якого завдяки засвоєнню енергії сонця відбувається синтез органічної речовини. Чим більше сонячних променів одержить соя, тим більше синтезуватиме олії і білка. Споживання продуктів фотосинтезу припадає на репродуктивну стадію, отже ширина міжрядь має бути такою, щоб покрив рослинності повністю охоплював міжряддя до початку цвітіння рослин. Соя, висіяна до початку цвітіння в південних областях, формуватиме більшу листову поверхню і висоту, ніж висіяна у той же строк на півночі [46].

Від способів сівби і розміщення в рядках залежить густота посіву і схожість насіння, вирівняність товщини стебла, захисна зона, одночасність досягання, висота рослин і прикріплення нижніх бобів, величина врожаю та його втрат [88].

1.4 Особливості формування густоти, площі живлення та врожайності сої

Значний потенціал продуктивності сої можна реалізувати далеко не завжди. Причина цьому – відсутність належних умов росту й розвитку [132]. Упродовж останніх років відзначається тенденція до звуження міжрядь і збільшення норми висіву насіння. Найбільшою мірою розкрити закладений генетичною програмою ресурсний потенціал урожайності зерна сої можна, лише забезпечивши оптимальне поєднання норми висіву насіння та його розподілу за площею живлення. Різко знижують зернову продуктивність сої як зріджені, так і загущені посіви. Вища продуктивність окремих рослин сої за зріджених посівів не може компенсувати зниження урожайності з одиниці площі. За зростання конкуренції в загущених посівах між рослинами

урожайність з одиниці площі також знижується. Отже, зниження індивідуальної продуктивності рослин не компенсується збільшенням їхньої кількості [51]. Надто знижують урожайність у посушливі роки загущені посіви [267].

Забезпечуючи значною мірою рівномірний розподіл рослин за площею живлення та оптимізуючи площу живлення рослин, можна досягти максимальної ефективності її функціонування та засвоєння більшої частки фотосинтетичної активної радіації [211].

Причиною недостатнього використання фотосинтетично-активної радіації визнана невелика площа листкової поверхні, проте велика їхня площа призводить до взаємозатінення листків, тому значна їхня частина в нижньому ярусі опадає [97].

Оптимальна площа листя, за якої формується найвища врожайність сої – 40–50 тис. м²/га. Цей показник залежить від погодних умов вегетації, морфобіотипу сортів, характеру розподілу рослин на площі [225].

Істотно на формування врожайності зерна сої впливають способи сівби та норми висіву. Найприйнятнішим способом сівби виявився широкорядний із міжряддям 45 см та з густотою рослин 300–350 тис./га.

За оптимальної густоти й площі живлення рослин основна кількість бобів формується на головному пагоні, за зріджених – на бокових гілках. За надмірного загущення агроценозів це призводить до вилягання, опадання листків, передчасного пожовтіння. Зміна норми висіву від 500 до 800 тис./га схожих насінин за звичайної рядкової сівби сприяла зростанню висоти кріплення нижніх бобів від 13,9 до 15,7 см, за широкорядної сівби з міжряддями 45 см – від 14,3 до 14,4 см [129].

Максимальна площа листя сої та, як наслідок, накопичення сухої речовини й інтенсивність фотосинтезу припадають на другу половину вегетації, тобто від фази цвітіння до формування та наливу насіння. Площу живлення рослин у технології вирощування необхідно підбирати так, щоб

рослини рівномірно і повністю покривали поверхню ґрунту до початку фази цвітіння.

Біологічними особливостями сортів також визначається й ширина міжрядь та їхня здатність до гілкування або ж до вилягання. Сорти сої, які гілкуються, краще ростуть за меншої густоти, а от стійкі до вилягання – навпаки [92].

Водночас активнішу конкуренцію за чинники живлення спричиняє загущення посівів не лише між різними видами, а й між рослинами сої. При цьому зрідження агроценозів спричиняє зростання кількості бур'янів у посівах рослин. Надлишок вільної поверхні соя намагається компенсувати гілкуванням, проте для бобових культур притаманні біологічні обмеження, тому саме за рахунок гілкування неможливо повною мірою компенсувати недобір врожаю [169].

Важливу роль у формуванні високої продуктивності агроценозів відіграє розташування рослин сої у межах рядка. Втрати тим значніші, чим нерівномірніше рослини розташовані. Навіть чергування зріджених та загущених ділянок на полі не допомагає нівелювати недобір врожаю. Нерівномірне розташування рослин спричиняє нестачу поживних речовин, світла та використання цих чинників живлення на зріджених ділянках бур'янами [243].

Згідно з дослідженнями М. Я. Шевнікова та ін. [211] встановлено, що норма висіву впливала на врожайність сої значніше, ніж спосіб сівби. Сорт Романтика максимальну врожайність одержана за норми висіву 700 тис./га – 2,41 т/га. Занижені норми висіву спричиняли зниження врожайності насіння до 2,07 т/га за норми висіву 600 тис./га та до 1,82 т/га – за норми 500 тис./га. Збільшення норми висіву до 800 тис./га було неефективним – 2,39 т/га. У скоростиглого сорту Устя найбільшу врожайність фіксували за норми висіву 700 тис./га – 2,48 т/га. Занижені норми висіву викликали зниження врожайності насіння до 2,11 т/га – за норми висіву 600 тис./га та до 1,99 т/га –

за норми 500 тис./га. Доведення норми висіву до 800 тис./га не сприяло підвищенню врожайності – 2,35 т/га. За зрідженого розміщення рослин характерне близьке до поверхні ґрунту закладання бобів, яке спричиняє значні втрати врожаю під час збирання.

Досліди з вивчення впливу норм висіву, способів сівби та строків на продуктивність сої сорту Валюта показали, що максимальна урожайність була сформована на рівні 2,06 т/га за норми висіву 500 тис./га насінин та із шириною 45 см [145].

У дослідженнях, проведених на полях Подільського державного аграрно-технічного університету встановлено, що високу врожайність 2,13 т/га можна отримати за широкорядної сівби сої [202].

Спостереження за способами сівби за умов дефіциту вологи виявили, що за ширини міжряддя 45 см і норми висіву 300 тис./га насінин формується низька врожайність, тоді як за вирощування сої в умовах достатнього зволоження найбільшу врожайність насіння одержують за використання ширини міжряддя 45 см та норми висіву 500 тис./га насінин [87].

На переконання ряду науковців, спосіб сівби із шириною міжрядь 45 см – один із найприйнятніших в Україні. Проте вирощування сої за вказаного способу пов'язане з цілою низкою проблем, що стосуються оптимального розташування рослин у рядку і формування достатньої площі живлення. Серед переваг цього способу – можливість застосування міжрядних обробітків у виробничих умовах за такої ширини міжрядь [186].

Ефективне застосування сучасних засобів захисту агроценозів сої від бур'янів дає змогу уникнути необхідності механічних обробітків, тому сою висівають за ширини 30 см, 15 см міжрядь або ж способами з комбінованою шириною міжрядь [32].

Водночас деякі дослідники наголошують, що значно вищий урожай соя формує за ширини міжрядь 45 см за рахунок оптимального розташування рослин. На площі це призводить до максимального використання факторів

екологічного середовища [198]. Проте дослідження зарубіжних і вітчизняних вчених засвідчили протилежне, вказуючи на оптимальну ширину міжряддя в 15 см, що сприяє отриманню значно вищої продуктивності сої [92].

Загущення посівів зі збільшенням норми висіву насіння від 450 до 750 тис. шт./га сприяло істотному зростанню висоти рослин сої: за міжряддя 19 см – на 3,5 см, 38 см – на 5,9 см. За середніми показниками зменшення густоти посіву за норми висіву 450 тис. шт./га призвело до зниження висоти рослин на 4,1 см, або 5,2 %. Висота рослин сої зростала зі збільшенням норми висіву насіння. Маса рослин у разі збільшення норми висіву насіння від 450 до 750 тис. шт./га зменшувалася за міжрядь 19 см на 8,9 г, 38 см – на 7,3 г. Найбільшою маса рослин виявилася за ширини міжрядь 38 см і норми висіву 450 тис. шт./га [122].

У Південно-західному Лісостепу України науковцями одержано істотні приростки врожайності сої за звуження міжрядь і збільшення норми висіву від 700 до 900 тис. шт./га насінин [20].

Дослідження, проведені на Сумській дослідній станції, показали, що врожайність сої за ширини міжрядь 45 см значно вища, ніж за ширини міжрядь 15 см [65].

Встановлено, що найвища врожайність сої в 1,7 т/га отримана в посівах за ширини міжрядь 45 см і нормою висіву 60 кг/га. Водночас доведено, що зростання до 60 см ширини міжрядь суттєво не підвищувало врожайність, а за ширини міжрядь 15 см, навпаки, призводило до її зниження [52].

Науковцями доведено, що за сівби рослин сої звичайним рядковим способом швидше формується достатня площа листя та затінюються міжряддя з одночасним послабленням росту бур'янів. Разом із тим висота прикріплення нижнього бобу на рослинах зростає, що сприяє зменшенню втрат врожаю [148].

У дослідженнях виявлено, що за вирощування сої з міжряддям 60, 45 см

комбінованою шириною 45 x 15 см врожайність рослин формується практично на рівні 2,55–2,62 т/га, тоді як за ширини міжрядь 70 см урожайність культури зменшувалася на 0,20–0,21 т/га [52].

За висновками ряду дослідників, на період збирання оптимальна у пізньостиглих та середньопізніх сортів сої густота агроценозу 300–350 тис. шт./га, середньостиглих – 400–450 тис. шт./га, середньоранньостиглих – 450–500 і скоростиглих – 550–600 тис. шт./га [205].

Для посушливих умов деякі науковці рекомендують більшу густоту рослин: середньостиглих сортів – 500–550 тис. шт./га, у Лісостепу – 600–650 тис. шт./га, для ранньостиглих – 600–700 тис. шт./га [33].

На ріст і розвиток рослин та формування їхньої продуктивності істотно впливає площа живлення, а, отже, у разі загущення агроценозів погіршується інтенсивність фотосинтезу, соя значно вилягає та менше накопичує запасних поживних речовин [200]. Водночас зріджені агроценози заростають бур'янами, на рослинах гілки і нижні боби закладаються близько до поверхні ґрунту, виникають несприятливі умови для розвитку рослин сої [118].

Доведено, що для створення сприятливіших умов вирощування і забезпечення рослин у достатній кількості чинниками живлення варто збільшувати площу власне живлення та зменшувати її за менш сприятливих умов. Натепер варто дотримувати такого положення: достатній рівень забезпечення поживними речовинами та вологою дає можливість більшою мірою ущільнювати посіви [191].

Зазначається, якщо площа живлення становить 65 x 5 см, тоді кількість білка у насінні досягає 40,5 %, за площі 65 x 2,0 см – 38,8 %, жиру – відповідно 20,5 і 19,9 % [35]. При цьому за даними інших науковців, спосіб сівби та площа живлення майже не впливають на вміст жиру і білка в насінні сої. За вирощування рослин 70 x 30 см за схемою вміст жиру у насінні сої знаходився на рівні 22 %; а за площі живлення в 5 разів меншій – 20,5 % [192].

Водночас загушення агроценозів сої від 300 тис. до 700 тис. шт./га насінин призводить до значного зниження вмісту протеїну сирого від 38,8 % до 36,8 %, жиру – від 22,7 % до 17,6 %, хоча збір жиру і протеїну не зменшувався за рахунок вищої врожайності у загущених агроценозах [101].

Також встановлено, що за зростання густоти рослин уміст сирого протеїну в насінні сої знижується, зменшується кількість бобів на рослині та насінин у бобі, проте збільшується висота прикріплення нижнього бобу [116]. За зменшення густоти рослин сої відзначена їхня здатність до гілкування.

Значна кількість досліджень щодо асоціативної азотфіксації сої залежно від структури посівів мали на меті й оптимізацію вказаних чинників за рахунок використання оптимальної густоти рослин [69] та вивчення росту й розвитку кореневої системи культури.

Проведений аналіз літературних джерел дає підстави зробити висновок про важливість просторового й кількісного розміщення рослин сої у посівах та необхідність взяття до уваги таких під час вирощування сої. Енергоекономічне дослідження технології вирощування сої підтверджує ефективність способів сівби, густоти посіву та інших агротехнічних заходів [153].

Однак суперечності в літературних даних не дозволяють сформулювати розлогі висновки щодо переваг і недоліків чисельності та просторового розташування рослин. Тому оптимізація схем посіву та густоти рослин виокремлюється важливим чинником зростання врожайності сільськогосподарських культур і потребує подальшого уточнення та наукового обґрунтування на основі умов Західного Лісостепу України.

Висновки до розділу 1

1. Встановлено біологічні вимоги сої до світла, тепла, вмісту поживних речовин, водного режиму, які прийнятні для вирощування культури в умовах Західного Лісостепу. За відповідним аналізом літературних джерел можна

стверджувати, що ранні та середньоранні сорти сої придатні до вирощування в Західному Лісостепу України.

2. Дослідження окремих питань дають можливість оптимізувати основні параметри технології вирощування сортів Діадема Поділля та Ментор, тим самим підвищити рівень урожайності сої на темно-сірих ґрунтах Західного Лісостепу, що ставить науковий і практичний інтерес.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослід, лабораторні та аналітичні дослідження упродовж 2021–2023 рр. виконували у відокремленому структурному підрозділу «Заліщицький фаховий коледж ім. Є. Храпливого НУБіП України».

2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Зона Західного Лісостепу характеризується помірно-теплим кліматом. За січень мінусові температури 7–8 °С спостерігаються у південній частині, проте ближче до заходу підвищуються до 4–6 °С. Температура повітря у липні становить 18–19 °С. На переважній частині території зони безморозний період коливається від 160 до 170 днів. У першій декаді квітня закінчуються останні морози. Ґрунтово-кліматична зона належить до надмірного зволоження. Середньорічна кількість опадів досягає 670–880 мм, близько 72 % припадає на літній період [10].

Особливістю Західного Лісостепу виділяється різноманітність, за теплої порівняно з іншими зонами зими та прохолодним літом, переходом від однієї пори року до іншої поступовим і тривалим.

Зазвичай спостерігається надлишок вологи, ніж її нестача. У середині березня – початок квітня розпочинається вегетаційний період, що закінчується на початку листопада. Тривалість вегетаційного періоду сої у середньому становить 210 діб. Перехід середньодобової температури повітря вище 10 °С відбувається у третій декаді квітня, зниження восени фіксується у першу декаду жовтня [124].

Територія Західного Лісостепу відноситься до помірно континентального клімату. Сума температур повітря понад 10 °С становить 2300–2000 °С, ГТК – 1,5–1,8.

Початок весни настає за середньої добової температури вище 0 °С, що наразі трапляється у першій декаді березня. Триває згаданий період 2,0–2,5 місяця. Характерною ознакою вважається зменшення хмарності та зростання температури. Найзначніше потепління відзначається упродовж квітня і травня. Інтенсивне руйнування снігового покриву та його танення відбувається під впливом переміщення теплих мас повітря із заходу. Середня температура повітря у квітні становить 10–11 °С, у травні – 18 °С, максимальна 27–31 °С. У третій декаді травня і першій декаді червня спостерігаються нічні приморозки у повітрі. Упродовж весняного періоду зростає кількість опадів, що набувають зливого характеру наприкінці весни [128].

Літо настає з переходом середньої добової температури повітря вище 15 °С, що фіксується у третій декаді травня. Кінець літа настає визначають середньодобові температури нижче 15 °С. Максимальна середня добова температура повітря у липні становить 35–36 °С, у червні–серпні 20–22 °С. Літо тепле, дощове, триває 3,0–3,5 місяці. У червні й липні випадає найбільше опадів. Затяжні дощі у літні місяці трапляються рідко, кількість діб у червні з опадами досягає 16, у серпні й липні – 15. Температура повітря у літній період зростає повільніше, ніж весною [108].

У першій декаді жовтня середньодобова температура спадає через 10 °С, що означає початок осені з нічними приморозками й поступовим зниженням температури. У кінці літа – на початку осені спостерігається теплий період тривалістю 20–25 днів із середньодобовою температурою повітря понад 10 °С, проте нижчою за 16 °С. У кінці вересня – на початку жовтня знову стається збільшення опадів і з частими туманами і хмарністю.

На початку листопада відбувається зворотній перехід температури понад 5 °С та завершується вегетаційний період [109].

Початок зими характеризується переходом температури повітря через 0 °С, що відбувається в третій декаді листопада. Встановлюється зимовий режим погоди утворенням снігового покриву за середньодобової температури

повітря нижче -5°C . Руйнування снігового покриву означає кінець зими. Зима триває 3,0–3,5 місяця, у цей період бувають часті відлиги, температура підвищується до $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ тепла. У холодні зими температура повітря може знижуватися максимально до -35°C . У січні середня температура повітря знижується до $-4\text{--}5^{\circ}\text{C}$. Взимку кількість опадів найменша, а їхня місячна сума перевищує 20–40 мм [110].

У Західному Лісостепу найпоширенішими ґрунтами є темно-сірі та сірі опідзолені – 1359,5 тис. га, дерново-підзолисті – 1209,0 тис. га, бурі лісові – 199,4 тис. га, лучно-болотні – 199,0 тис. га, чорноземи – 82,2 тис. га [84].

На сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти припадає понад 50 % у структурі ґрунтового покриву Західного Лісостепу. Площа світло-сірих, сірих опідзолених ґрунтів становить 108,0 тис. га орних земель. Згадані ґрунти характеризуються не глибоким гумусовим горизонтом (20–30 см), супіщані, легкосуглинисті, розпалені кисло-слабогумусні (до 2 %). Ступінь кислотності висока (рН 5), недостатньо забезпечені рухомими поживними речовинами, особливо азотом, гідролітична кислотність 5–6 мг-екв/100 г ґрунту [162].

Ясно-сірі лісові ґрунти за якістю гумусу наближаються до дерево-підзолистих, проте вміст гумусу залежить від агротехніки, сівозмін, обробітку ґрунту, системи удобрення, окультурення. Забезпеченість лужногідролізованим азотом низька, фосфором середня, калієм середня. Дуже бідні на гумус – 0,8–2,0 % в орному шарі, сильно-кислі (гідролітична кислотність – 3,2–4,1 мг-екв/100 г ґрунту), насиченість основами – 75–88 %, сума увібраних основ – 11,7–22,8 мг-екв/100 г ґрунту. Ці ґрунти відзначаються несприятливими агрофізичними і водними властивостями. Дуже бідні на валові форми азоту, фосфору, проте калієм забезпечені на достатньому рівні [11].

Територія землекористування ВСП, «Заліщицький фаховий коледж ім. Є. Храпливого НУБіП України" Заліщицького району Тернопільської області знаходиться в Середньо-Дністровському окрузі. Рельєфу Середньо-

Дністровського округу притаманні характерні риси ступінчастоподібної рівнини, яка розчленована глибокими долинами приток Дністра– Стрипи. У загальному вигляді територія являє собою хвилясті межиріччя з каньйоноподібними долинами меридіальних річок. Глибокі долини річок відзначаються поєднанням прирічкового ярунено-балкового й долинного надзаплавного терасового і заплавного типів рельєфу [134].

Грунт дослідних ділянок – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на лесі, типовий для Західного Лісостепу України.

Грунт вирізняється добре гумусованою верхньою частиною профілю (горизонти Не, Н1) із безгумусною нижньою частиною. За своїми знаками і властивостями вони наближаються до чорноземів. Власне гумусний горизонт товщиною до 50–70 см характеризується грудочкувато-зернистою структурою.

Структура перехідного шару великозерниста або грудкувато-призматична. Вміст азоту, що легко гідролізується, тут дуже низький, фосфор рухомий і калій обмінний – середній (табл. 2.1)

В орному шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту міститься 2,59 % гумусу. Кількість останнього з глибиною поступово зменшується.

Таблиця 2.1

Вміст азоту, фосфору та калію на дослідних ділянках із соєю, мг/кг

Шар ґрунту, см	Показник		
	азот, що легко гідролізується	рухомий фосфор	обмінний калій
0-20	90	96	59

Ємність поглинання темно-сірих опідзолених ґрунтів становить 18,2 мг-екв у 100 г ґрунту, частка кальцію – 23,4, магнію – 6,6, натрію – 0,18 та калію – 0,99 мг-екв, тобто ґрунтово-поглинальний комплекс насичений в основному кальцієм та магнієм.

Ґрунти слабкокислі ($\text{pH}_{\text{сол}} 5,3$), проте із величиною гідролітичної

кислотності 3,19 мг-екв, насиченість основами – 80–90 % Сума обмінних основ знаходиться на рівні 8,2 мг-екв/100 г ґрунту. З глибиною кислотність зменшується й зростає насиченість основами.

Варто вказати на високий вміст у ґрунті, що у свою чергу зумовлює знижену водопроникність та достатню липкість при висиханні (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Механічний склад ґрунту дослідної ділянки

Шар ґрунту	Розмір частин фракцій, мм та їх співвідношення, %					
	Пісок		Пил			Мул
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
0-20	0,27	14,6	37,5	10,6	14,6	22,3

Ґрунт відзначається однорідністю пігрунтових шарів, а також тенденцією до зменшення глинистих фракцій у гумусовому горизонті й поступовим накопиченням таких у перехідному шарі.

Отже, темно-сірий середньосуглинковий ґрунт дослідної ділянки за водно-фізичними і хімічними властивостями є типовим для Західного Лісостепу України.

Невід'ємний компонент агрофітоценозу становлять абіотичні фактори, особливість яких полягає в їхній некерованості людиною, сягаючи іншого рівня, що викликає стрес у сільськогосподарських рослин. Запобігти негативному стану, який супроводжується зниженням урожайності можна за допомогою відповідних агротехнічних засобів, при цьому зміни відбуваються у фізіологічному стані рослин за тих чи інших кліматичних умов. Найважливішими чинниками для росту і розвитку рослин визнано кількість опадів і температура повітря.

Збір метеорологічних даних за 2021–2023 рр. проводився на метеорологічному посту «Заліщики джерело-капличка».

Дослідне поле належить до області з помірно континентальним

кліматом. Короткочасними дослідженнями визначена середньорічна температура повітря 13,3 °С, накопичення й підвищення температур повітря розпочинається з першої декади квітня та завершується у третій декаді жовтня (рис. 2,1; дод. А 1 – А 3).

Відбулися зміни температури повітря до середньо багаторічних як за місяцями, також і за роками досліджень. Варто зазначити, що у 2021 році зріс середньомісячний показник температура повітря на 2,1 °С, у 2023 році – на 4,5 °С.

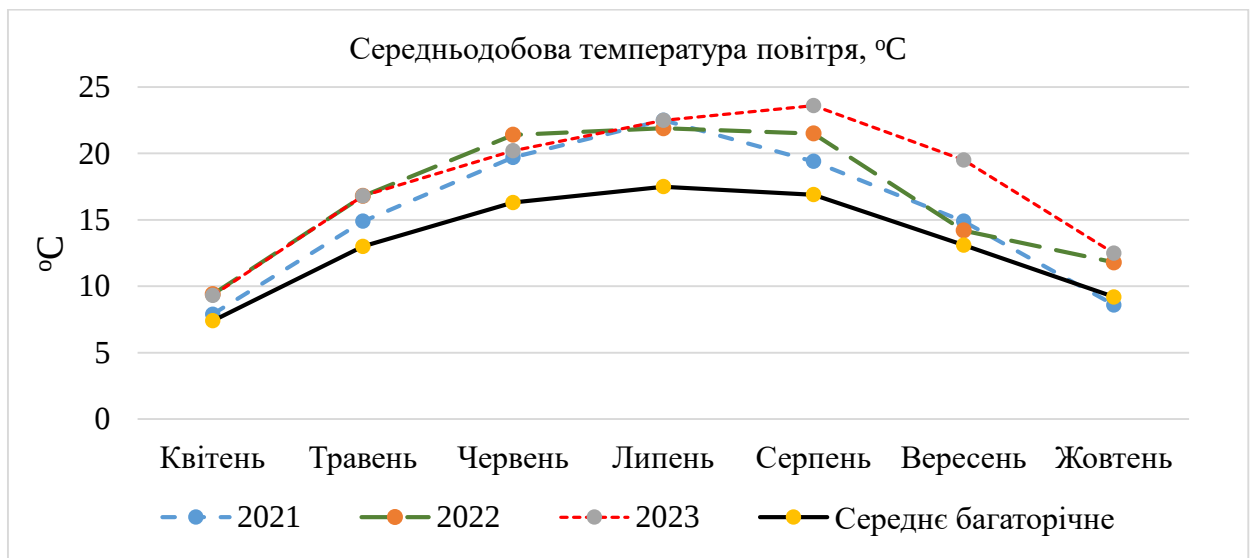


Рис. 2.1 Середньодобова температура повітря, °С, 2021–2023 рр.

У квітні температура повітря виявилася однаковою з багаторічними даними. Підвищення показника на 2,0 °С відзначено у 2021 - му, на 1,9 °С у 2023 році. У 2021 році температура повітря зросла на 0,5 °С порівняно з багаторічною нормою. У травні й червні вона підвищилася в значних порівняно з багаторічною нормою. У 2022 і 2023 роках цей показник у травні зафіксовано вищим на 3,8 °С порівняно з багаторічною нормою. У червні 2021 року температура повітря значно переверила багаторічну норму й досягала 21,4 °С, що 5,1 °С вище за багаторічну норму. Липень і серпень характеризувалися значним перевищенням середньодобової температури повітря над багаторічними показниками. В липні 2021 і 2023 років температура повітря становила 22,5 °С, що вище за багаторічну норму на 5,0

°С, тоді як у серпні 2023 року – 23,6 °С або на 6,7 °С, відповідно. У вересні у роки досліджень тенденція до підвищення середньодобової температури порівняно з багаторічною нормою збереглася. Надто спекотним вересень виявився у 2023 році з температурою повітря 19,5 °С, що на 6,4 °С більше від норми. У жовтні 2021 року температура повітря видалася нижчою на 0,6 °С, порівняно з багаторічною нормою, а у 2022 і 2023 роках показник середньодобової температури перевершував багаторічну норму на 2,6 °С і 3,3 °С відповідно. Кількість опадів за кожен місяць упродовж календарного року також відрізнялося (рис. 2.2; дод. А 1–А 3).

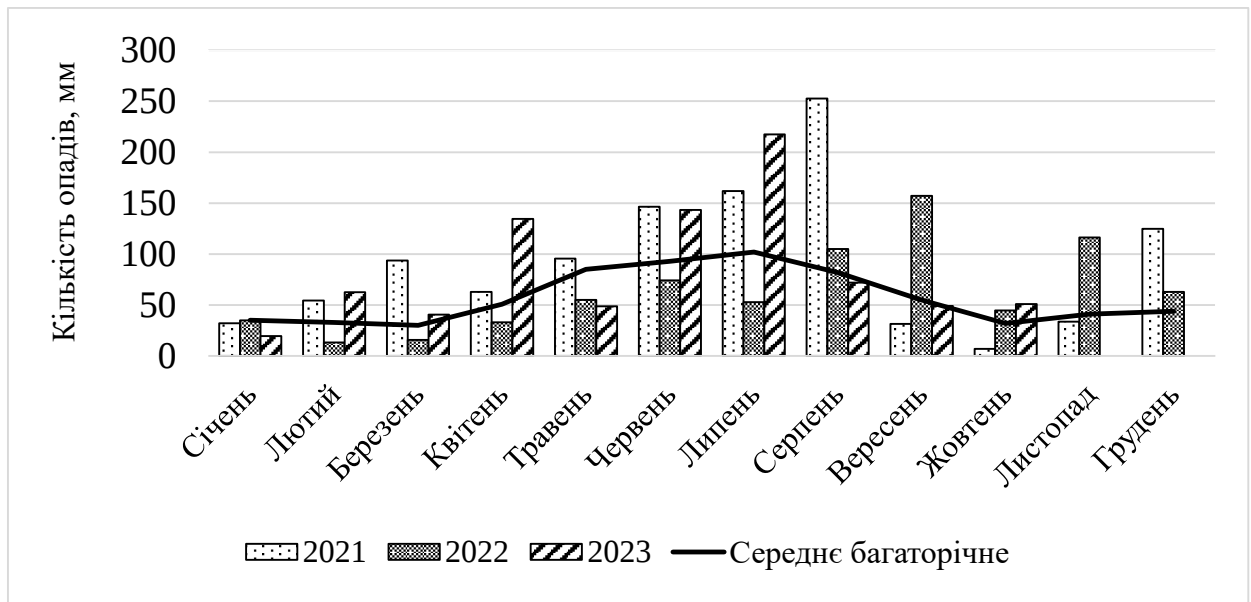


Рис. 2.2 Кількість опадів за вирощування сої, мм, 2021–2023 рр.

Середньомісячна кількість опадів з лютого по липень 2022 року виявилася недостатньою, що пов'язано з посушливим кліматом. За цих умов нестача опадів до багаторічної норми у квітні становила – 17,8 мм, травні – 30,0, червні – 18,8, у липні – 49 мм. Із серпня й грудень 2022 року спостерігалася достатня кількість опадів. Так, перевага за кількістю опадів до багаторічного показника у серпні знаходилася на рівні 22,9 мм, вересня – 102,2, жовтні – 12,6, листопаді 75,2, грудні – 19,1 мм.

Упродовж 2021 року випала надмірна кількість опадів. Значно меншу їхню кількість зафіксовано у вересні та жовтні. Найбільшу кількість опадів

відзначено у серпні, коли випало у тричі більше за багаторічну норму (дод. А 2). За період вегетації випало 477,5 мм за норми – 468 мм. За період вегетації ГТК становив 1,7.

Погодні умови були сприятливими для росту надземної маси рослин і формування бобів рослинами. У липні видалася сухою та спекотною, з високими температурами повітря на період утворення та наливу зерна.

Достатньою зволоженістю характеризувався 2023 рік. Упродовж вегетації сої випало 666 мм опадів за норми 468 мм. За період вегетації ГТК становив 2,6. У квітні спостерігали 134,7 мм, опадів, що на 83,7 мм більше за багаторічну норму. Це дозволило сформувати достатні запаси доступної вологи в орному та метровому шарах ґрунту.

Рівень забезпечення рослин вологою розраховували за допомогою гідротермічного коефіцієнту [163].

Формула для розрахунку:

$$\text{ГТК} = (\Sigma W \times 10) / \Sigma T, \quad (2.1)$$

де ГТК – гідротермічний коефіцієнт;

ΣW – сума опадів за розрахунковий період, мм;

ΣT – сума середньодобових температур за той же період, °C.

Гідротермічний коефіцієнт засвідчує про достатній характер вологозабезпеченості регіону (табл. 2. 3).

Таблиця 2.3

Гідротермічний коефіцієнт у роки досліджень упродовж період вегетації сої

Рік	Місяць						
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Середнє
2021	8,8	2,1	2,4	2,3	4,2	0,8	3,4
2022	2,0	1,1	1,2	0,8	1,6	3,9	1,7
2023	7,3	1,0	2,4	3,1	1,0	0,8	2,6

Примітка. ГТК $\geq 1,0$ – достатнє зволоження; 0,8–1,0 – помірне зволоження; 0,6–0,7 – недостатнє зволоження.

Отже, найсприятливіші умови зволоження сформувалися упродовж

вегетаційних періодів 2021 і 2023 років. Зволоження 2022 року виявилось достатнім на початку вегетації сої, тоді як у липні спостерігалася посуха.

2.2 Методика проведення досліджень

Польові дослід виконували упродовж 2021–2023 рр. на дослідному полі ВСП «Заліщицький фаховий коледж ім. Є. Храпливого НУБіП України». Досліди проведено відповідно до методики польового дослідження, із дотриманням принципів єдиної логічної різниці [136, 152].

У польових дослідженнях вивчалися основні елементи технології вирощування сортів сої Діадема Поділля і Ментор: норма висіву й ширина міжряддя та їх комплексний вплив на ріст і розвиток рослин, формування врожаю та якість насіння.

За методичну і методологічну основу слугували системний аналіз і підхід, як інструмент вирішення поставлених завдань.

Схема дослідження:

Фактор А – сорт:

1. Діадема Поділля (контроль);
2. Ментор.

Фактор В – ширина міжряддя:

1. 15 см (контроль);
2. 30 см;
3. 45 см.

Фактор С – норма висіву:

1. 500 тис. схожих насінин на 1 га (контроль);
2. 600 тис. схожих насінин на 1 га;
3. 700 тис. схожих насінин на 1 га.

Дослідна ділянка прямокутної форми. Розміщення ділянок систематичне. Площа посівних ділянок першого порядку 1124,2 м², другого –

385,6 м², третього –120,0 м². Площа облікової ділянки – 72 м². Повторність триразова.

Технологія вирощування сої загальноприйнятна для умов Західного Лісостепу, крім поставлених на вивчення питань. Сою висівали після пшениці озимої. Мінеральні добрива застосовували весною під передпосівну культивуацію – аміачна селітра в нормі 34 кг/га д.р.

Під час сівби сої вносили комплексне мінеральне добриво Фертіс 7–20–28 нормою 100 кг/га фізичної маси.

Система захисту сої передбачала: застосування на п'ятий день після сівби ґрунтових гербіцидів Зенкор Ліквід – 400 г/га + Гезагард – 3 л/га. У фазу першого трійчастого листка проти дводольних бур'янів вносили: Хармоні – 10 г/га + Базагран – 2 л/га + Фултек Плюс (адювант) 100 мл. У фазу другого трійчастого листка проти злакових бур'янів використовували Фюзілад Форте – 1 л/га + Фултек Плюс (адювант) 100 мл. У фазу цвітіння внесення фунгіциду і добрив: Амістар Екстра – 0,5 л/га + Сульфат магнію – 4 кг/га + Авант Натур – л/га + Кубо – 100 мл. Насіння в день сівби обробляли препаратом азотфіксуючих бактерій на основі штаму *Bradyrhizobium japonicum* 634 в. – 0,4 кг/га. Насіння сої протруювали препаратом Максим XL – 1 л/т.

Досліджувані сорти сої за даними оригінаторів та фірм-виробників характеризувалися такими особливостями.

Діадема Поділля

Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. У державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, з 2015 року. Сорт ранньостиглий, із періодом вегетації 105–115 днів. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Оптимальне поєднання вмісту білка та жиру насіння забезпечує високі смакові якості, тому придатний для використання в харчовій промисловості: Вміст білка – 39,4–41,1 %, олії – 20,4–21,9 %. Висота рослини – 65,1–75,9 см.

Висота прикріплення нижнього бобу - в межах 9,8–13,3 см. Маса 1000 насінин – 150–170 г.

Стійкий до осипання та розтріскування бобів. Відзначається високого польовою стійкістю проти грибних та вірусних хвороб. Стійкість до вилягання, позитивно реагує на внесення добрив.

Ментор

Оригіатор: Євраліс Семанс.

У державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, з 2013 року. Придатний до вирощування у зонах Степу, Лісостепу, Полісся.

Середньоранній сорт, вегетаційний період 115–120 днів. Вміст білка – 42,1 %, олії – 20,6 %. Висота рослини 74 см, висота кріплення нижнього бобу – 11 см, колір бобу жовтий, маса 1000 насінин – 203 г. Стабільна врожайність, пластичний та імунний до шкідливих організмів. Інтенсивне гілкування, позитивно реагує на широкорядні посіви. Генетична особливість – 70–80 % бобів формуються у середньому й верхньому ярусах.

Стійкість до різних захворювань значно вища від середнього, а до деяких патогенів навіть до 90 %, що є дуже високим показником. Це забезпечує стабільний та здоровий розвиток врожаю. До багатьох вірусних захворювань стійкість також надзвичайно висока – в межах 80–90 %. Стосовно бактеріозів, то до таких сорт сої Ментор виявляє стійкість до 90 %.

З метою оцінки наукових досліджень проведено певні спостереження та аналізи:

1. Фенологічні спостереження, облік біометричних показників в основні фази розвитку, густота рослин при сходах і в кінці вегетації [152]. Настання основних фаз росту й розвитку сої встановлювали візуально і відзначали так:

- початок фази – наявність її ознак не менше ніж 10 % рослин, повна

фаза – вказані ознаки спостерігалися у 75 % рослин;

– густоту рослин визначали у фазі повних сходів та перед збиранням урожаю. Для підрахунку використовували рамки розміром 1м² на постійно закріплених кілочках ділянках;

– виживання рослин визначали за формулою:

$$П = \frac{З}{С} * 100, \quad (2.2)$$

де П – виживання рослин, %;

З – кількість рослин перед збиранням, шт./м²;

С – кількість рослин на час повних сходів, шт./м²;

100 – число для перерахунку у відсотки [13];

– висоту рослин визначали за допомогою мірної лінійки. Заміри проводили на 25 модельних рослинах, які позначали на кожній ділянці досліджу. Кінцевий показник цього обліку – середня висота рослин на ділянці. Вимірювання виконували тричі: на початку бутонізації, у період цвітіння, у фазі наливання насіння [152];

2. Площу листя визначали методом висічок, фотосинтетичний потенціал (ФП) і чисту продуктивність фотосинтезу – за Ничипоровичем [193].

3. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом у метровій товщині ґрунту до 40 см через кожні 10 см, а після через 20 см в основні фази росту і розвитку сої (ДСТУ ISO 16586:2005).

5. Для визначення водоспоживання сої використовували метод водного балансу і встановлювали згаданий показник за формулою (2.3):

$$E=O+(W_n-W_k), \quad (2.3)$$

де E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, м³/га;

O – опади за період, м³/га;

W_n – волога в розрахунковому шарі ґрунту на початку вегетаційного періоду, м³/га;

W_k – запас вологи наприкінці вегетації, м³/га.

Коефіцієнт водоспоживання рослин визначали за формулою (2.4).

$$K_E = E/U \quad (2.4)$$

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

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

U – урожайність сої, $\text{т}/\text{га}$.

6. Кількість і масу бульбочок на коренях сої розраховували за [152].

7. Структуру врожаю визначали у снопових зразках, що відбирали у повну стиглість, у чотирьох повтореннях на площі $0,25 \text{ м}^2$. Розраховували масу снопа, гілок, встановлювали висоту прикріплення нижнього боба, бобів на основних і бічних гілках, кількість рослин, насінин у бобі, масу 1000 насінин, кількість і масу насінин на рослині.

8. Облік врожаю вели з усієї облікової площі кожної ділянки, перерахунок – на стандартну вологість та 100 % чистоту.

9. Уміст білка в насінні (за К'ельдалем, ДСТУ 13496.4-93), жиру – екстрагуванням в апараті Сокелета (за Рушковським ДСТУ 13496, 15-97).

10. Коефіцієнти використання азоту, калію і фосфору з ґрунту розраховували за відношенням виносу елементів мінерального живлення до кількості їх у ґрунті, а з добрив та симбіотичний азот – методом різниці.

11. Статистичне оцінювання даних проведено методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів, що дало змогу визначити ступінь достовірності одержаних результатів.

12. Економічну ефективність розраховано за технологічними картами загальноприйнятої форми відповідно до прямих витрат за цінами 2023 року. Енергетичну ефективність – за методикою О. К. Медведовського, П. І. Іваненка [135].

Висновки до розділу 2

1. Погодні умови Західного Лісостепу загалом виявилися сприятливими для вирощування сої та інших сільськогосподарських культур. Упродовж

років досліджень рослини сої забезпечувалися запасами доступної вологи ГТК у 2021 році – 3,4; ГТК у 2022 – му – 1,7 і ГТК у 2023 році – 2.62. До цвітіння сої температурний режим і вологозабезпеченість агроценозів формували сприятливий клімат для одержання дружних сходів і нормального росту та розвитку. У цілому, погодні умови за 2021–2023 рр. досліджень та ґрунт дослідної ділянки типові для Західного Лісостепу.

2. Темно-сірий опідзолений ґрунт дослідних ділянок характеризується прийнятними агрохімічними властивостями щодо забезпечення оптимального росту та розвитку сої.

3. Польові дослідження виконували на дослідному полі ВСП, «Заліщицький фаховий коледж ім. Є. Храпливого НУБіП України», відповідно до загальноприйнятих методик польових досліджень та методичних рекомендацій. Дослідження проводили на сортах Діадема Поділля і Ментор, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Застосовували загальноприйняту технологію вирощування сої на темно-сірих опідзолених ґрунтах, крім елементів, які досліджували.

РОЗДІЛ 3

ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОГИ ТА ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ АГРОЦЕНОЗАМИ СОЇ ЗА РІЗНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ

3.1 Ефективність використання води рослинами сої

Соя відноситься до культур з підвищеними вимогами до умов вологозабезпечення. Разом із тим рослина наразі економно витрачає воду на формування урожаю, оскільки для неї коефіцієнт транспірації становить 500–600 , що менше ніж у ріпаку, соняшнику, гороху та багатьох інших культур [4].

Економне використання води рослинами сої дає підстави відносити її до посухостійких культур [13]. Існують інші думки науковців, з яких соя має підвищену негативну реакцію на ґрунтову і повітряну посуху. Це можна пояснити належністю сої до рослин мусонного клімату, для якого в літній період характерна значна кількість опадів та висока вологість повітря [12, 71].

Вегетаційний період сої за потребою у вологості поділяється на три періоди: I – сходи початок-цвітіння; II – початок цвітіння-початок наливу бобів; III – налив бобів-дозрівання зерна.

Середньодобове водоспоживання у першій фазі вегетації цвітіння становить усього 11–32 м³/га. При цьому пришвидшуються темпи приросту сухої речовини, сировини надземної маси, продуктивності фотосинтезу та листової поверхні, значно зростає потреба у воді [6].

Посуха й нестача води у ґрунті викликають обсіпання бутонів, квіток і бобів сої, зменшується маса 1000 зерен та їхня кількість. Шляхом підбору сортів і густоти рослин сої можливо уникати збігу критичного періоду з найбільшою нестачею води у ґрунті [105].

У фазу повного цвітіння й наливу бобів соя надто чутлива до умов зволоження. За підвищеної вологості ґрунту на період цвітіння і наливу бобів

значно зростає продуктивність рослин, тоді як зниження вологості в усі періоди призводить до різкого зменшення врожаю. Водоспоживання соя знижує у фазі дозрівання насіння [157].

У закордонній і вітчизняній літературі існують різні думки щодо вимогливості сої до вологи. Волога агроценозами сої посилено використовується з верхнього шару ґрунту, проте рослини можуть споживати її і з глибших шарів ґрунту [73].

Із нарощуванням вегетативної маси потреби сої у запасах доступної вологи зростають, досягаючи максимуму під час цвітіння та розвитку плодів. За нестачі вологи в цей період опадають молоді пагони, частина квіток. Транспіраційний коефіцієнт сої 520. Висока врожайність культури забезпечується за вологості ґрунту 75–80 %, найменшої вологості.

Загальне споживання води агроценозами сої залежить від зони і технології вирощування її знаходиться у межах 3000–5500 м³/га, коефіцієнт водоспоживання – 150–300 м³ на 1 ц зерна [119, 165].

Низка вчених вивчали водоспоживання сої, де визначали споживання води упродовж вегетації й окремі періоди, також витрати води на утворення 1 т насіння [60, 144]. Вода, яка використовується агроценозами упродовж вегетації та витрати її на 1 т врожаю залежить від сорту, погодних умов, вологозабезпеченості рослин [58, 172]. Сорти різняться між собою за середньодобовим та загальним водоспоживанням, за витраченою кількістю води на формування 1 т врожаю. Тому завданням дослідження стало вивчити особливості водоспоживання сортів Діадема Поділля і Ментор, визначити витрати води на 1 т насіння і напрацювати заходи, що забезпечують ефективне її використання.

Варто зауважити, що для кожного року досліджень стосовно водоспоживання сої характерні свої особливості. Витрати вологи упродовж вегетації сої виявилися різними (табл. 3.1).

Соя упродовж всієї вегетації на формування врожаю використовувала з

метрової товщі ґрунту у середньому 3584–3663 м³/га води.

Істотний на ступінь водоспоживання сої впливали погодні умови року – загальна кількість опадів, вологість і температура повітря, що зумовлюють різну інтенсивність витрат води агроценозами сої. Чим вища температура повітря, тим інтенсивніше витрачалися запаси вологи в агроценозах. Сумарне водоспоживання у роки дослідження змінювалося в межах 2639–3910 м³/га. Водоспоживання спостерігалось найвищим у 2021 році – 3859 м³/га, дещо нижчий показник – у 2023 році 3071 м³/га, і найменший – у 2023 році – 2639 м³/га.

Таблиця 3.1

Показники водоспоживання сої і витрати вологи на 1 т насіння за 2021-2023 рр.

Сорт	Ширина міжрядь, см	Запаси вологи які використано агроценозом з ґрунту за період вегетації, т/га	Кількість води, яка використана агроценозом з атмосферними опадами за період вегетації, м ³	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, т води/т зерна	Урожайність, т/га
Діадема Поділля	15	836	2772	3608	1617	2,23
	30	825	2772	3597	1416	2,54
	45	812	2772	3584	1558	2,30
Ментор	15	846	2772	3618	1013	2,57
	30	822	2772	3594	955	3,76
	45	891	2772	3663	961	3,81

Встановлено, що водоспоживання значно залежить від температури повітря. Так, за високих середньодобових температур упродовж періоду вегетації сої сумарне водоспоживання агроценозів зростає. Коефіцієнт кореляції між цими показниками становить 0,43. На 1 °С агроценози сої

витрачали у середньому 1,87 м³/га води. Розраховують витрати води агроценозами сої упродовж усього періоду вегетації за формулами.

$$E=1,85 \sum t, \quad R^2=0,18$$

де E – сумарне водоспоживання, м³/га;

1,87 – коефіцієнт витрат води на 1 °С;

$\sum t$ – сума середньодобових температур повітря за вегетаційний період, °С.

Ширина міжрядь майже не впливає на сумарне водоспоживання. Рядковий спосіб сівби призводить до збільшення сумарного водоспоживання у середньому на 11–24 м³/ га, що зумовлено формуванням більшої надземної маси, на що використовувалося більше води.

Упродовж періоду вегетації сорти сої витрачали майже однакову кількість води. Сорт Діадема Поділля споживав 3584–3608 м³/га, Ментор 3618–3663 м³/ га, що пояснюється подібними їх біологічними властивостями.

Вода рослинами сої використовувалася із запасів ґрунту у середньому 838 м³/га, або 15 %. Потреба сої у воді найбільше задовольнялася за рахунок опадів, що становило 85 %. Отже, у Західному Лісостепу потреба сої у воді забезпечується на 85 % опадами упродовж періоду вегетації та ґрунтовими запасами вологи, які накопичені в осінньо-зимовий період.

Запаси продуктивної вологи визнано одним з основних факторів родючості ґрунту. Можливість регулювати режим вологозабезпечення слугує основною підґрунтям раціональної технології.

Важливе значення для проростання має волога, достатня кількість якої визначає інтенсивність і рівномірність росту та розвитку посівів. Проростання насіння пов'язане з великою потребою рослин у кисні для нормального дихання такого [40].

Спостереження за вмістом доступної вологи в 0–30 см шарі ґрунту показали, що найбільші запаси на період сходів сої виявилися у сорту Ментор (табл. 3.2).

На період сходів сої спостерігалася тенденційні зміни у запасах доступної вологи. Запаси ґрунтової вологи в 0–30 см шарі ґрунту коливалися від 32,4–40,5 мм залежно від досліджених варіантів. Наявність таких запасів доступної вологи знаходилася в оптимальних параметрах. Це гарантує одержання дружних і своєчасних сходів та в подальшому нормального росту і розвитку рослин сої.

Таблиця 3.2

Запаси доступної вологи на початку вегетації залежно від норми висіву і ширини міжрядь, мм, 2021–2023 рр.

Сорт (А)	Ширина міжрядь, см, (В)	Норма висіву, шт. тис. на 1 га, (С)	Шар ґрунту, см	
			0–30	0–100
Діадема Поділля	15	500	32,4	152,3
		600	32,8	150,8
		700	33,4	150
	30	500	35,1	156,3
		600	36,2	158,2
		700	34,4	155,3
	45	500	34,2	153,4
		600	35,1	152,1
		700	33,3	150,1
Ментор	15	500	38,1	165,3
		600	37,2	162,4
		700	36,4	160,5
	30	500	39,8	172,4
		600	39,2	170,3
		700	38	168,4
	45	500	40,5	175,2
		600	39,6	173,1
		700	38,4	172,0
НІР ₀₅ А			2,4	5,1
НІР ₀₅ В			2,0	3,5
НІР ₀₅ С			1,2	2,2

Найбільші запаси доступної вологи на початку вегетації встановлено за сорту Ментор у шарі 0–30 см за сівби із шириною міжрядь 45 см у 500 тис. рослин на один гектар, що становить 40,5 мм.

Наведені дані впливу варіантів густоти рослин і ширини міжрядь на запаси доступної вологи в метровому шарі свідчать, що вологонакопичення значно вище з густотою рослин 500 тис. шт насінин на 1 га та сорту Ментор на період сходів сої. У сорту Діадема Поділля підвищений вміст вологи у метровій товщі ґрунту спостерігали за густоти в 600 тис. штук насінин на 1 га.

На період збирання сої запаси вологи у ґрунті значно зменшилися (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Запаси доступної вологи в кінці вегетації сої залежно від густоти рослин і ширини міжрядь, мм, 2021–2023 рр.

Сорт (А)	Ширина міжрядь, см (В)	Густота рослин, шт. тис. на 1 га (С)	Шар ґрунту ,см	
			0–30	0–100
Діадема Поділля	15	500	12,4	68,4
		600	12	67,3
		700	11,6	66,5
	30	500	13,8	74,5
		600	14,3	75,6
		700	13,6	72,3
	45	500	13,4	71,6
		600	13,0	70,4
		700	12,6	70
Ментор	15	500	16,2	80
		600	16	78,2
		700	15,6	76,1
	30	500	18,8	89
		600	18,2	88,2
		700	18	87,3
	45	500	17,2	86,4
		600	16.6	84,3
		700	16,5	82,2
НІР ₀₅ А			4,2	6,3
НІР ₀₅ В			2,3	4,1
НІР ₀₅ С			0,8	1,1

У результаті процесів дедукції і капілярного підйому вологи, фізичного випаровування запаси вологи з нижніх шарів перемістилися у верхню частину

грунтової товщі. Водночас перевага ділянок із густотою рослин 500 тис. шт. насінин/га над варіантами із 700 тис. шт. насінин/га зберігалася.

Витрачання води агроценозами сої упродовж вегетації виявилось різним. Надземна маса рослин сої інтенсивно розвивалася у період від сходів до цвітіння, і у цей же період випадала велика кількість опадів. Тому випаровування води у згаданий період відбувалося високими темпами у значних обсягах (рис. 3.1). Від сівби до цвітіння за добу агроценози витрачали 37,0–39,7 м³/га води.

Від фази цвітіння до формування бобів вегетативна маса рослин швидко наростала, температура повітря підвищувалася, середньодобові витрати вологи на ділянці з густотою рослин 600 тис. шт. насінин/га сорту Діадема Поділля збільшилися і сягали 43,6 м³/га. У період формування бобів до повної стиглості добове водоспоживання сої знижувалося, до 17,8–25,9 м³/га. Можна стверджувати, що соя інтенсивніше витрачала вологу у фазу цвітіння – формування бобів.

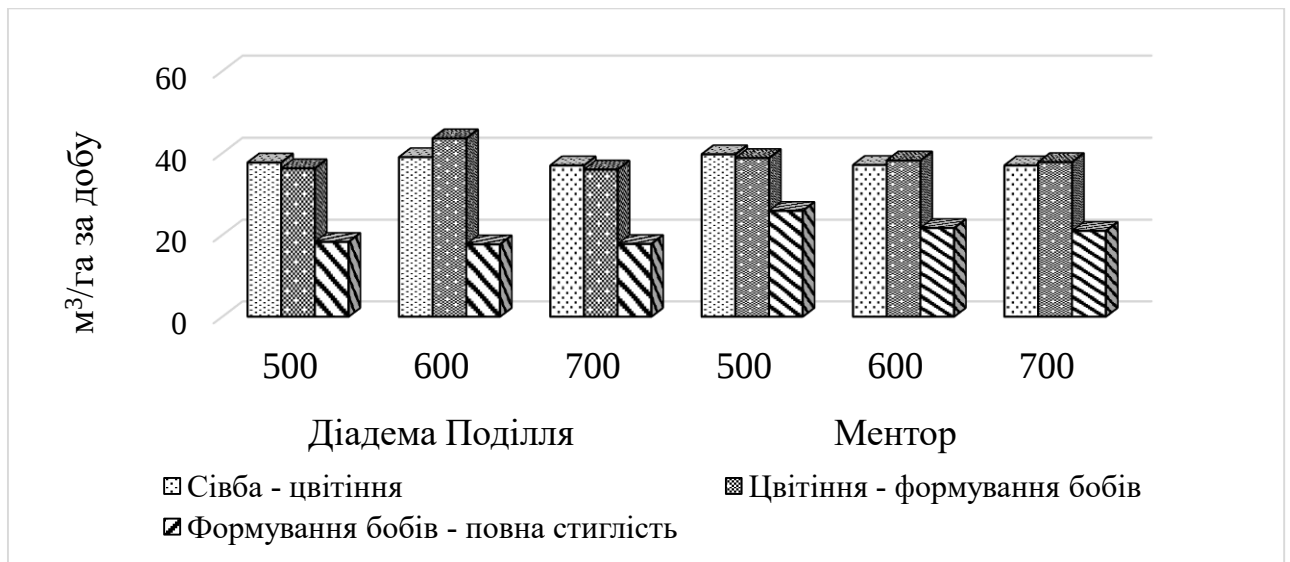


Рис. 3.1 Середньодобове водоспоживання сої залежно від сорту і норми висіву, м³/га за добу, 2021–2023 рр.

Встановлено середній позитивний зв'язок між урожайністю сої та сумарним водоспоживанням. Коефіцієнт кореляції 0,57. Із зростанням споживання води рослинами підвищується й урожайність культури. Рівняння

регресії між водоспоживанням і врожайністю сої виражається:
 $y=0,1312x+2,5742$.

Встановлено істотний прямолінійний зв'язок між запасами доступної вологи у шарі ґрунту 0–30 см на початку вегетації сої і врожайністю ($r=0,92\pm0,18$), рівняння регресії $y=3,3668x+26,121$, та в кінці вегетації сої в орному шарі ґрунту ($r=0,93\pm0,092$), рівняння регресії $y=2,975x+5,9633$.

Виявлено, що сорти Діадема Поділля і Ментор використовують вологу не однаково ефективно. Сорт Ментор ефективніше використовує воду. Сорт Діадема Поділля витрачав на формування 1 т насіння $1416\text{--}1617\text{ м}^3$, тоді як Ментор – $961\text{--}1013\text{ м}^3$, що на $455\text{--}604\text{ м}^3$ менше. Це пояснюється вищою його врожайністю упродовж періоду досліджень. Сівба сої з шириною міжрядь 30 см зменшувала на $58\text{--}201\text{ м}^3$ витрати води на формування 1 т насіння обох сортів.

Доведено, що із зростанням урожайності сої на формування 1 т насіння води витрачалося менше. Встановлено тісний обернений кореляційний зв'язок між коефіцієнтами водоспоживання та врожайністю, коефіцієнт кореляції становить $r=-0,99\pm0,042$, рівняння регресії $y=-2,68,1x+3155$.

3.2 Вміст та винос поживних речовин

Важливим і актуальним питанням вирощування сої вирізняється оптимізація мінерального живлення, особливо на збіднених на сполуки азоту ґрунтах, що властиво для зони Західного Лісостепу України. Отже, удосконалення поживного режиму темно-сірого опідзоленого за поєднання ширини міжрядь і норми висіву рослин сої за різних сортів постає досить актуальним для дослідження. Це питання потребує вивчення у зв'язку із зростаючою значимістю сортової агротехніки, норми висіву, застосування мінеральних добрив, у збереженні й відтворенні родючості ґрунтів та намаганні виробників підвищити урожайність і якість продукції [178]. Завдяки біологічній фіксації азоту бобові культури, зокрема соя, здатні зберігати та

поліпшити родючість ґрунту, адже після збирання сої у ґрунті залишаються 100–120 кг/га біологічного азоту, який буде використаним культурами у міру розкладання бульбочок мікроорганізмами [215].

За даними М. Я. Шевнікова та інших дослідників, високий вміст мінерального азоту у ґрунті затримує процес формування бульбочок, знижує інтенсивність азотфіксації. Проте якщо вміст азоту в ґрунті виявиться низьким, відбувається стимулювання процесу його засвоєння бульбочковими бактеріями з повітря. Середні і високі норми зв'язаного азоту знижуючи ефективність функціонування симбіотичних систем, не завжди сприяють зростанню врожайності, а в деяких випадках ведуть до її зниження. Дія стартових норм азотних добрив на урожайність сої також залежить від сорту, штаму бульбочкових бактерій, умов та технологій вирощування [188, 207].

Ефективність використання, винос, споживання елементів мінерального живлення соєю досить мінливе залежно від технологічних заходів, умов зовнішнього середовища та інших чинників [34,58, 190].

Проте закономірності витрат і споживання поживних речовин, за різних заходів вирощування різними сортами сої, досліджені недостатньо. Тому вивчення згаданого питання залишається актуальним.

Дослідження засвідчили, що на початку вегетаційного періоду соя використовує невелику кількість поживних речовин. На період гілкування рослини сої поглинають 40,7–55,0 кг/га азоту, 10,6–12,5 – фосфору і 43,2–50,7 кг/га –алію (табл. 3.4). Максимальне споживання упродовж усієї вегетації у фазу гілкування становить відповідно 15,8–23,2 %, 17,8–26,4 і 30,3–23,2 % порівняно з контролем (дод. Б).

Рослини сої найбільшу кількість фосфору, азоту і калію використовували після періоду цвітіння, на час формування бобів і наливу зерна. На варіантах ширини міжрядь 15 см рослини сої до фази утворення бобів азоту споживали азоту 155,8–220,5 кг/га, фосфору – 32,5–50,5 і калію –

104,6–157,5 кг/га, або відповідно 60,6–79,6; 54,8–91,7 і 67,8–82,5 % порівняно з шириною міжрядь 30 см.

У фазу цвітіння й пізніше забезпечувалося достатнє мінеральне живлення рослин для сприятливого формування бобів та наливу зерна. Низка вчених відзначають, що цей період для сої критичний відносно поживних речовин [17, 74].

Таблиця 3.4

Споживання азоту, фосфору і калію рослинами сої залежно від елементів технологій, кг/га, 2021–2023 рр.

Елемент	Фаза росту і розвитку	Діадема Поділля			Ментор		
		I	II	III	I	II	III
Азот	Гілкування	40,7	48,7	51,2	40,9	48,3	55,0
	Цвітіння	95,9	109,8	131,3	117	116,4	139,4
	Утворення бобів	155,8	170,8	182,8	156,1	198,1	220,5
	Налив насіння	256,8	276,2	219,7	252,2	259,8	276,8
	Повна стиглість	176,1	181,0	183,4	159,1	179,4	188,4
Фосфор	Гілкування	10,6	10,7	10,9	10,0	12,5	11,4
	Цвітіння	22,9	24,9	26,3	21,7	26,7	31,6
	Утворення бобів	32,5	36,3	40,0	35,4	43,3	50,5
	Налив насіння	59,3	62,5	56,7	52,5	47,2	60,5
	Повна стиглість	38,6	41,8	40,1	40,3	40,7	41,4
Калій	Гілкування	43,2	49,8	48,5	41,7	50,7	49,9
	Цвітіння	83,5	106,3	113,1	94,2	97,8	102,8
	Утворення бобів	104,6	123,9	129,6	118,5	142,0	157,5
	Налив насіння	154,1	167,5	159,9	151,2	172,0	215,2
	Повна стиглість	84,7	109,5	116,8	98,3	103,2	101,1

Примітка: I – ширина міжрядь – 15 см; II – ширина міжрядь – 30 см; III – ширина міжрядь – 45 см.

У фазу повної стиглості рослини сої споживають значно менше елементів живленні азоту – 31,4–36,9 %, фосфору – 23,2–34,9 і калію – 26,9–

53,0 % порівняно з періодом наливу насіння.

Рослини сої використовували фосфор, азот і калій до повного наливання насіння. При цьому відбулося зменшення обсягів спожитих речовин, що пояснюється опаданням листя, витратами речовин запасу на дихання, відтоком частини елементів живлення у ґрунт в умовах підвищених температур на час дозрівання.

Врожаєм соя виносила азоту – 154,7–281,1 кг/га, фосфору – 34,9–63,4 калію – 39,2–71,3 кг/га. Значною мірою залежало від сорту, норми висіву насіння та ширини міжряддя (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Винос поживних речовин посівами сої залежно від норми висіву насіння, сорту і густоти рослин, кг/т, 2021–2023 рр.

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норму висіву, тис/га	Азот	Фосфор	Калій
Діадема Поділля	15	500	154,7	34,9	39,2
		600	161,8	36,5	41,0
		700	164,0	37,0	41,6
	30	500	176,8	39,8	44,8
		600	184,6	41,6	46,8
		700	168,2	37,9	42,7
	45	500	155,4	35,0	39,4
		600	155,4	35,0	39,4
		700	177,5	40,0	45,0
Ментор	15	500	247,8	55,8	62,8
		600	246,3	55,5	62,5
		700	245,6	55,4	62,3
	30	500	268,4	60,5	68,0
		600	269,8	60,8	68,4
		700	265,5	59,8	67,3
	45	500	281,1	63,4	71,3
		600	266,9	60,2	67,7
		700	262,7	59,2	66,6

Найбільший винос азоту, фосфору і калію спостерігали у сорту сої Ментор за ширини міжрядь 45 см та норми висіву насіння 500 тис/га. За цього

варіанта винос азоту становив 281,1 кг/га, фосфору – 63,4 і калію – 71,3 кг/га. Найвищий винос поживних речовин у сорту Діадема Поділля відбувся за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 600 тис/га, що становило азоту – 184,6 кг/га, фосфору – 41,6 і калію 46,8 кг/га. Винос поживних речовин сорту Ментор значно перевищує сорт Діадема Поділля. Це пов'язано з одержаною вищою врожайністю сорту Ментор.

Посіви сої за ширини міжрядь 45 см і норми висіву 500 тис/га стимулювали накопичення більшої надземної маси рослин сорту Ментор, внаслідок чого збільшувався винос NPK рослинами.

Підвищення норми висіву насіння до 700 тис. шт./га і ширини міжрядь 30 см призводило до зростання виносу азоту, фосфору й калію сорту Діадема Поділля. Значний винос поживних речовин спостерігався за норми висіву 600 тис/га і ширини міжрядь 45 см.

Сорт Діадема Поділля використовував поживні речовини економніше, ніж Ментор, за його більшої частки виносу, ніж у Діадеми Поділля, що припадала на стебла.

Для управління живленням рослин та визначення оптимальної площі живлення сої на агроценозах з різними запасами NPK у ґрунті необхідно знати коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив та ґрунту [26, 67].

Як відомо з наукових джерел, розміри використання культурами поживних речовин з ґрунту досить мінливі та значно залежать від водозабезпеченості агроценозів, фону живлення, факторів зовнішнього середовища, сорту [140, 258, 266]. У літературних джерел із сої наведено різні коефіцієнти використання елементів мінерального живлення з ґрунту: азоту – в межах 18–76 %, фосфору – 9–26, з добрив – 30–90; 25–45, 50–100 % відповідно [180].

За одержаними результатами встановлено, що рослини сої споживали азот в основному за рахунок симбіотичного азоту (азотфіксації), менше

– ґрунту.

Азоту з ґрунту рослини використали в середньому 61 кг/га, за рахунок азотфіксації – 99–167,2 кг/га, або 60–62 % (табл. 3.6). Можна констатувати, що за рахунок азотфіксації та з ґрунту азоту було поглинуто близько 90 %, тоді як решта 10 % – із добрив. Це означає, що кількість азоту, якого не вистачає для потреб сої, незначна, і може бути забезпечена добривами.

Таблиця 3.6

Використання соєю симбіотичного азоту, та рівень забезпечення потреби рослин в азоті залежно від норми висіву насіння сої, 2021–2023 рр.

Норма висіву, кг/га	Винос азоту, кг/га		Використано симбіотичного азоту, кг/га		Частка симбіотичного азоту в загальному споживанні, %	
	Діадема Поділля	Ментор	Діадема Поділля	Ментор	Діадема Поділля	Ментор
500	162,3	265,7	97,4	168,1	60,0	63,3
600	167,2	261,0	103,6	160,2	62,0	61,4
700	169,9	248,7	101,6	152,2	59,8	61,2
Середнє	166,4	257,9	100,8	160,1	60,6	61,9

За коефіцієнтами мінерального живлення можна стверджувати, що рослини сої засвоюють лише певну частину рухомих форм поживних речовин, які містяться у добривах і ґрунті. Коефіцієнт використання соєю поживних речовин із ґрунту показує частку його виносу врожаєм відносно до наявності елемента у ґрунті, та виражається у відсотках. Встановлено, що соя із ґрунту споживала азот нітратних сполук (64 кг/га), із виносом азоту (на варіанті «ширина міжрядь» 166,3–257,4 кг/га. Різниця 99,3–167,2 кг/га, – це азот, який засвоєний азотфіксацією і становить 60,6–61,9 % за всю вегетацію до його виносу.

Рослини сої використовували 99,3–167,2 кг/га біологічного азоту і на

60,6 – 61,9 % забезпечували власні потреби в азоті завдяки азотфіксації.

Одержані результати досліджень близькі до даних Dilrukshi Kombala Liganage et al, де відзначається, що загальна кількість фіксованого азоту соєю становить 80-110 кг/га [228].

Частка азоту симбіотичного у живленні сої залежно від густоти рослин і ширини міжряддя. Сорт Діадема Поділля забезпечував власні потреби в азоті за рахунок азотфіксації, дещо менше (60,6 %), ніж Ментор (61,9 %). Рослини сої потреби в азоті перекривали орієнтовно на 38 % з ґрунту, решту потреби – 62 %, компенсувала завдяки азотфіксації. Ряд учених дійшли висновку, що соя за рахунок азотфіксації забезпечує власні потреби в азоті на 60–70 % [5, 17, 254]. Такі дані збігаються з одержаними у проведених дослідженнях.

Встановлено, що частка симбіотичного азоту в живленні сої зменшувалася при загущенні посіву. Це можна пояснити впливом загущеності посіву на формування бульбашок та їхню активність.

Коефіцієнт використання обмінного калію з ґрунту сортом Діадема Поділля у середньому становив 6,2 %, сортом Ментор – 9,7 % (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Коефіцієнти використання соєю обмінного калію залежно від сорту, норми висіву насіння і ширини міжряддя, %, 2021–2023 рр.

Норма висіву, тис./га	Ширина міжрядь, см	Сорт	
		Діадема Поділля	Ментор
500		6,2	10,0
600		6,3	9,8
700		6,1	9,4
Середнє		6,2	9,7
Середнє	15	6,8	9,1
	30	6,0	10,0
	45	5,9	10,2
		6,2	9,7

Коефіцієнт використання обмінного калію з ґрунту залежить від сорту. Споживання калію сортом Ментор виявилось дещо повнішим, ніж Діадемою

Поділля. Значно низькі коефіцієнти поглинання калію з ґрунту зумовлені великими запасами поживних речовин цього елемента в ґрунті. Коефіцієнти використання поживних речовин залежать від вмісту останніх у ґрунті.

Сорт Ментор за ширини міжряддя 45 см використовував калій на 10,2 %, за ширини міжряддя 15 см його рослини поглинали 9,1 % калію.

Отже, значну варіабельність коефіцієнтів важливо враховувати при визначенні норми висіву насіння сої для одержання високого врожаю.

Необхідно використовувати прогнозовані коефіцієнти з урахуванням їх варіабельності від норми висіву насіння, сорту та ширини міжрядь, а також враховувати потреби сої в азоті на 60 %, та, можливо, навіть більше завдяки азотфіксації.

Висновки до розділу 3

1. Сумарне водоспоживання сортів Діадема Поділля і Ментор становить 3584–3608 і 3584–3663 м³/га відповідно. Від сівби до цвітіння за добу посіви витрачали 37,0–39,7 м³/га води. На період цвітіння до формування бобів, вегетативна маса рослин швидко наростала, температура повітря підвищувалася, середньодобові втрати вологи на варіантах і з нормою висіву 600 тис./га сорту Діадема Поділля збільшилися і сягали 43,6 м³/га. На період формування бобів до повної стиглості добове водоспоживання сої знижувалося, до 17,8–25,9 м³/га. Сорт Діадема Поділля ефективніше використовує воду, ніж Ментор. На 1 т насіння сорт Діадема Поділля витрачає води 31,4 м³/га, сорт Ментор – 33,0 м³/га.

2. Врожаєм соя виносила: азоту – 155,4–279,7 кг/га, фосфору – 34,5–63, калію – 39,0–70,9 кг/га. Найбільший винос азоту, фосфору і калію спостерігали у сорту сої Ментор за норми висіву насіння 500 тис./га та ширини міжряддя 45 см. Найвищий винос поживних речовин у сорту Діадема Поділля зафіксовано за ширини міжряддя 15 см та норми висіву насіння 600 тис./га, що становило: азоту – 188,8 кг/га, фосфору – 42,5 і калію – 47,9 кг/га. Із ґрунту азоту рослини

сої використовували в середньому 61 кг/га, або 60–62 %. Споживання фосфору і калію здійснювалося переважною більшістю завдяки запасам ґрунту. Рослини сої із ґрунту споживали азот нітратних сполук – 64 кг/га, із виносом азоту на варіантах ширини міжрядь 166,3–257,4 кг/га.

Коефіцієнт використання обмінного калію з ґрунту сортом Діадема Поділля становив 6,2 %, сортом Ментор – 9,7 %.

РОЗДІЛ 4

РІСТ І РОЗВИТОК СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ШИРИНИ МІЖРЯДДЬ І ГУСТОТИ ПОСІВУ

Процес формування високопродуктивних посівів сої передбачає задоволення фізіологічних вимог конкретних сортів до факторів зовнішнього середовища завдяки оптимізації елементів технології вирощування. Важливими складовими технології вирощування сої слід вважати спосіб сівби і густоту рослин, зумовлених морфологічними особливостями та тривалістю вегетаційного періоду.

У технології вирощування сої не існує другорядних прийомів. Будь-який агротехнологічний прийом по-своєму важливий і необхідний. Вплив його на кінцеву врожайність може проявитися меншою або більшою мірою, залежно від умов та складових технології вирощування. У зв'язку з цим існує необхідність вивчення конкурентних взаємопов'язаних у агроценозах сої факторів, що піддаються регулюванню складовими елементами технології вирощування цієї культури.

4.1 Польова схожість, динаміка густоти посіву та тривалість міжфазних періодів рослин сої

Сорт, на сьогодні, – найдоступніший і найдешевший спосіб підвищення урожайності сільськогосподарських культур, не є виключенням і соя. Однак встановлено, що кожен сорт сої може повністю реалізувати власні потенційні можливості тільки за оптимальних умов вирощування. Водночас однією з найважливіших господарських ознак, що визначає ступінь адаптивності рослин до умов вирощування, виділяється тривалість вегетаційного періоду та окремих фаз його розвитку [98, 99]. На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту [64, 66, 203], екологічні умови регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування [48, 141, 195].

Як свідчать дослідження, серед технологічних елементів вирощування сої вирішальне значення мають забезпечення дружності сходів, густоти стояння рослин, проходження фаз розвитку, рівномірності дозрівання, максимальної реалізації її біологічного та генетичного потенціалу [160, 161, 209].

За визначенням А. О. Бабича [19], В. Ф. Петриченка [156], мінімальна температура для сходів сої становить близько $+10^{\circ}\text{C}$ за умови подальшого підвищення температури ґрунту. Прогрівання посівного шару до $+12\text{--}14^{\circ}\text{C}$ забезпечує дружне проростання насіння за наявності вологи. Найсприятливішим температурним режимом ґрунту для проведення сівби визнано $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$, що оптимізує тривалість міжфазних і вегетаційного періоду в цілому.

Час настання і тривалість фаз росту й розвитку рослин разом із погодними умовами в процесі їх проходження позитивно впливають на формування насіннєвої продуктивності посівів сої.

Важливе значення має визначення впливу елементів технології вирощування на тривалість періоду вегетації (рис. 4.1; дод. В 1, В 2, В 3).

Гідротермічні ресурси вегетаційного періоду сої у 2021 році становили 3,4, що засвідчує умови вегетації як з достатньою вологістю.

Сходи у 2021 році отримали відносно пізно – на 13-й день незалежно від варіантів дослідження (дод. В 1), у травні прохолодна середньодобова температура повітря становила $14,9^{\circ}\text{C}$, а достатня кількість опадів – 95,5 мм.

Сходи у 2022 році з'явилися на 10-й день і у 2023 – му – на 11-й день за всіма варіантами досліджень (дод. В 2, В 3). Середньодобова температура у травні у ці роки становила $16,8^{\circ}\text{C}$, у 2023 році відзначалпся достатня кількість опадів – 48,9 мм, у 2022 році – 55,0 мм.

Тривалість періоду від сходів до початку цвітіння значною мірою залежить від сортових особливостей. У цей період відбувається галуження та бутонізація рослин. Сорт сої Діадема Поділля майже не галузиться, тому щодо

нього спостерігався дещо коротший на 3,2 % період порівняно із сортом Ментор. Період сходи – початок цвітіння у сорту Ментор подовжувався на 2–3 днів порівняно із сортом Діадема Поділля. Загущення посівів призводило до скорочення періоду на 1–2 дні. Збільшення ширини міжряддя від 15 до 45 см сприяло несуттєвому пришвидшенню цього періоду обох сортів сої.

Період цвітіння – формування бобів у рослин у середньому за 2021–2023 рр. у сорту Діадема Поділля тривав 65–67 днів, у сорту Ментор – 68–70 днів. Використання посівів сої із шириною міжряддя 45 см сприяло пришвидшенню цього періоду на добу порівняно з шириною 15 см. За застосування у посівах норми висіву 700 тис./га насінин сої відбулося пришвидшення згаданого періоду на 1–2 дні порівняно з посівами за ширини міжряддя 15 см (рис. 4.1). Варто зауважити, що упродовж років досліджень першими зацвітали рослини у більш загущених агроценозах із найбільшою з досліджуваних шириною міжрядь, тоді як тривалішим період виявився у зріджених посівах, висіяних за ширини міжряддя 15 см.

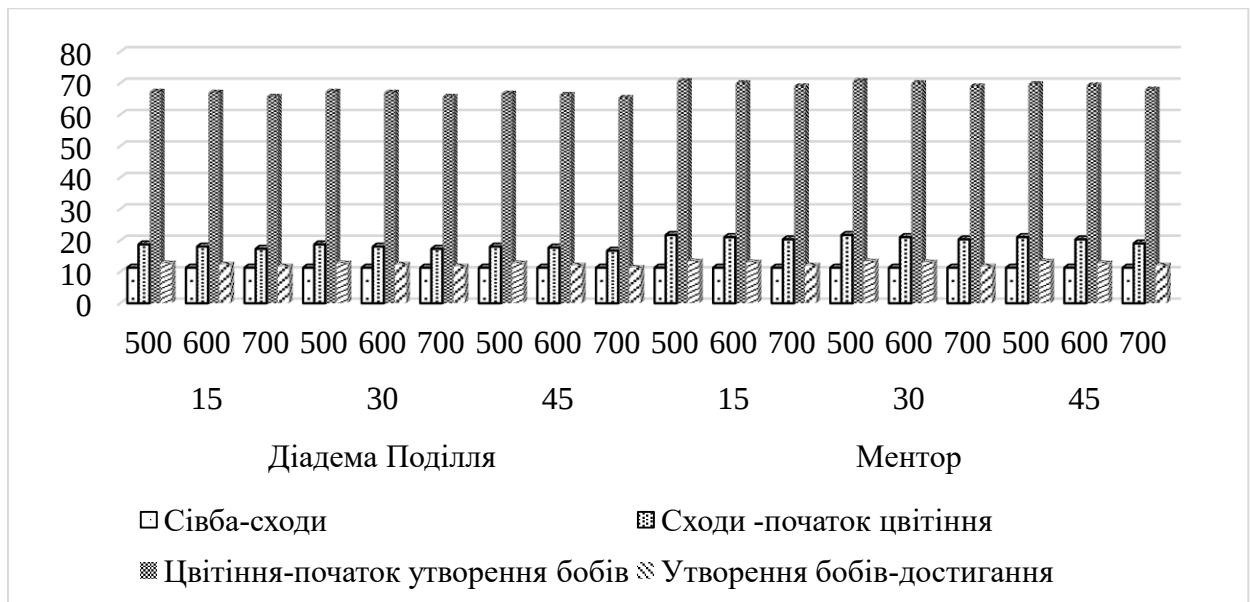


Рис. 4.1 Тривалість міжфазних періодів сої залежно від агротехнологічних заходів, діб, 2021–2023 рр.

Достигання проходило за достатньої кількості вологи і теплої погоди

(20–23 °C), що позитивно вплинуло на налив насіння, і створило умови для швидкого збирання врожаю з мінімальними втратами. Тривалість цього періоду у сорту Діадема Поділля становила 11–12 днів, у сорту Ментор 12–13 днів. Загущення посівів скорочувало період на 1–2 дні, а збільшення ширини міжряддя не впливало на його проходження.

Низкою науковцями встановлено, що вирощування одного й того ж сорту за різних погодних умов викликає розбіжність у тривалості вегетаційного періоду до 10–25 діб і більше [206].

У працях Ж. А. Молдаван [125] відзначається, що за норми висіву 600, 700, 800 та 900 тис.шт/га тривалість міжфазного періоду сходи – перша пара трійчастих листків становила 10 діб, перша пара трійчастих листків – галуження – 12 діб, галуження – бутонізація – 13 діб, бутонізація – цвітіння – 16 діб незалежно від норми висіву насіння та способів догляду за культурою.

На ріст і розвиток рослин сої впливали як технологічні заходи, так і гідротермічний режим упродовж їх вегетації [195].

У середньому за три роки досліджень тривалість вегетаційного періоду у рослин сорту Діадема Поділля становила 109 днів, у сорту Ментор – 114 днів. Застосування у дослідженнях норми висіву 700 тис. насінин/га сої пришвидшувало цей період до одного дня у рослин сорту Діадема Поділля та до двох днів у сорту Ментор порівняно з нормою висіву 500 тис./га.

За результатами кореляційного аналізу встановлено, що тривалість вегетаційного періоду рослин сої сорту Діадема Поділля залежно від середньодобової температури (X_1) та кількості опадів (X_2) можна описати рівнянням лінійної регресії $Y=(-315,96)+27,91X_1+(-1,81)X_2$, у сорту Ментор: $Y=(-327,37)+28,90X_1+(-1,87)X_2$.

Кореляційні розрахунки свідчать, що тривалість вегетаційного періоду рослин сої сорту Діадема Поділля має позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,99$) та середньодобовою температурою повітря ($r=0,67$). У сорту Ментор встановлено позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,98$) та

середньодобовою температурою повітря ($r=0,61$).

Отже, найбільша розбіжність тривалості вегетаційного періоду визначалася особливостями досліджуваних сортів і становила 2–6 днів. Застосування норми висіву 700 тис. насінин/га призводило до вкорочення міжфазних періодів у рослин сої на 1–3 дні порівняно із нормою висіву 500 тис./га. Збільшення ширини міжряддя до 45 см взагалі не впливало на тривалість міжфазних періодів. Аналогічні дані одержано у дослідженнях [156].

Наступними показниками, які досліджували, стала схожість насіння сої залежно від агротехнологічних чинників.

Із запровадженням у виробництво нових сортів сої виникає необхідність удосконалення технології вирощування з метою максимально повної реалізації її ресурсного потенціалу. Оптимальний вибір комбінацій норми висіву насіння та способу сівби має важливе значення в комплексі посівної «кампанії», від якої залежить повнота і дружність сходів, подальший розвиток рослин та рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності [7, 167, 210].

За збільшення норми висіву до 700 тис./га насінин спостерігалось зниження польової схожості, за ширини міжряддя 15 см на 3,8 % у сорту Діадема Поділля порівняно з нормою висіву 500 тис./га (рис. 4.2, дод. В 4). За сівби із шириною міжряддя 15 см у сорту Ментор істотної різниці у польової схожості насіння сої не відзначено. У агроценозах із міжряддями 30 і 45 см відбулося зниження польової схожості за норми висіву 700 тис./га у сорту Діадема Поділля відповідно на 3,1 і 3,3 %, на 3,2 і 7,2 % у сорту Ментор.

Отримані упродовж трьох років досліджень експериментальні дані свідчать, що помітне зниження польової схожості насіння спостерігалось за збільшення ширини міжрядь у посівах за однакових норм висіву обох сортів.

Польова схожість насіння сої більшою мірою залежала від умов, які сформувалися у передпосівний період.

Так, у 2021 році за період «сівба–сходи» запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–30 см становили 32,6–38,0 мм, температура ґрунту під час сівби була +7,9 °С, польова схожість насіння сої сорту Діадема Поділля за ширини міжряддя 15 см із нормою висіву 500 тис./га виявилася досить високою – 96,0 % (дод. В 4).

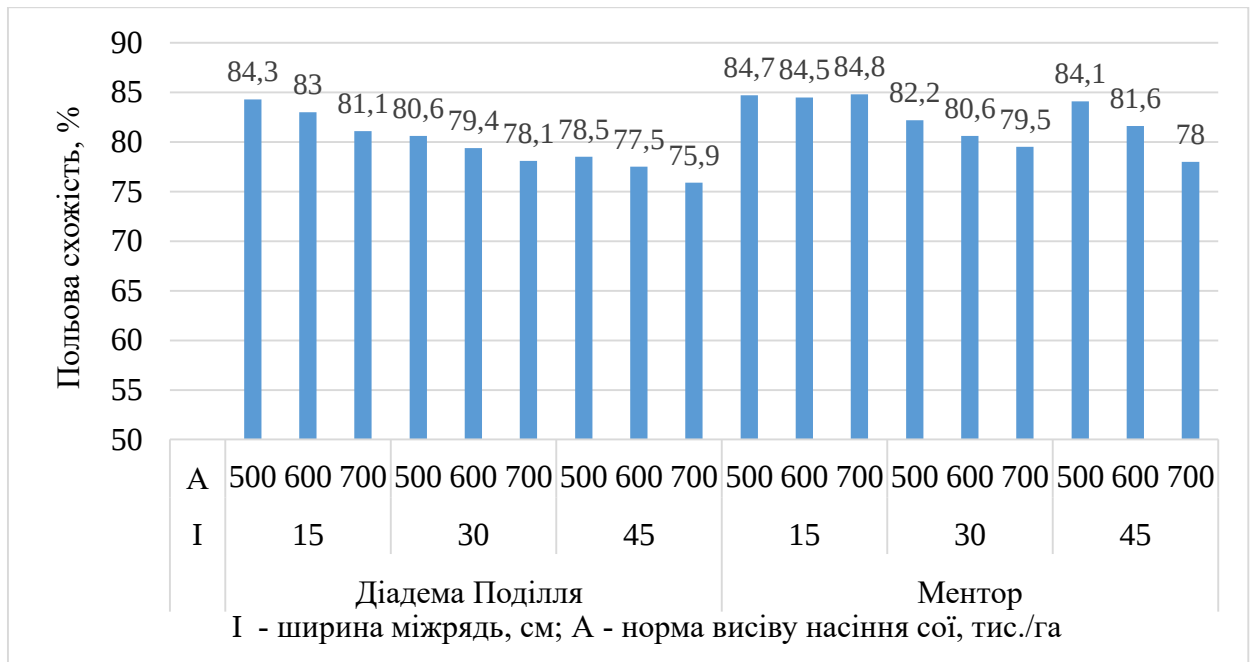


Рис. 4.2 Польова схожість насіння сої залежно від норми висіву та ширини міжряддя, %, 2021–2023 рр.

За доведення посівної норми до 600 тис./га схожих насінин сої польова схожість тенденційно зменшувалася на 1,2 % у сорту Діадема Поділля, за сорту Ментор – на 3,1 % порівняно з нормою висіву 500 тис./га.

Гідротермічні умови на час проведення сівби в 2022 році склалися так, що температура ґрунту на глибині 10 см становила +13,3 °С, а за період від сівби до сходів випало 1,5 мм опадів. За таких умов схожість насіння сортів сої, що вивчали, була нижчою, ніж у 2021 році лімітуючим фактором її зниження виявилася температура ґрунту (дод. В 4).

Найвищою польова схожість насіння обох сортів зафіксована на ділянках із нормою висіву 500 тис. насінин/га. У сорту Діадема Поділля – 93,9 %; у сорту Ментор – 93,0 %.

У 2023 році за період «сівба–сходи» польова схожість насіння виявилася найнижчою за роки проведення досліджень. У сорту Ментор за сівби 500 тис./га польова схожість становила 91,6; 90,0 і 87,0 %, а у сорту Діадема Поділля за такої самої норми висіву 89,4; 86,2 і 83,1 %.

У середньому за роки досліджень спостерігається чітка закономірність зниження польової схожості насіння за збільшення ширини міжрядь та норми висіву насіння. За норми 500 тис. схожих насінин/га сої сорту Діадема Поділля за ширини міжряддя 15 см польова схожість становила 93,1 %, за широкорядного посіву (30 і 45 см) – 89,9 та 84,2 %. Із збільшенням норми висіву до 700 тис./га схожих насінин, за кожної ширини міжрядь, схожість насіння знижувалася до 90,1; 87,3 і 85,5 %. У сорту Ментор польова схожість насіння за норми висіву 500 тис. насінин/га за ширини міжрядь 15, 30 і 45 см становила 93,5; 93,0 і 92,0 %, за норми 700 тис./га показник знижувався до 92,4; 89,4 і 88,4 %.

Серед науковців немає спільної думки. Одні стверджують про зниження показників польової схожості насіння внаслідок підвищення норми висіву, інші, навпаки, наполягають, що з підвищенням норми висіву насіння польова схожість зменшується [7].

На думку А. О. Рожкова, О. О. Міхєєва [167], із посиленням конкуренції між рослинами за факторами росту і розвитку, польова схожість насіння у зв'язку з активізацією ростових процесів і «бажанням» виконати основну функцію – продовження виду – дещо зростає. Однак після досягнення певної критичної межі загущення, специфічної для кожного сорту рослин, відзначено тенденцію до зниження показників польової схожості насіння.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що польова схожість насіння сої за різної норми висіву залежно від середньодобової температури (X_1) та кількості опадів (X_2) можна описати рівнянням лінійної регресії: $y=108,97+(-2,57)X_1+0,19X_2$, за ширини міжряддя $y=120,52+(-3,50)X_1+0,27X_2$.

Кореляційні розрахунки засвідчили, що польова схожість насіння сої за норми висіву має позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,98$) та обернений середній кореляційний зв'язок із середньодобовою температурою ($r=-0,36$). За ширини міжряддя встановлено позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,99$) та обернену кореляційну залежність із середньодобовою температурою повітря ($r=-0,28$).

Отже, у роки досліджень створено сприятливі погодно-кліматичні та агротехнічні умови для дружних і своєчасних сходів посівів сої.

Одним із показників, що істотно впливає на ріст, розвиток та продуктивність сої, виділяється густота рослин. За збільшення густоти рослин зменшується кількість продуктивних гілок, насінин, бобів в них, загальна продуктивність рослин [30]. У роки з достатньою вологозабезпеченістю максимальний урожай одержують за більшої густоти, тоді як у посушливі роки – меншої.

Варто зауважити, що густоту рослин і норми висіву насіння сої потрібно встановлювати з урахуванням біологічних особливостей кожного сорту.

У роки проведення досліджень густота рослин коливалася від 84,5 до 93,1 % у сорту Діадема Поділля та від 88,4 до 93,5 % у сорту Ментор. Упродовж вегетації вона зменшувалася залежно від умов, що виникали у період вегетації та конкуренції між рослинами, яка посилювалася за їх загущення (рис. 4.3).

Упродовж усього періоду вегетації – від сходів до повної стиглості відбувалися зміни густоти рослин посівів сої. У середньому за роки досліджень, у посівах сої сорту Діадема Поділля, на варіантах з нормою висіву 500 тис./га упродовж вегетації випадало від 1,3 до 2,4 % рослин (табл. 4.1). Із застосуванням норми висіву 600 тис./га упродовж вегетації частка рослин, що випали, зросла до 1,8–2,7 % від початкової їх кількості. При цьому 1,2–1,9 % рослин випадали від сходів до цвітіння та 0,5–0,9 % від цвітіння до повної стиглості за $НІР_{05}=8,6$ %.

У посівах сої сорту Ментор за сівби з міжряддям 15, 30, 45 см за норми висіву 500 тис. насінин/га кількість рослин зменшувалася упродовж вегетації від 1,1 до 1,5 %, зокрема: 0,8–1,0 % випадало від сходів до цвітіння та 0,2–0,4 % – від цвітіння до повної стиглості. За норми висіву 600 тис./га схожих насінин до цвітіння випадали 0,2–0,4 % рослин.

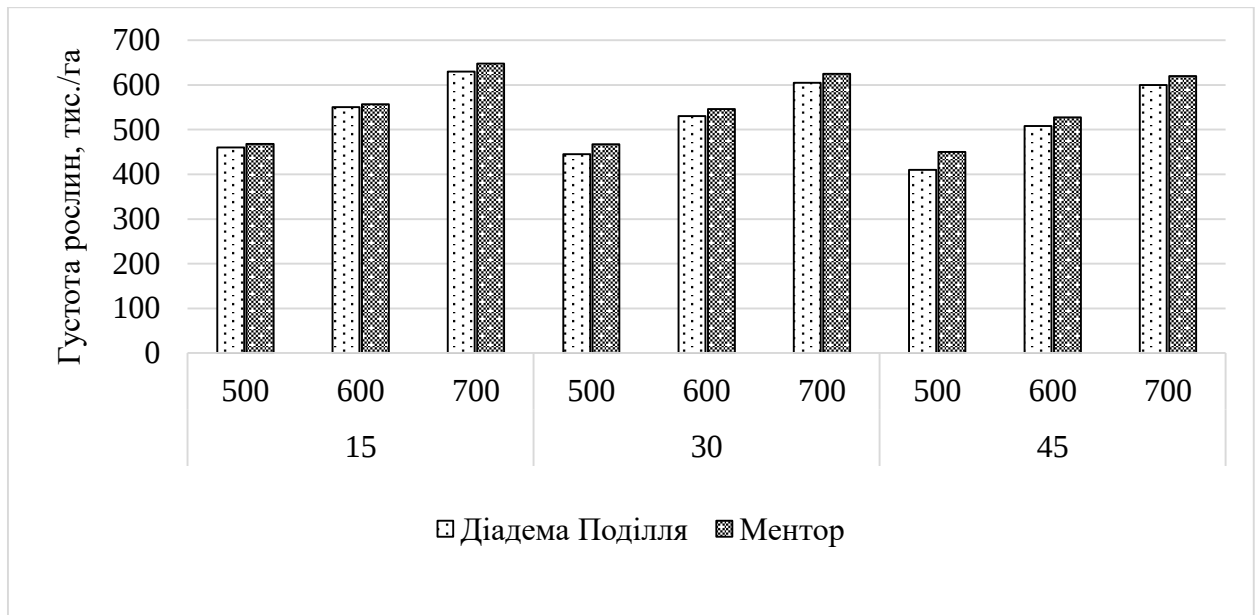


Рис. 4.3 Густота рослин сої залежно від способу сівби та норми висіву під час повних сходів, тис./га, 2021–2023 рр.

Посіви сої з шириною міжряддя 15 см до збирання зберігалися краще за норми висіву 500 тис./га, тоді як густота посіву 600 і 700 тис./га викликала зрідження таких.

За ширини міжряддя від 30 до 45 см в агроценозах сої кількість рослин, що випали, на варіантах зростала за однакової норми висіву насіння.

За одержаними результатами встановлено, що рослини сої істотно реагують на погодно-кліма-тичні умови, при цьому відзначається різна інтенсивність проходження фаз їх розвитку. Водночас недостатня кількість або відсутність опадів на тлі підвищених температур сприяла пришвидшеному загальному розвитку рослин сої.

У середньому, упродовж трьох років досліджень, тривалість міжфазних

періодів залежно від ширини міжряддя відрізнялася від 2 до 4 днів. У посівах із шириною міжрядь 30 і 45 см спостерігалось деяке подовження періоду вегетації рослин порівняно з ділянками із шириною міжрядь 15 см.

Таблиця 4.1

Динаміка густоти рослин сої залежно від норми висіву та ширини міжряддя, 2021–2023 рр.

Сорт	Шири-на між-рядь, см	Норма висіву, тис./га	Густота рослин за фазами розвитку, шт./м ²				Випало рослин упродовж «сходи – стиглість насіння»	
			повні сходи	цвітін-ня	форму-вання бобів	повна стиг-лість	шт./м ²	%
Діадема Поділля	15	500	46,6	46,1	46,0	46,0	0,6	1,3
		600	55,1	54,4	54,1	54,1	1,0	1,8
		700	63,1	62,1	61,8	61,8	1,3	2,1
	30	500	45,0	44,4	44,2	44,2	0,8	1,8
		600	53,2	52,5	52,0	52,0	1,1	2,1
		700	61,3	60,4	59,9	59,9	1,4	2,3
	45	500	42,3	41,7	41,3	41,3	1,0	2,4
		600	52,1	51,1	50,7	50,7	1,4	2,7
		700	59,7	58,4	57,8	57,8	1,9	3,3
Ментор	15	500	46,2	46,4	46,3	46,3	0,5	1,1
		600	55,4	54,9	54,7	54,7	0,7	1,3
		700	64,7	64,0	53,7	63,7	1,0	1,6
	30	500	46,5	46,0	45,8	45,8	0,7	1,5
		600	54,3	53,7	53,4	53,4	0,9	1,7
		700	52,6	61,9	61,4	61,4	1,2	1,9
	45	500	46,0	45,5	45,3	45,3	0,7	1,5
		600	54,6	53,8	53,5	53,5	1,1	2,0
		700	61,9	60,7	60,3	60,3	1,6	2,6
НіР ₀₅ загальне			4,6	3,2	3,0	3,0		

У рослин сої у період від сходів до гілкування істотних відмінностей у проходженні фаз росту й розвитку між сортами не зафіксовано. Проте від фази гілкування і до досягання насіння рослини розвивалися по-різному.

Варто зауважити, що як за знижених, так і підвищених температур повітря рослини сої уповільнюють свої ріст і розвиток. Це означає, що рослини

сої суттєво реагують на погодні умови. Одержані результати підтверджуються й іншими дослідниками, які вивчали культуру сої в інших ґрунтово-кліматичних умовах [2].

Вегетаційний період рослин сорту Діадема Поділля становив у середньому 102 днів, сорт Ментор – 114 днів.

4.2 Динаміка наростання вегетативної маси рослин

Висота рослин сої впливає на її продуктивність. Тому, залежно від динаміки цього показника впродовж вегетаційного періоду, можна визначається стосовно того, як складалися умови росту і розвитку рослин в онтогенезі. На основі аналізу ростових процесів стебла можливо з'ясувати найефективніші умови для формування високопродуктивних агрофітоценозів сої [231]. Оскільки показник висоти в онтогенезі рослин сої надто змінюється під впливом абіотичних та біотичних чинників, вивчення цього показника дає змогу встановити найважливіші залежності процесу формування високої продуктивності сої [33]. Стійкість рослин до вилягання та закладання нижніх бобів – властивості, які тісно корелюють з висотою рослин та враховуються як фактори, що впливають на формування майбутнього врожаю сої [21].

Під ростом рослин розуміється збільшення розмірів та маси останніх, пов'язаних з процесом новоутворення елементів структури рослинного організму, тоді як розвиток являє собою сукупність якісних змін морфоструктурних, біохімічних і фізіологічних особливостей, що мають місце в рослині упродовж онтогенезу під впливом її генотипу та екологічних чинників [171]. Тривалість інтенсивного росту сої залежить від групи стиглості певного сорту. На приріст рослин у довжину і накопичення вегетативної маси за міжфазні періоди впливають температурний режим, інтенсивність освітлення, тривалість світлового дня, технологія вирощування культури [137, 139].

За однакових норм висіву збільшення ширини міжрядь також сприяє збільшенню висоти рослин сої різних груп стиглості [222].

Інтенсивність лінійного росту рослин сої у проведених дослідженнях змінювалася упродовж усього вегетаційного періоду і визначалася, як правило, сортовими особливостями та густотою рослин.

Встановлено, що норми висіву насіння і способи сівби значно впливали на ріст, розвиток і формування надземної маси рослинами сої. Так, упродовж періоду вегетації темпи лінійного росту були різними.

Результати досліджень свідчать, що найменшою висота рослин сої відзначена на варіантах з густотою рослин 500 тис./га схожих насінин. За зростання норми висіву показник густоти рослин збільшився (рис. 4.4; дод. В 5).

За період цвітіння різниця у рості рослин сої сорту Діадема Поділля за різної норми висіву від 500 до 700 тис./га і зміни ширини міжрядь становила від 3,2 до 4,6 см, у сорту Ментор – від 4,2 до 5,6 см. За зростання ширини міжрядь від 15 до 30 см сприяло значному росту рослин сої у висоту сорту Діадема Поділля на 10,7, від 30 до 45 см – на 11,9 %, та від 15 до 45 см – на 22,8 %.

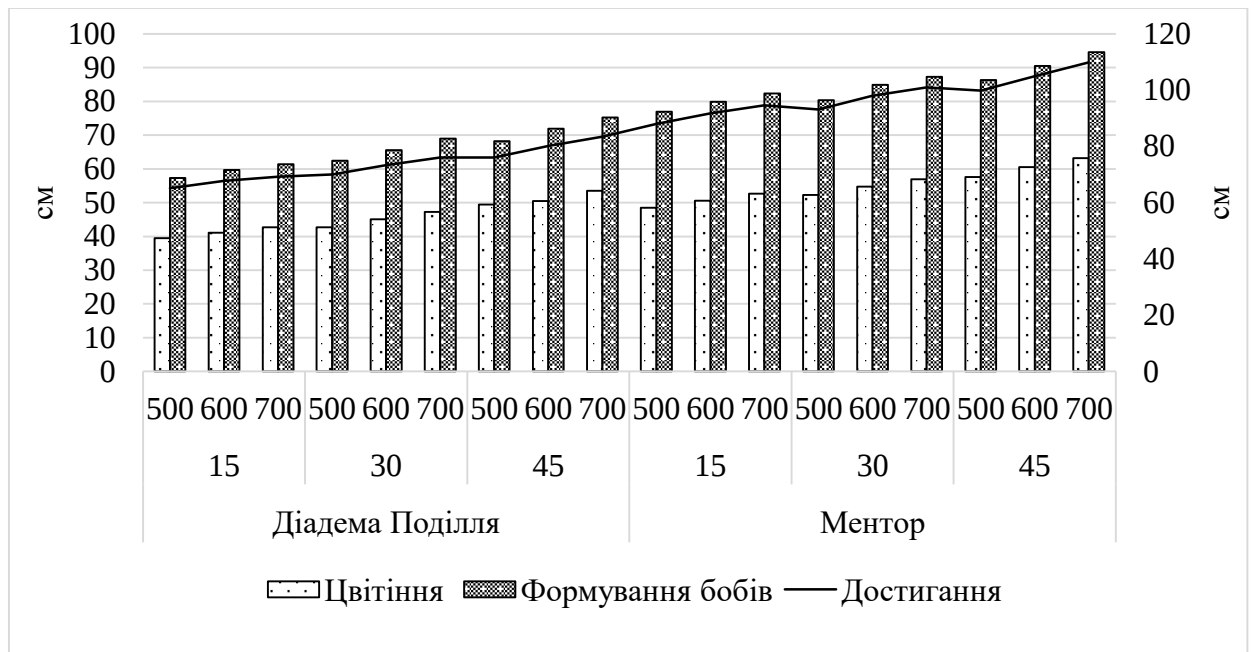


Рис. 4.4 Висота рослин залежно від норми висіву і ширини міжрядь, см, 2021–2023 рр.

Така ж закономірність відзначена у рослин сорту Ментор. За звичайної рядкової сівби ріст рослин виявився значно меншим, ніж за широкорядної.

Висота рослин сої за норми висіву 500 та 700 тис./га за сортами на період формування бобів і за ширини міжрядь 15 см, 30 і 45 см становила 4,1; 5,6 і 7,0 у Діадеми Поділля, 5,4; 7,0 і 8,3 см у сорту Ментор. За збільшення ширини міжрядь від 15 до 30 см висота рослин сорту Діадема Поділля зростала на 8,9 %, від 30 до 45 см на 9,2 %. У сорту Ментор така різниця між висотою рослин у посівах становила 7,0 і 7,4 %.

Висота рослин на період досягання насіння сорту Діадема Поділля за ширини міжрядь 15 см, 30 і 45 см становила 5,8; 6,8 і 12,6 см відповідно, у сорту Ментор – 5,9; 7,5 і 13,4 см тенденційно зросла.

Найвищою соя виявилася за ширини міжрядь 45 см і норми висіву 700 тис./га – 109,8 см. Зменшення норми висіву до 500 тис./га призвело до уповільнення росту рослин на 3,3 см (дод. В 5).

Варто зауважити, що рослини сої дуже чутливо реагують на зміну площі живлення.

Отже, за збільшення норми висіву насіння висота рослин сої зростала. Подібне пояснюється наявністю загущення агроценозів, ще зумовило затінення та витягування рослин. Ріст рослин сої збільшився за ширини міжрядь 30 і 45 см та норми висіву 700 тис./га.

За вирощування рослин сої важливе значення також має оцінка ростових процесів, на які впливають природні та агротехнічні чинники, і за допомогою регулювання яких можна підвищувати продуктивність рослин.

Упродовж онтогенезу рослини відбуваються закономірні зміни довжини міжвузлів, розмірів, форми, забарвлення листя залежно від їх розташування на стеблі та його бічних пагонах, морфології кореневої системи [131].

Зміни лінійного приросту у рослин сої упродовж доби виражає чутливість їх у посівах. Лінійний ріст упродовж розвитку рослин відзначено найменшим у посівах за ширини міжряддя 15 см і за норми висіву 500 тис./га,

тоді як за зростання норми висіву до 700 тис./га він значно збільшувався (рис. 4,5; дод. В 6).

Як виявилось упродовж періоду «цвітіння–формування бобів» найвищий середньодобовий лінійний ріст рослин сої зафіксовано за норми висіву насіння 700 тис./га, який становив за сівби з шириною міжрядь 15, 30 і 45 см для сорту Діадема Поділля 1,49; 1,65 і 1,72 см/добу, для сорту Ментор – 2,45; 2,65 і 2,62 см/добу відповідно. На період «формування бобів–повна стиглість насіння» встановлено значне зниження інтенсивності росту рослин сої із показником у сорту Діадема Поділля 0,15–0,17 см/добу, у сорту Ментор – 0,22–0,29 см/добу.

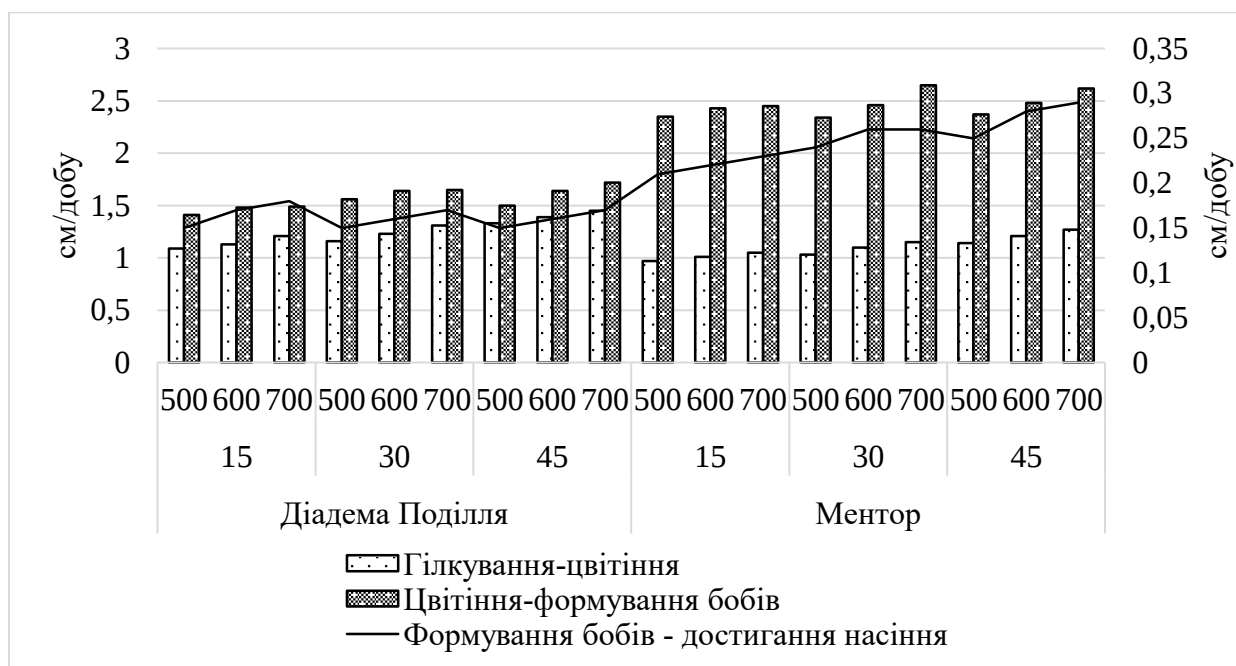


Рис. 4.5 Середньодобовий приріст рослин сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь, см/добу, 2021–2023 рр.

За норми висіву насіння від 500 до 700 тис./га збільшувався лінійний приріст від 5,1 до 6,6 % залежно від ширини міжрядь у сорту Діадема Поділля. Лінійний приріст рослин сої за аналогічних умов вирощування у сорту Ментор зростали на 7,7 %.

Середньодобовий приріст за період від цвітіння до формування бобів у середньому за три роки спостерігався більшим за зростання норми висіву.

Рослини сої інтенсивніше росли у висоту, порівняно з попереднім періодом, а їхня чутливість до загушення посилилася. Показники приросту у рослин сорту Діадема Поділля були різними на ділянках з нормами висіву від 500 до 700 тис./га залежно від ширини міжрядь і становили 9,6; 9,7 і 14,6 %, у сорту Ментор – 4,2; 13,2 і 10,5 % відповідно.

У рослин сої сортів Діадема Поділля і Ментор середньодобовий лінійний приріст зростав за загушення лише до періоду «цвітіння–формування бобів». Наприкінці вегетації темпи росту сої істотно знижувалися.

У період «формування бобів–повна стиглість насіння» приріст у рослин за добу визначено як не істотний. Загущені рослини сої у другій половині вегетації розпочинають інтенсивне формування надземної маси до фази цвітіння. Надалі ці процеси набувають складного характеру.

Рослини сої від повних сходів до початку утворення бобів накопичують 22–24 % сухої речовини, до початку цвітіння – 12–15 % [57].

У період від цвітіння до початку формування бобів зафіксовано інтенсивне накопичення сухої речовини у рослинах сої. За цей період останні близько половини сухої речовини всього урожаю.

У згаданий період виникли сприятливі умови для розвитку рослин сої, вони значно краще розвиваються і формують більшу надземну масу та насіннєву продуктивність. Соя чутливо реагує на зміни площі живлення, а збільшення кількості рослин у агроценозах призводить до зменшення їх середньої маси [63].

Різниця в накопиченні сухої речовини у різних сортів зумовлюється низкою чинників – ефективністю використання доступної вологи, площею листової поверхні, реакцією на світло, жаростійкістю, сортовими особливостями утворення габітусу рослини в конкретних умовах [216].

Період від повних сходів до початку утворення бобів становив 65–71 День, або майже половину вегетаційного періоду рослин сої.

За використання ширини міжряддя 30 і 45 см фази росту і розвитку

рослин наставали на 2 дні пізніше, ніж на ділянках із шириною міжряддя 15 см, що вплинуло на накопичення надземної маси.

Рослини сої на період цвітіння накопичували найбільшу сиру масу на ділянках за ширини міжрядь 30 і 45 см із нормою висіву 500 тис./га сорту Ментор (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Сира маса рослин сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь, г, 2021–2023 рр.

Сорт (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву, тис./га (С)	Маса 1 рослини		
			цвітіння	формування бобів	налив бобів
Діадема Поділля	15	500	25,3	26,7	27,9
		600	19,2	20,4	21,5
		700	13,7	14,8	15,7
	30	500	29,1	31,8	33,5
		600	25,5	27,6	29,1
		700	16,0	17,8	18,7
	45	500	29,3	32,0	34,1
		600	19,7	22,1	24,0
		700	14,2	16,2	18,0
Ментор	15	500	31,1	33,9	35,6
		600	26,1	28,7	29,9
		700	21,7	24,0	25,0
	30	500	33,6	36,8	38,6
		500	28,4	31,3	32,8
		700	23,2	25,5	27,0
	45	500	32,2	35,8	37,4
		600	22,1	30,8	32,0
		700	25,5	28,4	29,8
НІР ₀₅ А			1,1	1,0	0,9
НІР ₀₅ В			1,3	1,2	1,0
НІР ₀₅ С			1,3	1,2	1,1

Використання норми висіву насіння від 600 до 700 тис./га знижувало масу рослин сої. Особливо така різниця ставала відчутною у другій половині вегетації. За норми висіву 600 тис./га рослини сорту Діадема Поділля формували сиру масу в середньому на 12,5 % і за норми висіву 700 тис./га на

47,6 % меншою, у сорту Ментор – на 14,8 % і 27,5 % порівняно з нормою висіву 500 тис./га насінин. У фазу цвітіння, на період формування бобів це було відповідно на 23,3 і 16,2 % менше порівняно з нормою висіву 500 тис./га, а на період наливу бобів згадана різниця у сорту Діадема Поділля становила 24,8 і 17,4 %, у сорту Ментор – 31,5 і 27,2 %.

Рослини сорту Ментор відзначилися більшим зростанням надземної маси порівняно з рослинами сорту Діадема Поділля.

Під час цвітіння й формування бобів пришвидшуються темпи приросту сирової надземної маси, сухої речовини, листової поверхні та продуктивності фотосинтезу, а також різко зростає потреба у воді [71].

За результатами досліджень, проведеними в Інституті зрошуваного землеробства Д. О. Булигіним [43] встановлено, що найбільші показники накопичення сирової маси рослин спостерігалися за густоти 600 тис. рослин/га.

Надземна маса рослин сої на період «цвітіння–формування бобів» відзначалася більшою інтенсивністю середньодобового приросту порівняно з періодом «формування бобів – налив бобів» (рис. 4.6; дод. В 8).

На період цвітіння – формування бобів приріст надземної маси 10 рослин сої за добу в посівах із шириною міжряддя 15 см сорту Діадема Поділля становив 1,11 г, за ширини міжрядь 30 і 45 см – 1,76 і 1,96 г. Накопичення вегетативної маси рослин сої сорту Ментор на період «цвітіння – формування бобів» перебігало значно активніше і досягало за ширини міжрядь 15 см 1,85 г, за 30 і 45 см – 2,08 і 2,21 г/добу відповідно.

При застосуванні норми висіву 600 і 700 тис./га схожих насінин відбувалося зниження інтенсивності ростових процесів у посівах сої.

Різниця між приростом надземної маси у фазу «цвітіння–формування бобів» на ділянках з нормою висіву 700 тис. насінин/га у рослин сорту Діадема Поділля призводила до зниження від 29 % до 54 % порівняно з нормою висіву 500 тис. насінин/га. У сорту Ментор на період «цвітіння – формування бобів» на варіантах із нормою висіву 700 тис. насінин/га приріст надземної маси

скоротився на 23,9; 32,2 і 26,5 % порівняно з 500 тис. насінин/га відповідно до ширини міжрядь.

Добовий приріст рослин сої сорту Ментор на всіх ділянках дослідів на період «цвітіння–формування бобів» зростав на 27,3 % порівняно із сортом Діадема Поділля.

Середньодобовий приріст надземної маси у рослин сої у період від формування до наливу бобів, порівняно з періодом «цвітіння – формування бобів», зменшувався. У роки досліджень формування надземної маси рослинами сої залежало від погодних умов.

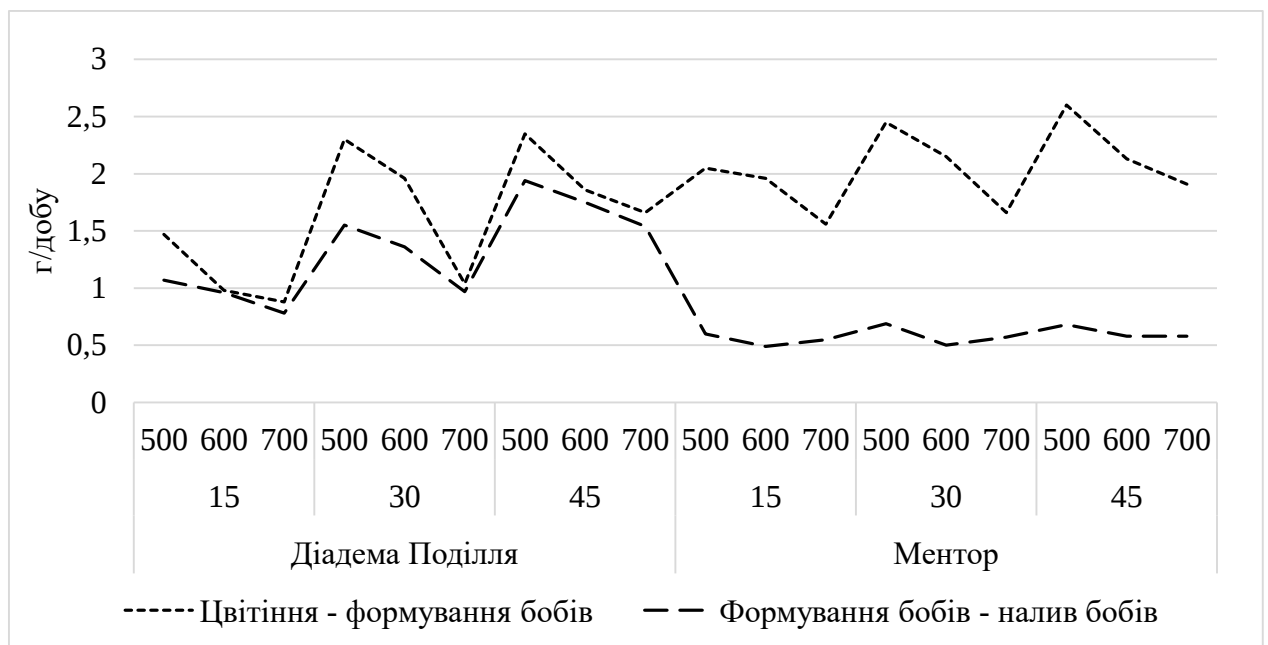


Рис. 4.6 Середньодобовий приріст 10 рослин сої за різних норм висіву і ширини міжрядь, г/добу, 2022–2023 рр.

У рослин сорту Ментор середньодобовий приріст на період «формування бобів – наливу бобів» зменшився на 55 % порівняно із сортом Діадема Поділля.

Узагальнюючим показником ефективності роботи фотосинтетичного апарату продуктивності сої є вихід сухої речовини з господарсько-цінною частиною врожаю. За даними О. А. Бабича, В. Ф. Петриченка [15], майже 95 % сухої речовини рослини формують за рахунок фотосинтезу.

Урожайність зерна регулюється різними чинниками, зокрема площею листової поверхні, фотосинтетичним потенціалом посіву, особливостями сорту тощо. Проте збільшення вегетативної маси не завжди сприяє підвищенню врожайності зерна [262].

Поряд із наростанням вегетативної маси підвищується накопичення сухої речовини у рослинах навіть за мінімального збільшення вегетативної маси [212].

Встановлено, що накопичення сухої маси рослин сої залежить від агротехнологічних факторів, що вивчали, та фази розвитку. Найвищою маса сухої речовини виявилася у фазу наливу бобів сої (рис. 4.7). Так, у сорту сої Діадема Поділля найбільшим цей показник відзначено за ширини міжряддя 45 см та норми висіву 600 тис. насінин/га – 27,2 г. За норми висіву 700 тис. насінин/га маса сухої речовини рослин сої зменшилася за ширини міжряддя 15 см на 43,9 %, за ширини міжряддя 30 см – на 43,5% і 45 см – на 21,9 % порівняно з нормою висіву 500 тис./га.

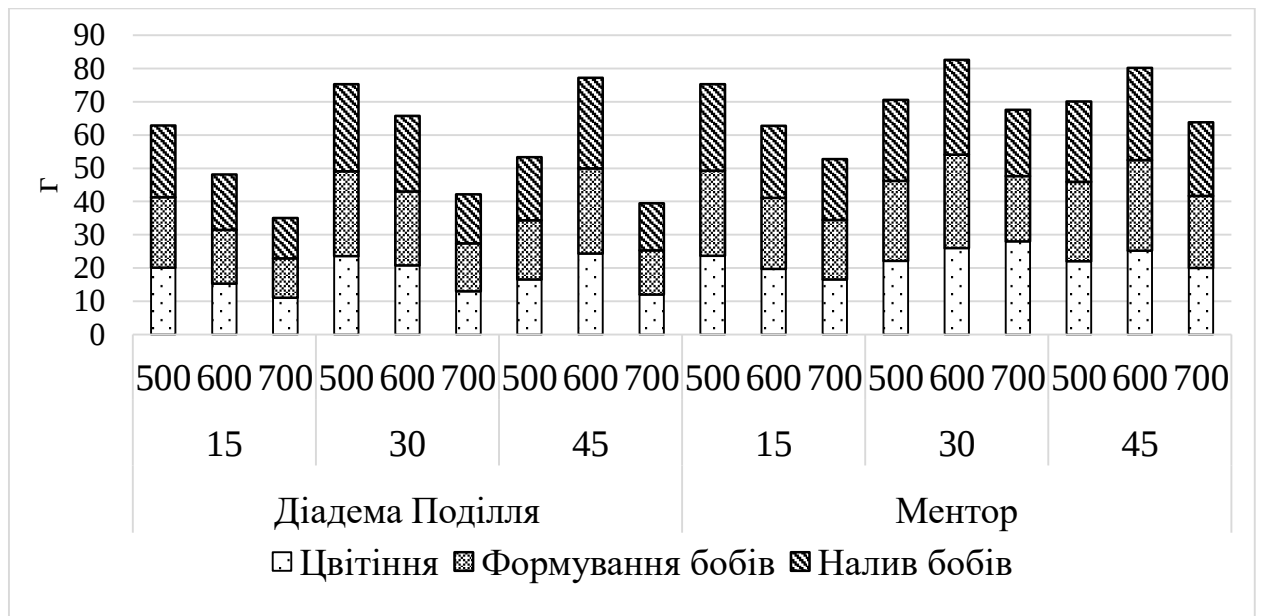


Рис. 4.7 Накопичення сухої маси рослинами сої за різних норм висіву та ширини міжрядь, г, 2021–2023 рр.

Динаміка накопичення сухої маси рослин сої сорту Ментор подібна до сорту Діадема Поділля, проте показники тут значно більші. У фазу цвітіння

згаданий показник змінювався від 16,5 до 26,0 г, у фазу формування бобів вегетативна маса зросла до 18–27,3 г, у фазу наливу бобів виявилася найбільшою і змінювалася від 18,3 до 27,7 г залежно від норми висіву та ширини міжрядь. Так, у цій фазі за ширини міжряддя з нормою висіву 600 тис./га маса сухої речовини становила 28,5 г із шириною міжряддя 30 см, тоді як за ширини міжряддя 45 см – 27,7 г.

Дослідження показали, що накопичення абсолютно сухої маси рослин сої за сортами, зі збільшенням норми висіву (від 600 до 700 тис./га) рослини сорту Діадема Поділля формували меншу надземну масу. Отримані дані засвідчили, що рослини сорту Діадема Поділля більшою мірою реагували на загущення посівів порівняно із сортом Ментор.

Отже, показники середньодобового вагового та лінійного приросту рослин сої залежно від сортів як в абсолютно сухій масі, так і у сирій, значно залежали від площі живлення та густоти рослин.

4.3 Площа листкової поверхні і продуктивність фотосинтезу сої

Відомо, що розміри листкової поверхні рослин, тривалість їх роботи слугують визначними факторами продуктивності фотосинтезу та розміру врожайності. За збільшення у посівах сумарної площі листя урожайність передусім зростає завдяки поглинанню більшої кількості сонячної радіації. На розмір листкової поверхні і тривалість її життєдіяльності впливають удобрення, строки сівби, вологість ґрунту, обробіток ґрунту та ін. [54, 91, 95, 129, 143, 169, 193].

Невелика площа листкової поверхні стає причиною недостатнього використання фотосинтетично активної радіації. Водночас занадто велика їх площа призводить до взаємозатінення листків, тому значна частина таких у нижньому ярусі обпадає [72, 93, 123, 146, 147].

Високоякісну продукцію сільськогосподарських рослин можна отримати в посівах з оптимальною за розмірами площею листків, відповідним

ходом їх формування та структурою [129, 142, 229]. Оптимальний ріст листової поверхні та формування високого фотосинтетичного потенціалу листя значною мірою залежать від обґрунтованої технології вирощування, що забезпечує тривалішу роботу листового апарату [29, 205, 242].

Вважається, що основою, за якої внаслідок фотосинтетичної діяльності створюється врожай сої, є формування оптимальної площі листової поверхні. Листкова поверхня засвоює сонячну енергію і синтезує органічні сполуки, що спрямовуються на формування нових органів рослин та врожаю. Згідно з результатами досліджень, проведених у Лісостепу України, відомо, що оптимальна площа листової поверхні для сої повинна становити 40–50 тис.м²/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована і тому ФАР використовується нераціонально. Проте й більша площа листової поверхні небажана, оскільки через взаємозатінення значна частина листків у нижньому ярусі обпадає, а решта працює неефективно [35, 103, 269]. Дослідниками встановлено, що цей показник у сої може варіювати у досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних заходів з її вирощування [80, 175].

Для отримання високого врожаю необхідне добре розвинуте листя, з якого в репродуктивні органи надходить як пластичний матеріал, так і мінеральні елементи. Розвинута вегетативна маса слугує основою для формування високої продуктивності рослин [132, 246, 255].

Рослини сої у процесі фотосинтезу зазвичай використовують менше 1 % сонячної радіації. Сонячна енергія визначається величиною поглинутої такої рослинами і ступенем використання енергії, що поглинається упродовж фотосинтезу. Поглинання залежить від асиміляційної поверхні посіву та кількості ФАР, що визначається густотою рослин та їх розвитком. На засвоєння енергії впливає інтенсивність фотосинтезу, що залежить від температурного і водного режимів, засвоєння специфічної величини й

асимілянтів [187, 237, 267].

Збільшення густоти посіву стримує розвиток листкового апарату на початкових етапах росту і пришвидшує в кінці вегетаційного періоду відмирання. Це позначається на площах асиміляційного апарату агроценозу та продуктивності рослин [150, 183].

За підвищеної густоти, розміри асиміляційної поверхні окремих рослин зменшуються непропорційно збільшенню їх кількості на площі, значення площі листкової поверхні агроценозу зростає [175].

Дослідженнями встановлено, що формування приросту листкового апарату і тривалість роботи фотосинтетичного апарату визначалися зміною густоти рослин та ширини міжрядь.

Від фази цвітіння до фази формування бобів площа листкової поверхні зростала. Проте за утворення генеративних органів, коли відбувалося різке підвищення температури повітря та зниження його вологості, рослини сої істотно уповільнили процеси фотосинтезу. При цьому спостерігався відтік пластичних речовин з листків, розташованих у нижніх ярусах, та їх відмирання, що негативно вплинуло на загальну площу фотосинтетичного апарату.

У дослідженнях вивчали вплив формування асиміляційного апарату сої сортів Діадема Поділля і Ментор залежно від норм висіву та ширини міжрядь. Встановлено, що за загущення агроценозів за всіх варіантів ширини міжрядь спостерігалось зменшення площі листя окремих рослин, проте загальна площа листкового апарату на 1 га і фотосинтетичний потенціал – зростали (табл. 4.3).

Загущені посіви здійснювали негативний вплив на площу листків однієї рослини, що зростав від початку до кінця вегетації сої. Площа однієї рослини сорту Ментор виявилася більшою порівняно з Діадема Поділля упродовж вегетації сої. Зростання норми висіву від 500 до 700 тис./га призводило до меншої площі листкового апарату однієї рослини у фазу цвітіння у середньому у сорту Діадема Поділля від 15,7 до 19,7 %, Ментор – від 19,4 до 21,9 %.

Таблиця 4.3

Площа листкової поверхні однієї рослини сої залежно від норми висіву та ширини міжряддя, см², 2021–2023 рр.

Сорт (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву, тис./га, (С)	Фаза розвитку		
			цвітіння	формування бобів	налив насіння
Діадема Поділля	15	500	491	513	787
		600	436	457	704
		700	394	419	695
	30	500	545	568	865
		600	488	506	767
		700	449	466	713
	45	500	551	590	931
		600	524	554	857
		700	464	490	757
Ментор	15	500	655	726	824
		600	590	603	719
		700	518	532	716
	30	500	708	776	975
		500	651	691	816
		700	553	581	715
	45	500	699	765	1021
		600	687	738	890
		700	563	610	739
НІР ₀₅ А			42	45	55
НІР ₀₅ В			18	20	25
НІР ₀₅ С			35	33	30

Площа листкової поверхні значно зменшувалася за міжрядь 15 см у сорту Діадема Поділля – на 97 см², у сорту Ментор за міжрядь 30 см – на 155 см². За час формування бобів площа листкового апарату рослин у загущених агроценозах за ширини міжрядь 15 і 45 см у сорту Діадема Поділля відзначена нижчою в середньому на 97 см², за ширини міжрядь на 30 см – на 102 см² (21,9 %), у сорту Ментор за міжрядь 15 і 45 см – у середньому на 174 см², за ширини міжрядь 30 см – на 195 см² (33,5 %). У фазу наливу насіння за міжрядь 15, 30 см згаданий показник зменшився на 92 і 152 см² у сорту Діадема Поділля, у сорту Ментор – на 108 і 260 см². Усе це стало Усе це стало наслідком

посилення конкуренції, зменшення забезпеченості рослин вологою, поживними речовинами, світлом, що погіршило їхній розвиток та зменшило кількість листків.

На період цвітіння площу листя однієї рослини сої визначено у сорту Діадема Поділля в межах 394–551 см², формування бобів – 419–590 см² і на період наливу насіння – 695–931 см².

Площа листкового апарату сорту Ментор зафіксовано у фазу цвітіння у межах 518–708 см², формування бобів – 532–776 см², налив насіння – 715–1021 см². Найбільшу площу листя встановлено у рослин сої за міжрядь 45 см і норми висіву 500 тис./га – 1021 см².

Відзначено тенденцію до зростання площі листкової асиміляційної поверхні однієї рослини за збільшення ширини міжрядь. Так, ширина міжрядь від 15 до 45 см на період наливу насіння сприяла збільшенню такої на 153 см², або 16,9 %. Пояснюється це тим, що за використання широкорядних посівів із міжряддями 30 і 45 см у рослин налічується більша кількість листків за рахунок того, що їх змикання між рядками відбувалося пізніше й світла в нижні яруси проникало більше. За ширини міжряддя (15 см), через раннє затінення ґрунту, листя нижніх ярусів значно раніше жовтіло та опадало [36, 260].

У роки проведення досліджень найбільша асиміляційна поверхня рослин сої формувалася за норми висіву насіння 600–700 тис./га та за ширини міжрядь 30 і 45 см (табл. 4.4; дод. В 9).

Підвищення норми висіву від 500 до 700 тис. насінин/га через зростання кількості рослин, викликало збільшення фотосинтетичного апарату у фази цвітіння і формування бобів у середньому на 8,4 і 12,3 % відповідно. На період наливу насіння за міжряддя 45 см площа листкової поверхні на 1 га зростала у середньому на 4,7 тис.м² (12,6 %) порівняно із шириною міжряддя 15 см.

Площа фотосинтетичної поверхні листків на 1 га мало залежала від

способу сівби сої. Із збільшенням ширини міжрядь від 15 до 30 см її на період наливу насіння зафіксовано більшою на 3,3 тис. м² у сорту Діадема Поділля, на 4,7 тис. м² у сорту Ментор.

Таблиця 4.4

Фотосинтетичний потенціал і площа листкової поверхні сої залежно від норми висіву і ширини міжряддя, 2021–2023 рр.

Сорт (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву, тис./га (С)	Площа листкової поверхні, тис.м²/га			Фотосинте- тичний потенціал, млн м² діб/га
			цвітіння	формуван- ня бобів	налив зерна	
Діадема Поділля	15	500	22,5	23,8	36,3	1,95
		600	23,3	24,7	37,4	1,98
		700	24,5	26,0	37,9	1,96
	30	500	24,3	25,7	39,3	2,12
		600	25,6	26,8	40,3	2,14
		700	26,4	27,4	41,8	2,16
	45	500	24,2	26,0	40,6	2,16
		600	25,4	27,1	43,0	2,21
		700	26,3	27,9	42,1	2,19
Ментор	15	500	30,0	33,7	39,0	2,18
		600	31,5	32,6	38,2	2,17
		700	32,2	33,0	37,7	2,16
	30	500	31,6	35,1	44,3	2,56
		600	34,1	36,6	42,9	2,44
		700	32,5	34,1	41,9	2,34
	45	500	30,7	33,7	44,7	2,54
		600	33,3	36,1	43,7	2,44
		700	31,9	34,7	42,0	2,27
НІР ₀₅ А			1,44	1,42	1,50	0,15
НІР ₀₅ В			F _φ <F ₀₅	1,72	1,82	0,22
НІР ₀₅ С			F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅

Фотосинтетичний потенціал (ФП) характеризується загальною площею листкової поверхні рослин упродовж вегетації на 1 га. Посіви сої з фотосинтетичним потенціалом 2,2–3,0 млн. м² діб/га визначаються як добрі [196, 204].

Первинним процесом, що утворює органічні речовини у рослин, є

фотосинтез. Рослини у цьому процесі засвоюють із навколишнього середовища вуглець, що становить 42–45 % від маси сухих рослин, за рахунок чого й утворюються первинні продукти, на які припадає 90–95 % маси урожаю [159].

Накопичення сухої маси урожаю на 90–95 % відбувається у процесі фотосинтезу у листках, тоді як добовий приріст урожаю визначається розміром листя і продуктивністю фотосинтезу.

За розвитку рослин асиміляційна поверхня листка збільшується. Проте на період наливу бобів, коли розпочинається відтік поживних речовин із листків у насіння, спостерігається значне відмирання листя нижнього ярусу.

Упродовж періоду досліджень встановлено, що фотосинтетичний потенціал сої сорту Діадема Поділля за період «сходи – повна стиглість» знаходиться у межах 1,95–2,21 млн м² діб/га, у сорту Ментор – 2,16–2,56 млн.м² діб/га. Разом із тим, у міру розширення міжрядь згаданий показник збільшувався. Так, зростання фотосинтетичного потенціалу за збільшення міжрядь від 15 до 30 см сорту Діадема Поділля досягало 9,1 %, за 45 см – 11,7 %, у сорту Ментор – 12,4 і 11,5 % відповідно. Тут показник зростав у міру загущення агроценозів сої.

Слід констатувати, що характер зміни площі фотосинтезуючої листової поверхні виступає підсумком процесів росту і відмирання листків нижніх ярусів. Інтенсивність листків визначалася умовами середовища, реакцією рослин на норми висіву і ширини міжряддя.

У рослин сої, які знаходилися у різних умовах вирощування, листова поверхня наростала з різною інтенсивністю та досягала неоднакових розмірів. За різної тривалості вегетаційного періоду сої період функціонування листків виявився різним. Для накопичення сухої речовини в агроценозах сої з різною густотою виникали неоднакові можливості.

Встановлено, що продуктивність фотосинтезу в агроценозах сої залежно

від норми висіву і ширини міжряддя була неоднаковою. Найбільшою вона спостерігалася на варіантах з нормою висіву 500 тис./га (рис. 4.8). За такої норми висіву інтенсивніше перебігало накопичення сирої і сухої речовини, показники маси рослин виявилися вищими, ніж у загущених агроценозах, на ділянках з нормою висіву 600 і 700 тис. схожих насінин/га.

Рослини сої відзначалися більшим накопиченням маси у період від цвітіння до формування бобів, а звідси й вищою продуктивністю фотосинтезу порівняно з періодом від формування бобів до наливу насіння.

У посівах сорту Діадема Поділля у період «цвітіння – формування бобів», за норми висіву 700 тис./га за сівби з міжряддями 15 см, чиста продуктивність фотосинтезу знижувалася на 18,7 %, за 30 см – 30,0%, 45 см – 19,3 %, у сорту Ментор – на 23,9; 28,0 і 21,9 % відповідно порівняно з нормою висіву 500 тис./га.

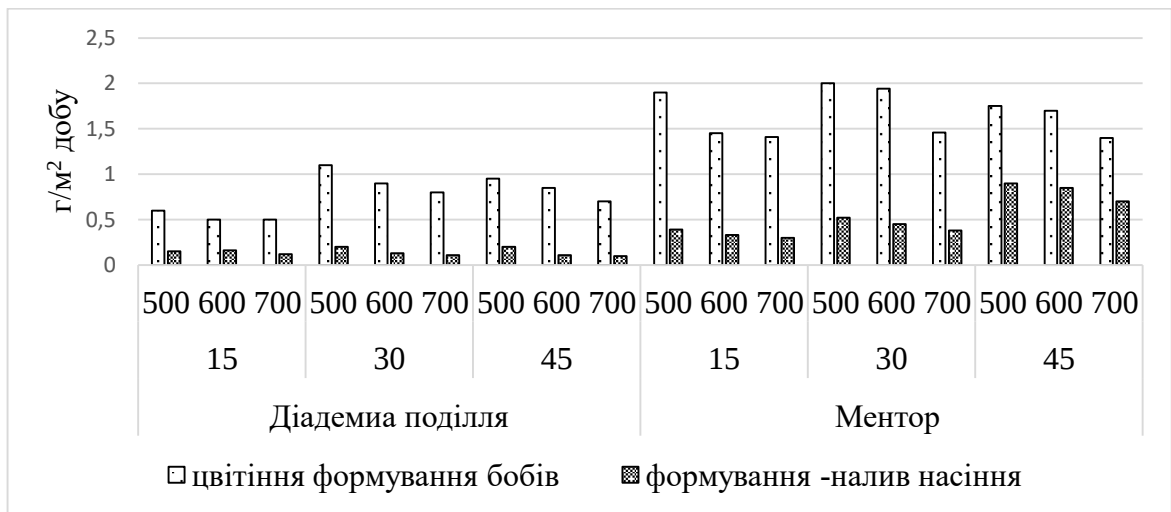


Рис. 4.8 Чиста продуктивність фотосинтезу агроценозів сої залежно від норми висіву та ширини міжрядь, г/м²/добу, 2021–2023 рр.

Чиста продуктивність фотосинтезу сої за період «формування бобів – налив насіння» виявилася значно меншою порівняно з періодом «цвітіння – формування бобів». У сорту Діадема Поділля чиста продуктивність фотосинтезу за ширини міжряддя 15 см, 30 і 45 см різниця становила 18,1; 50,0 і 64,7 %, у сорту Ментор – 40,0; 47,3 і 18,8 % відповідно.

Найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин створилися в агроценозах із шириною міжряддя 15 см. Продуктивність роботи листя тут виявилася більшою і чиста продуктивність фотосинтезу досягала у середньому $1,56 \text{ г/см}^2$ добу. Зростання пояснюється вдалим розміщенням рослин у просторі, що зумовило оптимальні умови росту і розвитку сої. Подібні результати одержали В. Г. Дідора та ін. [77].

Чиста продуктивність фотосинтезу залежить як від біологічних особливостей культури, так і від комплексу зовнішніх факторів: сонячної радіації, вологості ґрунту, температури повітря, рівня мінерального живлення [25].

Отже, зростання норм висіву від 500 до 700 тис./га схожих насінин частково і сприяло формуванню асиміляційної поверхні значних розмірів, проте фотосинтетичний потенціал сорту Ментор знижувався. Чиста продуктивність фотосинтезу сорту Діадема Поділля виявилася меншою у агроценозах із шириною міжряддя 15 см, тоді як за збільшення міжрядь до 30 і 45 см вона зростала.

Проведено кореляційний аналіз урожайності сої і показників фотосинтетичної діяльності рослин. Залежність урожайності сої від площі листової поверхні листка характеризується коефіцієнтом кореляції ($r=0,58$), який класифікується як середній прямий зв'язок (табл. 4.5).

Це доводить, що залежність урожайності від джерела варіації характеризується коефіцієнтом детермінації $R^2=0,34$ та означає, що врожайність насіння у проведених дослідженнях на 34 % залежить від площі листової поверхні рослин сої. За формою залежності зв'язок прямолінійний і описується рівнянням регресії $y=36,43+1,48x$.

Кореляційна залежність між урожайністю сої і чистою продуктивністю фотосинтезу показує прямий кореляційний зв'язок на рівні сильної кореляції ($r=0,84\pm 0,13$), $R^2=0,70$.

Таблиця 4.5

**Коефіцієнт кореляції між урожаєм та показниками
фотосинтетичної діяльності, 2021–2023 рр.**

Показник	Рівняння регресії	Коефіцієнти	
		кореляції, r	детермінації, R^2
Площа листкової поверхні	$y=36,43+1,48x$	$r=0,58\pm0,23$	0,34
Чиста продуктивність фотосинтезу	$y=0,614+0,308x$	$r=0,84\pm0,13$	0,70
Фотосинтетичний потенціал	$y=1,660+0,189x$	$r=0,73\pm0,17$	0,54

У результаті кореляційно-регресійного аналізу між урожайністю та фотосинтетичним потенціалом виявлено прямий сильний зв'язок $r=0,73\pm0,17$, рівняння регресії $y=1,660+0,189x$, де y – урожайність, т/га; x – фотосинтетичний потенціал. Як стає зрозуміло з рівняння, зв'язок між результативною ознакою та аргументом досить тісний, про що свідчить коефіцієнт детермінації $R^2=0,54$.

4.4 Динаміка кількості та маси бульбочок в онтогенезі у рослин сої

Головною з біологічних особливостей сої як бобової культури виділяється біологічна фіксація азоту з атмосфери. Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* соя засвоює молекулярний азот з повітря, перетворює його в амонійну форму та постачає рослинам в обмін на продукти фотосинтезу [47]. Симбіотична азотфіксація за оптимальних умов дає змогу рослинам сої фіксувати до 150–190 кг/га біологічного азоту, що поліпшує баланс азоту в ґрунтах сівоzmіни, зменшує потребу у застосування мінерального азоту, істотно підвищує врожайність культури та рентабельність її вирощування. Водночас завдяки діяльності мікроорганізмів у ґрунті в доступній формі накопичується не лише азот, а й фосфор і калій, що засвоюються з дещо глибшого горизонту, з материнської породи [154].

Ефективність бактеризації сої залежить від сорту, умов вирощування, технологічних заходів [16].

На розвиток азотфіксуючих бактерій значною мірою впливають агротехнічні заходи. Облік бульбочок здійснювали у шарі ґрунту 0–20 см на рослині в основні фази росту і розвитку рослин сої.

Встановлено, що кількість бульбочок на коренях сої упродовж вегетації поступово зростає.

Бульбочок у фазу бутонізації налічувалося на рослину сорту Діадема Поділля 13,2–23,0 шт., цвітіння – 24,0–33,5 наливу насіння – 37,7–57,0 шт. (рис. 4.9; дод В 10). Кількість бульбочок у сорту Ментор за фазами росту і розвитку збільшилася порівняно з сортом Діадема Поділля.

За норми висіву 700 тис./га насіння сої відбувалося зменшення кількості бульбочок. Так, у фазу бутонізації їх виявилося менше у сорту Діадема Поділля на 4,3–5,8 шт., сорту Ментор на 3,1–4,2 шт., у фазу цвітіння – на 6,9–10,3 шт. у сорту Діадема Поділля, у сорту Ментор на 6,8–9,4 шт. порівняно з нормою висіву 500 тис./га насіння сої.

У рослин сої, вирощених на ділянках із шириною міжряддя 30 см, спостерігалася тенденція до зростання кількості бульбочок на 35,3–30,0 % порівняно із шириною міжрядь 15 см.

За розвитку рослин асиміляційна поверхня листка збільшується, проте на період наливу бобів, коли розпочинається відтік поживних речовин із листків у насіння, відмічається значне відмирання листя нижнього ярусу.

Загальна кількість бульбочок на рослинах сої сорту Ментор виявилася більшою на 2,0–11,2 %, ніж за сорту Діадема Поділля.

У фазі бутонізації кількість бульбочок на одиниці площі визначена у межах 484–970 шт./м². Подальший ріст і розвиток рослин сприяв їх збільшенню із показником у фазу наливу насіння 1279–2299 шт./м² (дод. В 11).

Зростання норми висіву від 500 до 700 тис./га зумовило збільшення кількості бульбочок на 1 м². Показник зріс у фазу бутонізації на 50–79,9 %,

цвітіння – на 22,7–65,8, наливу насіння – на 29,0–71,0 %.

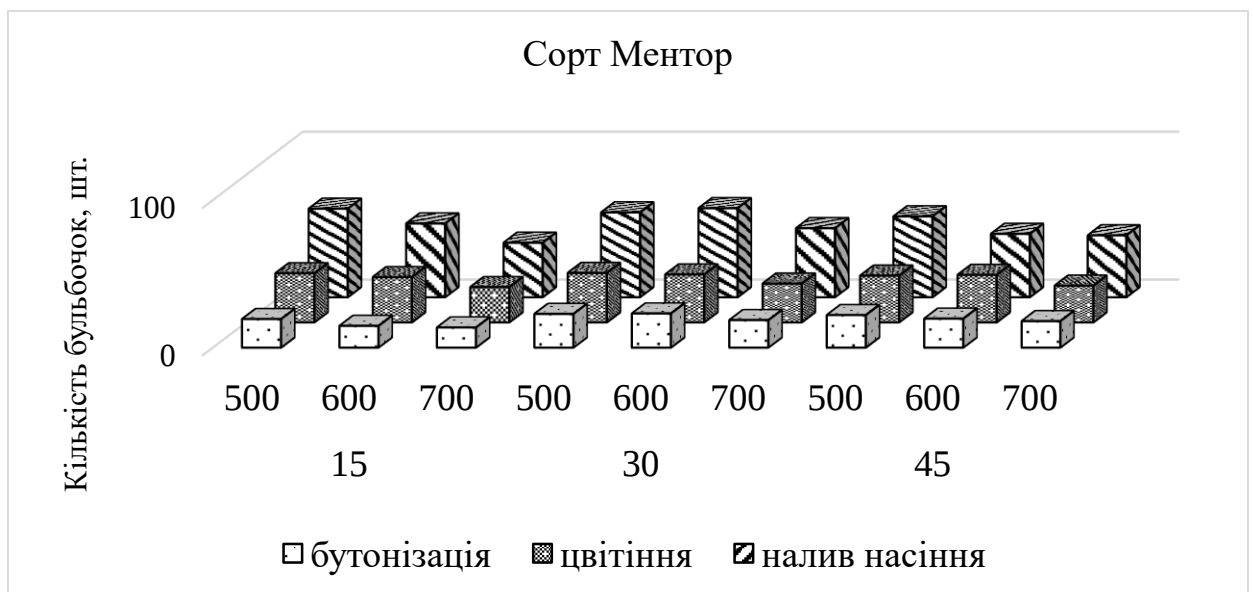
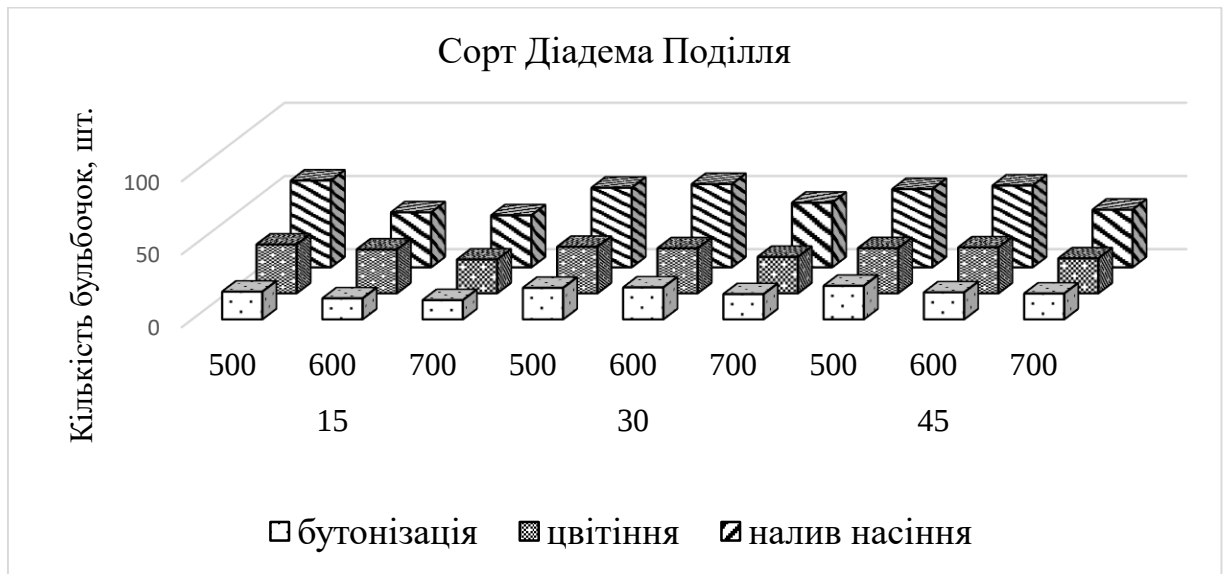


Рис. 4.9 Кількість бульбочок з однієї рослини сої залежить від норми висіву і ширини міжрядь, 2021-2023 рр.

Кількість бульбочок на рослинах сої сорту Ментор виявилася більшою в середньому на 2,2–5,8 % порівняно із сортом Діадема Поділля.

У рослин у фазі бутонізації вміст бульбочок істотно не залежав від ширини міжрядь.

Кількість бульбочок на період цвітіння за ширини міжрядь від 15 до 45 см до значно зменшилася за норми висіву 500 тис. насінин/га на 315 шт., за

норми висіву 600 тис. насінин/га – на 220 шт.

На період наливу насіння за норми 500 тис. насінин/га кількість бульбочок зменшилась на 471 шт., тоді як за норми 600 і 700 тис. насінин/га збільшилася за міжрядь від 30 до 45 см на 76 і 485 шт.

За зростання норми висіву маса бульбочок в агроценозах сої збільшилася. У фазу бутонізації вона зросла у сорту Діадема Поділля – на 0,40–1,65 г/м², у сорту Ментор – на 0,43–1,81 г/м², цвітіння сорту Діадема Поділля на 1,88–3,56 г/м², сорту Ментор на 2,15–3,77 г/м², наливу насіння – сорту Діадема Поділля на 3,99–5,81 г/м², сорту Ментор на 4,41–6,15 г/м².

На період бутонізації ширина міжрядь істотно не впливала на масу бульбочок, проте її вплив виявився значним у міру росту і розвитку рослин сої. Розширення міжрядь від 15 до 45 см у фазу цвітіння призвело до зменшення маси бульбочок за норми висіву насіння 500 тис./га на 36,9–68,8 % у сорту Діадема Поділля, на 42,4–69,1 % у сорту Ментор. За норми висіву 700 тис. насінин/га відзначено зменшення маси бульбочок за ширини міжрядь 45 см на 5,6 % у сорту Діадема Поділля, і на 4,3 % у сорту Ментор.

На період наливу насіння за ширини міжрядь від 15 до 30 см відбулося зменшення маси бульбочок за норми висіву 500 і 600 тис./га на 38 і 70 % у сорту Діадема Поділля, на 42,2 і 71,0 % у сорту Ментор.

У процесі росту та розвитку зернобобових культур активність біологічної азотфіксації змінюється, однак максимальні її показники припадають на період цвітіння рослин. Можливою причиною цього явища в онтогенезі зазначених культур стає перерозподіл асимілянтів між окремими їх органами, що на період формування бобів призводить до поступового зменшення надходження продуктів фотосинтезу із листків у коріння і бульбочки, що зумовлює погіршення активності бобово-ризобіального симбіозу [251]. Виявлення залежностей формування активності бульбочкових бактерій від факторів росту і розвитку бобово-ризобіального симбіозу виокремлюється важливим напрямом дослідження біологічної азотфіксації у

бобових культур [37].

На формування та активність симбіотичного апарату значно впливають температура повітря, атмосферні опади. За несприятливих умов вологозабезпечення процес бульбочкоутворення припиняється, а сформовані раніше починають відмирати [214].

У дослідженнях Н. М. Доктор, Н. В. Новицької [81] встановлено, що інтенсивний ріст бульбочок квасолі досягає максимуму у фазу цвітіння культури і закінчується до фази утворення бобів. Штучна передпосівна інокуляція насіння квасолі сприяє пришвидшеному формуванню активних азотфіксуючих бульбочок, ефективний симбіоз характеризується значною кількістю великих бульбочок рожевого кольору на коренях квасолі. Накопичення великої маси бульбочок закономірно призводить до підвищення активного симбіотичного потенціалу.

Отже, загущення агроценозів сої сприяло зростанню кількості і маси бульбочок на одиницю площі посіву, проте розширення міжрядь призвело до значного зменшення згаданих показників.

Висновки до розділу 4

1. Різниця в тривалості вегетаційного періоду визначалася особливостями сортів Діадема Поділля і Ментор та становила 2-6 днів. Застосування норми висіву 700 тис./га насінин призводили до скорочення міжфазних періодів у рослин сої на 1–3 дні порівняно з нормою висіву 500 тис./га. Збільшення ширини міжряддя до 45 см взагалі не впливало на тривалість між фазних періодів.

2. Істотне зниження польової схожості насіння спостерігалось за збільшення ширини міжрядь у агроценозах сої за однакових норм висіву сортів Діадема Поділля і Ментор.

3. У посівах сої сорту Ментор із шириною з міжрядь від 15 см до 45 см за норми висіву 500 тис. насінин/га кількість рослин зменшувалася упродовж періоду вегетації від 1,1 до 1,5 %, зокрема: 0,8–1,0 – випадало зі сходів до цвітіння; 0,2–0,4 % – до повної стиглості за норми висіву 600 тис./га схожих насінин.

4. Найвищою соя сорту Ментор виявилася за ширини міжрядь 45 см і норми висіву 700 тис./га – 109,8 см. Зменшення норми висіву до 500 тис./га призвело до уповільнення росту рослин на 3,3 см. Збільшення ширини міжрядь від 15 до 30 см висота рослин сорту Діадема Поділля зростала на 8,9 %, від 30 до 45 см на 9,2 %. У сорту Ментор ця різниця між висотою рослин у посівах становила 7,0 і 7,4 %.

5. Найбільша площа листкової поверхні рослин сої формувалася за норми висіву насіння 600–700 тис./га за ширини міжрядь 30 і 45 см. За підвищення норми висіву від 500 до 700 тис. насінин/га збільшення кількості рослин викликало зростання фотосинтетичного апарату у фазу цвітіння і формування бобів на 8,4 і 12,3 % відповідно.

6. Чиста продуктивність фотосинтезу сорту Діадема Поділля виявилася меншою у міжряддях із шириною 15 см, тоді як за збільшення міжрядь до 30 см і 45 вона зростала.

7. За зростання норми висіву маса бульбочок в агроценозах сої збільшилася. У фазу бутонізації вона зросла у сорту Діадема Поділля на 0,40 – 1,66 г/м², у сорту Ментор – на 0,43–1,81 г/м², цвітіння сорту Діадема Поділля – на 1,88–3,56 г/м², сорту Ментор – на 2,15–3,77 г/м², наливу сорту Діадема Поділля – на 3,99–5,81 г/м², сорту Ментор – на 4,41–6,15 г/м².

РОЗДІЛ 5

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА РІЗНОЇ НОРМИ ВИСІВУ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ

Урожайність – це результат складної взаємодії рослин згідно з їх генетичним потенціалом та комплексом факторів навколишнього середовища. Вплив росту і розвитку на рослини проявляється у зміні параметрів елементів їх продуктивності. Взаємозв'язок між основними групами факторів і визначає рівень урожайності сої [62, 79, 104, 151]

Урожайність різних сортів сої забезпечується, як правило, індивідуальною продуктивністю рослин та кількістю їх на одиниці площі. Тому для одержання найвищої урожайності потрібно забезпечити сприятливе поєднання усіх показників, про що свідчать проведені дослідження, спрямовані на вивчення індивідуальної продуктивності рослин у Західному Лісостепу України [120].

Залежно від біологічних властивостей і умов вирощування сорти сої по-різному реагують також на норму і ширину міжрядь, що відбивається на показниках структури врожаю [96].

5.1 Структура елементів продуктивності сої

За різних норм висіву та ширини міжрядь створюються неоднакові умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, зокрема і сої. Дослідженнями доведено, що за збільшення норми висіву насіння сої зменшується продуктивність рослини окремо, а висота прикріплення бобів нижнього ярусу зростає [75].

Висота прикріплення нижніх бобів належить до значно варіюючих ознак [44]. Встановлено, що рослини сої одного сорту, за різної норми висіву і способах сівби відрізняються за високою прикріплення нижніх бобів. Сорти сої, у яких показник прикріплення бобів низький, за зменшення площі

живлення зростає на 80–100 %. Також із підвищенням норми висіву збільшується частка бобів, які формуються на головному стеблі у вузлах верхнього ярусу, тоді як у середньому і нижньому ярусах кількість бобів зменшується [53, 239].

Формування врожаю зернобобових культур та сої зокрема визнано надзвичайно складним процесом, у якому задіяна велика кількість факторів. Особливості розвитку зернобобових культур передбачають незначне коригування урожаю завдяки кількості стебел і тривалості диференціації генеративних органів, як наслідок – залежністю цих процесів і впливу негативних чинників. Вплив стресових факторів погодних умов не дають змоги отримувати значну врожайність у разі істотної корекції інших елементів структури врожаю.

Зважаючи на вищевикладене, формування структури врожаю сої, зокрема: висоти прикріплення нижнього бобу, висоти рослин, кількості насінин в бобі, маси та кількості насінин з рослини і маси 1000 насінини, кількості бобів на рослині стали доволі актуальними до встановлення закономірностей їх зміни залежно від чинників досліду.

Наведені показники істотно залежать від зміни сортових особливостей, кліматичних умов і застосовуваних елементів агротехніки. Для зростання продуктивності агроценозів не лише треба знати закономірності їх формування, а й зміни залежно від впливу лімітуючих факторів.

Встановлено, що збільшення висоти прикріплення бобів нижнього ярусу спостерігалось за різної ширини міжрядь за підвищеної норми висіву. Одержані дані свідчать, що на ділянках із міжряддям – 30 і 45 см, боби нижніх ярусів прикріплені вище, ніж у агроценозах із шириною міжрядь 15 см (рис. 5.1; дод. Г 1).

Висота прикріплення бобів на рослинах сої виявилася більшою обох сортів за норми висіву насіння 700 тис./га незалежно від ширини міжрядь. За сорту Діадема Поділля висота прикріплення бобів у середньому становила

10,4; 10,9 і 12,4, у сорту Ментор – 12,5 і 13,5 см за наведеної норми висіву насіння.

Застосування норми висіву насіння від 700 до 500 тис./га призводило до значно нижчого зав'язування бобів у агроценозах із шириною міжрядь 15 см – сорту Діадема Поділля на 1,5 см, у широкорядних посівах 30 і 45 см – на 0,9 і 14 см відповідно. В агроценозах сорту Ментор за аналогічних умов зменшення висоти прикріплення нижніх бобів становило 1,9; 1,5; 1,2 відповідно за ширини міжрядь (дод. Г 1).

Збільшення кількості рослин у рядку із міжряддями 30 і 45 см сприяло значнішому росту рослин сої у висоту, що позначається на зміні висоти прикріплення нижніх бобів.

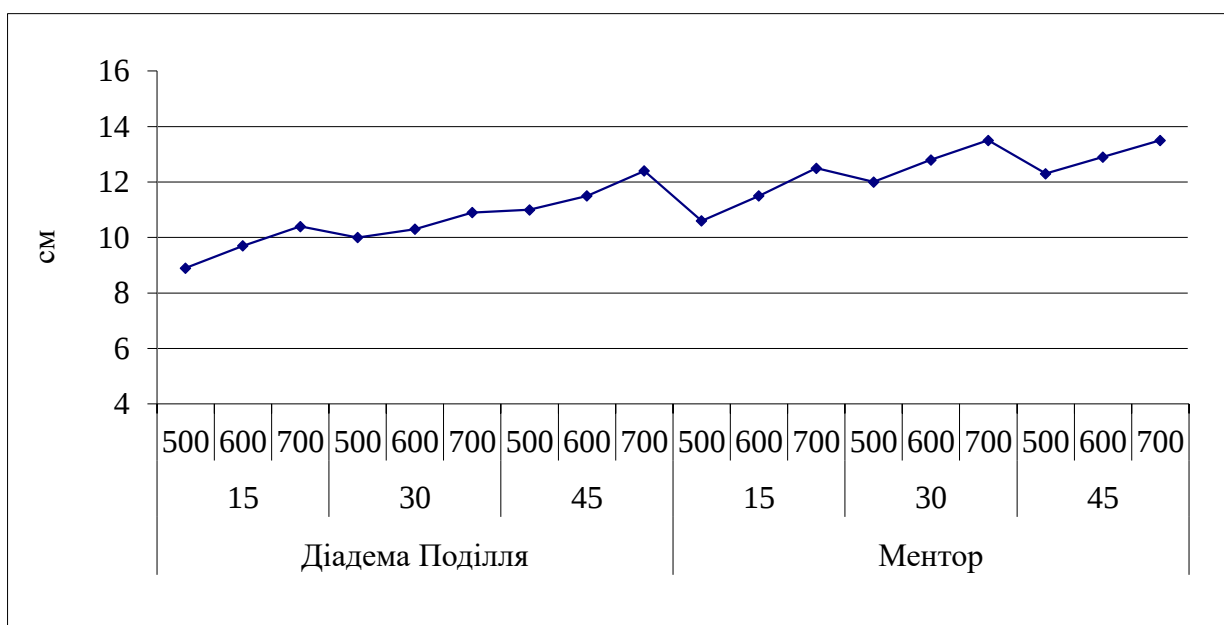


Рис. 5.1 Висота прикріплення бобів нижнього ярусу у рослин сої залежно від норми висіву та ширини міжрядь, см, 2021–2023 рр.

У зріджених посівах у нижньому ярусі рослин формується значна маса врожаю насіння, під масою якого гілки схиляються до землі, спричиняючи втрати під час збирання врожаю. У загущених посівах спостерігаються менша кількість бокових пагонів, але стебло досить тонке, через що трапляється полягання рослин [208].

Низьке прикріплення першого бобу призводить до зменшення урожайності сорту, оскільки значна кількість бобів втрачається під час збирання комбайном. Втрати врожаю від низького кріплення нижнього бобу можуть досягати 15–20 %. Така ознака пов'язана із загальною висотою рослини [82, 112, 121].

В агроценозах з нормою висіву 500 тис./га насінин сої, виникли сприятливі умови вологозабезпеченості для кожної рослини, тому на таких варіантах відзначено максимальну продуктивність рослин. У посівах сої з найменшою нормою висіву, особливо на ділянках із шириною міжрядь 15 см, основна кількість бобів знаходилася на бокових гілочках. За зростання норми висіву боби на рослинах сої формувалися у міжвузлях верхнього і середнього ярусів, зазвичай на головному стеблі, а не на бокових гілках, де їхня кількість істотно зменшувалася. Це призводило до збільшення кількості бобів, що формувалися на головному стеблі та зменшення кількості гілок і бобів на одній рослині. Агроценози з підвищеною нормою висіву знижували біологічну урожайність зерна з однієї рослини, що пояснюється погіршенням індивідуального розвитку рослин.

У рослин сорту Діадема Поділля встановлено нижчу здатність до формування бобів на бічних гілках і гілкування порівняно з рослинами сорту Ментор.

Індивідуальна продуктивність рослин являє собою комплексний показник, значення якого залежить від кількості бобів на одній рослині, середньої кількості насінин у них, маси насіння однієї рослини та маси 1000 шт. насінин.

Впливаючи на розвиток надземної маси та кореневої системи ширина міжрядь і норми висіву насіння сої виявили певний вплив і на рівень насіннєвої продуктивності рослин. Важливим було визначити зміни індивідуальної продуктивності рослин сої за різної густоти рослин в агроценозі та площі живлення.

Дослідженнями встановлено, що за норми висіву 500 тис./га схожих насінин формувалася найбільша кількість бобів, насінин та гілок на одній рослині сої незалежно від ширини міжрядь (табл. 5.1; дод. Г 2).

Таблиця 5.1

Елементи структури урожаю сої залежно від ширини міжрядь та норми висіву, 2021–2023 рр.

Сорт (А)	Ширина міжрядь, см (В)	Норма висіву, тис./га (С)	Кількість штук, шт.			Середня кількість насінин у бобі, шт.	Маса насінин з росли- ни, г	Маса 1000 насінин, г
			гілок	бобів	насіння			
Діадема Поділля	15	500	2,3	35	59	2,6	4,7	163,2
		600	2,1	32	56	2,4	4,2	160,4
		700	2,0	29	48	2,4	3,7	158,4
	30	500	2,0	32	57	2,1	5,6	161,3
		600	1,9	29	50	2,0	5,0	159,2
		700	1,9	28	47	1,9	3,9	157,2
	45	500	1,9	33	58	2,1	5,3	158,6
		600	1,9	30	53	2,0	4,3	160,0
		700	1,8	28	48	1,9	4,3	159,0
Ментор	15	500	2,5	45	78	2,4	7,5	190,4
		600	2,3	41	71	2,3	6,3	188,1
		700	2,1	36	65	2,3	5,4	187,3
	30	500	2,2	51	88	2,4	8,2	186,7
		600	2,0	49	84	2,3	7,1	188,2
		700	2,3	31	54	2,2	6,1	180,2
	45	500	2,1	54	90	2,4	8,7	184,5
		600	2,0	47	80	2,4	7,0	182,3
		700	1,9	37	72	2,3	6,1	180,4
НІР ₀₅ А			0,06	0,85	1,38			
НІР ₀₅ В			0,06	1,02	1,60			
НІР ₀₅ С			0,08	1,05	1,66			

Найменшу кількість бобів на одній рослині сої відзначено за норми висіву насіння 700 тис./га незалежно від ширини міжрядь, що становило від 28

до 35 шт. у сорту Діадема Поділля та від 31 до 54 шт. у сорту Ментор. За збільшення норми висіву від 500 до 700 тис. шт./га кількість насінин із рослини по сортах зменшувалася на 29,8–32,1 % у сорту Діадема Поділля та на 27,6–29,1 % у сорту Ментор.

Кількість насінин у бобі – це інтегральний показник, який показує наповненість бобів насінням, тобто свідчить про можливість потенційного зростання продуктивності агроценозів у разі формування більшої кількості насіння. Загалом за дослідом в одному бобі формувалося 2,2 шт. насінин, у сорту Діадема Поділля цей показник становив 2,1 шт., Ментор – 2,3 шт.

У сорту Діадема Поділля максимальна кількість сформованих в одному бобі насінин була за умови висівання насіння з шириною міжрядь 15 см, нормою висіву 500 тис. шт./га – 2,6 шт., за норми висіву насіння 600 і 700 тис. шт./га – 2,4 шт. За ширини міжрядь 30 і 45 см кількість насінин у бобі за норми висіву 500 тис. шт./га насінин становить 2,1 шт., за норми висіву 600 тис. шт./га насінин – 2,0 шт і за 700 тис. шт./га – 1,9 шт. насінин сої.

У сорту Ментор за норми висіву 500 тис. шт./га незалежно від ширини міжрядь кількість сформованих в одному бобі насінини досягала 2,4 шт. Кількість насінин у бобі за норми висіву 600 тис. шт./га насінин за ширини міжрядь 30 і 45 см становила 2,3 і 2,4 шт відповідно.

Незважаючи на важливість показників кількості бобів на рослині та кількості насінини у бобі, значно важливішими визнано кількість насінин та їхня маса з рослини як такі, за якими можна відстежувати основні тенденції реакції рослин на зміну умов вирощування. Особливості формування кількості насінин та їхньої маси з однієї рослини сортів сої залежать від агротехнологічних заходів (див. табл. 5.1).

Маса насіння з однієї рослини, залежно від варіантів, становила у сорту Діадема Поділля 3,8–5,42 г, у сорту Ментор 6,1–8,7 г, кількість насінин у бобі – Діадема Поділля – 1,9–2,6 шт. і у Ментор – 2,2–2,4 шт.

Варто зауважити, що за ширини міжрядь 15 см, 30 і 45 см маса насіння з

однієї рослини зменшувалася за зростання норми висіву від 500 тис./га схожих насінин, відповідно у сорту Діадема Поділля від 18 до 30,3 %, і у сорту Ментор від 25,6 до 29,8 % порівняно з нормою висіву 700 тис./га.

Використання норми висіву 700 тис./га рослин сої, кількість насінин у бобі, незалежно від ширини міжрядь, зменшувалася у сорту Діадема Поділля у середньому на 7,6–9,5 %, у сорту Ментор на 4,1–8,3 %.

У середньому за шириною міжрядь і нормою висіву сорт Діадема Поділля сформував 4,4 г насінин з однієї рослини, сорт Ментор – 6,8 г.

На переконання М. Я. Шевнікова [208], вибираючи спосіб сівби, слід враховувати високу пластичність сої до площі живлення, що проявляється у зміні індивідуальної продуктивності рослин. У посівах з оптимальною густотою і площею живлення рослин основна кількість бобів формується на головному пагоні, у зріджених – на бокових гілках. Негативна дія надмірного загущення призводить до вилягання, передчасного пожовтіння та опадання листків, неповного використання світла, вологи, поживних речовин, зниження біологічної фіксації азоту з атмосфери. Соя чутлива до зміни величини форми площі живлення рослин у посіві. Максимальне використання продуктів фотосинтезу у неї припадає на репродуктивну стадію, тому ширина міжрядь і площа живлення рослин має бути такою, щоб рослинний покрив повністю застилав ґрунтову поверхню до початку цвітіння. У загущеному посіві боби формуються у верхній частині рослин – наслідком цього є низька врожайність насіння. За зрідженого розміщення рослин характерне близьке до поверхні ґрунту закладання бобів, що призводить до значних втрат врожаю під час збирання.

Залежно від норми висіву соя змінює індивідуальну продуктивність, кількість бобів і насіння, масу насіння, висоту прикріплення нижніх бобів. За умов дотримання оптимальної густоти рослин, основна кількість бобів і насіння (65–75 %) формується на головному стеблі, 25–35 % – на бокових гілках [198, 207].

За збільшення норми висіву насіння від 300 до 600 тис. схожих насінин/га кількість бобів на одній рослині залежно від ширини міжрядь (15; 45; 70 см) зменшувалася [22].

На думку Д. Б. Енглі [217], із збільшенням кількості рослин на площі зростає їх затемнення, ще призводить до зниження продуктивності рослин, втрачається продуктивність нижніх ярусів. Пояснюється це більшою густиною рослин, пластичні речовини використовуються на будову тканини стебла і листків, які за загущення видовжуються.

Загальний урожай зерна з одиниці площі формують маса і кількість насіння з однієї рослини. За оптимального співвідношення ширини міжрядь і густоти рослин забезпечується максимальний урожай.

У агроценозів із шириною міжрядь 30 і 45 см відзначено найбільшу продуктивність рослин сої, де вони значно повніше забезпечені елементами живлення та вологою.

Кореляційний аналіз даних засвідчив, що існує тісний обернений зв'язок між кількістю рослин на 1 м² і кількістю бобів на рослині ($r=-0,76-0,92$), кількістю насінин на рослині ($r=-0,98-0,94$), кількістю насінин у бобі ($r=-0,14-0,81$), масою насіння на рослині ($r=-0,86-0,95$), відповідно до сорту (табл. 5.2). Існує пряма кореляційна залежність між кількістю бобів і кількістю насінин на рослині ($r=0,83-0,99$), масою насіння на рослині ($r=0,37-0,96$).

Найбільша маса насіння, кількість бобів і насінин на рослинах формувалися за норми висіву 500 тис./га, тоді як зростання такої до 600 і 700 тис./га призводило до зменшення цих показників. У сорту Ментор за норми висіву 500 тис/га на рослинах нараховувалося 15–54 бобів, за 700 тис./га – 31–37 шт. (рис. 5.2). Подібне пояснюється тим, що за загущення агроценозу зростала конкуренція рослин за світло, вологу і покривні речовини. При цьому зменшувалося надходження асимілянтів до репродуктивних органів і гальмувався фотосинтез, тобто створювалися несприятливі умови для формування бобів і насіння.

Посіви сої з меншою густотою рослин хоча й формують більше бобів та вищу індивідуальну продуктивність, ніж за оптимальної густоти, проте через малу кількість рослин забезпечують значно нижчу врожайність.

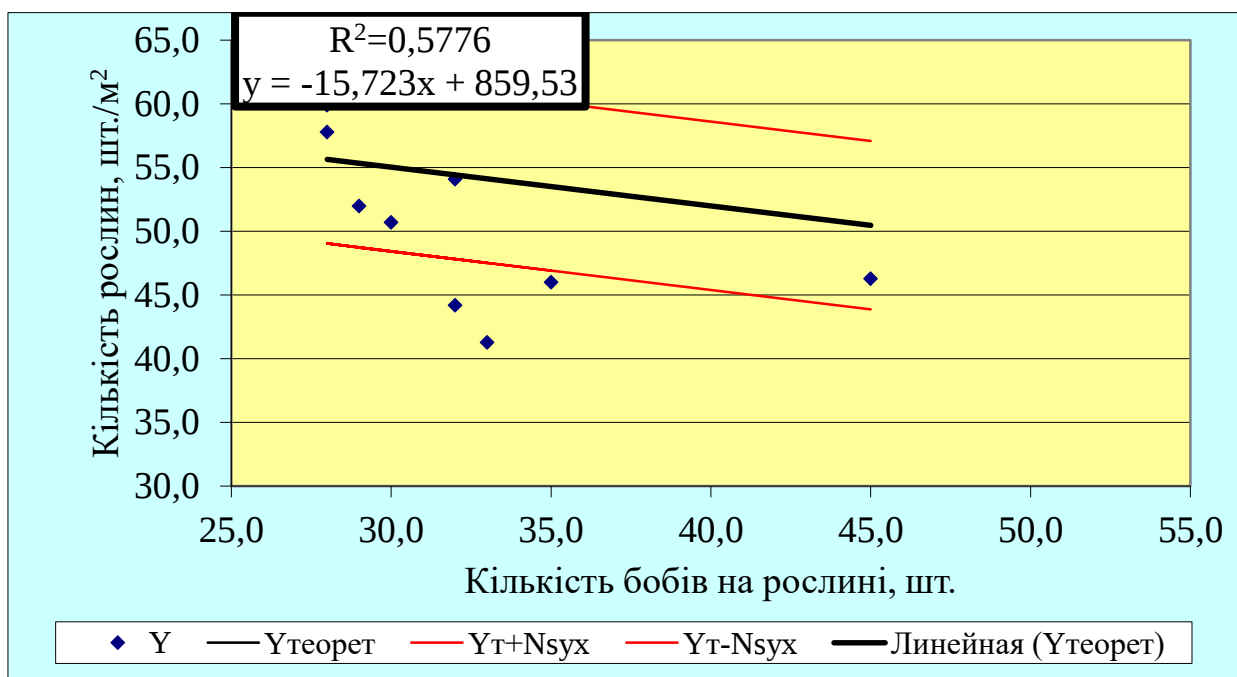
Таблиця 5.2

**Коефіцієнти кореляції між елементами продуктивності сортів сої
Діадема Поділля і Ментор, 2021–2023 рр.**

Елементи продуктивності	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насінин на рослині, шт.	Насінин у бобі, шт.	Маса насіння на рослині, г
Кількість рослин, шт.	-0,76/-0,92	-0,98/-0,94	-0,14/-0,81	-0,86/-0,95
Кількість бобів, шт.	—	0,83/0,99	-0,51/0,83	0,37/0,96
Кількість насінин на рослині, шт.	—	—	0,05/0,85	0,81/0,97
Насінин у бобі, шт.	—	—	—	0,56/0,76

Примітка: чисельник – сорт Діадема Поділля; знаменник – сорт Ментор.

Урожай сої визначається комплексом елементів продуктивності, а не одним якимось елементом.



**Рис.5.2 Зв'язок між кількістю бобів на рослині та кількістю рослин,
2021–2023 рр.**

Як свідчать дані, розвиток усіх елементів продуктивності сої значно

змінюється за різної норми висіву. Норма висіву насіння сої значною мірою задає умови формування елементів продуктивності. Головним завданням високопродуктивних агроценозів сої постає створення оптимальної густоти рослин як елемента продуктивності, що істотно впливає на інші елементи, й передусім на оптимізацію норми висіву.

Елементи продуктивності сої залежать від особливостей сорту. Для досліджуваних сортів сої характерні власні оптимальні параметри структури урожаю та їх поєднання. Сорти Ментор і Діадема Поділля формували різну масу 1000 насінин, а також кількість бобів і насінин на рослинах.

Маса насінин із рослини це головна ознака, яка визначає кінцеву продуктивність сої та впровадження сорту у виробництво. Вивчення маси насіння з рослини та взаємозв'язків з іншими показниками структури врожаю наведено у наукових роботах [37, 162, 212].

Маса 1000 насінин більшою виявилася у сорту Ментор і становила у середньому 180,4–190,4 г, у сорту Діадема Поділля – 157,2–163,2 г. Мінливість цього показника настає за змін умов навколишнього середовища у період наливу, густоти рослин і ширини міжрядь. За норми висіву насіння 500 тис./га відзначено найбільшу масу 1000 насінин на всіх варіантах ширини міжрядь, тоді як за норми висіву насіння 700 тис./га, маса 1000 шт насінин зменшувалася. Ширина міжрядь та норма висіву не завжди збільшували цей показник. Низка авторів вважають, що із збільшенням кількості насіння відбувається зменшення їх розміру, що нівелює переваги утворення великої кількості насіння [30, 235].

Варто констатувати, що у дослідженнях зменшення кількості насінин на рослинах, агроценози з нормою висіву насіння 700 тис./га, не призводили до зростання крупності насіння порівняно з контролем.

Отже, індивідуальна зернова продуктивність рослин сої досліджуваних сортів залежить від ширини міжрядь і норми висіву насіння.

5.2 Урожайність та якісні показники насіння сої

Головним підсумковим показником, що засвідчує ефективність розробки та вдосконалення елементів будь-якої технології вирощування польових культур визнано одержання найвищої їх урожайності з високою якістю.

Одним із шляхів збільшення урожайності сої виокремлюється вибір оптимального рівня загущеності посіву. Важливим стосовно цього виділяється питання норми висіву та передзбиральної густоти рослин, оскільки цей показник визначає рівень урожайності агроценозів та слугує одним з основних параметрів, що зумовлює загальні сортові особливості технологій вирощування. Встановлення оптимальної площі живлення і ширини міжрядь залишається дуже важливим питанням технології вирощування сої. Для сої це надто важливо, адже вона світлолюбна культура, а зміна площі живлення впливає на цілий комплекс морфологічних параметрів рослин та структурних показників посіву [39, 138].

Формування врожаю зернових бобових культур відзначається високою, диференційованою дією взаємопов'язаних чинників та реакцією рослин на умови середовище. Вирішальне значення при цьому відіграють метеорологічні умови. Незважаючи на обмеженість кліматичних характеристик зернових бобових культур, низькі якісні та кількісні рівні спостережень за впливом погодних умов на ефективність агротехнічних заходів, принципи агрометеорологічного обґрунтування формування врожаю зернових бобових культур дають можливість підвищити обсяги їхнього виробництва, враховуючи ступінь нестабільності погодних умов окремих років [27].

Вплив технологічних заходів на врожайність сої Діадема Поділля і Ментор практично не досліджується. Тому важливо вивчити вплив ширини міжрядь і норм висіву на урожайність цих сортів та оптимізувати технологічні заходи їх вирощування, що додасть можливості реалізувати врожайний

потенціал вказаних сортів.

Дослідження показали, що погодні умови, ширина міжрядь та норми висіву впливають на врожайність сої (табл. 5.3; дод. Г 3).

Сорт Ментор формував найвищу врожайність насіння у середньому упродовж трьох років, який перевищив сорт Діадема Поділля на 1,14–1,77 т/га, у середньому на 1,34 т/га. Істотні переваги в урожайності сорту Ментор спостерігалися лише за ширини міжрядь, що зумовлено високорослістю і доброю здатністю до гілкування сорту Ментор. Сорт Діадема Поділля на загущених посівах 2022 році вилягав, що не дало можливості повною мірою реалізувати потенціал продуктивності.

Збільшення ширини міжрядь від 15 до 45 см призводило до зниження урожайності сої Діадема Поділля у 2022 році від 8,5 до 9,5 % у несприятливі за погодними умовами на урожайність сої. Це зумовлено тим, що в широкорядних агроценозах за однакової густоти кількість рослин на погонному метрі набагато більша, ніж у звичайних рядкових, а нестача вологи посилювала згубний вплив надмірного загущення в рядку на ріст і розвиток рослин та формування їх продуктивності.

Як вважають О. І. Поляков [164], В. М. Жеребко [86], тим оптимальною за різних схем сівби є норма висіву 400 тис./га. Разом із тим Т. А. Забарна [89] свідчить, що загущення понад 500 тис./га призведе до зниження продуктивності рослин сої.

Так, 2021 рік відрізнявся найбільшою кількістю опадів за всі роки проведення досліджень, які рівномірно розподілялися у часі. У цьому році випало упродовж вегетації рослин сої 688,3 мм опадів.

За період вегетації рослин сої у 2022 році випало 359,4 мм опадів, початок якої супроводжувався відсутністю таких упродовж 18 діб від сходів до утворення трійчастого листка. Від цвітіння і до повної стиглості насіння сої рослини не відчули гострої нестачі вологи, проте для розвитку і формування надземної маси, яка могла б забезпечити більший урожай, опадів було

недостатньо.

Таблиця 5.3

Урожайність сої залежно від ширини міжрядь, норми висіву і сорту, т/га

Сорт (А)	Ширина міжрядь, см (В)	Норма висіву, тис./га (С)	Урожайність, т/га				До контролю, +/-%		
			2021	2022	2023	Се-реднє	сорт	ширина міжрядь	норма висіву
Діадема Поділля (St)	15 (St)	500 (St)	2,14	2,3	2,1	2,18	-	-	-
		600	2,3	2,33	2,2	2,28	-	-	4,4
		700	2,45	2,1	2,39	2,31	-	-	6,1
	30	500	2,66	2,21	2,6	2,49	-	14,2	-
		600	2,89	2,13	2,78	2,6	-	14,2	4,4
		700	2,57	2	2,55	2,37	-	2,6	4,7
	45	500	2,22	2,22	2,12	2,19	-	0,3	-
		600	2,23	2,15	2,18	2,19	-	-4	0
		700	2,8	2,03	2,66	2,5	-	7,9	14,2
Ментор	15	500	3,62	3,3	3,54	3,49	60	-	-
		600	3,65	3,28	3,49	3,47	53	-	-0,4
		700	3,79	3,17	3,41	3,46	49	-	-0,9
	30	500	3,91	3,53	3,9	3,78	52	8,4	-
		600	3,93	3,5	3,97	3,8	46	9,4	0,5
		700	4,01	3,3	3,91	3,74	58	8,2	-1,1
	45	500	4,07	3,8	4	3,96	81	13,5	-
		600	3,8	3,5	3,89	3,76	72	8,3	-4,9
		700	3,77	3,5	3,82	3,7	48	6,9	-6,6
HIP ₀₅ A			0,21	0,31	0,34	0,28	9,5		
HIP ₀₅ B			0,17	0,25	0,28	0,23		7,8	
HIP ₀₅ C			0,18	0,25	0,29	0,24			8,1

Найвищу урожайність сої у 2021 році формував сорт Діадема Поділля за норми висіву 600 тис./га і ширини міжрядь 30 см – 2,89 т/га. На ділянках із міжряддями 15 і 45 см отримали 2,30 та 2,23 т/га за тієї ж норми висіву.

У 2022 році найвищий урожай зерна сої зібрали за норми висіву насіння 600 тис./га схожих насінин, який за ширини міжряддя 15 см у сорту Діадема Поділля становив 2,33 т/га.

Показник урожайності насіння сої у 2023 році виявився найвищим у сорту Діадема Поділля за норми висіву 600 тис./га та за ширини міжряддя 30

см – 2,78 т/га.

У середньому, за роки досліджень, на варіантах із шириною міжрядь 15 см агроценози сої сорту Діадема Поділля залежно від густоти рослин урожайність змінювалась на 4,4 % (0,1 т/га). Коливання зернової продуктивності у межах широкорядного способу сівби з міжряддями 30 см залежно від норми висіву становило 14,2 %. Посіви з міжряддями 45 см змінювали насіннєву продуктивність на 7,9 % у сорту Діадема Поділля. Найвищу врожайність насіння сої сорту Ментор сформовано за норми висіву 500 тис. насінин/га за ширини міжрядь 45 см – 3,96 т/га. Найпродуктивнішою для цього сорту виявилася норма 500 тис. схожих насінин/га незалежно від ширини міжрядь (3,49; 3,78; 3,96 т/га).

За аналізом різниці між найбільшою і найменшою урожайністю сої залежно від ширини міжряддя можна стверджувати, що рослини сорту Ментор більшою мірою реагують на загущення у посівах. Згаданий сорт меншу урожайність формував за 700 тис./га насінин сої. Це пояснюється зниженням освітленості із збільшенням густоти рослин в агроценозі, внаслідок чого зменшується й інтенсивність фотосинтезу та надходження асимілянтів до бульбочок. Низка вчених вважають, що за збільшення норми висіву сої зменшується кількість і маса бульбочок на її коренях [185].

За іншими даними, за нестачі світла на 60–80 % знижується нітрогеназна активність бульбочок [90].

Отже, як засвідчують результати проведених досліджень, в умовах Західного Лісостепу України сою сорту Ментор доцільно висівати із шириною міжряддями 45 см, використовуючи при цьому норму висіву насіння 500 тис./га схожих насінин. Сорт Діадема Поділля сформував найвищу врожайність за ширини міжрядь 30 см і норми висіву 600 тис./га схожих насінин.

За регресійним аналізом даних залежність урожаю сої від ширини міжряддя і норми висіву насіння описується рівняннями множинної лінійної

регресії, які різні для сортів і мають вигляд:

для сорту Діадема Поділля $y = -2,49 + 0,99x_1 + 1,07x_2$, $R^2 = 0,47$;

для сорту Ментор $y = -3,65 + 0,99x_1 + 1,00x_2$, $R^2 = 0,83$,

де y – урожайність, т/га; x_1 – ширина міжрядь, см; x_2 – норма висіву насіння, тис./га.

Наведені рівняння достатньо точно відображають вплив ширини міжрядь і норми висіву на врожайність сої. Відхилення теоретичного від фактичного одержаного врожаю не перевищує 12 %. Рівняння дають можливість визначати необхідну ширину міжрядь і норми висіву насіння для одержання запланованого врожаю сої, а також прогнозувати її урожайність.

За результатами проведеного дисперсійного аналізу вивчено головні фактори, що впливають на формування урожайності сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь (рис. 5.3).

Отже, на основі проведеного аналізу визначено частки впливу факторів та їх внесок у формуванні врожайності сої. З основних факторів усі досліджувані достовірно впливають на формування цієї ознаки. Водночас деякі взаємодії факторів не мають відповідної точності на рівні $p = 0,05$, тому й вилучені з графічного зображення часток впливу з відповідним перерахуванням внеску всіх інших факторів.

Встановлено, що сорт впливає на формування величини урожайності насіння сої на рівні 45 %, ширина міжрядь – на 22 %, норма висіву – на 17 %. Інші фактори становили 2 %. Такий перерозподіл чинників цілком закономірний, адже у досліді вивчали вплив сортів, ширини міжрядь та норми висіву на урожайність сої, звідси і досліджувані тут чинники у комплексі визначали рівень продуктивності рослин, а не окремо від інших.

Варто зауважити, що умови року впливали на досліджуваний показник на 14 %. Незначний вплив такого чинника, як умови року, пов'язаний з виникненням за взаємодії різної ширини міжрядь та норми висіву різних умов для проростання та подальшого розвитку рослин сої. Відтак у підсумковому

аналізі вони виявилися знівельованими й відбувся перерозподіл часток впливу факторів.

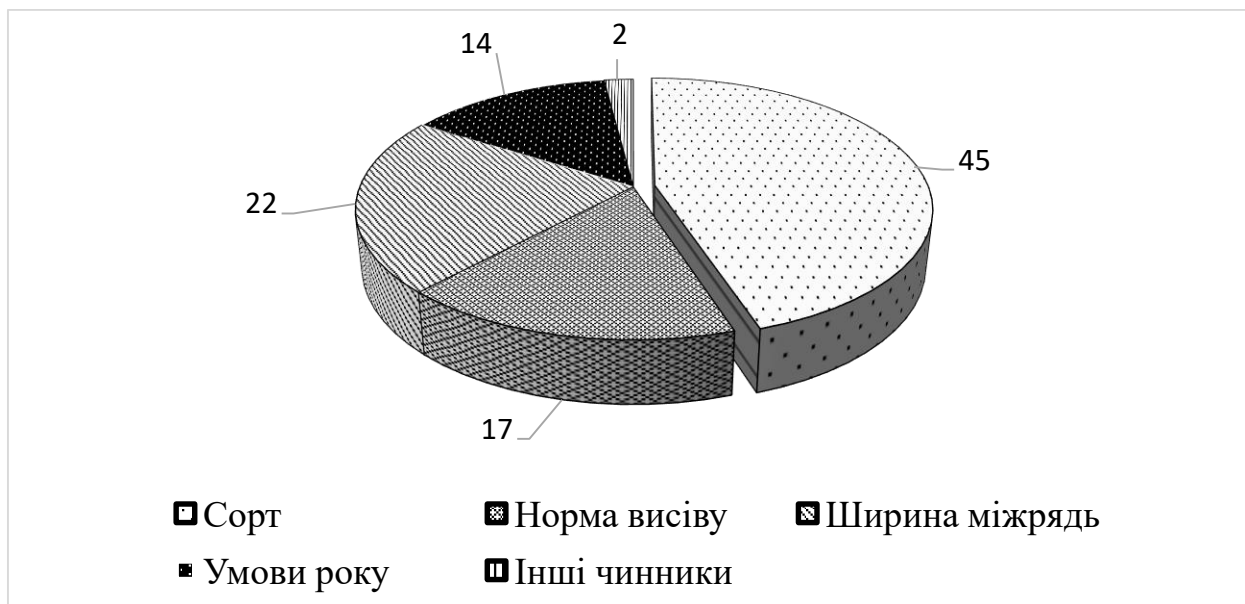


Рис. 5.3 Частка впливу чинників на врожайність сої, %, 2021–2023 рр.

За сучасного розвитку харчової і кормової промисловості рівень урожайності не є кінцевим показником. Важливу роль відіграє якість сільськогосподарської продукції [1].

У сучасних умовах білок та жир – найцінніші сировинні продукти світового ринку, оскільки постійне зростання населення планети Земля потребує інтенсифікації виробництва високоенергетичних харчових продуктів. Істотне значення у розв’язанні цієї проблеми належить сої; адже завдяки багатому й різноманітному хімічному складу вона не знає собі рівних, здавна широко використовується як універсальна харчова, кормова і технічна культура. Вміст білка та жиру в насінні сої коливається у значних межах (38–43 % сирого протеїну, 19–25 % жиру, 25–30 % вуглеводів), що залежить від багатьох факторів: особливостей сорту, кліматичних і ґрунтових умов, забезпечення вологою [19]. Вміст білка значною мірою залежить від гідротермічних умов року та досягає максимуму в разі недостатньої кількості опадів і підвищеної температури повітря, тоді як жиру – великої кількості опадів та високої температури [179].

Характер показників, що стосуються якості зерна сої, орієнтовно такий, як і в інших бобових. Поряд з відносною стійкістю хімічного складу насіння сої залежно від густоти рослин на переконання науковців будь-яке зменшення площі живлення рослин нижче оптимальної супроводжується підвищенням вмісту жиру в насінні [240].

Рослинний білок на 90 % знаходиться у насінні сої у водорозчинних фракціях та за набором амінокислот дуже подібний до тваринного білка [19].

Вміст протеїну і жирів у насінні сої не лише чітко генетично зумовлений показник, а й може змінюватися залежно від технологічних заходів та умов вирощування, тому варто висвітлити це питання у проведених дослідженнях (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Вміст сирого білка і сирого жиру (%) у насінні сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь за 2021–2023 рр.

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис./га	Діадема Поділля		Ментор	
		Вміст у насінні, %			
		білка	жиру	білка	жиру
15	500	31,4	18,3	40,5	20,7
	600	32,0	19,1	40,4	21,1
	700	31,6	17,5	39,1	21,5
30	500	32,7	19,0	40,7	21,2
	600	32,6	18,9	39,8	21,8
	700	31,0	18,8	39,4	21,5
45	500	32,4	18,4	39,6	21,4
	600	32,2	18,7	39,0	21,2
	700	31,0	19,0	38,7	20,9
НІР ₀₅ загальне		1,24	1,07	1,25	1,08

Аналізуючи вміст протеїну в насінні сої, слід відзначити, що у середньому становив 35,7 %, хоча за сортами спостерігалася різниця: для сорту Діадема Поділля – 31,8 %, для сорту Ментор – 39,8 %.

За вирощування сої з шириною міжрядь 15 см сорт Діадема Поділля забезпечував формування білка в насінні 31,7 %, за ширини міжрядь 30 см –

32,1 %, за 45 см – 31,8 %; сорт Ментор – 40 %, 39,9 і 39,1% відповідно.

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що одержані закономірності мали тенденційний характер, в основному не перевищуючи показника найменшої істотної різниці.

Найвищий вміст протеїну в насіння сої сорту Ментор отримано за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 500 тис. насінин шт./га – 40,7 %. Цей варіант дослідів забезпечив формування в насінні сорту Діадема Поділля 32,7 % білка. Найменший вміст білка відзначено за норми висіву 700 тис./га насінин сої.

У середньому за дослідом рослини сої накопичували у насінні 19,9 % жиру, за сортами: Діадема Поділля – 18,6 %, Ментор – 21,2 %.

Максимальні значення вмісту жиру в насінні сорту Діадема Поділля за ширини міжрядь 15 см і за норми висіву 600 тис. шт. насінин/га становили 19,1 % та за ширини міжрядь 30 см з нормою висіву 500 тис. шт. насінин/га – 19,0 %. У сорту Ментор вміст жиру виявився значно вищим. Так, максимальні показники накопичення жиру в насінні сорту Ментор виявилися за ширини міжрядь 30 см за норми висіву 600 тис. шт/га – 21,8 %.

Показники вмісту жиру та білка і дані урожайності дають змогу визначити збір жиру і білка з одиниці площі залежно від норми висіву і ширини міжрядь (табл. 5.5).

Наведені інтегральні показники тут цікаві з точки зору ефективності технологій вирощування сої для забезпечення сировиною промисловості.

Встановлено, що збір білка рослин сої сорту Діадема Поділля у середньому за дослідом становив 0,74 т/га, сорту Ментор – 1,45 т/га.

Найвищий збір білка в агроценозі сорту Діадема Поділля забезпечили варіанти з шириною міжрядь 30 см та нормою висіву 600 тис. насінин/га сої – 0,85 т/га. Збір білка значно знизився на ділянках за ширини міжрядь 15 см та норми висіву 500 тис. насінин/га – до 0,68 т/га.

Аналізуючи відмінності за різної ширини міжрядь слід зазначити, що за

сівби сої з міжряддями 15 см показник збору білка у сорту Діадема Поділля становив 0,71 т/га, Ментор – 1,38 т/га, за ширини міжрядь 30 см Діадема Поділля – 0,79, Ментор – 1,50 т/га і за ширини міжрядь 45 см – 0,73 і 1,48 т/га відповідно. Варто зазначити, що широкорядні агроценози сої загалом виявилися сприятливими для одержання більшого збору білка, ніж рядкові посіви.

Таблиця 5.5

Збір білка і жиру, т, з 1 га насінні сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь, 2021–2023 рр.

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис./га	Діадема Поділля		Ментор	
		білок	жир	білок	жир
15	500	0,68	0,40	1,41	0,72
	600	0,73	0,43	1,40	0,73
	700	0,73	0,40	1,35	0,74
30	500	0,81	0,47	1,54	0,80
	600	0,85	0,49	1,51	0,83
	700	0,73	0,44	1,47	0,80
45	500	0,71	0,40	1,56	0,85
	600	0,70	0,41	1,46	0,78
	700	0,77	0,47	1,43	0,77
НІР ₀₅ загальне		0,08	0,04	0,11	0,06

Сприятливими у досліді за збором жиру з одиниці площі виявилися агроценози сорту Ментор, за висівання рослин із шириною міжрядь 45 см і норми висіву 500 тис. насінин/га – 0,85 т/га, у сорту Діадеми Поділля за ширини міжрядь 30 см і норми 600 тис. насінин/га – 0,49 т/га.

Головним продуцентом жиру у світі є соя. За обсягами виробництва серед інших рослинних жирів вона посідає третє місце, поступаючись лише перед соняшниковим і кукурудзяним [19].

Вміст жиру в насінні сої у проведеному дослідженні, як і за повідомленнями інших дослідників [61], має зворотну залежність відносно вмісту протеїну.

Результати досліджень вмісту золи і вуглеводів у насінні сої виявилися наступними (табл. 5.6).

За результатами статистичної обробки експериментальних даних встановлено сильний позитивний зв'язок між вмістом білка та рівнем урожайності насіння сої $r=0,85\pm0,13$. Ця залежність описується рівнянням регресії $y=-2,058+0,144x$, $R^2=0,722$, де x – вміст білка у насінні сої, %, y – урожайність насіння, т/га.

Таблиця 5.6

Вміст золи і вуглеводів у насінні сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву, %, 2021–2023 рр.

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис./га	Діадема Поділля		Ментор	
		зола	вуглеводи	зола	вуглеводи
15	500	4,7	25,7	4,8	28,3
	600	4,6	25,6	4,6	28,0
	700	4,5	25,4	4,6	27,6
30	500	4,6	25,2	4,7	27,9
	600	4,6	27,8	4,6	27,7
	700	4,5	25,6	4,5	27,7
45	500	4,7	24,7	4,6	27,6
	600	4,6	23,8	4,6	27,9
	700	4,5	23,5	4,5	26,8
НІР ₀₅ загальне		0,13	0,45	0,13	0,45

Встановлено неістотний обернений кореляційний зв'язок між вмістом білка і жиру у насінні сої сорту Ментор $r=-0,29\pm0,36$. Рівняння регресії $y=22,413-0,030x$, де x – вміст білка у насінні сої, %; y – вміст жиру у насінні, %. Неістотний прямий кореляційний зв'язок виявлено між вмістом білка і жиру у насінні сої сорту Діадема Поділля $r=0,17\pm0,37$, рівняння регресії $y=14,396+0,133x$.

За норми висіву 500 тис./га схожих насінин та ширини міжрядь 30 см посіви сої сорту Ментор забезпечили найбільший збір білка і жиру з 1 га.

Посівні якості насіння сільськогосподарських культур можуть із року в

рік значно варіювати. З метою зменшення втрати врожаю за сівби недоброякісним насінням значна частина країн світу прийняла закони, які забороняють продаж партій насіння, схожість яких не перевищує мінімальний відсоток, встановлений для кожного виду.

Дослідження схожості насіння, які проводяться відповідно до Міжнародних стандартів якості насіння, визначають лише певний відсоток насіння, що життєздатне в умовах, близьких до ідеальних. Тому між схожістю в польових і лабораторних умовах спостерігається значна різниця, чим сильніша, чим нижча лабораторна схожість насіння [241].

Різні фактори оточуючого середовища можуть впливати на життєздатність насіння, хімічний склад насіння з перших періодів знаходиться під впливом мінерального живлення батьківських рослин. У рослин на стадії проростання навіть тепловий стрес може впливати на період спокою насіння, зібраного з дозрілих рослин [245].

Із завершенням наростання маси сухої речовини, насіння набуває повної здатності до проростання. Винятком у цьому стають погодно-кліматичні умови, які викликають пошкодження насіння. Сильна посуха або значна кількість опадів, низькі температури можуть різними шляхами призводити до зниження життєздатності насіння культури [236, 247].

У дослідженнях С. С. Баскін, Дж. М. Баскін [219] вказали на істотну зміну між польовою і лабораторною схожістю насіння та особливість, що з мілкового насіння розвивалися менші проростки, ніж зі крупного насіння.

Ряд вчених вважають, що крупне насіння відзначається вищою польовою схожістю [125, 270].

Встановлено, що для насіння великого розміру характерна найменша польова і лабораторна схожість порівняно з насінням середнього розміру. Це пояснюється значними механічними пошкодженнями, оскільки для ефективного відділення насіння за обмолоту необхідне точне регулювання комбайна. Таке насіння легко пошкоджується, особливо якщо насіння і боби

сухі [220, 233, 248].

Дослідженнями встановлено, що вміст олії, білка, вуглеводів у насінні сої залежать від місця формування останніх на материнській рослині. Так, у нижньому ярусі формується найкрупніше насіння, мілкіше – у верхньому.

Отримане з нижнього ярусу насіння сої, яке утворюється у першу чергу, значно перевершує за фізичними якостями насіння верхнього і середнього ярусів, а також бічних гілок та головного стебла [149].

Розташування насіння впливає на його посівні якості. Оптимальне для цього насіння, отримане з верхнього ярусу. У ньому відзначені підвищена польова та лабораторна схожість, енергія проростання. Згадані показники зростають за збільшенням висоти, на якій формується насіння.

Одним із важливих показників, що визначає цінність насіннєвого матеріалу визнана енергія проростання насіння. За підвищеної енергії проростання досягається дружність сходів, що своєю чергою забезпечує рослини у посівах однаковими можливостями для життєдіяльності.

Одержані дані свідчать, що енергія проростання насіння значно коливалася і виявилася різною залежно від факторів, які вивчалися.

Показник енергії проростання насіння сої сорту Діадема Поділля змінювався від 79,1 до 84,7 %, сорту Ментор – від 81,8 до 89,6 % (табл. 5.7). За різної ширини міжрядь відбувалося збільшення цього показника за загущення агроценозу. Зростання норми висіву насіння від 500 до 600 тис./га призводило до збільшення енергії проростання насіння сої, незалежно від ширини міжрядь (15; 30; 45 см), у сорту Діадема Поділля на 1,8; 4,8 і 1,6 %, у сорту Ментор на 2,2; 3,8 і 1,0 %.

Результати досліджень засвідчили, що енергія проростання насіння сої залежала від чинників, які вивчалися. Найбільшу енергію відзначали у агроценозах сорту Діадема Поділля з нормою висіву насіння 600 тис./га схожих насінин за ширини міжряддя 30 см, та в агроценозах сорту Ментор – з нормою висіву 500 тис./га.

Таблиця 5.7

Енергія проростання насіння сої залежно від норми висіву та ширини міжрядь, %, 2021–2023 рр.

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис./га	Діадема Поділля	Ментор
15	500	82,8	83,5
	600	84,3	85,4
	700	81,3	85,9
30	500	80,8	82,4
	600	85,1	85,6
	700	84,7	82,0
45	500	82,3	85,8
	600	81,6	84,3
	700	80,3	83,4
НІР ₀₅ загальне		1,5	1,8

Найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин зафіксовано в агроценозах із шириною міжряддя 15 см. Тут продуктивність роботи листя виявилася значнішою із чистою продуктивністю фотосинтезу у середньому 1,56 г/см² добу. Зростання пояснюється вдалішим розміщенням рослин у просторі, що зумовило оптимальні умови росту і розвитку сої. Подібні результати одержали В. Г. Дідора та ін. [77].

Насіння складається з трьох різноякісних фракцій за зниженою лабораторною схожістю. Насіння з високою енергією проростання і силою росту повноцінне, виявляє високу схожість у полі і в лабораторії – перша. Насіння, яке не сходить ні в полі, ні в лабораторії, воно мертве – друга. Насіння, у якого почалися процеси відмирання тканин і клітин, проте вони ще не призвели до втрати схожості, – третя. У полі не проростають, в лабораторії вони ще проростають, або дають слабкі сходи [130].

Лабораторна схожість насіння сої залежала від чинників, які досліджували (табл. 5.8).

За різної ширини міжрядь рослин сої спостерігалось незначне зростання цього показника за підвищення норми висіву від 500 до 700 тис./га. У сорту

Діадема Поділля така різниця залежно від ширини міжрядь: була на рівні 0,2; 0,76 %, у сорту Ментор – 0,4 і 0,76 %.

Таблиця 5.8

Лабораторна схожість насіння сої залежно від норми висіву та ширини міжрядь, %, 2021–2023 рр.

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис./га	Діадема Поділля	Ментор
15	500	90,9	92,1
	600	91,8	92,2
	700	91,7	92,3
30	500	91,0	91,7
	600	91,2	91,8
	700	91,3	91,9
45	500	90,4	91,4
	600	90,6	91,5
	700	91,1	91,7
НІР ₀₅ загальне		1,1	1,2

Лабораторна схожість насіння сої сорту Діадема Поділля становила 90,4–91,8 %, сорту Ментор 91,4–92,3 %.

Отже, досліджені варіанти істотного впливу на лабораторну схожість насіння сої не виявляли.

Висновки до розділу 5

1. Урожайність сої під впливом досліджуваних чинників змінювалася від 2,18 до 3,96 т/га, або на 1,78 т/га, у тому числі за рахунок елементів технології – 86 %, за рахунок погодних умов – 14 %. Сорт впливав на формування величини урожайності насіння сої на рівні 45 %, ширина міжрядь – на 22 %, норма висіву – на 17 %.

2. Встановлено, що максимальна продуктивність рослин сорту Діадема Поділля забезпечувалася варіантом за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 600 тис. шт. насінин/га – 2,60 т/га. Для сорту Ментор значну урожайність одержано за ширини міжрядь 45 см за умови норми висіву 500 тис. шт. насінин/га – 3,96 т/га.

3. Досліджено, що рослини сої сорту Діадема Поділля у середньому формували 30,6 шт. бобів, сорт Ментор – 43,4 шт. Аналіз відхилення цього показника стосовно кількості бобів на одну рослину засвідчив, що одержані дані перебувають у межах похибки досліду та істотно не відрізняються від середньогрупових значень.

4. У середньому за дослідом вміст білка зафіксовано на рівні 35,7 %, у сорту Діадема Поділля – 31,8 %, у сорту Ментор – 39,6 %. Найвищий вміст білка виявлено у сорту Діадема Поділля за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 500 тис. насінин/га сої – 32,7 %, у сорту Ментор 40,7 % відповідно.

5. Вміст жиру у рослин сої становив у середньому за дослідом 19,9 %. Максимальний вміст жиру виявлено у сорту Ментор за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 600 тис.шт/га насінин сої – 21,8 %.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

6.1 Економічне оцінювання технологій вирощування сої

За методичними підходами ефективність застосування елементів технології вирощування культури визначають порівнянням з витратами на їх проведення [168]. У зв'язку з цим розраховують показники зростання економічної ефективності, чистий дохід, рівень рентабельності.

На сою як високобілкову культуру продовжує зростає попит, при цьому збільшують її площі і завдяки досягненням селекціонерів, адже з'являються все нові високопродуктивні сорти [156]. Для впровадження їх у виробництво однією із умов поставлено розроблення сортової технології вирощування, здатної забезпечити високорентабельне виробництво продукції з високими якісними показниками. Розроблений комплекс агротехнологічних заходів вирощування сортів сої оцінюють за економічними показниками [115].

Ефективними в економічному аспекті вважають технології вирощування культур, що дозволяють одержувати значну кількість продукції з одиниці площі при найменших витратах коштів та праці [9]. Економічна ефективність відображає кінцевий ефект від вкладень засобів виробництва і визначається їх відношенням до одержаних результатів [14, 24].

Собівартість, рентабельність, а також окупність матеріально-грошових витрат отриманої продукції прийнято за критерії економічної ефективності за розрахунками. Усі розрахунки виробничих витрат, а також вартості основної продукції, проводили за середньозваженими цінами 2023 року.

Доцільність застосування технологічних заходів викликана зміною вартості на матеріально-технічні засоби, що призводить до порушення паритету між цінами на засоби виробництва, де зерно виступає головною причиною зростання енергоємності та собівартості продукції.

Для розрахунків економічної ефективності сої у виробництві передусім треба визначити чистий прибуток і рівень рентабельності, що відображає характеристику економічної доцільності технологічних схем їх використання у Західному Лісостепу.

Розрахунки економічної ефективності показали, що виробничі витрати на вирощування сої за цінами 2023 року сягали від 20,4 до 21,6 тис. грн/га залежно від досліджуваних варіантів. Соя на всіх ділянках досліду забезпечила високу рентабельність і високий прибуток (табл. 6.1). Виробничі витрати за різної норми висіву насіння сої підвищувалися до певного рівня, після того поступово знижувалися.

За вирощування сої за норми висіву 500 тис. шт./га схожих насінин досягнуто найменшого рівня витрат матеріально-технічних ресурсів на один гектар.

Встановлено, що собівартість продукції сортів Діадема Поділля та Ментор змінювалася від норми висіву насіння та ширини міжрядь.

За шириною міжрядь, що вивчалися, вона коливалася у межах 7895–9543 грн/т для сорту Діадема Поділля та 5401–6150 грн/т для сорту Ментор. У зв'язку з різними виробничими витратами й урожайністю зерна сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь, змінювалися рентабельність і прибутковість вирощування досліджених сортів.

Отримання на варіантах високих показників економічної ефективності відбулося за сприятливих оптимальних умов росту і розвитку рослин. Найвищий прибуток виявився на ділянках із шириною міжрядь 30 см з нормою висіву насіння 500 і 600 тис. шт./га у сорту Діадема Поділля – 10391 і 11711 грн/га відповідно. Умовно чистий прибуток зріс до 28112 грн/га на варіантах за норми висіву 500 тис. шт./га схожих насінин і ширини міжрядь 45 см у сорту Ментор. Найменший умовно чистий прибуток відзначено у сорту Ментор за ширини міжрядь 15 см і всіх норм висіву насіння сої, у сорту Діадема Поділля за ширини міжрядь 45 см.

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву насіння, 2021-2023 рр.

Показник	Діадема Поділля			Ментор		
	Ширина міжрядь					
	15	30	45	15	30	45
Норма висіву 500 тис. насінин/га						
Урожайність, т/га	2,18	2,49	2,19	3,49	3,78	3,96
Собівартість, грн/т	9386	8326	9543	5918	5542	5401
Виробничі витрати, грн/га	20462	20734	20900	20655	20951	21388
Вартість валової продукції, грн/га	27250	31125	27375	43625	47250	49500
Прибуток, грн/га	6788	10391	6475	22970	26299	28112
Рівень рентабельності, %	33,2	50,1	30,9	111,2	125,5	131,4
Норма висіву 600 тис. насінин/га						
Урожайність, т/га	2,28	2,60	2,19	3,47	3,80	3,76
Собівартість, грн/т	9010	7995	9559	6067	5611	5750
Виробничі витрати, грн/га	20545	20789	20935	21055	21324	21622
Вартість валової продукції, грн/га	28500	32500	27375	43375	47500	47000
Прибуток, грн/га	7955	11711	6440	22320	26176	25378
Рівень рентабельності, %	38,7	56,3	30,7	106,0	122,7	117,4
Норма висіву 700 тис. насінин/га						
Урожайність, т/га	2,31	2,37	2,50	3,46	3,74	3,70
Собівартість, грн/т	9028	8850	8420	6150	5706	5756
Виробничі витрати, грн/га	20855	20975	21050	21280	21343	21300
Вартість валової продукції, грн/га	28875	29625	31250	43250	46750	46250
Прибуток, грн/га	8070	8650	10200	21970	25407	24950
Рівень рентабельності, %	38,4	41,2	48,4	102,2	119,0	117,1

Запропоновані виробництву заходи технології вирощування сої в Західному Лісостепу вирізнялися ефективністю їх застосування у досліджених сортах, яка забезпечує одержання найменшої собівартості продукції та найбільшого прибутку.

За вирощування сортів сої Діадема Поділля і Ментор із шириною міжрядь 15 см витрати зафіксовано найменшими – 20462 і 20655 грн/га. При цьому собівартість продукції становила за сортами 9386 і 5918 грн/т, рентабельність – 33,2 і 111,2 % відповідно.

За застосування на ділянках міжрядь із шириною 30 і 45 см витрати на вирощування сої сорту Діадема Поділля, порівняно з посівами за ширини міжрядь 15 см, зросли у середньому на 1,1–2,1 %, сорту Ментор – на 0,9–3,5 %. Собівартість отриманого насіння становила за сортами Діадема Поділля 7995–9543 грн/т, Ментор – 5404–5796 грн/т, рівень рентабельності знаходився відповідно у межах 30,7 і 48,4 % у сорту Діадема Поділля та від 117,1 до 131,4 % – у сорту Ментор.

Отже, найвищий приріст урожаю, рівень рентабельності і чистий прибуток вирощування сої одержано за оптимального та найбільш економічно доцільного для сорту Діадема Поділля варіанта сівби із шириною міжрядь 30 см і нормою висіву насіння 600 тис. шт./га. Для сорту Ментор найефективнішими виявилися ділянки сівби з міжряддями 30 і 45 см та нормою висіву насіння 500 тис. шт./га.

Засвідчені норми висіву насіння сої для сортів Діадема Поділля і Ментор забезпечують найвищі урожаї зерна, рівень рентабельності виробництва і чистий прибуток.

4.2 Енергетичне оцінювання технологій вирощування сої

В умовах сьогодення ведення аграрного виробництва вимогою до елементів технології вирощування стає значне зниження енергетичних витрат і підвищення прибутку. Технології вирощування мають бути конкуренто-

спроможними [102].

Широке застосування інтенсивних технологій призвело до зростання використання електроенергії, обсягів витрат палива, засобів захисту і, як наслідок, енергетичних витрат. Проте на часі ситуація, за якої сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і сої, мають бути енергоощадними [85, 107].

Показник енергетичної ефективності при різних технологіях вирощування сої може бути рівноцінним і вирішальним критерієм виробництва зерна згаданої культури та визначається за енергетичним аналізом [55, 56].

Дослідження засвідчили, що енергетична оцінка вирощування сої суттєво залежить від ширини міжрядь і норми висіву (табл. 6.2).

Загальні витрати енергії на 1 га за вирощування сої залежно від дослідної ділянки становлять 12,3–32,7 ГДж/га. Вирощування сорту Ментор призводило до зростання витрачання енергії на 1 га, що пояснюється вищим її врожаєм.

Найменші витрати сукупної енергії виявилися на ділянках із шириною міжрядь 15 см і нормою висіву насіння 500 тис. шт./га за найменшого її накопичено в урожаї на цих варіантах. Збільшували норми висіву насіння до зростання витрат енергії.

На ефективність використання енергії впливали норми висіву насіння. Застосування на ділянках з норми висіву 500 тис. шт./га сприяло найменшому витрачання енергії, тоді як використання до 700 тис./га – витрати енергії зростали. Енергетичний коефіцієнт у сорту Діадема Поділля за ширини міжряддя 30 см значно ширшим виявився за норми висіву 500 тис. шт./га, або становив 3,58. За ширини міжрядь 15 см і норми висіву насіння 500 тис. шт./га коефіцієнт енергетичної ефективності становив 3,51. У сорту Ментор незалежно від ширини міжрядь вищий енергетичний коефіцієнт встановлено за норми висіву 500 тис. шт./га, значно нижчий – за норми висіву 700 тис. шт./га насінин.

Таблиця 6.2

**Енергетична оцінка вирощування сої залежно від ширини міжрядь
і норми висіву насіння, 2021–2023 рр.**

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис./га	Витрати енергії, ГДж/га	Накопичено енергії в урожаї, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Діадема Поділля	15	500	12,5	44,8	32,3	3,51
		600	14,7	46,8	32,1	3,18
		700	19,9	47,5	27,6	2,38
	30	500	14,3	51,2	36,9	3,58
		600	16,9	53,5	36,6	2,38
		700	20,4	48,7	28,3	2,46
	45	500	13,0	45,0	32,0	3,46
		600	14,4	45,0	30,6	3,12
		700	23,1	51,4	28,3	2,22
Ментор	15	500	20,4	71,8	51,4	3,52
		600	23,2	71,4	48,2	3,07
		700	30,6	71,2	40,6	2,32
	30	500	23,3	77,7	54,4	3,33
		600	25,7	78,1	52,4	3,03
		700	32,9	76,9	44,0	2,34
	45	500	25,2	81,4	56,2	3,23
		600	25,5	77,3	51,8	3,02
		700	32,7	76,1	43,4	2,33

У сорту Ментор найбільше енергії в урожаї накопичувалося на ділянках із шириною міжрядь 45 см і нормою висіву 500 тис. шт./га. Саме за цього варіанта сукупність витрат енергії прийнятнішою виявилася. У сорту Діадема Поділля найбільше енергії в урожаї накопичувалося за ширини міжрядь 30 см та норми висіву насіння 600 тис. шт./га.

Висновки до розділу 6

1. Сорт Діадема Поділля забезпечив найвищий чистий прибуток – 11711 грн/га та рентабельність 56,3 % відповідно, у варіанті ширини міжрядь 30 см та за норми висіву 600 тис. схожих насінин на 1 га. Сорт Ментор високу

економічну ефективність забезпечив за ширини міжрядь 45 см та норми висіву 500 тис. схожих насінин 1 га. Економічна ефективність вирощування сої істотно знижується за ширини міжряддя 15 см за всіх норм висіву насіння.

2. Сорти Діадема Поділля і Ментор найвищий енергетичний коефіцієнт – 3,23–3,58 забезпечують за норми висіву 500 тис. схожих насінин га незалежно від ширини міжрядь. На фоні зростання норми висіву насіння збільшувалися витрати енергії на 29,7–77,6 %, але не забезпечували приріст накопичення енергії, що призводило до зниження коефіцієнта енергетичної ефективності.

ВИСНОВКИ

На основі проведених у 2021–2023 рр. досліджень у дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення й обґрунтування технологічних заходів щодо підвищення урожайності та якості насіння сої сортів Діадема Поділля і Ментор у Західному Лісостепу на основі оптимізації норми висіву та ширини міжрядь.

1. Сорти сої Діадема Поділля і Ментор упродовж вегетації витрачали майже однакову кількість вологи – 3584–3608 і 3594–3663 м³/га, відповідно. Рослини сорту Ментор на 1 т насіння використовували на 36 % менше, ніж у Діадеми Поділля. Власні потреби у воді рослини сої забезпечували значною мірою за рахунок опадів, частка яких у водоспоживанні досягала 85 % тоді як із запасів ґрунту – 15 %.

Показники запасів доступної вологи в 0–100 см шарі ґрунту значно вищі з густотою рослин 500 тис. шт. насінин на один гектар сорту Ментор на початку вегетації. У сорту Діадема Поділля підвищений вміст вологи у метровій товщі ґрунту спостерігали за густоти 600 тис. шт. насінин на один гектар. На період збирання сої запаси доступної вологи у ґрунті зменшилися майже у 2 рази порівняно з фазою сходів.

2. З урожаєм в межах 2,2–3,8 т/га соя виносила: азоту – 155,4–279,7 кг/га, фосфору – 34,5–63,0, калію 39,0–70,9 кг/га. Найбільший винос азоту, фосфору і калію зафіксовано у сорту сої Ментор за норми висіву 500 тис./га і ширини міжрядь 45 см, у сорту Діадема Поділля за норми висіву 600 тис. насінин на 1 га і ширини міжрядь 15 см, що становило: азоту – 188,8 кг/га, фосфору – 42,5 і калію – 47,9 кг/га. Рослини сої з ґрунту використовували азоту у середньому 61 кг/га, або 60–62 %. Елементи фосфор і калій також поповнювалися за рахунок запасів ґрунту.

3. Різниця тривалості вегетаційного періоду визначалася особливостями сортів Діадема Поділля і Ментор та становила 2–6 днів. На ділянках із нормою висіву 700 тис./га насінин відбувалося скорочення

міжфазних періодів у рослин сої на 1-3 дні порівняно з нормою висіву 500 тис./га. Збільшення ширини міжряддя до 45 см у цілому впливало на тривалість міжфазних періодів.

Встановлена чітка закономірність зниження польової схожості насіння за збільшення ширини міжрядь та норми висіву. У сорту Діадема Поділля за норми висіву 500 тис./га схожих насінин за ширини міжрядь 30 і 45 см польова схожість знижувалася на 3,0 і 9,2 % відповідно, порівняно із сортом Ментор.

4. Сприятливіші умови для росту і розвитку рослин сої сортів Діадема Поділля і Ментор, площі листкової поверхні, оптимальної густоти рослин створювалися за норми висіву 600–700 тис./га та ширини міжрядь 30 і 45 см.

5. За зростання норми висіву маса бульбочок у посівах сої збільшилася. У фазу бутонізації вона зросла у сорту Діадема Поділля на 0,40–1,65 г/м², у сорту Ментор на 0,43–1,81 г/м², наливу – Діадема Поділля на 3,99–5,81 г/м², Ментор – на 4,41–6,15 г/м². Кількість бульбочок на рослинах сої сорту Ментор виявилася більшою на 2,2–5,8 % порівняно із сортом Діадема Поділля.

6. Зафіксовано, що найвищі рослини сої були за ширини міжрядь 45 см і норми висіву 700 тис./га – 109,8 см. Зменшення норми висіву до 500 тис./га призвело до уповільнення росту рослин на 3,3 см. Висота рослин за ширини міжрядь від 15 до 30 см сорту Діадема Поділля зростала на 8,9 %, за ширини міжрядь від 30 до 45 см – на 9,2 %. У сорту Ментор згадана різниця між висотою рослин у посівах становила 7,0 і 7,4 %.

7. Встановлено, що максимальна продуктивність рослин сорту Діадема Поділля забезпечується за ширини міжрядь та норми висіву 600 тис. шт/га – 2,60 т/га, для сорту Ментор найвищу урожайність одержано на ділянках висіву насіння 500 тис. шт./га за ширини міжрядь 45 см – 3,96 т/га. Урожайність сої залежала від елементів технології на 86 %, погодних умов на 14 %. Частка впливу сорту у формуванні врожаю сої становить 45 %, ширини

міжрядь – 22 %, норми висіву – 17 %. Досліджено, що рослини сої сорту Діадема Поділля у середньому формували 30,6 шт. бобів на рослині, сорт Ментор – 43,4 шт.

8. Найвищий вміст білка в насінні сої виявлено у сорту Діадема Поділля за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 500 тис./га насінин – 32,7 %, на цих ділянках сорт Ментор забезпечив формування – 40,7 %. Найменший вміст білка відзначено за норми висіву 700 тис./га насінин сої.

Максимальне накопичення жиру в насінні сорту Ментор виявилось за ширини міжрядь 30 см та норми висіву 600 тис. шт./га – 21,8 %, у сорту Діадема Поділля за ширини міжрядь 15 см і норми висіву 600 тис. шт./га – 19,1 %.

9. Сорт Ментор найвищий умовно чистий прибуток (28112 грн/га) забезпечував за урожайності 3,96 т/га за ширини міжрядь 45 см та норми висіву 500 тис./га. Сорт Діадема Поділля найвищий чистий прибуток (11711 грн/га) формував за урожайності 2,60 т/га за ширини міжрядь 30 см і норми висіву 600 тис./га.

10. Сорти сої Діадема Поділля і Ментор найвищий енергетичний коефіцієнт – 3,23–3,58 забезпечували за норми висіву 500 тис./га схожих насінин незалежно від ширини міжрядь. На ефективність використання енергії впливали норми висіву насіння. За застосування на ділянках норми висіву 500 тис./га енергії найменше витрачалося, тоді як за загущення посівів до 700 тис./га – витрати енергії зростали.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведених досліджень господарствам Західного Лісостепу на темно-сірих ґрунтах для одержання врожайності сої 3,0-3,9 т/га з високими якісними показниками рекомендується:

- висівати сорт сої Ментор з шириною міжрядь 45 см з нормою висіву 500 тис./га схожих насінин на гектар.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверчев О. В., Воєвода Н. В., Корженевська К. Р. Обґрунтування переробки нуту у харчовій промисловості. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116 (1). С. 188–123.
2. Агробіологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Адамень, В. А. Вергунов, П. М. Лазер, И. Н. Вергунова. К.: *Аграрна наука*, 2006. 456 с.
3. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія / Заболотний Г. М. та ін.; Вінниця: Корзун Д. Ю. 2020. 275 с.
4. Агротехнічне обґрунтування вирощування озимих та ярих культур у посушливих умовах Південного Стену: науково-методичні рекомендації [Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Заяць С. О. та ін.] Херсон: Айлант, 2012. 44 с.
5. Адамень Ф. Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях юга Украины. Симферополь: Таврида, 1995. 94 с.
6. Адамень Ф. Ф., Вергунов В. А., Лазер П. Н., Вергунова И. Н.: Агробіологические особенности возделывания сои в Украине. К.: Аграрна наука, 2006. 256 с.
7. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. Монографія О. М. Огурцов, : В. Г. Міхєєв, Ю. В. Белінський та ін; за ред. д-ра с.-г. наук, проф., чл-кор. НААН України М. А. Бобро. Харків, 2016. 272 с.
8. Аналіз та оцінка генетичних ресурсів рослин Інституту зрошеного землеробства НААН. Фактори експериментальної еволюції організмів. Збірник наукових праць Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова / Р. А. Вожегова та ін. 2017. Том. 26. С. 116–121.

9. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: підручник. Київ: КНЕУ, 2004. 624 с.
10. Андріяш В. А., Нагулевич Л. І., Чорний Д. Л., Мельничук А. О. Погода, урожай і ефективність добрив. Вісник аграрної науки. 1994. № 9. С. 21–24.
11. Андрущенко Г. О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів – Дубляни: Каменяр, 1970. 139 с.
12. Антонюк П. О. Збереження експортного продовольчого потенціалу України. Економіка АПК. 2002. № 1. С. 110–113.
13. Артеменко С. Ф., Ковтун О. В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи в короткоротаційних сівоzmінах у північному Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 10. С. 85–91.
14. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормо виробництво*. 2012. Вип. 71. С. 17-26.
15. Бабич А. А., Петриченко В. Ф. Фотосинтетическая деятельность при известковании , внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины. *Вестник с.-х. науки*. 1992. № 5. С. 14–15.
16. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ: *Аграрна наука*, 1998. 272 с.
17. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої . К.: Урожай, 1993. 430 с.
18. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в Україні в період глобальних змін клімату. Вінниця: ТОВ « Видавництво – друкарня ДІЛО», 2014. 468 с.
19. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: *Аграрна наука*, 2011. 518 с.
20. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Стратегічна роль сої в

розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 11–19.

21. Бабич А. О., Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2011. № 69. С. 108–112.

22. Бабич А. О., Новожацький М. Л. Взаємозв'язок елементів структури продуктивності сої залежно від попередника, сорту та норми висіву насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 48. С. 112–119.

23. Бабич А. Сортові ресурси сої для Лісостепу. *Аграрний тиждень України*. 2012. № 15. 14 с.

24. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–54.

25. Бабич О. А., Венедиктов О. М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та систем захисту від хвороб в умовах лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 83–88.

26. Бабіч Ю. В., Солодушко М. М. та ін. Сорти, попередники та строки сівби як основні фактори оптимізації вирощування сільськогосподарських культур. *Бюлетень інституту зерна*. Дніпропетровськ, 2001. № 17. С. 19–24.

27. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Обґрунтування біоорганічних і технологічних заходів адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу західному. *Корми і кормовиробництво*. 2016. № 82. С. 78–81.

28. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Розробка технологічних заходів для отримання екологічного зерна сої в умовах Західного Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. Київ, 2001. Вип. 47. С. 105–106.

29. Бахмат О. М. Використання фотосинтетичної активної радіації та формування врожайності сортами сої залежно від способу сівби та удобрення в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 63. С. 118–123.

30. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю. Кам'янець Подільський, 2009. 208 с.
31. Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка*, 2017. Вип. 26. Ч. 1. С. 9–16.
32. Бахмат О. М., Чинчик О. О. Вдосконалення технології вирощування сої на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького ДАУ*. Вінниця, 2019. Вип. 38. С. 11–18.
33. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах західного регіону України. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 66. С. 103–108.
34. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив агротехнічних прийомів на насіннєву продуктивність сої в умовах західного регіону України. *Наукові праці ПДАА/Полтав. держ. аграр. акад. Полтава*, 2010. Том 7 (26). С. 61–64.
35. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Урожайність насіння сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах західного Лісостепу України. *Вісник Степу: наук. зб. за матеріалами VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку»*, (с. Созанівка, 25–26 березня 2010 р.). Кіровоград, 2010. Вип. 7. С. 22–25.
36. Бахмут О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю: монографія. Кам'янець-Подільський: ПП Малок М. І. 208 с.
37. Біологічний азот /В. П. Патака та ін. Київ: «Світ», 2003. 474 с.
38. Бобові: брошури / BASF Agro Київ, 2021. 810. URL: https://www.agro.basf.ua/Documents/2021/BASF_bobovie_160x225_2021_web.pdf.
39. Бобро М. А., Огурцов Е. М., Міхєєв В. Г. Продуктивність сортів

сої різних груп стиглості залежно від норм висіву в східній частині Лісостепу України. *Вісник ХНАУ*. 2012. № 2. С. 30–36.

40. Бобро М. А., Рожков А. О., Свиридова Л. А. Дія елементів технологій вирощування на формування вегетативної маси і урожайність ярої пшениці. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Вип.4. Т. 1. С. 10–17.

41. Боровик В. О., Клубук В. В., Рубцов Д. К. Прояв цінних ознак у інтродукованих зразків сої в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Грінь Д. С., 2017. Вип. 68. С. 185–189.

42. Боровський В. Соя – їжа, ліки, корми. *Вісник національної академії наук України*. 2000. № 3. С. 43–46.

43. Булигін Д. О. Вплив умов зволоження та густоти стояння нових сортів сої на процес накопичення сирої маси та сухої речовини. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. С. 94–99.

44. Бутенко А. О., Масик І. М., Тихонова О. М., Собко М. Г. Формування урожайності сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та ширини міжрядь. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 9–13.

45. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур: підручник. Біла Церква, 2016. 376 с.

46. Вдовенко О. А., Шевчук В. В., Шевчук О. А., Дєдов О. В. Насіннева продуктивність слі за дії стимулюючих препаратів росту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 34–46.

47. Вирощування сої із застосування мікробних препаратів – ризобіфіту та альбобактерину в умовах північної частини Лісостепу України. Методичні рекомендації. К., 2004. 24 с.

48. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технологій вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. № 1. С. 13–22.

49. Вожегова Р. А. Сорт має значення. AGRO TIMES.

[URL:https://agrotimes.ua/article/sort-soyi-maye-znachennya](https://agrotimes.ua/article/sort-soyi-maye-znachennya).

50. Вожегова Р. А. та ін. Ефективність селекції сої в умовах зрошення Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 19. С. 72–78.

51. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Г. Ю., Біднина І. О., Рубцов Д. К. Аналіз рівня забур'яненості агрофітоценозу насіннєвих посівів сої під впливом різної густоти та доз азотного добрива. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. 2019. Вип. 71. С. 150–154.

52. 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.

53. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Насіннєва продуктивність середньо стиглого сорту сої Святогор залежно від норми висіву та доз азотних добрив в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2018. № 70. С. 55–59.

54. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Засць С. О., Нетіс В. І., Онуфран Л. І. Ефективність використання сонячної енергії посівами сої в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 23–27.

55. Вожегова Р. А., Коковіхіна О. С. Економічна та енергетична ефективність вирощування насіння сої залежно від сортового складу, удобрення та захисту рослин. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 129–134.

56. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Морозов О. В., Біднина І. О. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти: колективна монографія. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.

57. Вожегова Р. А., Мельник М. А. Особливості накопичення сирої маси та сухої речовини, фотосинтетична діяльність сої при вирощуванні в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. Вип. 4. С. 114–121.

58. Вожегова Р. А., Найдьонова В. О., Мельник М. А. Інтенсивна

технологія вирощування сої в умовах зрошення Півдня України: монографія. Херсон: ФОП Грінь Д. С., 2015. 176 с.

59. 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.

60. Гамаюнова В. В., Писаренко П. В., Суздаль О. С., Казанок О. О. Середньодобове випаровування та сумарне водоспоживання сої залежно від режиму зрошення, фону живлення та сорту при вирощуванні на півдні України. *Зрошування землеробство*. Херсон: Олді плюс, 2010. Вип. 53. С. 11–18.

61. Ганжа В. В., Іванів М. О. Якість насіння сортів сої залежно від елементів технології за краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 11–18.

62. Гень 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.

63. Гибсон П. Производство сои в США и Канаде как источник высокопротеиновых кормов. *Корми і кормовиробництво*. Київ: Аграрна наука, 2001. Вип. 47. С. 98–100.

64. Глупак З. І. Урожайність і якість сої сортів ранньостиглої групи в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія» 2016. Вип. 11 (26). С. 100–103.

65. Глупак З. І., Іванченко В. М., Гордієнчу Г. Ю. Вплив густоти стояння на продуктивність та урожайність сої в умовах Сумської області. *Наукове мислення*. Всеукраїнська практично-пізнавальна інтернет конференція. naukam.triada.in.ua/index.php/konferentsiji/53.

66. Голобородько С. П., Іутинська Г. О., Титова Л. В., Дубинська О. Д.

Продуктивність сортів сої за інокуляцій насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення Півдня України. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 1. С. 122–130.

67. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3(107). С. 35–44.

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

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

70. Дерев'янський В. П. Продуктивність сої залежно від застосування мікробіологічних препаратів та гербіцидів. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 4. С. 16–18.

71. Деревянский В. П. Борьба с сорняками на посевах сои. Киев : УкрИНТЭИ, 1996. 116 с.

72. Джемесюк О. В., Новицька Н. В., Свистунова І. В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листової поверхні посівів сої. *Вісник Житомир. нац. агроекол. ун-ту*. 2015. № 2 (50). Т. 1. С. 207–212.

73. Джура Ю. М. Урожайність і якість насіння сої залежно від умов вирощування в правобережному Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 50. С. 69–75.

74. Димитров В. Г. Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей та оптимізації елементів технології вирощування в умовах Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Біла Церква, 2018.

61 с.

75. Дідора В. Г. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України [Електронний ресурс] /В. Г. Дідора, О. С. Ступніцька, А. І. Баранов. *Вісник ЖНАЕУ*. 2013. №1. Режим доступу: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/485/1/Soy-bean_yielding_capacityDepending.pdf. Дата звернення: 12.10.2015.

76. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 23–28.

77. Дідора В. Г., Баранова А. І., Ступніцька О. С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм а та строків посіву в умовах Полісся України. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія Агрономія і біологія*. 2013. № 3. С. 138–141.

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

79. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 4. С. 33–37.

80. Дідур І. М. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень на динаміку формування площі листкової поверхні рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 27. С. 5–14.

81. Доктор Н. М., Новицька Н. В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції насіння на симбіотичну діяльність рослин квасолі звичайної. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 55–60.

82. Дробітько А. В. Продуктивність сої різних груп стиглості. *Вісник аграрної науки південного регіону: СМІЛ*. 2001. С. 74–77.

83. Дроник Г. В., Чорна І. В., Рогозинський М. О. Безпечність вживання чіі фосаг-резистентної генетично модифікованої сої. *Біологія тварин*. 2018. Т. 20, № 1. С. 40–48.

84. Екстремальна температура повітря на території України в умовах сучасного клімату / В. Н. Бабіченко, Т. В. Адаменко, З. С. Бондаренко, Н.С. Ніколаєва, С. Ф. Рудишина, Л. М. Гущина, URL http://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral/1/Babichenko_et_a.poft.

85. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. №145-р/Б. www.rada.gov.ua.

86. Жеребко В. Технології вирощування та інтегрованого захисту посівів сої. *Пропозиція*. 2008. № 5. С. 68–74.

87. 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.

88. Забарна Т. А. Вплив підкореневих підживлень на показники симбіотичної діяльності сої. *Polish journal of science*. 2020. № 25. Р. 6–11.

89. Забарна Т. А. Динаміка густоти стояння та виживаність сої, залежно від позакореневих підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 88–95.

90. Забарна Т. А. Ростові процеси сортів сої та роль позакореневих підживлень при їх проходженні. *International independent scientific journal*. 2020. № 4. С. 3–8.

91. Заболотний Г. М. Циганська О. І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (11). С. 56–62.

92. Заболотний Г. М., Сполітак Н. М. Динаміка висоти рослин сої залежно від моделей технології вирощування. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця. 2009. Вип. 38. С.

32–38.

93. Заболотний Г. М., Циганська О. І., Циганський В. І. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2018. №5 (75). URL:repository.vsau.org/getfile.php/19043.pdf

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

95. Зінченко О. І., Січкарь А. О., Рогальський С. В. та ін. Ріст рослин і врожайність сортів сої в Південному лісостепу України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2006. № 2 (56), Т. 1. С. 119–126.

96. 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.

97. Іванів М. О., Ганжа В. В. Динаміка площі листкової поверхні та урожайність сортів сої залежно від елементів технології за краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 29–37.

98. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 34–40.

99. Іванюк С. В., Темченко І. В., Семців А. В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 67–71.

100. Івасик М. В. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 19–24.

101. Івасик М. В., Бахмат М. І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2022. № 37. С. 51–57.

102. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гарбар А. А., Стрихар А. Е.

Біоенергетика оцінка елементів технології вирощування сої. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/11ksm.pdf

103. Калініченко В. М., Писаренко П. В. Модель розвитку сої за фенологічними фазами. *Вісник ПДАА*. 2004. № 1. С. 10–16.

104. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах Північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип.67. С. 45–50.

105. Капшай Н. Г. Влияние водного режима, минерального питания и густоты растений на продуктивность сои: дис... канд. с.-х. наук : 06.01.09 – растениеводство. Херсон, 1985. 34 с.

106. Карнаух О. Б., Маклюка Ю. І., Маклюка О. П., Калієвська І. А. Забур'яненість посівів та урожайність сої за різних заходів основного обробітку ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С. 43–48.

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

108. Кириченко О. С. Сучасні особливості клімату України. Теоретичні та прикладні аспекти досліджень з біології, географії та хімії. матеріали III Всеукраїнської наукової конференції студентів та молодих учених (м. Суми, 30 квітня 2020 р.). Суми: ФОП Цьома С. П., 2020. С. 113–116.

109. Кириченко О. С., Радіна В. Д. Наслідки зміни клімату в Лісостепу України. П'яті Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (9–11 жовтня 2020 р. м. Суми). Суми ДПУ А. С. Макаренка, Сумський відділ Українського географічного товариства, 2020. С. 35–40.

110. Кліматичний Кадастр України (електронна версія) Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. К., 2006.

111. Клубук В. В. Вплив зрошення та агробіологічних умов на врожай сої. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Херсон: Тімекс, 2009. Вип. 52. С. 51–54.

112. Клубук В. В. Кращі сорти сої для основних та пожнивних посівів в умовах зрошення півдня України. Тезиси Междунар. конф. молодых ученых «Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений». Харьков. ИР им. В. Я. Юрьева. 2001. 188 с.

113. Кобак С., Колісник С., Чорна В. Соя: норма висіву, густота рослин і ширина міжрядь. 2020. [URL:agro-busness.com.ua/agro/ahronomia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriad-html](https://agro-busness.com.ua/agro/ahronomia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriad-html)

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

115. Костецький Я. І. Статистичний аналіз витрат виробництва і собівартості продукції в аграрному секторі. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії.* Полтава, 2012. Вип. 5. Т. 2. С. 145–150.

116. Кравченко В. С., Кононенко Л. М., Вишневська Л. В., Чинчик О. С. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспективи. *Аграрний вісник Причорномор'я.* 2019. № 92. С. 83–93.

117. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф., Писаренко П. В. Ефективні елементи технології вирощування сої в умовах північного Степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2014. № 3. С. 11–15.

118. Крижанівський М. В., Бахмат О. М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2022. Вип. 2 (37). С. 26–31.

119. Круть В. М, Фесенко Г. П., Алексеенко Т. Е. Научные основы экологического земледелия. К.: Урожай, 1995. 176 с.

120. Кулик С. М. Формування симбіотичного апарату та зернова продуктивність сої залежно від удобрення в умовах Західного Полісся.

Агроекологічний журнал. 2016. № 4. С. 149–153.

121. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Клубок В. В., Марченко Т. Ю. Прояв і мінливість ознак «висота рослин» і «висота кріплення нижнього бобу» у сортів та гібридів сої різних груп стиглості при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2013. № 83. С. 65–72.

122. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування біометричних параметрів посівів сої «Сірелія» залежно від площі живлення на чорноземах типових. *Новітні агротехнології*. 2024. Т. 12. № 1. <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.303480>

123. Лень О. І. Формування асимілюючої поверхні та її вплив на продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 119–121.

124. Лесостепная зона Украины.
URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесостепная зона Украины](https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесостепная_зона_Украины).

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

126. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О.В. Корнійчук; за ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. 3-є вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.

127. 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 землеробства і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 88–96.

128. Ліпінський В. М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. Івестиції та зміна клімату можливості для України Міжнародна конференція (10–12 липня 2002 р. м. Київ). Київ, 2002. С. 177–185.

129. 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.

130. Макрушин М. М., Макрушина Е. М. Мінливість урожайності насіння. Насінництво. Сімферополь: Аріал, 2013. С. 147–155.

131. Макрушин М. М., Макрушина Е. М., Петерсон Н. В., Мельников М.М. Фізіологія рослинництва підручник / за ред. проф. М.М. Маврушина. Вінниця: Нова книга, 2006. 416 с.

132. Малярчук М. П., Тошницький А. В., Малярчук А. С., Марковська О. С. Продуктивність сої за різних способів і глибини обробітку ґрунту та доз добрив у сівоzmіні на зрошенні. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць. Херсон Гельветика*, 2019. Вип. 71. С. 100–104. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2015.71.21>.

133. Марков І. Л. Інтегрований захист сої від хвороб. *Агроном*. 2013. № 2. С. 152–158.

134. Мартин А. Г., Осийчук С. О., Чумаченко О. М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. К.: ЦП, «Комиринт». 2015. 328 с.

135. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1989. 206 с.

136. Методика наукових досліджень в агрономії [текст]: навч. посіб./ В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут ін. 2013. 264 с.

137. Михайлов В. Г., Стрихар А. Е., Щербина С. З., Черненко Е. В. Основи технології вирощування сої. Кив: ВП «Едельвейс», 2012. 24 с.

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

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

140. Мірошніченко М. М., Гладкіх Є. Ю., Ревтьє-Уварова А. В., Панасенко Є. В., Звонар А. М., Сорокотяг Г. В., Коваленко С. С., Смиченко В. М. Дев'ять наближень сучасної системи удобрення сільськогосподарських культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. № 87. С. 82–91.

141. Міхеєва О. О. Тривалість періоду вегетації сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2018. Вип. 2. С. 171–180.

142. 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.

<https://doi.org/10.31548/bio 2019.01.009>

143. 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.

144. Морозов В. В, Писаренко П. В., Суздаль О. С., Булигін Д. О. Ефективність використання води новими сортами сої залежно від умов вологозабезпечення. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип.78. С. 38–42.

145. Нагорний В. І. Вплив строків і способів сівби на урожайність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 96–102.

146. Нетіс В. І. Світловий режим у посівах сої залежно від технологічних заходів вирощування. *Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (9 грудня 2016 р.)* Херсон: ІЗЗ НААН, 2016. С. 115–116.

147. 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.
148. Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2017. № 1–2. С. 43–47.
149. Новожицький М. Матрикульна різноякісність насіння та біометричні показники рослин сої. *Новітні технології в АПК дослідження та управління*. 2023. 32(46). С. 151–161.
150. Огорцов Е. М., Міхєєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко Г. В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія. Харків, 2016. 272 с.
151. Оптимізація норм мінеральних добрив на прогнозовану врожайність насіння сої (*Glycine max* L. Meit.) / С. А. Балюк та ін. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 7. С. 5–9.
152. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко та ін.; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
153. Петриченко В. Ф. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу західному. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 177–185.
154. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І., Венедіктов О. М. Передпосівна обробка насіння сої. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 244–246.
155. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. Соя – культура унікальних можливостей. Київ: Юнівест Медіа, 2016. 224 с.
156. Петриченко В. Ф., Лихочвар В. В., Іванюк С. В. Соя : монографія. Вінниця: Діло, 2016, 400 с.

157. Писаренко В. А, Коковіхін С. В, Писаренко П. В. Рекомендації з водозберігаючих режимів зрошення в зоні діяльності Каховського міжрайонного управління водного господарства. Херсон: ІЗПР, 2006. 20 с.

158. Подобєд Л. І. Перспективні напрямки удосконалення кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 48. С. 3–7.

159. Поліщук В. О., Журавель С. В. Формування фотосинтетичного потенціалу картоплі залежно від впливу систем удобрення позакореневого підживлення. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 70–75.
<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.10>.

160. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Мазур О. В. Юрченко Н. А. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 36–43.

161. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Юрченко Н. А. Тривалість періоду вегетації та між фазних періодів сортів сої залежно від строків сівби та норм висіву насіння. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4 (15). С. 64–71.

162. Полупан М. І. Дерново-підзолисті ґрунти. Енциклопедія сучасної України: електронна версія. НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=26281.

163. Польовий А. М. та ін. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2007, № 2. С. 76–91.

164. Поляков О. Г. Про способи посіву сої. *Зб. наук. праць ІОБ*. 1997. Вип. 2. С. 227–228.

165. Регіональна технологія вирощування сої. М. Собко, В. Нагорний, О. Полежай, О. Мурач, О. Кубраков. Аграрний тиждень України (29.03.2012). <http://a7d.com.ua/plants/11096-regonalna-tehnologga-viroschuvannya-soyi.html>
166. Рибальченко А. М. Особливості формування сортових ресурсів та урожайності сої в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 3. С. 18–25.
167. 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 Харківського аграрного університету. Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання"*, 2017. Вип. 2. С. 119–129.
168. Рыжков А. Изучаем себестоимость выращивания сои и кукурудзы. *Зерно*. 2014. № 12. С. 70–72.
169. Сенік І. І. Вплив норми висіву та ширини міжрядь на урожайність сої в умовах Лісостепу Західного. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11. №3. С. 43–50. <https://doi.org10.31548/agr2020.03.043>.
170. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу. Заболотний Г.М. та ін. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 4. С. 66–71.
171. Сингх Г. Соя биология, производство, использование. Киев : «Зерно», 2014. 656 с. (4/25)
172. Сингх Гурикбаи. Рациональное использование воды при выращивании сои. Соя: биология, производство, использование. Киев: Издательский дом «Зерно», 2014. 656 с.
173. Січкарь В. І. Основні результати та напрями селекції сої. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : 2001. С. 121–125.
174. Січкарь В. І. Особливості селекції сортів сої. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 47–51.

175. Слободян С. М., Трикіна Н. М., Пернак Ю. Л. Технологія вирощування скоростиглого сорту сої: наук.-іноформ бюлетень завершених наук розробок. *Аграрна наука-виробництво*. Київ : УААН, 2005. 16 с.

176. Снітинський В., Огородник Л. Балансування раціонів за вмістом лізину, метіоніну і треаніну для відгодівлі свиней. *Тваринництво України*. 2003. № 9. С. 27.

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

178. Співак В., Червоненко М., Цибко Л. Соя – культура великих можливостей. *Земля і люди України*. 1995. № 4. С. 10–11.

179. Стрижак А. М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 141–147.

180. Субба Рао. Семми Редди К. Управление питанием сои. Соя: Биология, производство, использование (ряд.). Киев: *Издательский дом «Зерно»*. 2014. 656 с.

181. 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.

182. Тимченко В. Н., Пилипенко А. В. Стан і перспективи розвитку виробництва сої в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 27–33.

183. Ткаліч Ю. І. Вплив вологозабезпеченості та густоти посіву на продуктивність гібридів кукурудзи. *Бюлетень Інституту зерновою господарства*. Дніпропетровськ. 1999. № 10. С. 73–75.

184. Ткаченко М. А., Задубинна Е. В., Цюк О. А., Кондратюк І. М. Моніторинг забур'яненості посівів сої у короткоротаційній сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 7. С. 29–35.
185. Фадеев Л. В. Точная технология будущего начинается сегодня. *Соя. Современный фермер*. 2016. № 3. С. 11–16.
186. Федорова З. С., Демьяненко Е. В. Период вегетации и продуктивность сортов сои в зависимости от метеорологических условий. *Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві: зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2011. С. 361–363.
187. Федорук І. В., Хмельянчишин Ю. В., Городинська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 33. С. 54–61. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-7>.
188. Федорук І. В. Колодій В. А., Хмельянчишин Ю. В. Вплив елементів живлення на продуктивність сої: *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 221–228.
189. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 110–116.
190. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія*. 2020. № 2 (161). С. 178–184.
191. Федорук І. В. Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях. Матеріали XII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок», (15 липня 2020 р. Вінниця). Вінниця. 2020. С. 116–119.
192. Федорук І. В., Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. *Інноваційні технології в рослинництві:*

матеріали наук. інтернет-конф., (15 травня 2018 р. м. Кам'янець-Подільський). ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 191–194.

193. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. /А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора, И. П. Власова. М.: Изд-во АН СССР.1961. 133 с.

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

195. Фурман О. В. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. С. 148–154.

196. Фурман О. В. Формування фотосинтетичної та насіннєвої продуктивності сої під впливом інокуляції та мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережної України. *Colloquium-journal*. Warszawa, 2021. № 16 (103). Ч. 2. С. 30–33.

197. Цвей Я. П. Соя у сівозміні. *Пропозиція*. 2017. № 1. С. 90–91.

198. Цехмейструк М. Г., Шелякін В. О., Шевніков М. Я., Литвиненко О. О. Вплив строків сівби на врожайність сортів сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 35–41.

199. Циганська О. І. Вплив фону мінерального живлення та способів обробки мікродобривом на формування плодоеlementів сортів сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 82–88.

200. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. Вінниця. С. 119–133.

201. Чернищенко П. В. Характеристика сортів сої за екологічною пластичністю урожайності та якості насіння в умовах східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 87. С. 99–106.

202. Чинчик О. С. Вплив елементів технології вирощування сої на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2008. Вип. 16. С. 100–103.

203. Чинчик О. С. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей та удобрення. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 133–137.

204. Чинчик О. С., Оліфірович С. Й. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від впливу елементів технологій вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 55–63.

205. Шашков Є. О., Танчик С. П. Урожайність сої залежно від сорту та геометрично розміщення рослин у Правобережному Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2018. № 286. С. 100–106.

206. Шевніков М. Я. Наукові основи вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України: монографія Полтава, 2007. 208 с.

207. Шевніков М. Я., Коблай О. О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої та кукурудзи: монографія. Полтава: Крюков Ю. Р., 2015. 278 с.

208. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Вплив строків, способів сівби, норм висіву різних сортів сої на її продуктивність. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 1. С. 12–16.

209. Шевніков М. Я., Лотиш І. І., Галич О. П. Особливості розвитку сої залежно від строків сівби в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 4. С. 14–17.

210. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Польова схожість і виживання рослин сої за різних варіантів фітоценотичної науки. *Вісник Сумського*

національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2015. Вип. 9. С. 148–151.

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

212. Шелепов В. В., Гавришок М.М. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці. Миронівка, 2007. 405 с.

213. Шепілова Т. П. Вплив біологічних препаратів на продуктивність сої в Північному Степу України. *Збірник праць Уманського національного університету садівництва*. 2019. Т. 94. Вип. 1. С. 255–264.

214. Шкатула Ю. М., Краєвська Л. С. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах кvasолі. *Вісник Дніпропетровського аграрно-економічного університету*. 2015. № 4. (38). С. 73–76.

215. Шкатула Ю. М., Краєвська Л. С. Роль біологічного азоту в підвищенні насінневої продуктивності кvasолі. *Сільське господарство та лісництво*. Вінниця, 2016. Вип. 4. С. 231–239.

216. Щипак Г. В., Матвієць Г. В., Щипак В. Г., Ничипорук О. О., Вось Х., Бжезинський В. Створення гексаплоїдних тритикале різних сортотипів із високими хлібопекарськими якостями. *Фізіологія рослин та генетика*. 2018. № 50. (2). С. 134–148.

217. Энгли Д. Б. Физиология урожайности сои: принципы и процессы формирования урожая. Соя: биология, производство, использование. Киев: Издательский дом «Зерно», 2014. 656 с.

218. Agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/25235-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-soi.html.

219. Baskin C. C., Baskin J. M. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination, 2 nd ed; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2014. 665 p.

220. Bentsink L., Koorneef M. Seed dormancy and germination. The Arabidopsis Book. *American Society of Plant Biologists*. 2008. ncbi. nlm. nih. gov.

221. Camilla Govoni, Paolo P'Odorico, Luciano Pinotti and Maria Cristina Rulli. Pre serving global land and water resources through the replacement of livestock feed crops with agricultural by-products. *Nature Feed*. 2023. 4. 1047–1057.

222. Corassa G. M., Amado T. J. C., Strieder M. L., Schwalbert R., Pires j. L. F., Carter P. R., Ciampitti I. A. Optimum soybean seedin rates. by yield environment in southern Brazil. *Agronomy J.* 2018. № 110. P. 2430–2438. <https://doi:10.2134/agronj2018.04.0239>

223. Cultura de soia [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http : // www.gazabadeagricultura.info/plante/plante-tehnice/uh-soia/354-cultura-de-soia.html](http://www.gazabadeagricultura.info/plante/plante-tehnice/uh-soia/354-cultura-de-soia.html).

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

225. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I., Malynka L. V., Butenko A. O., Klochkova T. I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian journal of Ecology*. 2019. № 9(1). P. 76–80.

226. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I., Molyinka L. V., Butenko A. O., Masik I. M., Klochkova T. I. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology*. 2019. 13. P. 30–34.

227. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bunk Forest Steppe in Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2020. № 10 (5). P. 54–61.

228. Dilrukshi Kombala Liganage et al. The Genotypic Variability among short – season Soybean Cultivars for Nitrogen Fixation under Drought Stress. *Plants Basel*. 2023. 12(5): 1004. <https://doi:10.3390/plants12051004> .

229. Doroszewski A., Doroszevska T., Podlesna A. Far Red and Red as Factors Farming Physiological Processes in Spring Barley under Controlled Conditions. *Agronomy*. 2020. 10(12). 2007. <https://doi.org/10.3390/agronomy10122007>.

230. Egli D. B. Variation in leaf starch and sink limitations during seed filling in soybean. *Crop Science*. 1999. 39. P. 1361–1368.

231. Fahrizal I., Rahayu A., Rochman N. The response of soybean plants of mycorrhizal abuscules and application of phosphorus fertilizers in and soils. *Journal Agronida*. 2017. Vol. 3, lss. 2. P. 95–105.

232. Grabovska T., Lavrov V., Rozputnii O., Grabovskyi M., Mazur T., Polishchuk Z., Prisjazhnjuk N., Bogatyr L. Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, lss. 4. P. 96–101.

233. Guttermann Y. Maternal effects on seeds during development. In *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2 nd ed., Fenner M., Ed., CAB International: Wallingford, UK, 2000. P. 59–84.

234. Kahlon C. S., Li B., Board J., Dia M., Sharma P., Jat P. Ciuster and principle component analysis of soybean grown at various row spacings, planting dates and plant populations. *Open Agriculture*. 2018. № 3. P. 110–121.

235. Kantolic A.G., Slufer G. A. Development and seed number in indeterminate soybean as affected by timing and duration of expo sure to long photo-periods after flovering. *Annals of Botany*. 2007. № 99. P. 925–933.

236. Klupczynska E. A., Pawlowski T. A. Regulation of seed dormancy and germination mechanisms in changing environment. *International journal of molecular sciences*. 2021. № 22, 1357.

237. Kume A. Importance of the green color, absorption gradient and spectral absorption of chloroplast for the radiative energy balance of leaves. *journal*

of *Plant Research*. 2017. Vol. 130. P. 501–514. <https://doi.org/10.1007/s10265-017-0910-z>

238. Les points-cles de la conduit du soja [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/PDF_fiches_TK/brochure SO 2012](http://www.terresinovia.fr/fileadmin/cetiom/kiosque/PDF_fiches_TK/brochure_SO_2012). Pdf.

239. Marchenko T., Borovik V., Lavrynenko Y., Klubuk V. Manifestation and variability of the sign number of beans on productive nodes of plants in hybrids and varieties of different groups of maturity. *Danish Saentific journal Denmark*. [https:// www.danish-journal.com.ISSN](https://www.danish-journal.com.ISSN) 3375-2389. 2020. № 41. С. 3–6.

240. Marchenko T., Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. Natural sciences and modern technological solutions: Knowledge integration in the XXI century: collective monograph. Lviv – Torun: Liha-Pres, 2019. P. 137–153.

241. Matsuo N., Yamada T., Takada Y., Fukami R., Majika M. Effect of plant density on growth and yield of new soybean genotypes grown under early planting condition in southwestern Japan. *Plant Production Science*. 2018. Vol. 21. (1). P. 16–25.

242. Mazur V., Aliksieieva O., Mazur K., Aliksieier O. Ecological and Economic AS- pects of the Formation of Highly Productive Soybean Crops journal of Ecological Engi- neering. 2023. 24(12). P. 124–129. <https://doi.org/10.12911/22998993/173008> .

243. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkach O. The productivity of intensive pea varieties derieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2020. № 10 (1). P. 101–105.

244. Mikheeva O., Klymenko I., Mikheev V., Golovan L., Dychenko O. The effects of seeding rate and row spacing on the photosynthetic activity of soybean (*Glycine max* (L.) merr.). *Applied Ecology Environmental Research*. 2021. 19(5). P. 4169–4184.

245. Mirwais M. Qaderi. Environmental Regulation of Weed Seed Dormancy and Germination. *Seeds*. 2023. 2(3). C. 259–277.
246. Nacer Ballaloui, Herbert A. Bruns, Hamed K. Abbas, Alemu Mengistu, Daniel K. Fisher and Krishna N. Reddy. Effects of Row – Type, and Cultivar Differences on Soybean Seed Nutrition under US Mississippi Delta Conditions. *PLOS One*. 2015; 10(6). <https://doi.org/e0129913.10.1371/journal.pone.0129913> .
247. Nautiyal P. C., Sivasubramaniam K., Dadlani M. Seed dormancy and regulation of germination. In *Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality*; Dadlani M., Yadava D. K., Eds Springer: *Gateway East, Singapore*, 2023. P. 39–66.
248. Nee G., Xiang Y., Soppe W.J.J. The release of dormancy, a wake-up call for seeds to germinate. *Current opinion in plant biology*, 2017. 35. P. 8–14.
249. Osborne S. L., Riedell W. E. Starter nitrogen fertilizer impact in soybean yield and quality in the Northern Great Plains. *Agronomy journal*. 2006. Vol. 98. № 6. P. 1569–1574.
250. Pantsyreva H. V., Myalkovsky R. O., Yasinetska I. A., prokopehuk V. M. Productivity and economical appraisal of growing raspberry according to substrate for mulching under the conditions of podilia area in Ukraine. *Ukrainian journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(1). P. 210–214.
251. Pate L. S., Herridge D. F. Partitioning and, utilization of net photosynthate in a nodulated annual legume. *Ibid*. 1978. 109. № 29. P. 401–407.
252. Rebilas K., Baciorek M., Klimek-kopyra A., Zajac T. A model for the yield losses estimation in on early soybean (*Glycine max* L. Merr.) cultivar depending on the cutting height at harvest. *Field Crops Research*. 2020. 254. P. 107846.
253. Rojas-Arechida M., Garcia-Morales E. Dormancy and viability of *Ferocactus peninsulae* (Cactaceae) seeds. *Plant Species Biology*. 2022, 37. P. 173–181.
254. Salvagiotti F., Cassman, Kenneth G., Specht, James E., Walters, Daniel T., Weiss, Albert and Dobermann, Achim R. Nitrogen uptake, fixation and response

to fertilizer N in soybeans: A review. *Agronomy Horticulture-Faculty Publications*. 2008. 133.

255. Schutte M, Nleya T. Row Spacing and Seeding, Rate Effects on Soybean Seed Yield. *Intech open*. 2018. 80748. <https://doi.org/10.5772/intechopen>

256. Searle L., narrow rows compound management problems. *Soybean Digest*. 1977. V. 37. № 3. P. 26–27.

257. [Sharenapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html](http://sharenapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html).

258. Sinclair T. R., Rufty T. W. Genetic improvement of water use and nitrogen use increase crop yield: A whole plant physiological perspective. *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification*. Eds P. Dreshel, P. Heffer, H. Magen, R. Mikkelsen, R. Wichelns, D. Wichelns, Paris: IFA, IWMI, IPNI, IPI, 2015. P. 87–108.

259. Specht J. E., Hame D. J. and Kumudini S. V. Soybean Yield Potential – A Genetic and Physiological Perspective. *Crop. Sci.* 2009. 39. 1560–1570. .

260. Stahl E., Hartmann M., Scholten N., Zeier j. A Role for Tocopherol Biosynthesis in Arabidopsis Basal Immunity to Bacterial Infection. *Plant Physiol.* 2019. 181(3): 1008-1028. <https://doi.org/10.1104/pp.19.00618>

261. Stephane Mancerin, Tamara Ben-Ari and Patrice Pumus. Feeding proteins to livestock: Global land use and feed vs. feed competition. *OKL*. 2014. Vol. 21. № 4. P. 408.

262. Sulek A., Mazurek j. Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plon i cechy plonotworcze nowszych odmian pszenicy jarej. *Biul. Inst. Hodowli Aklimat. Rost.* 2001. № 220. P. 59–67.

263. [Superagronom.com/multimedia/infographiss/82-urojaynsit-soyi-v-2023-r-yiyi-eksport-to-tsina](http://superagronom.com/multimedia/infographiss/82-urojaynsit-soyi-v-2023-r-yiyi-eksport-to-tsina).

264. Tadayoshi Masuda and Peter P. Goldsmith. World Soybean Production: Area Harvested, Yield, and Long-term Projections. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2019. Vol. 12, Issue 4. P. 143–162.

265. Torii K., Vasilas B. L., Carmer S. G., Smyth C. A. Growth and yield response of solidseeded soybean to early season stand reduction. *Agronomy journal*. 1987. T. 79. № 3. P. 555–558.

266. Variation in phosphorus efficiency among 73 bread and durum wheat genotypes grown in a phosphorusdeficient calcareous soil. Z. Ozturk, S. Eker, B. Torun, I. Cakmar. *Plant and Soil*. 2005. Vol. 269. P. 69–80.

267. Vyshnivskyi P. S., Furman O. V. Soybean productivity depending on the elements of cultivator technology in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Crop and soil science*. 2020. Vol. 11 (1). P. 13–22.

268. Watson C. A., Reckling M., Preissel S., Bachinger J., Bergkvist G., Kuhlman T., Lindstrom K., Nemecek T., Topp, Cairistina F.E., Vanhatola A., Zandir P., Murphy-Bekern P., Stoddard F. Grain legume production and use in European agricultural systems. *Advances in Agronomy*. 2017. 144. 235–303.

269. Yang W., Feng G., Read J. J., Ouyang Y., Han J. Li P. Impact of cover crop on corn-soybean productivity and soil water dynamics under different seasonal rainfall patterns. *Agronomy journal*. 2020. 112(7), 1201–1215. <https://doi.org/10.1002/agj2.20110>.

270. Zhang Y., Lin Y., Sun G., Baskin C.C., Baskin J.M., Cao M., Yang J. Seed dormancy in space and time: Global distribution, paleoclimatic and present climatic drivers, and evolutionary adaptations. *New Phytologist*, 2022. 234. P. 1770–1781.

ДОДАТКИ

Метеорологічні показники за 2021 рік

Місяць	Декада	Середня температура повітря °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t, min	t, max		
Січень	I	2,3	-1	8,1	14	70
	II	-4,2	-8,6	1,8	15,6	65
	III	0,4	-3,6	-3,6	2,7	68
За місяць:		-0,5	-4,4	-4,4	32,3	67,3
Лютий	I	-0,3	-2,7	4,5	31	64,5
	II	-4,6	-10,9	2	21,6	60
	III	3,2	14,6	14,6	2	51
За місяць:		-0,8	6,5	6,5	54,6	57,5
Березень	I	2,1	-2,6	9,4	15,7	61,1
	II	3,1	-0,3	9,3	62,1	65,3
	III	4,3	-1,7	14,1	16	51,1
За місяць:		3,2	-1,5	11	93,8	59,1
Квітень	I	6,1	-1	15,2	17	41,5
	II	8,3	2,4	16,3	19	47,1
	III	9,3	2,6	19,4	27,1	39,7
За місяць:		7,9	1,3	16,9	63,1	42,7
Травень	I	13,5	5,4	24	19	34,8
	II	15,4	8,7	24,8	28,3	41,6
	III	15,9	10,5	24,2	48,3	52,5
За місяць:		14,9	8,3	24,3	95,5	42,9
Червень	I	17,2	12,4	26,8	35,1	40,5
	II	19	13,9	27,5	99,3	41,2
	III	23,1	17,9	32	12,2	39,6
За місяць:		19,7	14,7	28,7	146,6	42,4
Липень	I	21,2	17	30,6	56	49,4
	II	24,6	18,8	32,4	42	37,7
	III	24,8	16,8	29,1	64	44,1
За місяць:		22,5	17,5	30,6	162	43,7
Серпень	I	20,8	16,3	27,8	153,5	36,4
	II	19,9	13,9	29,8	42	34,4
	III	17,8	13,2	25,6	57,1	50,6
За місяць:		19,4	14,4	27,6	252,6	40,4
Вересень	I	15,1	9,2	26	15,1	34,4
	II	16,7	11,3	26	12,3	44,5
	III	12,8	8,5	21,4	4,2	61,6
За місяць:		14,9	9,7	24,5	31,6	46,8
Жовтень	I	9,4	3,1	20,5	0	35,8
	II	7,7	0,5	15,7	7	59,4
	III	8,6	0,8	21,4	0	52,9
За місяць:		8,6	2,1	19,3	7	49,3
Листопад	I	7	2,5	14,9	26	67,8
	II	4,5	-0,3	11,3	0,1	73,1
	III	4,6	-0,3	12,8	7,7	73,3
За місяць:		5,4	0,6	13	33,8	71,4
Грудень	I	0,4	-1,2	4,1	26,3	81,8
	II	1,8	-0,6	3,5	68,6	87,3
	III	-2,5	-5,3	2,5	30	93,4
За місяць:		-0,1	-2,5	3,3	124,9	87,5
За рік:		9,6	5,6	16,7	1097,8	54,2

Метеорологічні показники за 2022 рік

Місяць	Декада	Середня температура повітря °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t, min	t, max		
Січень	I	2,8	-0,5	8,4	18,5	73,4
	II	-0,2	-3,9	6,4	4,2	58,4
	III	-0,5	-4,4	6,6	12,3	67,1
За місяць:		-0,5	-0,7	-3	7,1	35
Лютий	I	2,7	-0,1	8,3	8	54
	II	2,8	-3,5	13,1	5,1	48,9
	III	4,0	-1,8	11,8	0,3	31,3
За місяць:		-0,8	3,1	-1,8	11	13,4
Березень	I	0,2	-1,8	4,5	15,7	58,2
	II	1,1	-5,7	12,1	0	26,2
	III	9,2	-1,5	21,8	0,1	18,3
За місяць:		3,2	3,7	-3	13,1	15,8
Квітень	I	8,1	2,7	16,2	10	34,3
	II	7,4	-0,3	18,2	3,2	24,3
	III	12,6	6,5	20,8	20	37,2
За місяць:		7,9	9,4	3	18,4	33,2
Травень	I	15,2	7,5	26	7,2	17,7
	II	17,9	7,5	28,3	4	13,4
	III	17,2	10,1	26,8	43,8	27,4
За місяць:		14,9	16,8	8,4	27	55
Червень	I	21,0	13,6	30,8	19,7	22
	II	20,2	12,5	29,9	41	24,7
	III	22,9	14,2	32,8	13,5	18,9
За місяць:		19,7	21,4	13,4	31,1	74,2
Липень	I	22,8	16,7	32,3	25,1	26,5
	II	19,4	12,7	28,9	17,5	25,8
	III	23,2	16,3	32,9	10,4	36,4
За місяць:		22,5	21,9	15,3	31,4	53
Серпень	I	20,8	16,3	34	21,2	55
	II	21,6	17,1	31,5	63,7	60
	III	22,2	15,7	23,7	20	45
За місяць:		19,4	21,5	16,3	20,8	104,9
Вересень	I	15,8	11,7	58,4	45,1	51,1
	II	14,4	10,5	67,1	72,6	65
	III	12,4	8,7	35	39,5	68
За місяць:		14,9	14,2	10,3	23,8	157,2
Жовтень	I	12,7	7,5	48,9	23,5	58
	II	11,3	5,8	31,3	10	54,5
	III	11,5	5,6	13,4	11,1	54,2
За місяць:		8,6	11,8	6,2	9,5	44,6
Листопад	I	10,0	4,6	26,2	1,7	61,6
	II	5,1	3,4	18,3	73	80,8
	III	1,4	0,5	15,8	41,5	87,8
За місяць:		5,4	5,5	2,8	9,7	115,2
Грудень	I	0,7	-0,3	87,9	13,6	87,9
	II	-0,6	-3,9	82,9	29	82,9
	III	1,1	-2,3	90,4	20,5	90,4
За місяць:		-0,1	0,4	-2,2	4,5	63,1
За рік:		9,6	10,7	5,5	19,2	765,6

Метеорологічні показники за 2023 рік

Місяць	Декада	Середня температура повітря °С	Мінімальна та максимальна температура, °С		Кількість опадів, мм	Відносна вологість повітря, %
			t, min	t, max		
Січень	I	3,7	-0,5	10,9	1,3	87,6
	II	2,3	-0,2	6	13	82,2
	III	1,1	-0,6	2,5	5,4	99,1
За місяць:		2,3	-0,4	6,3	19,7	89,6
Лютий	I	-2,3	-7,6	5,4	17,2	74,6
	II	4,7	-0,6	12,7	15,2	69,4
	III	3	-0,9	10,1	30,1	69,2
За місяць:		1,7	-3,2	9,4	62,5	71,0
Березень	I	4,8	-1	15,1	0,4	64,5
	II	6	-0,5	16,3	10,1	61,1
	III	8,9	2,8	18,6	30,1	70,2
За місяць:		6,6	0,5	16,7	40,6	65,2
Квітень	I	5,4	1,6	11,1	83	82
	II	10,8	6,4	16,6	37,5	79,5
	III	11,8	3,8	20,9	14,2	64,8
За місяць:		9,3	3,9	16,2	134,7	75,4
Травень	I	13,1	5,7	21,7	26	68,4
	II	17,1	10,3	25,4	1,8	62,2
	III	19,8	10,1	30,7	21,1	65,9
За місяць:		16,8	8,8	26,1	48,9	65,5
Червень	I	20,4	12,2	30,3	19,1	61,1
	II	18,1	14,2	24	90,1	84,2
	III	22,2	15,1	30,5	34,1	68,5
За місяць:		20,2	13,8	28,3	143,3	71,2
Липень	I	22,7	16,1	31,3	130,1	69,8
	II	23,9	16,4	31,6	36,2	67,1
	III	24,6	15,1	29,6	51,1	72,8
За місяць:		22,5	15,8	30,7	217,4	69,9
Серпень	I	22,5	15,6	30,7	56	65,6
	II	23,1	14,9	33,7	1	62,6
	III	24,9	17,1	35,2	15	69,7
За місяць:		24,9	15,9	33,3	72	65,9
Вересень	I	19,5	12,7	29,4	16,6	63,9
	II	19,8	12,6	29,6	32,6	64,5
	III	19,3	12	29,9	0	64,9
За місяць:		19,5	12,4	29,6	49,1	64,4
Жовтень	I	12,4	5,5	20,6	6	70,5
	II	10,7	5,1	19,5	35	77,2
	III	14,3	8,4	23,4	10,1	80,1
За місяць:		12,5	6,4	21,2	51,1	75,9
Листопад	I	9,8	4,8	1,9	1,7	62
	II	4,9	3,2	2,7	71	82
	III	1,7	0,6	2,4	55	88
За місяць:		5,5	2,9	2,3	42,5	77
Грудень	I	0,8	-0,4	1,9	15	85
	II	-0,5	-5,1	3,6	22	81
	III	1,6	-1,9	8	18	90
За місяць:		0,63	-2,4	4,5	18,3	85
За рік:		11,8	6,2	18,7	75	69,3

**Споживання поживних речовин рослини сої упродовж вегетації, % до
максимального споживання за 2021-2023**

Елемент	Фаза росту й розвитку	Діадема Полісся			Ментор		
		I	II	III	I	II	III
Азот	Гілкування	15,8	17,6	23,3	16,2	18,5	19,8
	Цвітіння	37,3	39,7	59,7	46,4	44,8	50,3
	Утворення бобів	60,6	61,8	83,2	61,9	76,2	79,6
	Налив насіння	100	100	100	100	100	100
	Повна стиглість	68,5	65,5	83,4	63	69	68
Фосфор	Гілкування	17,8	17,1	19,2	19	26,4	18,8
	Цвітіння	38,6	39,8	46,3	41,3	56,5	52,2
	Утворення бобів	54,8	58	70,5	67,4	91,7	83,4
	Налив насіння	100	100	100	100	100	100
	Повна стиглість	65	82,8	70,7	76,7	86,2	68,5
Калій	Гілкування	28	29,7	30,3	27,6	29,4	23,2
	Цвітіння	54,1	63,4	70,7	62,3	56,8	47,7
	Утворення бобів	67,8	73,9	81	78,1	82,5	73,2
	Налив насіння	100	100	100	100	100	100
	Повна стиглість	54,9	65,3	73	65	60	46,9

Примітка: I – ширина, міжряддя 15 см; II – ширина, міжряддя 30 см; III – ширина, міжряддя 45 см;

Тривалість міжфразних періодів росту і розвитку рослин сої залежно від агротехнологічних заходів, діб за 2021 р.

Сорт, (А)	Ширина міжряд- дя, (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Міжфразні періоди				
			сівба- сходи	сходи- початок цвітіння	початок цвітіння- початок утворення бобів	початок утворення бобів – достигання	
Діадема Поділля	15	500	13	16	68	14	
		600	13	16	67	13	
		700	13	14	65	13	
	30	500	13	16	68	14	
		600	13	16	67	13	
		700	13	14	65	13	
	45	500	13	16	67	14	
		600	13	16	66	13	
		700	13	14	64	18	
	Ментор	15	500	13	20	72	14
			600	13	20	71	13
			700	13	18	70	12
30		500	13	20	72	14	
		600	13	20	71	13	
		700	13	18	70	12	
45		500	13	20	71	14	
		600	13	20	70	13	
		700	13	18	68	12	
НІР ₀₅ загальне			F _φ <F ₀₅	0,6	0,9	0,5	

Тривалість міжфразних періодів росту і розвитку рослин сої залежно від агротехнологічних заходів, діб за 2022 р.

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Міжфразні періоди			
			сівба- сходи	сходи- початок цвітіння	початок цвітіння- утворення бобів	початок утворення бобів – достигання
Діадема Поділля	15	500	10	19	66	11
		600	10	18	66	11
		700	10	18	65	10
	30	500	10	19	66	11
		600	10	18	66	11
		700	10	18	65	10
	45	500	10	18	66	11
		600	10	17	66	10
		700	10	17	65	10
	Ментор	15	500	10	22	22
600			10	21	21	12
700			10	21	21	11
30		500	10	22	22	12
		600	10	21	21	12
		700	10	21	21	10
45		500	10	21	21	12
		600	10	20	20	11
		700	10	19	19	11
НІР ₀₅ загальне			F _ф <F ₀₅	0,6	1	0,5

Тривалість міжфразних періодів росту і розвитку рослин сої залежно від агротехнологічних заходів, діб за 2023 р.

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Міжфразні періоди			
			сівба- сходи	сходи- початок цвітіння	початок цвітіння- утворення бобів	початок утворення бобів - достигання
Діадема Поділля	15	500	11	21	68	13
		600	11	20	68	13
		700	11	20	67	12
	30	500	11	21	68	13
		600	11	20	68	13
		700	11	20	67	12
	45	500	11	20	67	13
		600	11	20	67	13
		700	11	19	67	12
	Ментор	15	500	11	23	70
600			11	22	70	14
700			11	22	69	13
30		500	11	23	70	14
		600	11	22	70	14
		700	11	22	69	13
45		500	11	22	69	14
		600	11	21	69	14
		700	11	20	68	13
НІР ₀₅ загальне			F _ф <F ₀₅	0,7	1,1	0,4

**Полюва схожість насіння сої залежно від норми висіву та способу сівби,
%**

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Роки			Середнє
			2021	2022	2023	
Діадема Поділля	15	500	96	93,9	89,4	93,1
		600	95	92,5	88	91,8
		700	94	90,3	85,9	90,1
	30	500	93,9	89,7	86,2	89,9
		600	92,6	88,4	85,2	88,7
		700	94,4	86,8	84,3	87,5
	45	500	81,8	87,7	83,1	84,5
		600	91,7	86,4	82,4	86,8
		700	89,5	84,5	81,8	85,3
Ментор	15	500	96	93	91,6	93,5
		600	95	92	89,8	92,3
		700	95	92	90,2	92,4
	30	500	96	93	90	93
		600	92,2	90,2	89,2	90,5
		700	91	90,2	87	89,4
	45	500	96	93	87	92
		600	93	90	90	91
		700	91,2	87	87	88,4
НІР ₀₅ А						0,41
НІР ₀₅ В						0,5
НІР ₀₅ С						0,6

Динаміка висоти рослини сої залежно від норми висіву і способу сівби

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Висота рослини за фазами розвитку		
			цвітіння	формування бобів	достигання насіння
Діадема Поділля	15	500	39,5	57,3	65,1
		600	41,1	59,7	67,7
		700	42,7	61,4	69,2
	30	500	42,7	62,4	70
		600	45,1	65,6	73,3
		700	47,3	68	76
	45	500	49,4	68,2	76,1
		600	50,5	71,9	80,2
		700	53,5	75,2	83,5
Ментор	15	500	48,5	76,9	88
		600	50,6	79,9	91,8
		700	52,7	82,3	94,6
	30	500	52,3	80,3	93,1
		600	54,7	84,9	98
		700	56,9	87,3	101
	45	500	57,6	87,9	99,8
		600	60,5	90,5	105
		700	63,2	94,6	109,8
НІР ₀₅ А			1,18	1,9	1,64
НІР ₀₅ В			1,42	2,2	1,98
НІР ₀₅ С			1,42	2,3	1,98

Середньодобовий приріст рослин сої залежно від норми висіву і способу сівби за 2021–2023 рр.

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Середньодобовий приріст, см/добу		
			гілкування – цвітіння	цвітіння- формування бобів	формування бобів – достигання
Діадема Поділля	15	500	1,09	1,41	0,15
		600	1,13	1,43	0,17
		700	1,21	1,49	0,18
	30	500	1,16	1,56	0,15
		600	1,23	1,64	0,16
		700	1,31	1,65	0,17
	45	500	1,33	1,5	0,15
		600	1,39	1,64	0,16
		700	1,45	1,72	0,17
Ментор	15	500	0,97	2,35	0,21
		600	1,01	2,43	0,22
		700	1,05	2,45	0,23
	30	500	1,03	2,34	0,24
		600	1,1	2,46	0,26
		700	1,15	2,65	0,26
	45	500	1,14	2,37	0,25
		600	1,21	2,48	0,28
		700	1,27	2,62	0,29
НІР ₀₅ А			0,08	0,08	F _φ <F ₀₅
НІР ₀₅ В			0,10	0,10	0,02
НІР ₀₅ С			0,11	0,10	F _φ <F ₀₅

Сира маса рослин сої залежно від норми висіву і способу сівби, г

Сорт, (А)	Ширина міжряддя (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Маса: 1 рослини							
			цвітіння			виращування бобів				
			Роки							
			2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	
Діадема Поділля	15	500	28	23	25,1	28	27	25,1	26	
		600	17,2	21,8	18,8	19	22	20,3	21	
		700	14,7	14,5	12	16	12,3	16,2	16,5	
	30	500	27	32	28,3	30	34	31,5	31	
		600	27,5	23	26	25	28,3	30	27,3	
		700	19	15	14,2	17,2	19	17,2	17,3	
	45	500	32	27	29	30	32	34,1	33,5	
		600	22	17	20,2	27	22	20,5	24,5	
		700	14	16	12,7	15	16	17,6	17,2	
Ментор	15	500	32,5	31,9	29	36,2	30	35	34,5	
		600	28,5	25	24,8	29,1	27	30	27	
		700	23,4	20	21,7	25	26	21	27	
	30	500	36	32,4	32	24,5	38,6	28	40	
		600	30	29	26,3	29,9	33	31	30	
		700	22,2	25,1	22,4	24,5	27,6	25	27	
	45	500	30	35	31,6	37	35	35,5	37,2	
		600	26	30	28,3	31,8	29,6	31	32	
		700	27	24,5	25	29,7	27,5	28	31,5	

Середньодобовий приріст рослин сої за різних норм висіву і способах сівби, г/добу за 2022–2023 рр.

Сорт, (А)	Шири- на між- ряддя, см (В)	Норма висіву тис./га (С)	Приріст 10 рослин за період г/добу						
			цвітіння-формування бобів			формування бобів-налив бобів			
			2022	2023	Серед- нє	2022	2023	Серед- нє	
Діадема Поділля	15	500	1,35	1,58	1,47	0,97	1,17	1,07	
		600	1,05	0,9	0,98	0,85	1,07	0,96	
		700	0,95	0,8	0,88	0,92	0,64	0,78	
	30	500	2,2	2,4	2,30	1,7	1,4	1,55	
		600	1,84	2,07	1,96	1,47	1,25	1,36	
		700	1,02	1,05	1,04	1,02	0,92	0,97	
	45	500	2,1	2,6	2,35	1,83	2,05	1,94	
		600	1,75	1,96	1,86	1,86	1,64	1,75	
		700	1,79	1,53	1,66	1,34	1,74	1,54	
Ментор	15	500	1,98	2,11	2,05	0,5	0,7	0,6	
		600	1,9	2,02	1,96	0,52	0,46	0,49	
		700	1,71	1,4	1,56	0,49	0,61	0,55	
	30	500	2,6	2,3	2,45	0,6	0,78	0,69	
		600	2	2,3	2,15	0,45	0,55	0,5	
		700	1,81	1,5	1,66	0,5	0,64	0,57	
	45	500	2,9	2,3	2,60	0,78	0,58	0,68	
		600	2	2,25	2,13	0,52	0,54	0,58	
		700	1,8	2,01	1,91	0,57	0,65	0,58	
HIP05 А						0,15			0,11
HIP05 В						0,17			0,13
HIP05 С						0,17			0,15

Площа листкової поверхні сої залежно від норми висіву і ширини міжряддя, тис.м²/га

Сорт (А)	Ширина міжряддя (В)	Норма висіву тис./га (С)	Цвітіння				Формування бобів				Налив зерна			
			Роки											
			2021	2022	2023	Середнє	2021	2022	2023	Середнє	2021	2022	2023	Середнє
Діадема Поділля	15	500	25,0	23,5	19,0	22,5	21,0	25,0	25,4	23,8	35,0	37,0	37,0	36,3
		600	21,0	26,0	22,9	23,3	26,0	22,0	26,1	24,7	40,0	36,0	36,2	37,4
		700	26,5	23,0	24,0	24,5	24,0	23,0	31,0	26,0	41,0	35,0	37,7	37,9
	30	500	23,0	26,0	24,0	24,3	23,0	27,0	27,1	25,7	40,0	38,0	39,9	39,3
		600	27,0	23,0	26,8	25,6	29,0	24,0	27,4	26,8	37,0	42,0	41,9	40,3
		700	26,3	24,0	29,0	26,4	29,0	28,2	25,0	27,4	43,0	43,0	39,4	41,8
	45	500	26,5	24,0	22,0	24,2	29,0	25,0	24,0	26,0	43,0	41,0	37,8	40,6
		600	26,0	22,0	28,3	25,4	32,0	28,0	26,3	28,8	41,0	43,0	45,0	43,0
		700	28,0	25,0	26,0	26,3	31,0	26,0	26,7	27,9	42,3	39,0	45,0	42,1
Ментор	15	500	32,0	31,0	27,0	30,0	31,0	36,0	34,1	33,7	36,0	43,0	38,0	39,0
		600	28,0	31,6	35,0	31,5	35,0	31,0	31,8	32,6	40,0	41,0	33,6	38,2
		700	33,0	34,0	29,4	32,1	30,0	36,0	33,0	33,0	35,0	37,0	41,1	37,7
	30	500	29,0	33,0	32,9	31,6	32,0	37,0	36,3	35,1	41,0	48,0	43,9	44,3
		600	32,0	35,0	35,3	34,1	39,0	34,0	36,8	36,6	40,7	42,0	46,0	42,9
		700	35,0	30,6	32,0	32,5	31,0	36,0	35,3	34,1	39,0	41,0	45,7	41,9
	45	500	28,0	30,0	34,0	30,7	31,0	36,0	34,1	33,7	46,0	43,0	45,1	44,7
		600	36,0	30,0	33,0	33,0	34,0	36,0	38,3	36,1	43,0	46,0	42,1	43,7
		700	28,0	30,0	34,6	30,9	33,1	34,0	37,0	34,7	40,0	42,0	44,0	42,0
НІР ₀₅ А						1,44				1,42				1,5
НІР ₀₅ В						F _φ <F ₀₅				1,72				1,82
НІР ₀₅ С						F _φ <F ₀₅				F _φ <F ₀₅				F _φ <F ₀₅

Кількість бульбочок з однієї рослини сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь за 2021–2023 рр.

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Кількість бульбочок, мі		
			бутонізація	цвітіння	налив насіння
Діадема Поділля	15	500	19	33,5	59,4
		600	14,4	30,1	37,7
		700	13,2	23,2	35,7
	30	500	21,6	31,9	54,5
		600	21,9	30,9	57
		700	17,3	25	44,3
	45	500	23	31	53,6
		600	18,5	31,5	56
		700	17,7	24	39,5
Ментор	15	500	19,7	33,4	60
		600	14,8	30,8	50
		700	13,7	24	37
	30	500	22,9	33,6	57,5
		600	23,2	32,6	60,3
		700	18,7	26,4	46,8
	45	500	22,1	31,8	54,8
		600	19,7	32,3	43
		700	18	25	42
НІР05 А			3	3,4	8
НІР05 В			2,7	3	7,3
НІР05 С			5,8	6,5	9,3

Кількість і маса бульбочок у агроценозах сої залежно від ширини міжрядь та норми висіву, за 2021–2022 рр.

Сорт (А)	Ширина міжряддя (В)	Норма висіву тис./га (С)	Кількість бульбочок в агроценозах сої, шт/м ²			Суха маса бульбочок в агроценозах сої, шт/м ²		
			бутонізація	цвітіння	налив насіння	бутонізація	цвітіння	налив насіння
Діадема Поділля	15	500	484	857	1520	1,86	5,09	10,33
		600	579	1213	1519	2,11	7,22	10,02
		700	726	1276	1963	2,26	6,97	14,32
	30	500	53,3	784	1346	1,66	5,17	8,21
		600	852	1205	2223	3,3	7,37	13,78
		700	897	1300	2299	3,22	8,73	14,02
	45	500	545	989	1270	2,23	6,35	7,87
		600	710	1130	2016	3,22	6,8	14,31
		700	927	1195	1912	3,88	5,99	12,62
Ментор	15	500	495	855	1536	1,91	5,07	10,44
		600	595	1241	2015	2,17	7,39	13,3
		700	753	1320	2035	2,34	7,22	14,85
	30	500	565	826	1420	2,46	5,45	8,66
		600	902	1271	2352	3,49	7,77	14,58
		700	970	1373	2429	3,48	9,22	14,81
	45	500	524	1014	1279	2,14	6,52	7,93
		600	756	1159	1548	3,43	6,97	10,99
		700	943	1245	2033	3,95	6,24	13,42

**Висота прикріплення бобів нижнього ярусу у рослини сої залежно від
норми висіву та ширини, см**

Сорт, (А)	Ширина міжряддя, см (В)	Норма висіву тис./га, (С)	Роки			Середнє
			2021	2022	2023	
Діадема Поділля	15	500	9,8	8,6	8,5	9,0
		600	10,8	9,2	9,1	9,7
		700	11,5	9,8	9,9	10,4
	30	500	11,3	9,9	8,8	10,0
		600	11,8	9,9	9,2	10,3
		700	12,3	10,3	10,2	10,9
	45	500	12,1	10,6	10,3	11,0
		600	12,5	10,7	11,4	11,5
		700	13,4	11,5	12,5	12,5
	Ментор	15	500	11,7	9,9	10,3
600			12,5	10,6	11,5	11,5
700			13,3	11,5	12,9	12,6
30		500	12,8	12	11,4	12,1
		600	13,8	12,3	12,4	12,8
		700	14,2	12,8	13,6	13,5
45		500	12,5	13	11,6	12,4
		600	12,9	13,4	12,4	12,9
		700	13,7	13,8	13,1	13,5

Елементи структури урожаю сої залежно від ширини міжрядь та норми висіву

Сорт (А)	Ширина міжряддя (В)	Норма висіву тис./га (С)	Кількість шт.								
			Гілок			Насіння			Бобів		
			2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Діадема Поділля	15	500	2,4	2,4	2,2	41,8	57,4	42	16,5	21,7	16,6
		600	2,2	2,3	2	35,1	52	39,1	14,6	20,7	16,3
		700	2	2,3	1,9	28,9	38,9	31	12,4	15,7	13,3
	30	500	2	2,1	2	45,2	61,4	45,2	19,7	30,1	23,3
		600	1,9	2	1,9	37,8	53,3	42	18,4	27,1	20,8
		700	1,9	1,9	1,9	30,6	42,7	33,3	14,8	23,3	17,2
	45	500	1,9	1,9	1,9	45,8	65,4	49,7	21,7	33,2	23
		600	1,9	1,9	1,9	39,7	56,5	46,6	20,1	28,9	22,8
		700	1,8	1,9	1,8	30	45,5	33,9	16,7	24,8	17,4
Ментор	15	500	2,5	2,7	2,5	53,1	62,9	49	22	25,5	20,4
		600	2,2	2,5	2,3	45,6	55,4	45	19,7	23	19,4
		700	2	2,4	2,1	35,6	45,3	38,7	15,8	19,5	17,2
	30	500	2,2	2,3	2,2	49,9	71,5	54	19,7	30	23,2
		600	2	2,2	2	43,8	61,4	49,5	18,4	27,1	20,6
		700	1,9	2,1	1,9	34,4	51,1	39,3	15	23,3	17,2
	45	500	2,2	2,1	2	53,7	77,8	56,8	21,7	33,2	23
		600	2,1	2	2	48	66,3	54,4	20	28,9	22,8
		700	1,9	2	1,9	38	55,3	40	16,7	24,8	17,4

Урожайність сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву, т/га

Сорт (А)	Ширина міжряддя (В)	Норма висіву тис./га (С)	Роки									Середнє
			2021			2022			2023			
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Діадема Поділля	15	500	2,1	2,25	2,07	2,3	2,25	2,07	2,1	2,25	2,07	2,18
		600	2,5	2,15	2,25	2,2	2,1	1,8	2,2	2,5	2,8	2,28
		700	2,25	2,5	2,6	2,3	2	2,5	2,4	2,1	2,6	2,31
	30	500	2,56	2,62	2,8	2	2,2	2,5	2,8	2,4	2,5	2,49
		600	2,77	3,1	2,8	2,2	2,8	2	2,7	3,2	2,4	2,6
		700	2,36	3,7	2,65	2	2,3	2,6	2,3	2,5	2,9	2,37
	45	500	2,3	2,4	1,96	2,3	2,4	1,96	2	2,4	1,96	2,19
		600	2,35	2,1	2,24	2,35	2	1,9	2,6	2	1,9	2,19
		700	2,6	2,9	2,9	2	2,2	2,8	2,2	2,6	3,2	2,5
Ментор	15	500	3,45	3,8	3,61	3,1	3,5	3,3	3,1	3,7	3,6	3,49
		600	3,55	3,8	3,6	3,55	3,8	3,5	3,55	3,7	3,3	3,47
		700	3,89	3,72	3,76	3,89	3,5	3,76	3,3	3,2	3,76	3,46
	30	500	3,82	3,92	3,99	3,3	3,5	3,8	3,5	3,9	4,2	3,78
		600	3,9	3,7	4,1	3,6	3,2	3,7	3,9	4	4,1	3,8
		700	3,8	4	4,2	3	3,3	3,6	3,7	3,9	4,1	3,74
	45	500	4,3	3,8	4,2	3,8	3,6	4	3,8	4,1	4,1	3,96
		600	4	3,6	3,8	3,8	3,4	3,6	4	4,1	3,6	3,76
		700	3,9	4	3,5	3,5	3,8	3,2	4,1	3,8	3,5	3,7
НІР ₀₅ А			0,21			0,31			0,34			0,28
НІР ₀₅ В			0,17			0,25			0,28			0,23
НІР ₀₅ С			0,18			0,25			0,29			0,24

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях

1. **Андрусик П. Р.,** Цюк О. А. Польова схожість насіння та тривалість вегетаційного періоду сої залежно від агротехнічних заходів вирощування. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 1 (107). *(Андрусиком П. Р. взято участь у закладці та проведенні польових досліджень із соєю, здійснено аналіз польової схожості насіння сої. Цюком О. А. здійснено наукове керівництво проєктом щодо встановлення оптимальної норми висіву та ширини міжрядь, проведено аналіз літературних джерел).*

2. **Андрусик П. Р.,** Цюк О. А. Наростання листкової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин сої залежно від норми висіву і ширини міжрядь. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2024. № 2 (108). *(Андрусиком П. Р. проведено польові та лабораторні дослідження, визначено площу листкової поверхні, оформлено статтю. Цюком О. А. здійснено методичний супровід, часткове опрацювання наукових джерел).*

3. **Андрусик П. Р.,** Цюк О. А. Водоспоживання сої залежно від ширини міжрядь і норми висіву. Таврійський науковий вісник. 2023. № 134. С. 3–9. *(Андрусиком П. Р. проведено польові дослідження, здійснено аналіз експериментальних даних, наукових публікацій, підготовлено до друку статтю. Цюком О. А. здійснено методичний супровід закладки та проведення польових досліджень із соєю).*

Тези наукових доповідей

4. Цюк О. А., Андрусик Р. В., **Андрусик П. Р.** Методичні підходи до вирощування сої в аграрних підприємствах Західного Лісостепу. Ефективність функціонування сільсько-господарських підприємств: XI Міжнародна

науково-практична конференція, присвячена 70-річчю створення економічного факультету Львівського національного університету природокористування, м. Львів-Дубляни, 2–3 червня 2022 року: тези доповіді. Львів, 2022. С. 72–74. *(Андрусиком П. Р. вивчено методичні підходи щодо вирощування сої. Цюком О. А. здійснено науковий супровід, підготовку тез до публікації. Андрусиком Р. В. проведено аналіз даних).*

5. Andrusyk P. Determination of basic influence components on soy growing technology. Молодіжна наука заради миру та розвитку: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена Всеукраїнському дню науки «Молодіжна наука заради миру та розвитку», м. Чернівці, 9–11 листопада 2022 року: тези доповіді. Чернівці, 2022. С. 24–26.

6. Андрусик П. Р., Цюк О. А. Поглинання та використання сонячної енергії агроценозами сої. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 28–29 червня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. *(Андрусиком П. Р. проведено визначення площі листової поверхні та фотосинтетичної активної радіації. Цюком О. А. здійснено наукове керівництво проєктом щодо встановлення ефективної норми висіву та ширини міжрядь за вирощування сої).*

АКТ

впровадження науково-технічної дослідження (НТД) як результат закінченої науково-дослідної чи дослідно-конструкторської роботи (НДР чи ДКР)

1. Назва НДР, що впроваджується: елементи технології вирощування сої.

2. Якою науково-дослідною установою (вищим навчальним закладом) одержано НДР та запропоновану до впровадження, її автори: Національний університет біоресурсів і природокористування України, аспірант кафедри землеробства та гербології Андрусик П. Р.

3. Коротка характеристика та назва заходу: рекомендована технологія вирощування сої включала в себе такі елементи: сівба сої сорту Ментор з шириною міжрядь 45 см та нормою висіву в 500 тис. шт./га. Застосування елементів технології сприяло скороченню загальних затрат на 22,0 %, порівняно із загальноприйнятою; підвищенню рівню рентабельності, що становив 131,4 %. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 3,23.

4. Місце впровадження: ТОВ «Вікторія» Тернопільського району Тернопільської області, зона Лісостепу України.

5. Рік і обсяг впровадження: 2022–2023 рр. на площі 45 га.

6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину) і на весь обсяг впровадження: одержано додаткової продукції з одного гектара на суму:

за роки впровадження економічний ефект становив 1310 грн на 1 га.

7. Відповідальні:

а) від вищого навчального закладу:

аспірант кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування

Андрусик П. Р.

б) директор ТОВ «Вікторія» Тернопільського району Тернопільської області

Якимець С.Р.



АКТ

Впровадження науково-технічної дослідження (НТД) як результат закінченої науково-дослідної чи дослідно-конструкторської роботи (НДР чи ДКР)

Назва НДР «Оптимізація елементів технології вирощування сої в західному Лісостепу»

2. Впровадження запропоноване аспірантом кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України Андрусиком П. Р.

3. Рекомендована технологія вирощування сої включала в себе такі елементи: сівбу сої сорту Ментор з шириною міжрядь 45 см та нормою висіву в 500 тис. шт./га. Такі посіви в західному Лісостепу України забезпечують підвищення продуктивності сої на 4,7-7,0%, зростає умов чистий дохід на 6,8-12,6%.

4. Місце впровадження: ПСП «ЗАХІД-АГРО» Чортківського району Тернопільської області.

5. Рік і обсяг впровадження: у 2023 році, на площі 110 га.

6. Отримано фактичний економічний ефект від впровадження на одиницю (га, голову, машину) і на весь обсяг впровадження: одержано додаткової продукції з одного гектара на суму:

За час виробничих випробувань вдалося знизити собівартість вирощування однієї тони сої на 750 грн на 1 га.

8. Відповідальні:

а) від вищого навчального закладу:

аспірант кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України

Андрусик П. Р.

б) директор ПСП «ЗАХІД-АГРО» Чортківського району Тернопільської області