МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

ФЕДОРУК ІННА ВАСИЛІВНА

УДК:633.34:631.53.027:631.541:631.8

СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ТА ВНЕСЕННЯ МІКРОДОБРИВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Спеціальність 06.01.09 – рослинництво

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____І.В. Федорук

Науковий керівник – Бахмат Олег Миколайович, доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри екології, карантину і захисту рослин

Кам'янець-Подільський – 2021

АНОТАЦІЯ

Федорук І.В. Сортова продуктивність зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Подільський державний аграрно-технічний університет, МОН України, Кам'янець-Подільський, 2021.

Соя є провідною найпоширенішою та рентабельною білково-олійною культурою світового землеробства. Проте рівень її врожайності в умовах Лісостепу західного поки що залишається значно нижчим генетичного потенціалу сортів. Тому оптимізація елементів технології вирощування сої з урахуванням біологічних вимог кожного сорту є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дасть можливість підвищити продуктивність врожайності та покращити ефективність вирощування сої.

На основі аналізу літературних джерел і публікацій було вивчено особливості сортів сої для вирощування в умовах Лісостепу західного та напрямки підвищення продуктивності даних сортів.

Важливим елементом технології вирощування є підбір сортів, адаптованих до даної кліматичної зони. Основними критеріями оцінки під час вибору сорту є продуктивність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до осипання та вилягання, стійкість до хвороб і шкідників, здатність до пристосування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах; також необхідно звертати увагу на харчові властивості – вміст білка, що, у свою чергу, впливає на вартість вирощеної продукції.

Сорти рослин сої повинні мати пластичність до родючості ґрунтів як основної, так і передпосівної підготовки ґрунту, формувати врожайність, враховуючи систему живлення та процеси інокуляції. Саме врахування таких генетичних особливостей рослин сої дає можливість розробити прийоми елементів технології вирощування із врахуванням біології рослин.

Для виробництва рекомендовано варіанти внесення мікродобрив та обробку посівного матеріалу насіння з використанням високоефективних інокулянтів на основі бактерій Bradyrhizobium japonicum, що за варіантами дослідів порівняно з базовою технологією покращує здатність бобових рослин фіксувати атмосферний азот і підвищувати врожайність до 4,9 т/га, а також зменшити технологічні витрати на 10 %.

Доцільність використання інокулянтів є обґрунтованою, оскільки застосування ризобіальних бактерій – це природний шлях збільшення кількості азоту, доступного для рослин, і підвищення та розкриття їх потенціалу врожайності.

Рекомендована технологія пройшла виробничу перевірку в ТОВ «Козацька долина 2006» (с. Вихрівка, Дунаєвецький район, Хмельницька область) на площі 55 га, де сорт сої Кордоба забезпечив врожайність на 0,56 т/га вищу, ніж за існуючої технології.

У даній дисертаційній роботі викладено результати досліджень впливу мікроелементів і заходів інокуляції на процеси росту та розвитку рослин сої, формування вегетативної маси, репродуктивних органів, фотосинтетичну діяльність рослин і продуктивність таких сортів сої, як Максус, Кордоба, Саска. Встановлено, що найбільш сприятливі умови для їх росту й розвитку, формування добре розвиненої надземної маси та фотосинтетичної діяльності рослин створюються у варіанті досліду: мікродобрива Вуксал Борон у нормі 1 л/га + Басфоліар у нормі 2 л/га та інокулянти в поєднанні Хі Стік 4 кг/т насіння сої + Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т.

Здійснивши дослідження таких сортів сої, як Максус, Кордоба, Саска, отримано позитивні результати щодо врожайності за рахунок внесення мікродобрив, обробки посівного матеріалу насіння сої інокулянтами, а також обробки насіння препаратом Стандак Топ 1 л/т. Це, у свою чергу, запобігає розвитку таких захворювань, як фузаріоз, антракноз, пліснявіння насіння, сприяє укоріненню рослин у ґрунті завдяки прискореному розвитку кореневої системи, збільшенню асиміляційної поверхні листового апарату, активізації

роботи нітроредуктази, що зі свого боку активує роботу процесів фотосинтезу, проявляється у так званому AgCelence ефекті; рослини мають інтенсивно насичений темно-зелений колір, забезпечується контроль за ґрунтовими шкідниками.

Формування врожаю сої є надзвичайно складним процесом, у якому бере участь велика кількість чинників та факторів.

Накопичення вегетативної маси рослин сої дає можливість встановити вплив на неї різних факторів і досліджуваних елементів технології вирощування, визначити управління цим процесом, а також максимально розкрити генетичний потенціал продуктивності сої.

Аналізуючи динаміку лінійного росту висоти рослин сортів сої, необхідно зазначити, що найнижчі значення її показників були характерні для варіанту контроль на всіх трьох досліджуваних сортах, так висота рослин сорту сої Кордоба склала 83,8 см. Такі ж показники висоти на варіанті контроль мають рослини сорту Максус, а сорту Саска – 110,5 см.

Найбільша висота рослин спостерігалась у фазі наливу бобів у варіанті взаємодії Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар. У цьому варіанті досліду висота рослин сорту Кордоба склала 90,6 см, що на 6,8 см більше від контролю, сорту Максус – 103,4 см, це на 19,6 см більше від контролю, сорту Саска – 126,7 см, що на 16,2 см більше від контролю. Саме такі результати на даному варіанті дослідження дає інокуляція насіння, яка в свою чергу стимулює накопичення надземної маси рослин.

Використання інокулянтів, які містять сучасні високоефективні культуроспецифічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, забезпечує утворення максимальної кількості бульбочок на кореневій системі рослин.

Усі сорти досліду позитивно відреагували більшою чи меншою мірою на використання інокулянтів, особливо хороші показники варіанту досліду з мікродобривами та інокулянтом Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender;

найкращі показники врожайності в середньому становили: сорт Максус – 2,87 т/га, сорт Кордоба – 3,11 т/га, сорт Саска – 2,63 т/га. У варіанті мікродобрива з поєднанням двох видів інокулянтів – Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender врожайність у середньому становила: сорт Максус – 2,87 т/га, сорт Кордоба – 3,33 т/га, сорт – Саска 2,72 т/га.

Як показують результати дослідів, поєднання процесу інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування дають значно кращі результати щодо збільшення врожайності. Але слід враховувати відносну вологість повітря й запаси продуктивної вологи ґрунту.

За результатами досліджень встановлено також якісні показники зерна. Визначено, що максимальний вміст сирого протеїну 39,7 % був у рослин сорту Саска на варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар, показник перевищував контроль на 1,8 %, відповідно збір сирого протеїну на цьому варіанті досліду містив теж найвищий показник – 1,082 кг, який до контролю становив 40,7 %.

Різниця у вмісті протеїну між досліджуваними сортами залежно від варіанту коливалась у межах від 37,7 % до 39,7 %, тоді відповідно різниця показників у зборі протеїну становила від 792 кг до 1,082 кг.

Практика дослідів показує, що в сучасних умовах технології вирощування сої, поєднання інокуляції й мікродобрив дають можливість повною мірою використати генетичний і сортовий потенціал сортів, які вирощують в умовах Лісостепу західного.

Підбір сортів сої зарубіжної селекції з хорошим генетичним потенціалом, рекомендованих до кліматичних умов Лісостепу західного, в поєднанні з процесом інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування, як показують результати проведеного дослідження, дають значні показники збільшення врожайності сої.

Ключові слова: *соя, сорт, інокуляція, мікродобрива, передпосівна обробка насіння, біологічні особливості, елементи технології, врожайність.*

ANNOTATION

Fedoruk I.V. Varietal productivity of soybeans depending on seed inoculation and micronutrient fertilization in the conditions of the Western Forest-steppe. – Qualifying scientific work as a manuscript. Dissertation for the degree of agricultural sciences candidate in the specialty 06.01.09 “Crop production”. – Podilskyi State Agrarian and Egineering University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kamianets-Podilskyi, 2021.

Soybeans are the leading, most widespread and profitable protein-oil crop in the world of agriculture. However, the level of its yield under the conditions of the Western forest-steppe is still significantly lower than the genetic potential of the varieties. Therefore, the optimization of the elements of the growing soybeans technology, taking into account the biological requirements of each variety, is an urgent scientific problem, the solution of which will increase the productivity of crop capacity and the growing soybeans efficiency.

Based on the literary sources analysis and publications, the features of soybean varieties for cultivation in the Western forest-steppe conditions and the directions of productivity increasing of these varieties were studied.

An important element of cultivation technology is the selection of varieties adapted to a given climatic zone. The main assessment criteria when choosing a variety are productivity, growing season duration, resistance to shedding and lodging, resistance to diseases and pests, the ability to adapt to specific soil and climatic conditions; it is also necessary to pay attention to nutritional properties – the protein content, in turn, affects the grown products cost.

Soybean plant varieties should have plasticity to soil fertility, both basic and pre-sowing soil preparation, to form yield, taking into account the nutritional system and inoculation processes. It is the consideration of such genetic characteristics of soybean plants that makes it possible to develop techniques for the cultivation technology elements, taking into account plant biology.

For production, options for the micronutrient fertilizers introduction and the treatment of seeds using highly effective inoculants based on the bacteria

Bradyrhizobium japonicum are recommended, which, according to the experimental options, compared with the basic technology, improves the ability of legumes to fix atmospheric nitrogen and increase the yield to 4,9 t / ha, as well as reduce technological costs by 10 %.

The expediency of using inoculants is justified, since the use of rhizobial bacteria is a natural way of increasing the nitrogen amount available to plants and increasing and unlocking their yield potential.

The recommended technology has passed production testing at TOV "Kosack Dolyna 2006" (Vykhrivka village, Dunaevetskyi district, Khmelnytskyi region) on an area of 55 hectares, where the Cordoba soybean variety provided a yield of 0,56 t / ha higher than with the existing technology.

This thesis presents the results of studies of the influence of microelements and inoculation processes on the growth and soybean plants development, the vegetative mass formation, reproductive organs, photosynthetic activity of plants and the productivity of soybean varieties such as Maxus, Cordoba, Saska. It was found that the most favorable conditions for their growth and development, the formation of a well-developed aboveground mass and photosynthetic activity of plants are created in the experiment variant: micronutrient fertilizer Vuksal Boron at a rate of 1 l / ha + Baspholiar at a rate of 2 l / ha and inoculants in combination with Hi Stick 4 kg / t of soybean seeds + Hai Kot Super 1,42 l / t + Hai Kot Super Extender 1,42 l / t.

Having carried out research on such soybean varieties as Maxus, Cordoba, Saska, positive results were obtained in terms of yield due to the micronutrient fertilizers introduction, treatment of the inoculant seed material of soybeans, as well as treatment of seeds with Standak Top 1 l / t.This, in turn, prevents the development of such diseases as fusarium, anthracnose, seed mold, promotes the rooting of plants in the soil due to the accelerated development of the root system, an increase in the assimilation surface of the leaf apparatus, the activation of the nitroreductase, which, in turn, activates the work of photosynthesis processes, manifests itself in the so-called AgCelence effect; the plants have an intensely saturated dark green color, and soil pest control is ensured.

The soybean crop formation is an extremely complex process, in which a large number of factors and agents are involved.

The vegetative mass accumulation of soybean plants makes it possible to establish the influence on it of various factors and studied elements of the cultivation technology, determine this process management, and also maximize the genetic potential of soybean productivity.

Analyzing the dynamics of the linear growth of the plant height of soybean varieties, it should be noted that low values of its parameters were characteristic of the control variant on all three studied varieties, so the plant height of the Cordoba soybean variety was 83,8 cm. Maxus, and Saska varieties are 110,5 cm.

The highest plant height was observed in the bean loading phase in the variant of interaction Hi Stoke + Let Cat Super + Let Cat Super Extender + Vuksal Boron + Baspholiar. In this variant of the experiment, the height of the plants of the Cordoba variety was 90,6 cm, which is 6,8 cm more than the control, the Maksus variety – 103,4 cm, which is 19,6 cm more than the control, the Saska variety – 126,7 cm, which is 16,2cm more control. These are the results on this variant of the study gives inoculation of seeds, which in turn stimulates the accumulation of the aboveground mass of plants.

The use of inoculants containing modern highly efficient culture-specific strains of rhizobial bacteria with increased viability in high concentrations ensures the formation of the maximum number of bubbles on the root system of plants.

All varieties of experiment responded more or less positively to the use of inoculants, especially good performance of the variant of the experiment with micronutrient fertilizers and inoculant Hai Kot Super + Hai Kot Super Extender; the best yield indicators on average were: variety Maksus – 2,87 t / ha, variety Cordoba – 3,11 t / ha, variety Saska – 2,63 t / ha. In the variant of micronutrient fertilization with a combination of two types of inoculants - Hi Stoke +Hai Kot Super + Let Cat Super Extender, the average yield was: variety Maksus – 2,87 t / ha, variety Cordoba – 3,33 t / ha, variety - Saska 2,72 t / ha.

As the results of the experiments show, the combination of the inoculation process and the micronutrient fertilizers use in the cultivation technology give significantly better results in increasing the yield. But you should take into account the relative humidity and reserves of productive soil moisture.

According to the research results, the quality indicators of seeds were also established. It was determined that the maximum crude protein content of 39,7 % was in plants of the Saska variety in the variant of experiment Hi Stoke + Hai Kot Super + Hai Kot Super Extender + Vuksal Boron + Baspholiar, the indicator exceeded the control by 1,8 %, respectively, the collection of crude protein by This variant of the experiment also contained the highest indicator – 1,082 kg, before the control it was 40,7 %.

The difference in the protein content between the studied varieties, depending on the variant, ranged from 37,7 % to 39,7 %, then, respectively, the difference in indicators in the collection of protein ranged from 792 kg to 1082 kg.

Experimental practice shows that in modern conditions, soybean cultivation technologies, a combination of inoculation and micronutrient fertilizers make it possible to fully use the genetic and varietal potential of varieties grown in the western forest-steppe conditions. The selection of foreign soybean varieties with good genetic potential, recommended for the climatic conditions of the Western forest-steppe, in combination with the inoculation process and the use of micronutrient fertilizers in the cultivation technology, as the results of the study show, give significant indicators of increasing the yield of soybeans.

Key words: *soybeans, variety, inoculation, micronutrient fertilizers, pre-sowing seed treatment, biological features, technology elements, yield.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. І. С. 9-16.

2. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник* / Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110-116. (Серія «Сільськогосподарські науки»).

3. Федорук І. В., Хмелянчишин Ю. В., Городиська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2020. Вип. 33. С. 54-61.

4. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія = Agrobiology* : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. №2 (161). С. 178-184.

5. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7-17.

Статті у закордонних фахових виданнях:

6. Agroecological influence of micronutrient fetilizers and seed inoculation on a soybean crop / Fedoruk Inna, Bakhmat Oleg, Khmelianchyshyn Yuri, Gorodyska Olesia. *EUREKA : Life Sciences* : scientific journal. Tallin, Estonia, 2021. Is. 2. P. 16-24.

Тези наукових конференцій:

7. Влияние адаптивной технологии возделывания на формирование урожая зерна сои в условиях Западной Лесостепи Украины / Бахмат О. Н., Бахмат Н. И., Зеленский В. А., Федорук И. В. Современные достижения науки и пути инновационного восхождения экономики региона, страны: материалы

Междунар. науч.-практ. конф., 18 мая 2017 года. Комрат, Молдова. 2017. С. 255-259.

8. Бахмат О. М., Федорук І. В. Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., 15-16 черв. 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 174-176.

9. Бахмат О. М., Бахмат М. І., Федорук І. В. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу західного. Аграрна наука та освіта Поділля : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 14-16 берез. 2017 р., Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2017. Ч. 1. С. 59-62.

10. Федорук І. В. Значення мікроелементів у технології вирощування сої в умовах Південно-Західного Лісостепу України. Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії : матеріали V Всеукр. заочної наук.-практ. конф., 11-12 квіт. 2017 р. Харків, 2017. С. 32-37.

11. Федорук І. В. Особливості технології вирощування сої в умовах Південно-Західної частини Лісостепу. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2018. Ч. 1. С. 153-155.

12. Федорук І. В., Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали наук. інтернет-конф., 15 трав. 2018 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 191-194.

13. Федорук І. В., Бахмат О. М. Вплив інокуляції на врожайність сортів сої різних груп стиглості в умовах нестійкого зволоження Південно-Західного Лісостепу. Збірник тез ІІІ Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ, 2018. С. 635-639.

14. Федорук І. В. Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від елементів технології вирощування. Аграрна наука та освіта в

умовах євроінтеграції: зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 берез. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2019. Ч. 1. С. 163-165.

15. Вплив бору на продуктивність сої / Бахмат О. М., Федорук І. В., Чубайко О. В., Городиська О. П. Scientific achievements of modern society : abstracts of VIII International scientific and practical conference, 1-3 April. Liverpool, United Kingdom, 2020. P. 247-253.

16. Бахмат О. М., Федорук І. В. Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві: матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф., 15 лип. 2020 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський. С. 15-17.

17. Федорук І. В. Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях. Матеріали XII Міжнар. наук. конф. «Корми і кормовий білок», 15 лип. 2020 р. Вінниця, 2020. С. 116-119.

18. Якісний насіннєвий матеріал – основа вирощування органічної сої / Федорук І. В., Бахмат О. М., Хоміна В. Я. та ін. Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука», 4 листоп. 2020 р. / НМЦ ВФПО. Київ, 2020. С. 14-17.

Науково-практичні рекомендації:

19. Бахмат М. І., Бахмат О. М., Федорук І. В. Моделювання адаптивної сортової технології вирощування сої у господарствах Хмельницької області: рекомендації. Кам’янець-Подільський, 2017. 33 с.

ЗМІСТ

ВСТУП…..... 17-22

РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури)……... 23-50

1.1. Значення сої в сучасному аграрному світі..... 23-26

1.2. Вплив гідротермічних умов на ріст та розвиток сої…… 26-28

1.3. Значення сорту у підвищенні врожайності та якості зерна сої.. 29-33

1.4. Вплив інокуляції та мікродобрив на урожайність зерна сої…. 33-50

Висновки до розділу 1……. 50-51

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВО –КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РЕГІОНУ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.. 52-70

2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика та погодні умови в роки проведення досліджень…… 52-65

2.2. Методика проведення досліджень……. 65-70

Висновки до розділу 2……. 70-71

РОЗДІЛ 3. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИДУ ІНОКУЛЯНТУ ТА МІКРОДОБРИВ……... 73-98

3.1. Особливості проходження фенологічних фаз і міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої…….. 73-77

3.2. Густота та виживання рослин сої залежно від елементів технології вирощування…….. 78-83

3.3. Особливості росту та розвитку рослин залежно від варіантів досліду……... 83-91

3.4. Накопичення сухої речовини рослинами сої залежно від заходів технології вирощування…….. 91-98

Висновки до розділу 3…….. 98-99

РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ВИДУ ІНОКУЛЯНТУ ТА МІКРОДОБРИВ……... 100-131
4.1. Особливості формування площі листкової поверхні залежно від впливу технологічних прийомів…… 100-105
4.2. Фотосинтетичний потенціал сортів сої в досліді…… 105-109
4.3. Динаміка формування чистої продуктивності…… 109-114
4.4. Використання фотосинтетично активної радіації дослідних сортів сої……... 114-120
4.5. Симбіотична продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування……... 120-131
Висновки до розділу 4…….. 131-132
РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ СОРТУ, ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ВНЕСЕННЯ МІКРОДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОЇ…… 133-145
5.1. Структура елементів продуктивності сої залежно від заходів технології вирощування……... 133-139
5.2. Урожайність зерна сої в досліді…… 139-145
Висновки до розділу 5…….. 145-146
РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ВНЕСЕННЯ МІКРОДОБРИВ…….. 147-160
6.1. Вміст та збір сирого протеїну у зерні сої…… 147-154
6.2. Вміст та збір жиру у зерні сої…… 154-160
Висновки до розділу 6……. 160-161
РОЗДІЛ 7. БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА І ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ……...…….. 162-176
7.1. Біоенергетична оцінка…….. 162-168
7.2. Економічна ефективність……. 169-176
Висновки до розділу 7……. 176-177

ВИСНОВКИ…….. 178-179
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……... 180
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…….. 181-204
ДОДАТКИ……. 205-251

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВП – вегетаційний період

ФП – фотосинтетичний потенціал

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

ц/га – центнер на гектар

тис. – тисяч

тис./га – тисяч на гектар

т – тонна

т/га – тонн на гектар

млн. т – мільйон тон

см – сантиметр

$см^2$ – сантиметр квадратний

кг – кілограм

л/га – літр на гектар

кг/га – кілограм на гектар

г/л – грам на літр

°С – градус за Цельсієм

мм – міліметр

$м^2$ – метр квадратний

шт. – штук

шт./$м^2$ – штук на метр квадратний

г/$м^2$ – грам на метр квадратний

$м^2$/га – метр квадратний на гектар

тис. $м^2$/га – тисяча метрів квадратних на гектар

млн. $м^2$/га × діб – мільйон метрів квадратних на гектар діб

МДж – мега джоуль

г/рослину – грам на рослину

грн/га – гривень на гектар

г/$см^3$ – грам на сантиметр кубічний

ВСТУП

Серед культур, які на даний час використовуються у сучасному землеробстві, за вмістом білка і рослинної олії соя займає одне із провідних місць в Україні, Європі та світі.

За обсягами виробництва соя займає перше місце як серед зернобобових, так і серед олійних культур, характеризується високою адаптацією до умов вирощування, універсальністю використання, вмістом і збалансованістю білка та олії, попитом на внутрішньому і світовому ринках, який зростає.

Соя є основною зернобобовою культурою в світі. Її зерно збалансоване за перетравним протеїном і амінокислотами. Насіння сої містить 30-55 % білка, 13-26 % жиру, 20-32 % крохмалю. У золі багато калію, фосфору, кальцію, а також вітамінів (А, B_1, С, B_2, Е, К, D_1, D_3, РР). Великий вміст білка і надзвичайно цінна його збалансованість за амінокислотним складом роблять сою гарним замінником продуктів тваринного походження у харчуванні людини.

Розробленню наукових основ підвищення продуктивності сої присвячено праці відомих вчених: Бабича А. О., Петриченка В. Ф., Бахмата О. М., Бахмата М. І., Лихочвора В. В., Дідура І. М., Дзюбайла А. Г., Михайлова В. Г., Січкаря В. І., Колісника С. І., Каленської С. М., Камінського В. Ф., Чинчика О. С., Шевнікова М. Я. та інших.

Вирощування сої в Лісостепу України забезпечує галузь народного господарства рослинним білком, знижує собівартість продукції за рахунок включення в процес сільськогосподарського виробництва атмосферного азоту, впливає на фітосанітарний стан посівів та значно підвищує продуктивність сільськогосподарських культур у сівозміні [142].

Актуальність теми. Одним із найважливіших завдань сучасного аграрного виробництва є розробка інтенсивних технологій вирощування сої з високим рівнем врожайності та стійкості до несприятливих чинників довкілля.

Для умов західного регіону України соя є однією із найбільш вирощуваних культур, її площі збільшуються з кожним роком. Така тенденція

зумовлює необхідність удосконалення елементів технології вирощування нових сортів цієї культури, оптимізації системи удобрення.

Залишаються недостатньо вивченими питання внесення мікродобрив упродовж вегетації, а також застосування нових формуляцій інокулянтів. Недостатність опрацювання цих питань вплинула на вибір теми дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є складовою частиною наукових досліджень кафедри екології, карантину і захисту рослин та кафедри рослинництва і кормовиробництва Подільського державного аграрно-технічного університету відповідно до наукової тематики «Сортова продуктивність зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного» (номер державної реєстрації 0117U007235).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи було дослідити та встановити закономірність сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив для одержання підвищеної урожайності і якості зерна в умовах Лісостепу західного України.

Для досягнення поставленої мети передбачалось виконати завдання:

- виявити вплив досліджуваних чинників на ріст і розвиток рослин сої;
- встановити вплив сорту, елементів системи удобрення з використанням мікродобрив та впливу різних формуляцій інокулянтів на формування фотосинтетичної діяльності посівів сої;
- провести оцінку показників індивідуальної продуктивності рослин, урожайності та якості зерна сортів сої;
- визначити кореляційні та регресійні залежності між продуктивністю рослин сої, якісними показниками зерна за досліджуваними факторами, а також визначити економічну та енергетичну ефективність технологічних прийомів, що вивчалися.

Об'єкт дослідження – процеси росту, розвитку та формування врожаю зерна сої, його якості залежно від біологічних особливостей сорту, інокуляції насіння та внесення мікродобрив.

Предмет дослідження – сорти сої Максус, Кордоба, Саска, їх реакція на інокуляцію насіння інокулянтами: Хі Стік, Хай Кот Супер та Хай Кот Супер Extender, різні норми мікродобрив Вуксал Борон і Басфоліар та строки їх внесення.

Методи дослідження. У роботі використано такі методи дослідження: польовий (візуальні та фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої); біохімічний (визначення хімічного складу зерна); статистичний (статистична обробка результатів досліджень); порівняльно-розрахунковий (визначення економічної та енергетичної ефективності елементів технології вирощування сої).

Наукова новизна одержаних результатів полягала в тому, що на підставі вивчення біологічних особливостей росту і розвитку рослин, формування структури урожаю встановлено найбільш продуктивні для умов Лісостепу західного сорти сої, а також оптимальні дози мікродобрив впродовж вегетації та доцільність застосування нових формуляцій інокулянтів.

Уперше: в умовах Лісостепу західного вивчено особливості формування фотосинтетичної діяльності посівів та елементів продуктивності сортів сої: Максус, Кордоба, Саска – залежно від внесення мікродобрив упродовж вегетації та застосування нових формуляцій інокулянтів. Визначено кореляційні зв'язки між рівнем урожайності та досліджуваними чинниками. За результатами економічного та енергетичного аналізу визначено рівень ефективності удосконалених елементів технології вирощування різностиглих сортів сої.

Удосконалено: окремі елементи технології вирощування сої, зокрема із підбору нових адаптованих до даної кліматичної зони сортів різних груп стиглості, а також із застосуванням інокулянтів та мікродобрив в умовах змін клімату.

Набули подальшого розвитку: наукові положення щодо формування сортової продуктивності зерна сої за рахунок сорту, ефективності обробки насіннєвого матеріалу інокулянтами, внесення мікродобрив упродовж вегетації в умовах Лісостепу західного України.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені складові сортової технології вирощування сої, які забезпечують в умовах Лісостепу західного України одержання урожайності зерна в сорту Максус за кращим варіантом досліду на рівні 2,97 т/га із собівартістю 1 т зерна 3693,40 грн. та рівнем рентабельності в межах 143,68 %, в сорту Кордоба за кращим варіантом досліду на рівні 3,33 т/га із собівартістю 1 т зерна 3188,94 грн. та рівнем рентабельності в межах 188,50 %, в сорту Саска за кращим варіанту досліду на рівні 2,72 т/га із собівартістю 1 т зерна 3837,15 грн та рівнем рентабельності в межах 134,55 %.

Результати досліджень перевірені у виробничих умовах сільськогосподарських підприємств: ТОВ «Гарант», с. Оринин, Кам'янець-Подільський район, Хмельницька область; ТОВ «Козацька долина 2006», с. Вихрівка, Дунаєвецький район, Хмельницька область; ТОВ «ЗАХІД АГРО», м. Вашківці, Вижницький район, Чернівецька область; ФГ «Калина», с. Клювинці, Гусятинський район, Тернопільська область; ПАП «Обрій», с. Великі Чорнокінці, Чортківський район, Тернопільська область – на загальній площі 285 га.

Особистий внесок здобувача. Аспірантка особисто здійснила аналіз наукової вітчизняної та зарубіжної літератури за темою дисертаційної роботи, брала безпосередню участь у розробці програми досліджень, власноручно проводила закладання польових дослідів та виконувала обліки і спостереження в них. Узагальнила і проаналізувала одержані дані, на основі чого підготувала дисертаційну роботу, а також здійснила науковий супровід

результатів досліджень у виробництво. Наукові публікації за темою дисертації виконано самостійно та у співавторстві з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень й основні положення дисертаційної роботи оприлюднені на науково-теоретичних конференціях професорсько-викладацького складу 2015-2020 рр.: участь у Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна наука та освіта Поділля» (м. Кам'янець-Подільський, 14-16 березня 2017 року); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату» (м. Кам'янець-Подільський, 15-16 червня 2017 року); V Всеукраїнській заочній науково-практичній конференції «Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії» (м. Харків, 11-12 квітня 2017 року); Міжнародній науково-практичній конференції «Современные достижения науки и пути инновационного восхождения экономики региона, науково-практичній конференції «Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції» (м. Кам'янець-Подільський, 20-22 березня 2018 року); науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» практичній конференції за участю ФАО на тему: «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 13-14 березня 2018 року); Міжнародній науково-практичній конференції «Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції» (м. Кам'янець-Подільський, 20-21 березня 2019 року); VIII Міжнародній науково-практичній конференції SCIENTIFIC продуктивність сої» (м. Ліверпуль, Великобританія, 1-3 квітня 2020 року); XII Міжнародній науково-практичній конференції «Корми і кормовий білок» (м. Вінниця, 15 липня 2020 року).

Публікації. За результатами наукових досліджень опубліковано 19 наукових праць, з яких: 5 статей у фахових виданнях України, 1 – у

закордонному виданні, 12 – матеріалів конференцій, 1 – науково-практична рекомендація.

Структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 180 сторінках комп’ютерного тексту, містить анотацію, вступ, 7 розділів, висновки, рекомендації виробництву, 30 таблиць, 22 рисунки, 36 додатків. Список використаних джерел налічує 233 найменування, з яких 21 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури)

1.1. Значення сої в сучасному аграрному світі

Соя є цінною продовольчою і кормовою культурою. Також використовують її як сировину для промисловості. Зерно містить від 40 до 55 % білків, які легко засвоюються організмом людини і тварин, до 26 % жирів, близько 30 % вуглеводів і досить значну кількість вітамінів. З усіх зернобобових культур білок сої найбільш повноцінний.

Соєву олію широко застосовують для виробництва маргарину, у лакофарбовій та миловарній промисловості, для виготовлення гліцерину. Із зерна мелених бобів сої виготовляють страви, харчові продукти, консерви.

За даними ФАО білок сої прийнято за стандарт рослинних білків в усьому світі. На сьогоднішній день селекціонери працюють над поліпшенням його якостей, зокрема до мінімуму знизити вміст інгібіторів протеолітичних ферментів трипсину і хемотрипсину, що дає можливість скоротити затрати при виробництві концентрованих кормів і харчових продуктів [47].

Соєвий білок містить 10 замінних та 8 незамінних амінокислот і майже ідентичний за якістю тваринному білку, при цьому такий білок легко засвоюється. Він на 88-95 % представлений водорозчинною фракцією глобулінів (60-80 %), альбумінів (8-25 %), важкорозчинних глобулінів (3-27 %) [103, 143].

Для виробництва високопротеїнових збалансованих за амінокислотним складом кормів необхідно вирощувати зернобобові культури, які мають особливість накопичувати у вегетативній масі і в зерні значну кількість білка [86, 107].

Важлива роль у збільшенні виробництва рослинного білка відводиться зернобобовим культурам, чільне місце серед яких займає соя. У зерні сої міститься 36-48 % білка, 17-26 % жиру і більш ніж 20 % вуглеводів. Білок сої

повністю збалансований за амінокислотним складом, він легко засвоюється і за біологічною цінністю наближається до білка м’яса, молока і яєць [15, 19, 64].

Продуктам переробки сої належить вагома роль при годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. Їх використовують у вигляді соєвого борошна і шроту, соєвої макухи, сіна, сінажу, зеленої маси, білкових концентратів, соєвого молока тощо [10, 25, 81, 93, 106].

Стабільне виробництво насіння олійних культур є одним з пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства України [45].

Соєва олія містить 15 % насичених жирних кислот. Біля 50 % жирів – це лінолева кислота, яка синтезується тільки рослинними організмами і вважається незамінною жирною кислотою для тварин і людей [141].

Проблема отримання рослинного білка стала відчутно гострою у межах світового масштабу. Для виробництва 1 кг тваринного білка використовується близько 7-8 кг рослинного, але, враховуючи баланс кормів, маємо нестачу білка у раціоні тварин до 20-30 %, що збільшує витрати кормів на одиницю тваринної продукції в 1,5-1,6 рази в порівнянні з фізіологічними нормами [25, 95, 175, 178].

Проблеми вирощування і отримання рослинного білка залишаються одними з основних у сільському господарстві. Відповідно вчені намагаються зменшити цей дефіцит шляхом селекції і вирощування високоінтенсивних нових сортів високобілкових культур [125].

Тому проблему рослинного білка можна вирішити за рахунок вирощування зернобобових культур. Бобові культури в системі землеробства відіграють важливу роль, яка пов'язана з їх властивістю фіксувати за допомогою бульбочкових бактерій атмосферний азот повітря і збагачувати ним ґрунт.

Провідні фахівці [14, 16, 20, 31] вважають, що у розв'язанні проблеми рослинного білка, харчування людей та розвитку тваринництва велике значення має така культура, як соя.

Соя – цінна харчова, кормова і технічна культура, важливе джерело повноцінного білка, вітамінів і мікроелементів. У цьому відношенні соя серед інших зернобобових культур не має собі рівних. В світовому рослинному ресурсі соя є найдешевшим продуцентом білка, який цілком придатний для кормового і харчового використання.

Незважаючи на те, що Лісостеп західний відноситься до зони ризикованого соєсіяння, завдяки вирощуванню ранніх сортів, соя може стати тут важливим джерелом збільшення виробництва кормового білка для громадського тваринництва [62].

Усе більша кількість фахівців у різних галузях підкреслюють як економічну перспективність розвитку ринку соєвих бобів і соєвих продуктів, так і соціальну важливість цієї культури. Останнє підтверджується тим, що насіння сої може містити до 20 % олії та до 40 % білка, тобто ця культура в країнах з низьким доходом населення є джерелом дешевого білка для харчування людей, а в країнах із вищим рівнем доходів використовується як цінна білкова сировина в годівлі багатьох видів тварин [162, 178].

У зв'язку з цим набуває особливої актуальності розробка і впровадження сучасних конкурентоспроможних технологій вирощування сої, які б забезпечили одержання високих врожаїв в умовах сучасного ринку.

Технологія вирощування сої тільки тоді буде ефективною, коли вона буде гармонійно працювати в системі: ґрунтово-кліматичний потенціал регіону – рівень родючості ґрунту – попередник – раціональний обробіток ґрунту – сорт – строк сівби – кількісне та просторове розміщення рослин на площі – збалансовані системи живлення – захист від шкідливих організмів і своєчасний збір врожаю [4, 22, 24, 29, 110].

Соя приваблива в екологічному відношенні. Вона в значній мірі забезпечує себе азотом за рахунок його біологічної фіксації з повітря. У результаті функціонування цього процесу азотний баланс ґрунту залишається позитивним без внесення мінеральних добрив. У групі однорічних бобових

культур соя за інтенсивністю біологічної фіксації азоту з атмосфери поступається лише люпину.

Облетіле листя та стебла є доброю органічною масою, що поступово розкладається в ґрунті. Завдяки діяльності коренів і азотфіксуючих бульбочкових бактерій соя залишає ґрунт у рихлому стані, що поліпшує його фізичні якості, сприяє кращому проникненню, накопиченню і збереженню вологи, зменшенню пошкодження хворобами.

Уведення сої в сівозміну дає змогу змінити структуру посівів і збільшити в ній частку бобових культур. Після сої врожайність зерна пшениці озимої зростає на 0,25-0,40 т/га, кукурудзи – 0,3-0,8 т/га і ячменю – 0,4-0,6 т/га порівняно з іншими попередниками [21, 28, 41, 101, 138].

1.2. Вплив гідротермічних умов на ріст та розвиток сої

Соя відноситься до числа найголовніших зернобобових сільськогосподарських культур. Вона бере активну участь у складному процесі кругообігу речовин в природі, синтезує екологічно чисту речовину в процесі фотосинтезу, задовільняє потреби людини в повноцінному білку, вітамінах і мінеральних речовинах, забезпечує збалансовану годівлю тварин і птиці [12, 59, 74, 82].

Науково-обґрунтована сучасна технологія її вирощування базується на дотриманні таких чинників: забезпечення рослин оптимальними умовами живлення, водоспоживання, газообміну, оптимізації кислотності ґрунтового розчину. При врахуванні цих показників можливо досягти найбільшої її продуктивності [20, 114].

Формування високопродуктивних посівів сої в значній мірі залежить від рівня забезпеченості чинників довкілля та агроекологічних факторів, які впливають на процеси життєдіяльності в онтогенезі рослин [17, 18, 37, 84].

За узагальненими даними багатьох авторів, для формування репродуктивних органів середньодобова температура 18-19 °С є сприятливою, а 21-23 °С – оптимальною. Для цвітіння – мінімальна становить 16–18 °С

оптимальна – 22-25 °С, для формування бобів і насіння – 13-14 °С – мінімальна, 20-23 °С – оптимальна, для достигання – 8-9 °С – мінімальна, 18-20 °С – оптимальна [143].

Підвищення температури повітря у різні фази росту і плодоношення рослин прискорює дозрівання зерна і синтез жирів, уповільнює накопичення вуглеводів, а за низьких температур навпаки підвищується вміст в зерні вуглеводів і обмежується синтез білків [145].

Сприятливі умови для росту сої при гідротермічному коефіцієнті від 1,0 до 1,7, при 0,8-0,9 – вологозабезпеченість менше норми, при 0,6-0,7 – недостатня і при 0,4-0,5 – наступає посуха. Найбільше вологи рослинам потрібно під час цвітіння і особливо росту бобів. Нестача води призводить до опадання бутонів, квіток, плодів, зменшення маси насінин і врожаю. Транспіраційний коефіцієнт сої досить високий – 520-600 [146].

Соя як рослина на формування урожаю зерна затрачає значну кількість води – більше, ніж зернові колосові та інші зернобобові культури [181].

Для проростання насіння сої необхідно 130-160 % води від його маси, тому важливо висівати його у вологий шар ґрунту. В умовах дефіциту вологи бульбочки не отримують достатньої кількості вуглеводів, знижують активність азотфіксації, а потім руйнуються і не відновлюються [3, 146].

Враховуючи вимоги сої до умов вирощування, ґрунтові й гідротермічні ресурси України, академік НААН А. Бабич виділяє соєвий пояс. До нього входять ті області, де за рік випадає 500-650 мм опадів, сума активних температур (понад 10 °С) у цьому регіоні становить 2400-3000 °С, що достатньо для скоро- і середньостиглих сортів сої [18, 20, 84, 143].

Основним лімітуючим чинником вирощування сої на зерно в різних регіонах України є сума позитивних температур та кількість опадів у вегетаційний період [28, 32, 35, 92, 153], метеорологічні умови року на 68,3 % визначають урожайність зерна культури.

Опади відносяться до важливої характеристики зволоження. На земній кулі річна кількість опадів дорівнює випаровуванню і становить в середньому 1130 мм [91].

Для вирощування сої придатні майже усі типи ґрунтів, окрім кам'янистих і піщаних. Високий врожай вона формує тільки на нейтральних або близьких до нейтральних ґрунтах з pH 6-7 [96, 168].

Основною причиною зменшення активності бобоворизобіального симбіозу є реакція ґрунту (оптимальне значення pH знаходиться в межах 6,5-7,5). При величині pH 3,5 гинуть бактерії усіх штамів Rlizobium, а при pH 4,5-5,0 і 8,0 ріст їх затримується [66].

Потреба в елементах живлення визначається біологічними особливостями сої. На початку вегетації вона розвивається повільно. Від появи сходів до цвітіння їй потрібно небагато елементів живлення – 18 % азоту, 15 % фосфору і 25 % калію. У фазу цвітіння вимоги культури до умов живлення зростають. У період від цвітіння до масового наливання бобів у сої найбільша потреба в елементах живлення – вона поглинає їх на 65% загального виносу врожаєм. Упродовж вегетації вміст азоту в рослинах сої майже не змінюється, а вміст фосфору поступово зростає. Найвищий вміст калію спостерігається у період цвітіння. Порівняно з іншими культурами соя з урожаєм виносить відносно велику кількість азоту. На утворення 1т зерна і відповідної маси соломи з ґрунту виноситься до 70-75 кг азоту, 18-20 кг фосфору, 20-25 кг калію [38, 139, 183, 229].

Невід'ємним елементом технологічних заходів, які дозволяють реалізувати потенціал генотипу сої, є поєднання агротехнологічних та біологічних факторів – підбір сорту, збалансоване мінеральне живлення не лише головними елементами (азотом, фосфором, калієм), а й мікроелементами. Тому ефективним заходом для покращення процесів росту і розвитку рослин сої є врахування специфіки регіону вирощування та запровадження нових адаптивних технологій, саме це і є основою для формування високопродуктивних агрофітоцинозів сої.

1.3. Значення сорту у підвищенні врожайності та якості зерна сої

Підбір сортів сої для вирощування в умовах Лісостепу західного має свої особливості, так як в природних умовах України існують обмеження у світло-теплових ресурсах для вирощування середньо- і пізньостиглих сортів (період вегетації 145 діб), сорти мають бути адаптовані до змін клімату, мати пластичність до родючості ґрунтів як основної, так і передпосівної підготовки ґрунту, формуючи врожайність, враховуючи систему живлення та процеси інокуляції.

У процесі подальших змін клімату, коли відбувається наростання суми температур та зменшується кількість опадів, поширюється влив не лише ґрунтової, а й повітряної посухи – селекція має бути орієнтована на конкретні умови зони вирощування або з урахуванням цих умов. [21, 27, 40, 85, 188, 189, 228].

Результати чисельних досліджень свідчать, що у формуванні високопродуктивних посівів сої велика роль належить сорту. Саме сорт значною мірою визначає рівень урожайності культури, якість зерна та ефективність виробництва. Нові сорти більш продуктивні за попередні, тому вагомим чинником підвищення врожайності сої є використання нових високопродуктивних сортів [13, 15, 29, 34, 93, 172, 212, 213].

Правильний вибір сорту – одна з важливих умов отримання високого врожаю, але високопродуктивний сорт ще не є гарантією високого результату. На сьогоднішній день рівень урожайності сої в Україні залишається низьким. Відомо, що показник реалізації генетичного потенціалу сортів сої в Україні становить лише 35 %, тоді як у Канаді та США – 70-73 % [144]. Це означає, що в Україні майже 65 % урожайного потенціалу сучасних сортів сої є невикористаним резервом культури. Це пояснюється тим, що в Україні технологія вирощування сої мало враховує біологічні особливості існуючих сортів, що, в свою чергу, не дає можливості реалізувати їх урожайний потенціал.

Найголовніше – правильно підібрати сорт не лише з урахуванням природно-кліматичних умов вирощування, а й хімічного складу зерна. Слід також зважати на оптимальну висоту закладки бобів, щоб жатка не пошкоджувала боби і насіння при збиранні не осипалося, тоді буде зменшення втрат урожаю. Важлива наявність 2-3 насінин в бобі, а 4 – вже показник високої продуктивності, так само як і наявність 10-11 продуктивних вузлів. Рослина має бути компактною, із закінченим типом росту. Достиглий і готовий до збирання сорт немає мати розтріскування і обсипання бобів [22, 32, 189, 190, 191].

Відомо, що сорт реалізує свій урожайний потенціал тоді, коли технологія вирощування повністю відповідає його біологічним вимогам. Враховуючи що сорти сої по-різному реагують на агротехнічні заходи, то для кожного сорту відповідно до груп стиглості необхідно визначати оптимальні строки і способи сівби, норми висіву, дози добрив, систему захисту тощо. Без цього неможливо реалізувати генетичний потенціал сорту [19, 86, 179].

Серед заходів, що спрямовані на реалізацію генетичного потенціалу високоврожайних сортів сої інтенсивного типу, передусім є ефективне використання біокліматичного потенціалу регіону вирощування, оптимальне, з урахуванням гідротермічних ресурсів, сортове розміщення виробництва ефективних конкурентоспроможних технологій її вирощування [97].

Сортова технологія вирощування ґрунтується на генетичному потенціалі продуктивності сої та її чутливості до заходів технології на різних періодах та фазах росту і розвитку рослин (етапах органогенезу). Наприклад, при адаптивній сортовій технології необхідно враховувати біологічні особливості сортів різних груп стиглості щодо забезпеченості їх вологою ґрунту у критичні фази вологозабезпечення (цвітіння, формування бобів і наливання насіння), а також елементами живлення [15, 53, 87].

Вивчаючи сою, вчені дійшли висновку, що оптимальна норма висіву її насіння залежить від біологічних особливостей сорту, передусім тривалості

вегетаційного періоду, здатності рослин до гілкування, характеру розміщення листків, висоти стебла тощо [2, 14, 35, 36].

Встановлено, що для пізньостиглих високорослих сортів сої, які добре гілкуються, потрібна більша площа живлення, тому норму висіву насіння для таких сортів потрібно зменшувати, а ширину міжрядь збільшувати. При вирощуванні ранньостиглих низькорослих сортів, які менше гілкуються, норму висіву необхідно збільшувати з одночасним зменшенням ширини міжрядь. Щоб забезпечити оптимальну густоту рослин норма висіву для ранньостиглих і середньоранніх сортів має становити 600-700 тис./га схожих насінин, для середньостиглих – 500-600 тис./га, пізньостиглих – 400-500 тис./га. [17]. Виходячи з вище сказаного, більшість учених зазначають, що з появою нових сортів важливо визначати їх оптимальну норму висіву відповідно до біологічних особливостей культури [16].

Підбір сортів сої для вирощування в умовах Лісостепу західного має свої особливості, так як в природних умовах України існують обмеження у світло-теплових ресурсах для вирощування середньо- і пізньостиглих сортів (період вегетації 145 діб), сорти також мають бути адаптовані до змін клімату, мати пластичність до родючості ґрунтів як основної, так і передпосівної підготовки ґрунту, формувати врожайність, враховуючи систему живлення та процеси інокуляції [38, 39, 190, 191].

Нами подано характеристику зарубіжних сортів сої: Кордоба, Саска, Максус.

Сорт сої Максус селекції Prograin. Вегетаційний період складає 100-110 днів. Тип росту рослини – інтенсивний. Олійність складає 20,7 %. Адаптується до різноманітних грунтово-кліматичних умов вирощування. Добре підходить для сівозміни з озимими культурами. Високопридатний для пізнього посіву. Висота рослин – 85-115 см, висота кріплення нижніх бобів на рівні 15-17 см. Квітка фіолетового кольору, вміст білків – 41 %. Маса тисячі насінин близько 197 г, що позначається на потенціалі врожайності – до 5,0 т/га. Стійкий до

цілого комплексу хвороб і шкідників. Не вилягає і не обсипається. Стійкий до стеблової ламкості. Боби під час дозрівання не розтріскуються.

Як і всі американські сорти, сорт сої Максус вирізняється хорошою стійкістю до високих температур повітря. Високо пластичний. Даний сорт має оптимальне поєднання високого вмісту білку та жиру в зерні. Сорт інтенсивного типу. Здатний до гілкування, що забеспечує підвищення урожайності. Сорту Максус властивий високий весняний стартовий ріст.

Сорт сої Саска селекції Prograin. Вегетаційний період складає 115-120 днів. Висота кріплення нижнього стручка – 15-20 см. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Характеризується високою енергією початкового росту та стабільністю. Висота рослин – 135 см. Вміст білків 41 %. Маса тисячі насінин близько 156 г, що позначається на потенціалі врожайності – до 5,0 т/га. Стійкий до цілого комплексу хвороб і шкідників. Не вилягає і не обсипається. Стійкий до стеблової ламкості. Боби під час дозрівання не розтріскуються.

Канадська селекційно-насіннева компанія Prograin є визнаним світовим лідером із створення та впровадження у виробництво нових ранніх високопротеїнових не ГМО сортів сої [228].

Генетично обумовлена сортова адаптивність сортів сої Максус та Саска до різних ґрунтово-кліматичних районів України забезпечує ефективність науково обґрунтованих сортових технологій, гарантує застосування елементів у технології вирощування товарної сої, що впливають на високий вмістом білку та особливо якісні характеристики зерна і високу врожайність в усіх ґрунтово-кліматичних районах Лісостепу та Полісся України [228].

Кордоба – високоврожайний сорт сої селекції компанії SAATBAU. Середньораннього періоду стиглості. Вегетаційний період – 105-110 діб. Заявлений виробником потенціал врожайності 5,0 т/га, але під час досліджень найкращий урожай склав 3, 33 т/га. Вирощується на зерно. Сорт сої Кордоба рекомендується для вирощування в усіх зонах країни. Має хорошу пластичнісь і стабільність. Має стійкість до несприятливих погодних умов. Дає дружні

сходи, показує інтенсивні темпи зростання. Стійкий до хвороб і шкідників. Не вилягає і не обсипається. Стійкий до стеблової ламкості та вилягання. Боби під час дозрівання не розтріскуються. Висота культури – 90 см. Вага 1000 насінин становить 170-185 грам. Зерно велике, високої якості. Вміст білку на рівні – 40-44 % і олії – 22 %.

Переваги сорту сої Кордоба: високоврожайний при різних умовах вирощування. Добре адаптується до ґрунтових і кліматичних умов.

Сорти сої компанії SAATBAU вирізняються інтенсивним розвитком рослин на ранніх етапах, що суттєво полегшує боротьбу із забур'яненістю. Однією з ключових характеристик сортів є генетична стійкість до вірусних захворювань та відмінна здатність до гілкування, що забезпечує навіть за зріджених посівів відмінні результати урожайності [229].

Впровадження нових сортів сої зарубіжної селекції викликає гостру потребу в розробленні їх технології вирощування, зокрема використання інокулянтів, визначення оптимальних норм висіву в залежності від груп стиглості на різних фонах живлення, що дає можливість якомога краще використовувати високий потенціал продуктивності цих сортів.

1.4. Вплив інокуляції та мікродобрив добрив на урожайність зерна сої

У вирощуванні сої за інтенсивною технологією особливу увагу слід приділити процесу інокуляції, оскільки це – економічно вигідний та екологічно чистий спосіб забезпечення рослин азотом.

Інокуляція насіння бобових культур бактеріальними препаратами (інокулянтами) має особливу здатність: відновлювати біологічний потенціал ґрунтів, зокрема за рахунок бобових рослин, що утворюють симбіотичні зв'язки з мікроорганізмами, що є у ґрунті.

Бульбочкові бактерії (ризобії) проростають у вигляді тонких волосків та інфікують молоде коріння рослин бобових. У місці проникнення бактерій на рослині-господарі утворюються бульбочки, в яких досить швидко розмножуються бактерії. Ці бактерії фіксують азот із повітря, тобто

перетворюють його з газоподібного стану на форму іона амонію NH_4^+, яка засвоюється рослинами . Завдяки процесу інокуляції бобові рослини не лише одержуватимуть азот із повітря, а й накопичуватимуть його в корінні та рослинних рештках, що забезпечить азотом рослини-наступники, а також збагатить ґрунт органічним азотом [42, 123, 141, 188].

Нові екологічні виклики спричинюють необхідність переходу до сталого ведення сільського господарства. Технологія вирощування сої з обробкою високопродуктивного посівного матеріалу насіння інокулянтами є вдалим поєднанням щодо використання біологічних препаратів і синтетичних пестицидів для підвищення ефективності господарювання і мінімізації негативного та шкідливого впливу на довкілля.

Фіксація молекулярного азоту – один із процесів, що визначає біологічну продуктивність на нашій планеті, тому її вивчення віднесено до першочергових завдань в сучасній біології та галузі рослинництва. Колообіг азоту є однією з ключових ланок біогеохімічних циклів на планеті Земля, атмосфера якої майже на 80 % складається з даного хімічного елементу та є основним його джерелом [47, 48, 49].

Азот входить до складу протеїнів, а також інших молекул, що складають основу структурної організації усього живого. Людині і тваринам азот необхідний у вигляді протеїнів тваринного та рослинного походження, рослинам – у складі солей азотної кислоти та іонів амонію.

Мікроорганізми, що засвоюють молекулярний азот з атмосфери – діазотрофи – мають біохімічний механізм фіксації азоту. Існує дві основних групи мікроорганізмів, що здатні фіксувати атмосферний азот. Представники першої групи вступають в симбіоз з вищими рослинами: роди бактерій Rhizobium, Bradyrhizobium, Mezorhizobium, Sinorhizobium, Azorhizobium. До другої групи відносять асоціативні азотфіксатори, до яких належать роди бактерій Azospirillum, Pseudomonas, Agrobacterium, Klebsiella, Bacillus, Enterobacter, Flavobacterium Arthrobacter та мікроорганізми більш

пристосовані до довільного існування в ґрунті – роди бактерій Clostridium, Azotobacter, Beijerinckia та ін. [63, 77, 118, 159].

Засвоєння азоту бульбочковими бактеріями з повітря залежить від вмісту даного елементу в ґрунті, тобто чим бідніший ґрунт на азот, тим вищий рівень азотфіксації. Високий рівень мінерального азоту пригнічує розвиток бульбочок на рослинах сої, що призводить до зниження азотфіксуючої здатності даної культури [190].

Симбіотична азотфіксація є надзвичайно важливим процесом взаємодії мікроогранізмів і вищих рослин [219]. Здатність до симбіотичної азотфіксації виявлена більш ніж у 90 % вивчених у даному відношенні видів бобових рослин [141, 214].

Багато вчених вважають, що при вирощуванні сої азотні добрива застосовувати недоцільно, оскільки за інокуляції насіння штамами бульбочкових бактерій рослини здатні самостійно повністю забезпечити себе азотом за рахунок фіксації його з повітря. Якщо вносити азотні добрива, бобові поглинають азот, але при цьому зменшується симбіотична фіксація азоту [4, 53, 163].

Зазначається також, що за сприятливих умов симбіозу мінеральні азотні добрива при великому діапазоні доз не підвищують урожай сої, а інколи навіть її знижують [33, 46].

Для сої критичним у відношенні азотного живлення є період 2-3 тижнів до фази цвітіння та 2 тижні після цвітіння, коли дефіцит азоту призводить до значного зниження урожаю і не може компенсуватись внесенням азотних добрив в більш пізні фази росту і розвитку рослин [35, 40].

Фіксація молекулярного азоту має вагоме практичне значення, оскільки промислове виробництво хімічних азотних добрив потребує значних затрат енергоносіїв, а сам по собі азот може бути досить шкідливим з точки зору екології.

Відомо, що ризобії можуть потрапляти в ґрунт у складі комерційних інокулянтів, розповсюджуватися повітрям із насінням або культивуватись, як

симбіонти місцевих бобових рослин. При передпосівній інокуляції бобових рослин кількість бульбочкових бактерій, що потрапляють у ґрунт, залежить від розміру насінини, густоти посівів, групи стиглості, методу інокуляції та виду інокулянту. Високоякісні інокулянти забезпечують потрапляння не менше ніж 2 × 103 клітин бактерій на одну насінину [6, 90] або це не менше 100 тис. бактерій на одну насінину. Ризобії складають відносно невелику частину ґрунтової мікробіоти – від 0,1 до 0,8 % загальної її чисельності [47, 48, 81, 103].

Таким чином. інокуляція насіння сої – це важливий елемент технології. Невід'ємним елементом у технології вирощування сої є використання високоефективних інокулянтів на основі бактерій Bradyrhizobium japonicum. Оскільки бульбочкових бактерій у складі епіфітної та ендофітної мікробіоти насіння сої не виявлено, то для формування ефективного соєво-ризобіального симбіозу обов'язковим агроприйомом має бути штучна інокуляція насіння високоефективними штамами бульбочкових бактерій, що характеризуються високою екологічною пластичністю до сучасних сортів [54, 175].

Застосування інокулянтів, що містять високоефективні культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, в умовах дифіциту вологозабезпечення забезпечує утворення максимальної кількості бульбочок на кореневій системі рослин сої.

Незважаючи на ряд факторів, які можуть сприяти поширенню ризобій, в ґрунтах суміжних із соєю полів інших сільськогосподарських культур бульбочкові бактерії, як правило, відсутні [81, 171].

Використання якісних інокулянтів з високим вмістом азотфіксуючих бактерій для обробки насіння бобових культур сьогодні є необхідністю, оскільки дає змогу в повній мірі реалізувати генетичний потенціал сучасних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, а отже, забезпечити найвищі врожаї за найкращої окупності.

Застосування якісних інокулянтів з високим вмістом ризобіальних бактерій гарантує, що кожна насінина буде мати достатню кількість активних високоефективних ризобій від самого початку проростання.

Інокулянти компанії BASF містять високоселективні штами ризобіальних бактерій, що ефективно інкорпоруються до насіння і забезпечують інтенсивну фіксацію азоту з атмосфери та перетворення його на доступну рослинам форму.

Основою для проведення досліджень у даній роботі є інокулянти Хі Стік та Хай Кот Супер і Хай Кот Супер Extender (живильне середовище).

Інокулянти Хі Стік та Хай Кот доступні у ряді зручних, легких у використанні та нанесенні формуляцій. Це дозволяє ефективно використовувати корисні ризобіальні бактерії до насінини, що покращує здатність бобових рослин фіксувати атмосферний азот та підвищувати врожайність. Використання інокулянтів – науково доведений природний шлях збільшення кількості азоту, доступного для рослин, і підвищення та розкриття їх потенціалу врожайності [54, 211].

Інокулянт Хі Стік містить високоефективний штам 532 С бульбочкової бактерії Bradyrhizobium japonicum з мінімальним титром не менше 2 х 109/г на основі стерилізованого торфу і високоефективного прилипача.

Препарат має тривалий термін зберігання, упродовж якого виробник гарантує високу кількість бактерій на кожній насінині при дотриманні правил і строків застосування (нанесення). Прилипач, що міститься у продукті, забезпечує найкраще покриття поверхні насінини та запобігає нерівномірному нанесенню, значно зменшує обсипання і накопичення інокулянту в нижній частині насінного бункера сівалки. Інокулянт Хі Стік сумісний з більшістю протруйників насіння, дозволених законодавством для використання на посівах сої в Україні. Торф підтримує заявлену високу кількість живих бактерій протягом усього терміну зберігання препарату. Норма витрати препарату 4 кг/т насіння сої [52, 54].

За умови сухої інокуляції можна його застосовувати одночасно з протруйниками, що містять фіпроніл, тіофанат-метил, піраклостробін, металаксил, протіоконазол.

Інокулянт Хай Кот Супер містить високоефективний штам 532 С бульбочкової бактерії Bradyrhizobium japonicum з мінімальним титром не менше 1х1010/г, що на сьогодні є найвищим показником на ринку. Препарат представлений у двокомпонентній рідкій формуляції: розчин бактерій та розчин екстендера, що забезпечує живлення бактерій на насінині та їх захист. Норма витрати препарату 1,42 л Хай Кот Супер та 1,42 л Хай Кот Супер Extender на 1 тонну насіння сої [52, 54, 188, 189].

Інокулянт Хай Кот Супер та Хай Кот Супер Extender – це унікальна інноваційна технологія компанії BASF, розроблена для попередньої високоякісної інокуляції насіння, що дає можливість завчасно підготувати посівний матеріал та економить час у період весняно-польових робіт.

Даний інокулянт можна застосовувати з деякими препаратами як фунгіцидної, так і інсектицидної дії, зареєстрованими для сої, наприклад, Стандак® Топ. Перед застосуванням з іншими протруйниками необхідно провести тест на сумісність. [52, 54, 68, 154, 195].

Використання високоякісних інокулянтів із високим вмістом життєздатних азотфіксуючих бактерій для обробки насіння сої на сьогоднішній час є необхідністю, оскільки надає можливість розкрити і реалізувати генетичний і сортовий потенціал сучасних сортів, а це в свою чергу забезпечить отримання високих врожаїв зерна сої з оптимальними затратами і максимально швидкою окупністю особливо в умовах сьогодення [42, 52, 118, 127, 195].

Проводячи досліди з впливу інокуляції насіння на врожай сої, ми поєднували у баковій суміші інокулянт, препарат Вуксал КоМо та інсектицидно фунгіцидний препарат Сдандак Топ з терміном висіву до 5-7 днів.

На практичних дослідах даної роботи обгрунтовано необхідність обробки насіння сої якісними інокулянтами та препаратом Вуксал КоМо 15 з вмістом

мікроелементів кобальту і молібдену. Процеси інокуляції посівного матеріалу у вигляді ризобіальних бактерій у значній мірі покращує здатність рослин сої фіксувати атмосферний азот на ранніх стадіях розвитку рослин. Ризобіальні утворення на кориневій системі сої починаємо спостерігати вже на стадії ВВСН 12-13. Це, у свою чергу, буде впливати на врожайність зерна і продуктивність рослин сої.

Обробка посівного матеріалу препаратом Вуксал КоМо 15 позитивно впливає на отримання більш дружніх сходів, сприяє росту та розвитку кореневої системи, зняття гербіцидного навантаження на культуру, активізації роботи ферменту нітроредуктази, який сприяє біологічній фіксації атмосферного азоту [229].

Вуксал КоМо 15 – інноваційне добриво-суспензія з високим вмістом кобальту та молібдену, рекомендується для передпосівної обробки насіння бобових культур. Молібден і кобальт відіграють важливу роль у процесі фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями, але містяться в низькій концентрації в ґрунті.

Вуксал КоМо 15 покращує процес азотфіксації на сої, за рахунок чого підвищується врожайність і якість продукції. Його можна використовувати в поєднанні з іншими препаратами для обробки насіння (протруйниками, інокулянтами тощо). Спеціальні добавки, які входять до складу, забезпечують рівномірний розподіл препарату та прилипання на поверхні насіннєвого матеріалу [229].

Врахування собівартості інокуляції в сучасних ринкових умовах – економічно і практично виправдана технологічна операція в процесі вирощування сої. Адже це природній шлях збільшення азоту в доступній для рослин формі, що в кінцевому результаті сприяє підвищенню та розкриттю високого потенціалу врожайності будь-якого сорту сої.

Для формування урожаю соя здатна використовувати різні типи азотного живлення. Коефіцієнт симбіотичної ефективності, який базується на чутливості рослин до інокуляції та на внесенні азотних добрив, складає

80-100 %, тоді як для гороху цей показник не перевищує 50-60 %. Реалізація можливостей симбіозу сої з ризобіями залежить від багатьох факторів: вдалого добору партнерів (сорту рослин і штаму бульбочкових бактерій), умов вирощування, дії природних чинників [46, 48, 49, 54, 93, 95].

Отже, одне з головних питань у технології вирощування сої є обробка високопродуктивного посівного матеріалу насіння інокулянтами.

Вимогливою соя є до поживного режиму ґрунту. Що стосується азоту, то він в основному засвоюється з повітря при допомозі бульбочкових бактерій, а фосфор, калій, магній та інші елементи живлення засвоюються з ґрунту. На формування 1 т зерна соя засвоює азоту 77-100 кг, фосфору – 17-40 кг та калію – 32-40 кг. Соя слабшеза деякі культури (кукурудза, пшениця, люцерна), реагує на внесення мінеральних добрив, але добре використовує їх післядію [22, 171].

За науковими даними, на початкових фазах росту і розвитку сої до фази бутонізації та цвітіння, вона споживає незначну кількість NPK, але вже з фази цвітіння до масового наливу бобів настає час максимального поглинання основних елементів живлення з добрив.

За даними М. Я. Шевнікова [211] та інших дослідників, високий вміст мінерального азоту у ґрунті затримує процес формування бульбочок, знижує інтенсивність азотфіксації, але якщо дози азоту будуть невеликими, то тоді відбудеться стимулювання процесу його засвоєння бульбочковими бактеріями з повітря. Середні і високі дози зв’язаного азоту знижують ефективність функціонування симбіотичної системи, не завжди сприяють збільшенню урожайності, 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 технології вирощування тощо.

Отже, на сьогоднішній час серед дослідників ще немає єдиної думки щодо доцільності застосування азотних добрив у технології вирощування сої. Застосування добрив в посівах сої є специфічним, враховуючи її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу із

бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами та поглинати фосфор із важкодоступних сполук з ґрунту.

Ефективність добрив залежить від типу і родючості ґрунту, вмісту в ньому доступних форм елементів живлення, кислотності ґрунтового розчину, активності біологічної азотфіксації, сортової реакції на добрива, видів добрив та мікродобрив, погодних умов та інших факторів. Чітко проявляється також залежність ефективності використання добрив від поліпшення вологозабезпеченості рослин.

Ефективність використання фіксованого азоту і азоту з мінеральних добрив у сої суттєво залежить від сорту та умов вирощування рослин. Приріст урожайності від інокуляції насіння сої може бути вищий, ніж від внесення азотних добрив.

До 70 % від загального споживання азоту соя споживає завдяки біологічній фіксації його з повітря шляхом симбіотичної діяльності з бульбочковими бактеріями. За даними окремих дослідників, за оптимальних умов для діяльності бульбочкових бактерій азотні добрива в посівах сої можна взагалі не застосовувати. За іншими даними, для нормального росту й розвитку рослин обов’язково слід вносити стартові дози азоту. На бідних гумусом ґрунтах та за недостатнього росту рослин можна після ґрунтової діагностики внести 30-40 кг діючої речовини азоту на гектар [119, 123].

Значну роль в житті рослини сої відіграє фосфорне живлення, незважаючи на те, що вона засвоює фосфору значно менше ніж азоту і калію. Фосфорне живлення з ґрунту через кореневу систему починається вже через 3-5 днів після проростання насінини. Найбільше соя потребує фосфору у фазі формування бобів та за 10 днів до повної стиглості [143, 187].

На ранніх фазах росту і розвитку рослини сої задовольняють свою потребу у фосфорі за рахунок внесення мінеральних добрив, при цьому знижується поглинання ґрунтового фосфору, а внесений при сівбі стрічковим способом фосфор може засвоюватись навіть в кінці вегетаційного періоду.

Основна маса його з мінеральних добрив використовується через 2-3 місяці після внесення [63, 116].

Дефіцит фосфору в ґрунті впродовж вегетаційного періоду негативно позначається на рості рослин, кущ сої виростає малим, подовжується період цвітіння і утворення бобів [82, 109, 143].

У фазі утворення бобів коефіцієнт використання фосфору підвищується, за оптимальної вологості він у 2-3 рази вищий ніж в посуху [1, 4].

Первинним джерелом фосфору для росту вважають сім'ядолі. У період сходів із сім'ядолей переміщується в пагони до 40 % фосфору, на 15-й день – до 75 % і на 38-й день – до 92 %. На початку утворення корінчиків починається споживання ґрунтового фосфору. Проте швидкість його споживання впродовж перших 40-50 днів зростає, а в подальшому залишається сталою до пожовтіння листя, що відмічається як при низькому, так і при високому рівні фосфору в ґрунті. Швидкість засвоєння фосфору збільшується, досягаючи максимуму у фазі наливу бобів [2].

Фосфор важливий для отримання якісного урожаю зерна сої. Він підвищує швидкість процесу фотосинтезу, передачу енергії, ферментативну активність, розвиток коріння, рух та поглинання інших поживних речовин, утворення вузлів і, отже, фіксацію азоту, ріст і дозрівання насіння, його розмір та проростання. Разом із калієм фосфор має властивість знижувати захворюваність рослин [175, 183].

Соя потребує великої кількості калію для швидкого росту і розвитку рослини. Найбільше рослина потребує цього елементу з періоду формування насіння і за 2-3 тижні до фази його достигання.

Важливу роль калій відіграє також при азотному обміні і перерозподілі вуглеводів, регулює водний баланс і синтез білку, підвищує стійкість до захворювань і вилягання рослин сої [26, 156].

Калій необхідний для синтезу білку у рослинах. Його дефіцит викликає зниження утворення протеїну та накопичення азотистих сполук: таких як розчинні амінокислоти, аміди та нітрати [156].

Різні реакції, що беруть участь у використанні енергії, синтезі крохмалю, обміні азоту та диханні потребують ферментів. Калій – єдиний моновалентний катіон, доступний у природі в достатній кількості, і має відповідні хімічні властивості для задоволення потреб більшої кількості активних ферментів [25, 16, 156].

Соя позитивно реагує на калійні добрива за вмісту у ґрунті менше 85 кг/га калію в доступній формі на гектар. Калійні добрива самі по собі не мають вирішального значення, але при поєднанні їх з азотними і фосфорними спостерігається інтенсивний ріст і розвиток рослин, формується високий рівень урожайності [14, 28, 36].

Отже, при середній і низькій забезпеченості ґрунту калієм щорічне внесення 80-120 кг/га K_2O сприяє підвищенню урожайності зерна цієї культури в середньому на 4,2 ц/га [148].

Аналіз багатьох досліджень і публікацій, у яких започатковано розв’язання проблеми, показує нам, що у підвищенні ефективності мінерального живлення рослин сої особливу роль відіграють мікроелементи.

Як зазначає Москалець В. В. [124], насамперед це такі мікроелементи як бор, молібден, мідь, цинк, залізо, марганець кобальт магній. За їхньої відсутності не може нормально розвиватися жодна рослина, оскільки вони входять до складу найважливіших ферментів, вітамінів, гормонів та інших фізіологічно активних речовин. Нестача мікроелементів знижує урожайність, спричиняє більшу вірогідність ураження хворобами та погіршує якість зерна.

Як відомо, найкращий спосіб забезпечення сільськогосподарських культур мікроелементами – позакореневе підживлення шляхом обприскування впродовж вегетації у критичні фази розвитку сої, а саме: 3-5 листочків, бутонізації та наливу нижніх бобиків. Саме таким шляхом ми можемо забезпечити потребу культур у мікроелементах на 100 %.

Під час росту і розвитку рослини сої часто піддаються стресам, спричиненими посухою, різкими коливаннями температури повітря та ґрунту, впливом пестицидів, які викликають фізіологічну депресію, дефіцитом води,

ураженнями шкідниками та хворобами, механічними пошкодженнями – градом, ґрунтообробними машинами; такі дані грунтуються з досліджень та наукових праць Адаменка С. М. [1].

Тому застосування мікродобрив у технології вирощування сої у відповідні фази росту та розвитку цієї рослинни дає можливість не лише швидко усунути дефіцит окремих видів макро- і мікроелементів у рослинах, але й підвищити імунітет рослин і стійкість до захворювань та різних стресових ситуацій. Тривалий час у сільськогосподарському виробництві, як мікродобрива, використовували відходи хімічної промисловості, які містили окремі мікроелементи або неорганічні солі останніх. У значних обсягах вироблялися мінеральні добрива з добавкою мікроелементів (марганцевий, марганцево-борний, молібденово-борний суперфосфати тощо), дані подаються за науковцями Булигіним С. Ю., Панасенко В. М., Пасічником Н. А., Франко О. В. [131].

Для одержання високих урожаїв зерна, соя потребує внесення добрив з вмістом мікроелементів. Дослідження показали, що урожайність зерна під впливом мікроелементів підвищується на 15-24 %. Оптимальний строк їх внесення – це, в основному, період бутонізації – цвітіння, а також період утворення і формування бобів [65].

Однак ефективність дії мікроелементів залежить від характеристики ґрунту, взаємодії з іншими елементами живлення рослин, особливо сорту, строків і способів внесення [19].

При використанні мікроелементів обов'язково потрібно враховувати їх можливий синергізм за умови повного забезпечення рослин макроелементами.

Оптимальним та економічно вигідним є використання у технології вирощування добрив Басфоліар – це група рідких, багатокомпонентних листкових добрив, призначених для підживлення всіх видів сільськогосподарських культур від підприємства АДОБ , Польща.

Басфоліар 12-4-6+S – комплексне мікродобриво, що містить сбалансовану кількість азоту, фосфору, калію та сірки, а також мікроелементи. Мікроелементи хелатезовані речовиною IDHA, як біологчно розкладається.

Солю Бор (B) – концентроване добриво, що містить високий вміст бору. Застосовується для культур чутливих до дефіциту бору.

Солю Марганець (Mn) – концентроване добриво, що містить високий вміст марганцю в хелатній формі. Застосовується для корекції мінерального живлення рослин, особливо для культур чутливих до дефіциту марганцю.

Солю Молібден (Mo) – концентроване добриво, що містить високий вміст молібдену. Застосовується для корекції мінерального живлення рослин, особливо для культур чутливих до дефіциту молібдену.

Також економічно обгоунтованим є використання у технології вирощування сої препарату Вуксал Борон, що є висококонцентрованою суспензією для швидкого забезпечення рослин бором з додатковими ефектами прилипача і сурфактанта.

Вуксал Борон – комплексна суспензія з високим вмістом бору, що гарантує надзвичайно ефективне його проникнення через листкову поверхню. Наявність додаткових поживних речовин посилює дію бору та запобігає можливому дисбалансу елементів живлення.

Вуксал Борон сприяє кращому запиленню та зав’язуванню плодів, зменшує абортивність квіток, регулює водний баланс клітин рослини, впливає на ріст та розвиток меристеми, сприяє кращому поділу клітин. Вміст елементів живлення: азот загальний 110,0 г/л, фосфор водорозчинний 138,0 г/л, бор водорозчинний 96,0 г/л, мідь водорозчинна 0,69 г/л, залізо водорозчинне 1,38 г/л, марганець водорозчинний 0,69 г/л, цинк водорозчинний 0,69 г/л, молібден водорозчинний 0,013 г/л [54, 57, 229].

Для нормального росту та розвитку сої потрібний суворий контроль за рівнем забезпечення рослин безперебійним живленням, у тому числі й мікроелементами. Надзвичайно важливою складовою ефективного вирощування сої є забезпечення рослини бором. Соя відчуває потребу в цьому

мікроелементі впродовж усього періоду росту й розвитку. Його нестача особливо негативно впливає на молоді органи соєвих рослин у фазі активного росту. Бор позитивно впливає на величину симбіотичного апарату [207].

Рослини сої особливо потребують бору – відсутність даного мікроелемента призводить до абортації квіток, що є важливим чинником урожайності культури.

Нестача мікроелементів знижує урожайність, спричиняє більшу вірогідність ураження рослин хворобами та погіршує якість зерна.

Бор необхідний рослинам сої впродовж всієї вегетації, забезпечуючи транспортування асимілянтів у рослині. При нестачі бору відбувається відмирання точок росту, порушується процес достигання насіння. Бор збільшує кількість квіток і плодів, покращує надходження азоту в рослини.

Бор необхідний для поділу і розтягнення клітин меристем, тому відсутність або нестача бору призводять до раннього відмирання точок росту кореня і стебла. Пригнічення поділу і розтягнення клітин супроводжується блокуванням ферменту ауксиноксидази, у клітинах збільшується вміст ауксину.

Бор досить тісно пов’язаний з обміном фенолів у рослинному організмі. При нестачі бору в рослинах нагромаджується надлишок окислених фенольних сполук, що веде до загального порушення метаболізму і відмирання точок росту. Від наявності бору залежить утворення і функціонування бульбочок на коренях бобових рослин, оскільки бор бере участь у розвитку і функціонуванні судинної системи рослин [198].

Рослини можуть засвоювати бор із його вдорозчинних сполук та таких, що здатні розчинятися в слабких кислотах. Бор потрібний рослинам протягом усього періоду вегетації, адже саме він регулює синтез і транспортування вуглеводів, ростових речовин та аскорбінової кислоти від листя до органів плодоношення й коріння. Завдяки бору рослини раніше зацвітають і дають насіння, до того ж насіннєва продуктивність різко підвищується. Одночасно бор зміцнює рослини – рівень ураження хворобами відчутно знижується.

Жоден із процесів обміну речовин не відбувається без участі життєво незамінного для рослин такого, як бор, мікроелемента [207].

Бобові культури добре реагують своєю продуктивністю на позакореневе підживлення молібденом, бором, марганцем, цинком, магнієм та сіркою. Особлива роль у мінеральному живленні бобових рослин належить молібденові, який покращує азотний обмін та фіксацію атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Критичними фазами у споживанні мікроелементів бобовими культурами є фази бутонізації та формування перших нижніх бобиків.

Марганець (Mn) активує важливі метаболічні реакцій і відіграє безпосередню роль у фотосинтезі, сприяючи синтезу хлорофілу. Марганець прискорює проростання та розвиток рослин, збільшуює доступність і споживання рослиною фосфору (P) та кальцію (Ca), також бере участь у процесах окислення аміаку та відновлення нітратів.

Залежно від окисно-відновного потенціалу і pH ґрунту марганець може бути присутній у дво-, три-, чотиривалентній формі. При відсутності марганцю або при його надлишку пошкоджуються ферменти ауксиноксидаза і пероксидаза, які регулюють роботу фітогормону ауксину [143, 175, 198].

Молібден входить до складу основного ферменту азотфіксації – нітрогенази, він бере участь у роботі ферментів, які забезпечують транспортування азоту з коренів рослин у листки. Також цей хімічний елемент необхідний для синтезу леггемоглобіну – білка, який захищає нітрогеназу. Саме рівень леггемоглобіну визначає рожевий колір бульбочок і вказує на активну роботу нітрогенази та перебіг процесу азотфіксації.

Більшість ґрунтів містить достатню для рослин кількість молібдену, за винятком кислих ґрунтів з високим вмістом заліза, які адсорбують молібден. Нормальна концентрація молібдену в сільськогосподарських ґрунтах – 0,8-3,3 мг/кг. Потреба в молібдені у рослин найменша в порівнянні з іншими мікроелементами [175, 198, 208].

У мікроорганізмів є складний ферментний комплекс – нітрогеназа. Вона складається з двох білкових компонентів: перший – це білок, що містить чотири атоми заліза, зв'язаного із сіркою (Fe-білок); другий – білок, який містить два атоми молібдену та тридцять атомів заліза, зв'язаного з такою самою кількістю сірки (Fe-Mo-білок). Завдяки взаємодії з магнієм Fe-білок передає потрібну для роботи Fe-Mo-білка енергію. Перетворення молекулярного азоту на доступну для рослин форму амонію відбувається завдяки роботі молібден-залізовмісного білка й суттєво пов'язане зі зміною валентності молібдену. Перетворення азоту відбувається поступово – з розірванням зв'язків (у молекулі азоту їх міститься три) відбувається приєднання до нього атомів водню з утворенням у процесі азотфіксації амонію. Останній бере участь у синтезі амінокислот, які транспортуються із бульбочки в рослину [65, 143, 175, 198, 208].

Молібден сприяє росту кореневої системи, прискорює розвиток і стимулює діяльність бульбочкових бактерій, бере безпосередню участь у фосфорному та азотному обміні, підсилює синтез хлорофілу. Молібден сприяє біологічній фіксації азоту з атмосфери. У процесі азотфіксації покращується азотне живлення, підвищується ефективність засвоєння фосфорних та калійних добрив [208].

Такий елемент, як мідь, бере участь в процесах дихання та фотосинтезу, надає хлорофілу більшої стійкості, впливає на формування та налив зерна, а також є регулятором фітогормонів і фактором стійкості до захворювань.

Мідь входить до складу окиснювальних ферментів (поліфенолоксидази, аскорбіноксидази, лактази, дегідрогенази), які мають велике значення в окиснювальних процесах, що відбуваються в рослинах. Цей елемент покращує інтенсивність дихання рослин. Недостатня кількість міді в рослинах знижує активність процесів синтезу та призводить до накопичення розчинних вуглеводів, амінокислот та інших продуктів розкладання складних органічних речовин. Характерною особливістю міді є те, що вона підвищує стійкість рослин до грибкових і бактеріальних захворювань. За нестачі цього елемента

гальмується ріст генеративних органів, зменшується інтенсивність фотосинтезу [65, 183].

Залізо є активним учасником процесів метаболізму, впливає на синтез хлорофілу та дихальні процеси.

Дефіцит заліза проявляється хлорозом молодого листя із подальшими некротичними змінами жилок, черешків і, власне, листкової поверхні. Причинами можуть бути виснажені ґрунти, висока кислотність або погана аерація ґрунту [24, 59, 65, 198].

Майже 60 % ґрунтів України характеризуються низькою забезпеченістю рухомими формами цинку (в середньому 0,2-0,3 мг/кг ґрунту), що обмежує потенціал врожайності багатьох сільськогосподарських культур.

Фізіологічне значення цинку для рослин дуже важливе. Під впливом цинку в рослині активується синтез цукрів і крохмалю, збільшується загальний вміст вуглеводів, білкових речовин, аскорбінової кислоти і хлорофілу, підвищуються посухо-, жаро- і холодостійкість рослин. Цинк входить до складу окисно-відновних, антиоксидантних ферментів та багатьох білків. Цей елемент також впливає на стабільність клітинних мембран, запилення та життєздатність насіння [202].

Цинк потрібен для правильної роботи ферментативної системи рослини. Також бере участь у роботі багатьох ферментів та є учасником синтезу нуклеїнових кислот і обмінних процесів фітогормонів росту (ауксинів) [26, 143].

За нестачі цинку порушується синтез білка, і його вміст у рослинах зменшується. Це пояснюється тим, що через його нестачу в рослинах накопичуються аміди та амінокислоти. Перешкоджають процесу засвоєння цинку високі норми фосфору і вапна, а також низька температура ґрунту [54, 229].

Дефіцит цинку проявляється у з’явленні на листках коричнево-жовтого забарвлення. Симптоми його нестачі проявляються при низьких температурах і надмірному зволоженні, потім зникають при встановленні теплої і сонячної

погоди. Зменшує доступ до цинку надмірне вапнування і удобрення фосфором. Локальне внесення його в ґрунт відновлює необхідну рівновагу [14].

Як відомо, найкращий спосіб забезпечення сільськогосподарських культур мікроелементами – це позакореневе підживлення шляхом обприскування упродовжвегетації у критичні фази розвитку культури, а саме: 3-5 листочків, бутонізації та наливу нижніх бобиків. Саме таким способом ми можемо забезпечити потребу культури у мікроелементах.

Соя – вимоглива культура до поживного режиму ґрунту та добре реагує на збалансоване мінеральне живлення. Тому в технології вирощування сої вагоме значення має забезпечення її всіма елементами живлення [2, 4, 10, 18].

Збалансоване мінеральне живлення сої головними елементами (азотом, фосфором, калієм) і мікроелементами, а також поєднання процесу інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування має суттєвий вплив на покращення росту і розвитку рослин сої, а відповідно – і на результати збільшення урожайності.

Отже, збільшення виробництва зерна сої можливе лише завдяки удосконаленню існуючих та розробці нових елементів технології її вирощування. Останнє зумовлює необхідність проведення наукових досліджень з вивчення впливу мікродобрив на продуктивність рослин сої та глибокий аналізу ґрунтів на предмет забезпеченності як макро-, так і мікроелементами.

Висновки з розділу 1:

1. Встановлено вплив гідротермічних умов на ріст та розвиток сої, а також біологічні вимоги забезпечення рослин оптимальними умовами живлення, водоспоживання, газообміну, оптимізації кислотності ґрунтового розчину та агротехнологічних заходів з її вирощування. На основі аналізу літературних джерел визначено, що відповідно до біологічних вимог та потреб рослин сої в елементах живлення та використання інокулянтів раньостиглі та

середньоранні сорти сої в цілому підходять для вирощування їх в умовах Лісостепу західного.

2. У наукових публікаціях з дослідження сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах України за останні десятиріччя представлені результати досліджень з вивчення комплексного впливу елементів технології вирощування на ріст та розвиток рослин і формування зерна культури.

3. Аналіз кращих варіантів досліджень із використання сортів, підбору мікродобрив та інокулятів різних формуляцій, а також оптимізації елементів технології вирощування сої є актуальним питанням для вивчення в умовах Лісостепу західного.

Особливо актуальними є питання підбору нових сортів та сучасних елементів технології вирощування сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Матеріали розділу викладено у працях:

1. Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам’янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. І. С. 9-16.

2. Федорук І. В. Значення мікроелементів у технології вирощування сої в умовах Південно-Західного Лісостепу України. Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії : матеріали V Всеукр. заочної наук.-практ. конф., 11-12 квіт. 2017 р. Харків, 2017.

3. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник* / Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110-116.

4. Agroecological influence of micronutrient fetilizers and seed inoculation on a soybean crop / Fedoruk Inna, Bakhmat Oleg, Khmelianchyshyn Yuri, Gorodyska Olesia. EUREKA : Life Sciences : scientific journal. Tallin, Estonia, 2021. Is. 2. P. 16-24.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РЕГІОНУ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика та погодні умови в роки проведення досліджень

Клімат у Лісостепу західному помірно континентальний, його континентальність збільшується у східному напрямку.

Тепле літо і помірно холодна зима. Середня температура січня становить на заході −4 °С, на сході −8 °С, а липня – відповідно +16 і +22 °С. Опадів випадає менше ніж у зоні мішаних лісів, але більше ніж у степах. Кількість опадів змінюється у східному напрямку від 600 до 500 мм, але майже стільки ж води випаровується, зволоження достатнє. В окремі роки у зоні, особливо в її південній частині, бувають посухи.

Кам'янець-Подільський район розташований в південній частині Хмельницької області і відповідно до природно-сільськогосподарського районування відноситься до 06 Чемеровецького природно-сільськогосподарського району в зоні Лісостепу західного.

Згідно агрокліматичного районування територія господарства розташована в Південному тепло-вологому агрокліматичному районі. Клімат даного району зумовлений його географічним положенням в південній частині Волино-Подільської височини, яка є підвищеною полого-хвилястою рівнину, розділеною балками і долинами річок.

За даними Українського гідрометеорологічного центру, середньорічна температура повітря снановить + 7 °С. Абсолютний мінімум температури припадає на січень місяць і становить в середньому -33 °С, а абсолютний максимум становить +36 °С і припадає на серпень. Сума температур за вегетаційний період, тривалість якого в середньому 165 днів, становить 2600-2700. Величина гідротехнічного коефіцієнту – 1,4. Кількість опадів за вегетаційний період становить 330-380 мм, а за рік – 520-570 мм.

Перші приморозки восени починаються в середньому 16 жовтня, а останні весною закінчуються 19 квітня.

Стійкий перехід температури через +5 °С зумовлює початок вегетації і сівби ранніх ярих культур. Він триває в середньому 212 днів – з 3 квітня до 2 листопада. Тривалість безморозного періоду становить 175-180 днів.

Перехідні періоди (весна, осінь) бувають різні за характером – з раннім відновленням вегетації та дещо пізнішим відновленням вегетації. Весняні періоди в основному теплі, але в окремі роки з переходом в різке похолодання з незначними заморозками на поверхні ґрунту. Починаючи з 2015 року відмічається поступове зниження запасів продуктивної вологи в метровому шарі. Осінні періоди теплі, але сухі, у першій половині з незначним випаданням опадів у вигляді дощу в другій половині жовтня місяця.

Отже, кліматичні умови регіону сприятливі для росту і розвитку районованих сільськогосподарських культур, в тому числі сої.

У роки проведення досліджень метеорологічні умови відрізнялися від середніх багаторічних показників. Їх зміни за місяці та роки наводяться у рисунках 2.1, 2.2 та 2.4, 2.5.

Погодні умови у 2015 році впродовж вегетації рослин сої в загальному були сприятливими, але мали незначні коливання температури, також була значна нестача вологи, що супроводжувалася суховіями, вологість повітря складала 35-45 % (рис. 2.1, додаток А).

Початок вегетаційного періоду 2015 року характеризувався дещо пізнім часом відновлення весняної вегетації, у квітні місяці середньодобова температура повітря становила в середньому 10,5 ^{o}С за досить невеликої кількості опадів. Сумарна кількість опадів за квітень складала 13,9 мм, що становило 27,3 % до середньобагаторічного показника, тобто на 72,8 % менше від середньобагаторічних показників, тоді як середньодобова температура повітря у квітні була вищою лише на 1,8 ^{o}С.

Температурний режим травня характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 13,8 °С, що на 0,7 °С нище за показники середньобагаторічної температури.

Однак варто зазначити, що кількість опадів у травні була 71,5 % до середньобагаторічного показника і склала 47,2 мм, що мало позитивний вплив на ріст і розвиток рослин сої, так як основна кількість цих опадів випала у II та III декадах місяця.

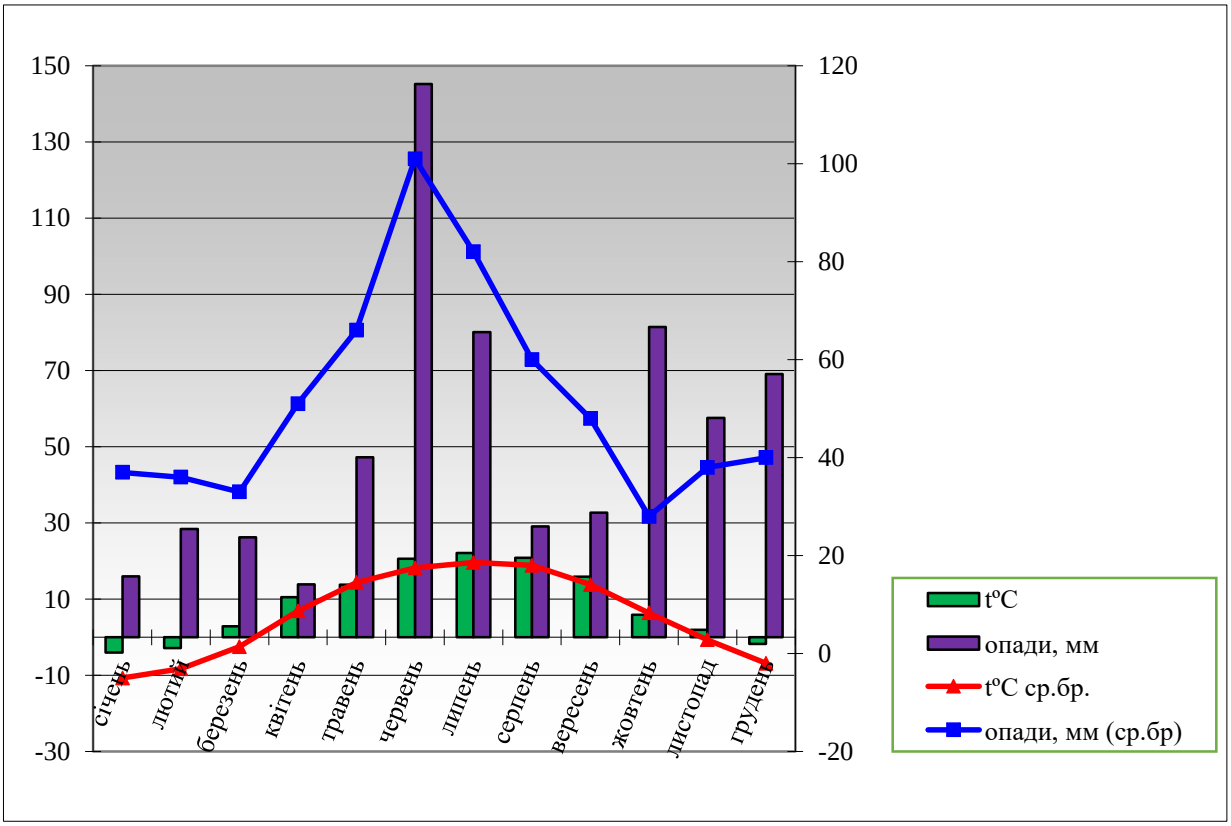

Рис. 2.1. Погодні умови вегетаційного періоду 2015 року

На відміну від травня місяця подальше зростання середньодобової температури повітря у червні відбувалося при достатній кількості опадів, які носили зливнний тип, що дещо вплинуло на щільність ґрунту, його запливчастість особливо в понижених місцях. Температура повітря коливалася від 22,9 °С у I декаді до 20,1 °С – у III декаді, а в середньому була вищою багаторічного показника на 3,1 °С. Кількість опадів склала 145,2 мм,

що становило 143,7 % до середньобагаторічного показника, тобто на 43,7 % більше щодо середньобагаторічних показників за червень місяць.

Липень 2015 року характеризувався достатньо високими середньодобовими температурами повітря. Зокрема показники середньодобової температури повітря в І декаді коливались від 17,1 до 28,0 °С, другій – від 14,9 до 24,8 °С, третій – від 19,1 до 29,8 °С. Загалом липень був теплішим середньобагаторічних показників на 3,5 °С. Тенденція недостатньої кількості опадів була характерною і для початку липня. Проте загальна їх кількість склала 80,1 мм при середньобагаторічному значенні 82,0 мм.

Як бачимо, кількість опадів майже рівна середньорічним, середньодобова 80,1 мм при середньобагаторічному значенні 82,0 мм, проте переважна кількість їх випала в перші половині місяця, у подальшому зростання температури в денні часи негативно впливали на запилення квіток сої, що призводило до їх абортації та осипання.

Тенденція підвищених показників середньодобової температури повітря спостерігалася і в серпні. Загалом середньодобова температура повітря в серпні становила 20,9 °С, що на 2,9 °С була вищою середньобагаторічного показника, а кількість опадів склала 29,1 мм або це 48,5 % до середньобагаторічного значення. Основна кількість опадів випала у третій декаді. Достатньо високі середньодобові температури повітря на фоні значного дефіциту опадів у період критичного водоспоживання рослинами сої привело до значного зменшення їх урожайності.

У вересні впродовж усього місяця спостерігалося значне коливання середньодобової температури повітря (від 10,6 °С до 28,3 °С) при середньобагаторічному значенні 14,1 °С. На відміну від літніх місяців кількість опадів склала 32,7 мм при середньобагаторічному значенні 48 мм.

Погодні умови у 2016 році впродовж вегетації рослин сої в загальному були сприятливими, але мали незначні коливання температури, також була значна нестача вологи, що супроводжувалася суховіями. Особливістю 2016

року були аномальні погодні явища, такі як град та зливні дощі, що досить суттєво вплинули на результати врожайності (рис. 2.2, додаток А).

У квітні місяці середньодобова температура повітря в середньому становила 12,6 ºС за досить невеликої кількості опадів. Сумарна кількість опадів за квітень склала 14,4 мм, що становило 28,2 % до середньобагаторічного показника, тобто на 71,8 % менше від середньобагаторічних показників, тоді як середньодобова температура повітря у квітні була вищою на 3,9 ºС.

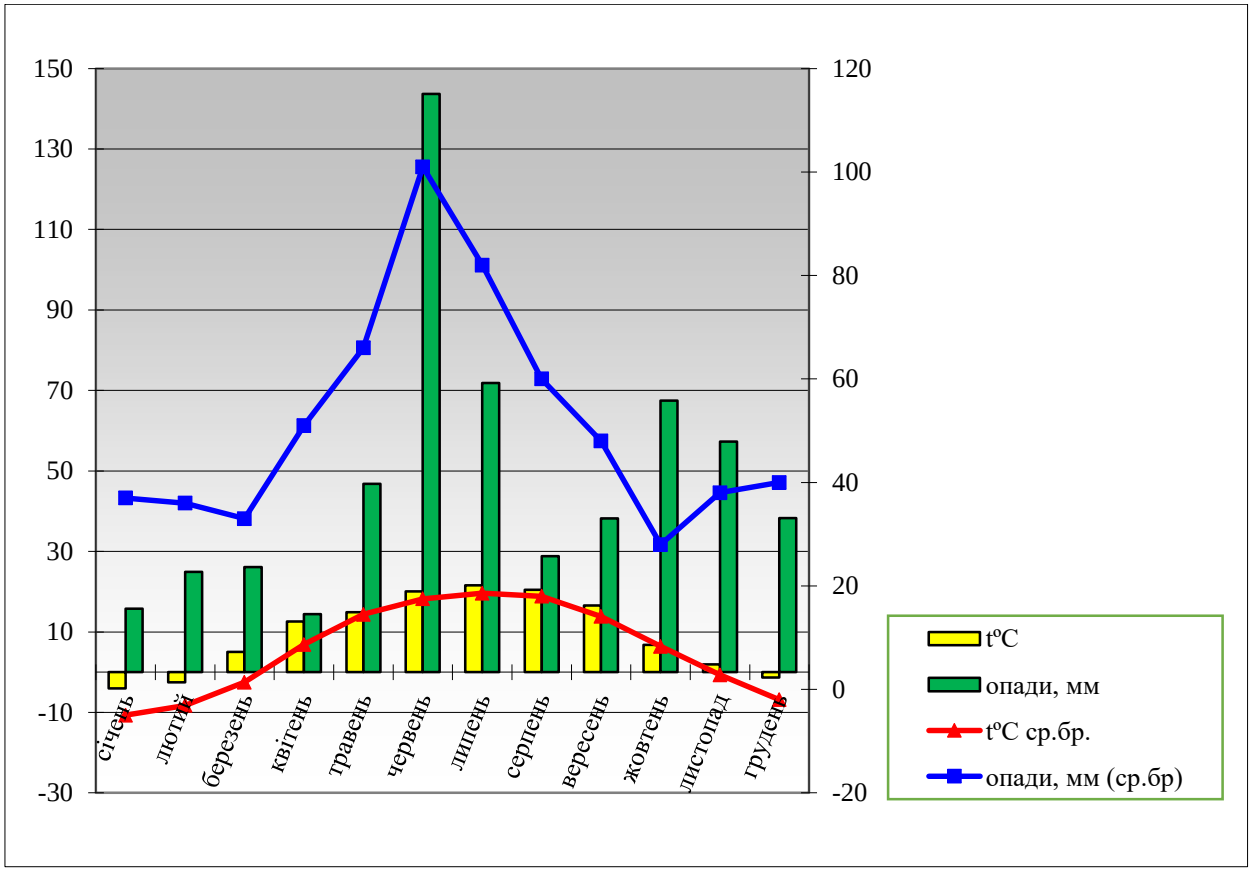

Рис. 2.2. Погодні умови вегетаційного періоду 2016 року

Температурний режим травня характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 14,9 ºС, що лише на 0,4 ºС вище за показник середньобагаторічної температури. Сумарна кількість опадів за травень склала 46,8 мм, що становило 70,9 % до середньобагаторічного показника.

Температурний режим червня характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 20,1 °С, що на 2,6 °С вище за показники середньобагаторічної температури. Сумарна кількість опадів за червень склала 143,7 мм, що становило 142,3 % до середньобагаторічного показника, тобто на 42,3 % більше щодо середньобагаторічних показників за червень місяць.

Липень 2016 року характеризувався достатньо високими температурами, середньодобова температура повітря в середньому була 21,6 °С. Загалом липень був теплішим середньобагаторічних показників на 3,0 °С. Сумарна кількість опадів за липень склала 71,82 мм, що становило 87,6 % до середньобагаторічного показника, тобто на 12,4 % менше щодо середньобагаторічних показників за липень місяць.

17 липня 2016 року на посіви сої за 25-30 хвилин випало 42,3 мм опадів у вигляді сильного дощу з градом, що супроводжувалося сильними поривами вітру.

Рис. 2.3. Вигляд рослин сої сорту Саска із сильно пошкодженими вегетативними органами рослини ділянок після граду з сильним дощем у фазі початку наливу бобів *(17.07.2016 року)*

Втрати від природної стихії склали щонайменше до 30 % урожаю. Було знищено на сортах Максус і Кордоба значну частину бобів, які перебували в стадії наливу, а на сорті Саска знищено як боби, що перебували на стадії початку наливу, так і значну частину квіток рослин.

Надалі температура повітря з 29 ºС знизилася на 7-8 ºС. Це також негативно вплинуло на розвиток рослин сої. Соя отримала сильний температурний стрес, що в кінцевому результаті негативно позначилося на врожаї сої незалежно від сорту та групи стиглості.

Тенденція підвищених показників середньодобової температури повітря спостерігалася і у серпні. Загалом середньодобова температура повітря у серпні становила 20,5 ºС, що на 2,5 ºС була вищою середньобагаторічного показника, а кількість опадів склала 28,8 мм або 48,0 % до середньобагаторічного значення, тобто на 52,0 % менше щодо середньобагаторічних показників за липень місяць.

Вересень 2016 року характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 16,6 ºС повітря. Загалом вересень був теплішим середньобагаторічних показників на 2,5 ºС. Сумарна кількість опадів за вересень склала 38,2 мм, що становило 79,5 % до середньобагаторічного показника, тобто на 20,5 % менше щодо середньобагаторічних показників за вересень місяць.

Хоча кліматичні умови зони достатнього зволоження Лісостепу західного є сприятливими для вирощування сої, проте впродовж останніх років спостерігаються значні коливання температури повітря та сумарної кількості опадів відносно середньобагаторічних даних, а в окремі роки спостерігалися аномальні погодні явища, таким прикладом може бути саме 2016 рік.

Характеризуючи умови 2017 року слід відмітити насамперед, що вони були найбільш сприятливі для росту і розвитку рослин досліджуваних сортів сої. У січні було на 0,7 °С холодніше, а починаючи з лютого і до кінця року температури були на 0,6-5,4 °С вищі за середні багаторічні показники (рис. 2.4, додаток А).

Квітень місяць 2017 року характеризується середньодобовою температурою повітря в 9,6 °С. Сумарна кількість опадів за квітень склала 29,7 мм, що становило 58,2 % до середньобагаторічного показника, тобто на 41,8 % менше від середньобагаторічних показників, тоді як середньодобова температура повітря у квітні була вищою лише на 0,9 °С.

Температурний режим травня характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 15,1 °С, що лише на 0,6 °С вище за показники середньобагаторічної температури. Сумарна кількість опадів за травень склала 53,4 мм, що становило 80,9 % до середньобагаторічного показника, тобто на 19,1 % менше від середньобагаторічних показників за травень місяць.

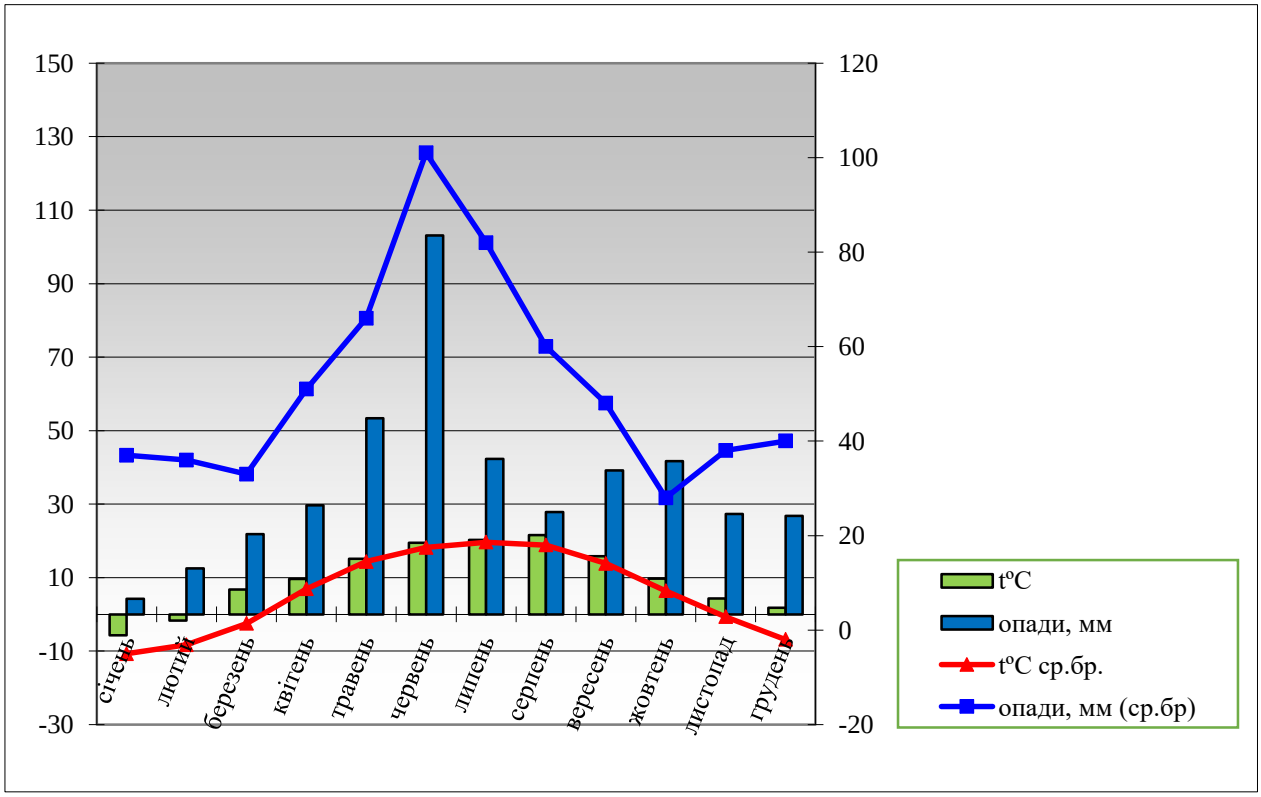

Рис. 2.4. Погодні умови вегетаційного періоду 2017 року

Червень місяць характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 19,5 °С, що на 2,0 °С вище за показники середньобагаторічної температури. Сумарна кількість опадів за червень 2017

року склала 103,1 мм, що становило 102,1 % до середньобагаторічного показника, тобто на 2,1 % більше щодо середньобагаторічних показників за червень місяць.

Липень 2017 року характеризувався достатньо високими температурами, середньодобова температура повітря в середньому 20,3 °С. Загалом липень був теплішим середньобагаторічних показників на 1,7 °С. Сумарна кількість опадів за липень склала 42,3 мм, що становило 51,6 % до середньобагаторічного показника, тобто на 48,4% менше щодо середньобагаторічних показників за липень місяць.

Тенденція підвищених показників середньодобової температури повітря спостерігалася і у серпні. Загалом середньодобова температура повітря у серпні становила 21,6 °С, що на 3,6 °С була вищою середньобагаторічного показника, а кількість опадів склала 27,8 мм або 46,3 % до середньобагаторічного значення, тобто на 53,7 % менше щодо середньобагаторічних показників за липень місяць.

Вересень 2017 року характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 15,8 °С повітря. Загалом вересень був теплішим середньобагаторічних показників на 1,7 °С. Сумарна кількість опадів за вересень склала 39,2 мм, що становило 81,7 % до середньобагаторічного показника, тобто на 18,3% менше щодо середньобагаторічних показників за вересень місяць.

У цілому за комплексом гідротермічних умов 2017 та 2018 роки були досить сприятливими для росту, розвитку рослин і формування урожайності досліджуваних сортів сої, про що свідчить кінцевий результат – рівень рентабельності, який на кращих варіантах досліджень був високим.

Щодо умов 2018 року, то вони дозволили раннім і середньостиглим сортам сої розкрити свій генетичний потенціал, впродовж вегетації рослин сої в загальному були сприятливими, але мали незначні коливання температури, також була значна нестача вологи (рис. 2.5, додаток А).

Квітень місяць 2018 року характеризувався середньодобовою температурою повітря 13,9 °С. Сумарна кількість опадів за квітень склала 19,5 мм, що становило 38,2 % до середньобагаторічного показника, тобто на 61,8 % менше від середньобагаторічних показників, тоді як середньодобова температура повітря у квітні була вищою на 5,2 °С.

Температурний режим травня місяця характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 16,8 °С, що на 2,3 °С вище за показники середньобагаторічної температури. Сумарна кількість опадів за травень склала 51,4 мм, що становило 77,9 % до середньобагаторічного показника, тобто на 22,1 % менше від середньобагаторічних показників за травень місяць.

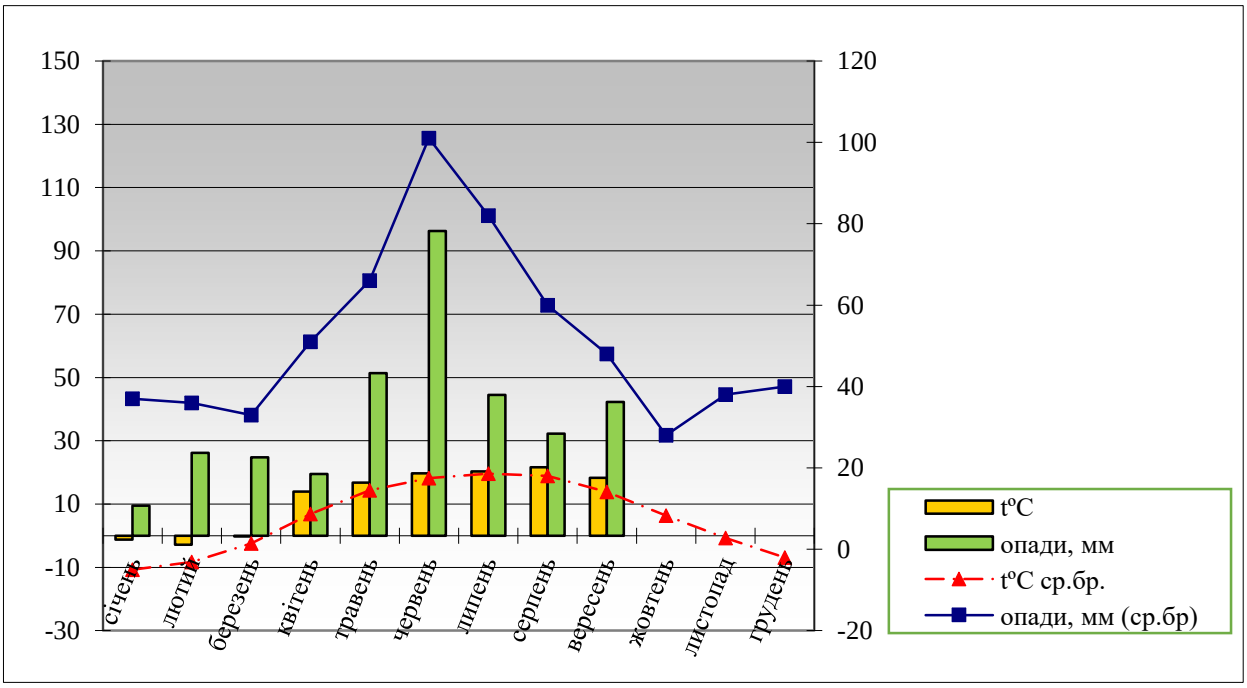

Рис. 2.5. Погодні умови вегетаційного періоду 2018 року

Червень місяць характеризується середньодобовою температурою повітря в середньому 19,5 °С, що на 2,0 °С вище за показники середньобагаторічної температури. Сумарна кількість опадів за червень 2018 року склала 96,3 мм, що становило 95,3 % до середньобагаторічного показника, тобто на 4,7 % менше щодо середньобагаторічних показників за червень місяць.

Липень 2018 року характеризувався достатньо високими температурами, середньодобова температура повітря в середньому 20,3 °С. Загалом липень був теплішим від середньобагаторічних показників на 1,7 °С. Сумарна кількість опадів за липень склала 44,5 мм, що становило 54,3 % до середньобагаторічного показника, тобто на 45,7 % менше щодо середньобагаторічних показників за липень місяць.

Тенденція підвищених показників середньодобової температури повітря спостерігалася і у серпні. Загалом середньодобова температура повітря у серпні становила 21,6 °С, що на 3,6 °С була вищою середньобагаторічного показника, а кількість опадів склала 32,3 мм або 53,8 % до середньобагаторічного значення, тобто на 46,2% менше щодо середньобагаторічних показників за липень місяць.

Вересень 2018 року характеризувався середньодобовою температурою повітря в середньому 18,0 °С повітря. Загалом вересень був теплішим середньобагаторічних показників на 3,9 °С. Сумарна кількість опадів за вересень склала 42,3 мм, що становило 88,1 % до середньобагаторічного показника, тобто на 11,9 % менше щодо середньобагаторічних показників за вересень місяць.

У цілому погодні умови за 2015-2018 рр. досліджень були сприятливі для вирощування сої, погодні чинники не мали значного впливу на формування високого врожаю та якості зерна сої, окрім 2016 року, так як випав сильний град зі зливою на початку липня і знищив частину посівів.

Землі ТОВ «Гарант» розташовані в північній та східній частинах землекористувань Орининської територіальної громади.

Рельєф полів слабо хвилястий, широкі вододільні плато переходять поступово в слобо пологі та середньо пологі схили великої протилежності та різної експозиції, землекористування.

Східний масив господарства розділений широкою балкою, по дну якої прокладена осушувальна мережа.

На схилах розвинена водна ерозія ґрунтів, причиною якої є рихлі ґрунтоутворюючі породи – леси та лесовидні суглинки, а також господарська діяльність – неправильний обробіток, вирощування просапних культур на схилах крутизною більше 3°, ігнорування в застосуванні агротехнічних протиерозійних заходів.

По днищах балок поширені ґрунти гідроморфного ряду – лучні та лучно-болотні. На пологах схилів зустрічаються намиті лучні ґрунти.

Для повного та раціонального використання земель у сільськогосподарському виробництві ґрунти об'єднані в агровиробничі групи.

Основними критеріями, за якими ґрунти об'єднуються в агрогрупи, є генетична близькість, ступінь еродованості, рівень родючості і умови залягання ґрунтових вод.

Щодо умов залягання агровиробничі групи поділені на підгрупи з урахуванням крутизни схилів і показані такими римськими цифрами:

I, V – відповідає нахилу – 0-1°;

VIII-1- відповідає нахилу 1-2°;

VIII-2, IX – відповідає нахилу – 2-3°;

X, XI – відповідає нахилу 3-5°.

Повна назва агровиробничої групи складається з показника генетичної належності ґрунтів, механічного складу і умов залягання (додаток 1).

Формування чорноземів зумовлено особливостями біологічного колообігу – великою кількістю хімічних елементів, які беруть активну участь у процесах утворення і трансформації органічної речовини, надходженням основної маси органічних решток в середину ґрунту. Чорноземи зазвичай мають зернисту структуру і завдяки цьому добре вбирають воду. Це створює сприятливі умови для живлення рослин і мікробіологічної діяльності. Родючість чорнозему висока і може бути ще збільшена за відповідних аґротехнічних заходів.

Чорноземи характеризуються темно-сірим кольором, зернисто-грудкуватою структурою, поступовими переходами між генетичними

горизонтами, чітким карбонатним горизонтом. У їх мікробудові відзначені наявність складних мікроагрегатів переважно копрогенно-коагуляційного типу, розділених системою пор, рівномірна гумосованість, малий вміст неагрегованого матеріалу і наявність різноманітних мікроформ кальциту [82].

Чорноземи опідзолені залягають на добре дренованих вододілах та їх схилах між темно-сірими ґрунтами і чорноземами типовими.

Будова профілю: не гумусовий слабоелювійований 35-45 см, темно-сірий з кремнеземистою присипкою SiO_2, у вигляді «сивини», структура – зернистогрудкувата, перехід поступовий; НРі – верхній перехідний слабкоілювійований 30-40 см, темно-бурий, ущільнений; РНі – нижній перехідний слабоілювійований 35-45 см, темно-бурий, язики натічного гумусу, переходить у породу по лінії залягання карбонатів. Рk – з глибини 120 см і більше, частіше карбонатний лес. Вміст гумусу 3,5-5,0 % (супіщані до 2%, глинисті до 6 %), Сгк: Сфк = 1,2-1,5, рНКСl = 5,6-6,5), ступінь насиченності основами – 75-90 %, у ГВК присутній водень 2,0-3,5 мг-екв/100 г ґрунту, містять більше азоту і більше фосфору ніж темно-сірі ґрунти. Потенціальна родючість має досить високий рівень (бонітет ~72 бали).

Ґрунтовий покрив представлений типовим чорноземом опідзоленим середньосуглинковим на лесовидних суглинках.

За даними ґрунтового обстеження Хмельницької філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» відмічено, що для ґрунтів дослідної ділянки характерний низький вміст гумусу – 2,9 %. Вміст азоту (за Корнфілдом) – 98 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 103 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чиріковим) – 143 мг/кг ґрунту. Сума ввібраних основ складала 13 мг. екв. на 100 г ґрунту, гідролітична кислотність – 2,25 мг. екв./100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину – 5,8 рН, еколого-агрохімічна оцінка в рік обстеження дорівнювала 54 бали.

За даними ґрунтового обстеження Хмельницької філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», еколого-агрохімічна паспортизація

сільськогосподарських земель здійснюється з використанням матеріалів якісної оцінки ґрунтів і показників їх еколого-агрохімічного стану.

Отже, тип ґрунту, будову і агрофізичні властивості дослідної ділянки можна характеризувати як такі, що відповідають біологічним вимогам для вирощування рослин сої. Проте для отримання високих та сталих врожаїв зерна сої потребує достатнього внесення мінеральних добрив, мікродобрив та використання інокулянтів з ефективнми штамами бактерій.

2.2. Методика проведення досліджень

Особливості формування сортової продуктивності зерна сортів сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив для одержання підвищеної урожайності і якості зерна в умовах Західної частини Лісостепу України вивчали в польовому стаціонарі впродовж 2015-2018 рр.

Польове дослідження проводилося на базі сільськогосподарського підприємства ТОВ «Гарант» Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області як філіалу кафедри екології, карантину і захисту рослин Подільського державного аграрно-технічного університету.

Територіально дослідне поле було розташоване в південно-західній лісостеповій частині Хмельницької області, яке за умовами теплозабезпечення і зволоження відноситься до південного вологого агрокліматичного регіону Лісостепу західного.

Облікова площа дослідної ділянки становила 150 м^2, загальна площа дослідної ділянки – 198 м^2. Загальна площа досліду – 2,85 га, облікова – 2,16 га. Повторність – чотириразова. Метод розміщення: варіантів в повторенні – рандомізований латинський прямокутник. Дослідження проводили за інтенсивною технологією вирощування для умов Лісостепу західного. У досліді застосовували агротехніку загальноприйняту для даної зони. Попередник сої – пшениця озима.

В основі схеми польового досліду закладено вивчення дії та взаємодії трьох факторів: А – сорти (залежно від групи стиглості), В – мікродобрива, С – інокуляція (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Схема досліду

№	Фактор - А		Фактор - В		Фактор - С		Шифр
	сорт	шифр	мікродобрива	шифр	інокуляція	шифр	
1	Максус	A_0	Без внесення мікродобрив (контроль)	B_0	Обробка водою	C_0	$A_0B_0C_0$
2					Хі Стік	C_1	$A_0B_0C_1$
3					Хай Кот	C_2	$A_0B_0C_2$
4					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_0B_0C_3$
5			Мікродобриво 1	B_1	Контроль	C_0	$A_0B_1C_0$
6					Хі Стік	C_1	$A_0B_1C_1$
7					Хай Кот	C_2	$A_0B_1C_2$
8					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_0B_1C_3$
9			Мікродобриво 1+2	B_2	Контроль	C_0	$A_0B_2C_0$
10					Хі Стік	C_1	$A_0B_2C_1$
11					Хай Кот	C_2	$A_0B_2C_2$
12					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_0B_2C_3$
13	Кордоба	A_1	Без внесення мікродобрив	B_0	Контроль	C_0	$A_1B_0C_0$
14					Хі Стік	C_1	$A_1B_0C_1$
15					Хай Кот	C_2	$A_1B_0C_2$
16					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_1B_0C_3$
17			Мікродобриво 1	B_1	Контроль	C_0	$A_1B_1C_0$
18					Хі Стік	C_1	$A_1B_1C_1$
19					Хай Кот	C_2	$A_1B_1C_2$
20					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_1B_1C_3$
21			Мікродобриво 1+2	B_2	Контроль	C_0	$A_1B_2C_0$
22					Хі Стік	C_1	$A_1B_2C_1$
23					Хай Кот	C_2	$A_1B_2C_2$
24					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_1B_2C_3$
25	Саска	A_2	Без внесення мікродобрив	B_0	Контроль	C_0	$A_2B_0C_0$
26					Хі Стік	C_1	$A_2B_0C_1$
27					Хай Кот	C_2	$A_2B_0C_2$
28					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_2B_0C_3$
29			Мікродобриво 1	B_1	Контроль	C_0	$A_2B_1C_0$
30					Хі Стік	C_1	$A_2B_1C_1$
31					Хай Кот	C_2	$A_2B_1C_2$
32					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_2B_1C_3$
33			Мікродобриво 1+2	B_2	Контроль	C_0	$A_2B_2C_0$
34					Хі Стік	C_1	$A_2B_2C_1$
35					Хай Кот	C_2	$A_2B_2C_2$
36					Хі Стік+Хай Кот	C_3	$A_2B_2C_3$

Після збирання попередника (озима пшениця) проводили лущення стерні на глибину 10-12 см, через три тижні провели повторне лущення на глибину

22 см. Трактор Кейс 340 + борона Case IH True – Tandem 335VT з шириною захвату 9,4 м, через три тижні провели дискування важкою бороною на глибину 18-20 см Трактор Кейс 340 + борона Case IH True – Tandem 335VT.

Через місяць провели культивацію на 10-12 см з одночасним вирівнюванням ґрунту культиватор КСО-8м + Трактор Кейс 280.

Весняний обробіток ґрунту починався з боронування (закриття вологи) БОРОНА ЗУБОВА MCFARLANE™ + CASE IH Puma 155.

Обробку насіння сої було проведено за день до сівби такими препаратами, як інсектецидно-фунгіцидний протруйник з фізіологічним ефектом Стандак Топ в нормі 1 л/т та інокулянтами згідно схеми досліду Хі Стік норма витрати препарату 4 кг/т насіння сої та Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т, також насіння мало обробку препаратом Вуксал КоМо 15 в нормі 0,5 л/т з вмістом мікроелементів кобальту і молібдену.

У зв'язку із дефіцитом вологи передпосівна культивація проводилася у день сівби, культивація проводилася на глибину 3-5 см. Сівбу проводили, коли температура ґрунту становила 8-12 °С на глибині загортання насіння.

Насіння висівали зерновою сівалкою Свогія не традиційним рядковим способом з шириною міжрядь 35 см. Норма висіву досліджуваних нами сортів становила у сорту Максус 750 тис. шт. схожих насінин на гектар; у сорту Кордоба – 550 тис. шт. схожих насінин на гектар; у сорту Саска – 450 тис. шт. схожих насінин на гектар. Дослідження проводили за інтенсивною технологією вирощування для умов Лісостепу західного.

Одночасно із сівбою вносили мінеральне добриво нітроамофоска NPK 16-16-16. Після сівби провели коткування. Після коткування провели внесення ґрунтових гербіцидів (Стомп 330 + Фронтьєр Оптіма у нормі 2,0 + 0,7 л/га), оприскувач JACTO ADVANCE VORTEX 3000 (штанга 24 м) + трактор NEW HOLLAND TL 105.

У фазі 2-3 трійчастого листочка провели внесення гербіциду Пульсар 40 (1 л/га) з нормою витрати робочого розчину 250 л/га, оприскувач JACTO ADVANCE VORTEX 3000 (штанга 24 м) + трактор NEW HOLLAND TL 105.

У фазі бутонізації проводили внесення мікродобрив компанії Уніфер Вуксал Борон у нормі 1 л/га і фоново по всіх сортах фунгіцид Абакус у нормі 0,8 л/га, оприскувач JACTO ADVANCE VORTEX 3000 (штанга 24 м) + трактор NEW HOLLAND TL 105.

У фазі наливу бобів (фоново) вносили повторно Абакус у нормі 1 л/га, у бакові суміші з Босфоліаром 12 – 4 – 6 + S у нормі 2,0 л/га, оприскувач JACTO ADVANCE VORTEX 3000 (штанга 24 м) + трактор NEW HOLLAND TL 105.

До збирання врожаю приступали у фазі повної стиглості зерна сортів сої. У першій декаді вересня місяця збирали сорт Максус, сорт Кордоба – у третій декаді вересня, сорт Саска – на початку другої декади жовтня. Збір врожаю проводили поділяночно комбайном CASE IH 9230.

Для всебічної оцінки одержаних результатів експериментів проводилися такі спостереження аналізи та супутні дослідження згідно загальноприйнятих методик:

1. Фенологічні спостереження, настання основних фаз росту і розвитку, густоту стояння рослин у фазі сходів і перед збиранням, аналіз елементів структури врожаю проводили за пробними снопами, які відбирали перед збиранням з двох несуміжних повторень за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» (2000 р.) [117].

2. Площу листкової поверхні у відповідні фази росту і розвитку рослин визначали методом «висічок». На дослідній ділянці відбирали 10 рослин, зривали з них усі листки і зважували. Потім за допомогою коркового свердла брали з цих листків по 20 висічок і зважували їх [116, 129, 136, 137] з подальшими розрахунками згідно формули:

$$Л = \frac{РЛ_1 \times n}{P_1 \times м}, \text{ де}$$

Л – загальна площа листків однієї рослини, см^2;

$Л_1$ – площа однієї висічки, см^2;

п – число висічок;

Р – загальна маса листових пластинок, г;

P_1 – маса висічок, г;

м – число рослин, від яких взяті листові пластинки.

3. Фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) рослин сої визначали за методикою А. А. Ничипоровича [136, 137, 145]. Розраховували:

$$ФП = \frac{[(Л_1 + Л_2) \times T_1 + (Л_2 + Л_3) \times T_2..]}{2}, \text{ де:}$$

ФП – фотосинтетичний потенціал, млн. м^2 діб/га;

L_1+L_2 – сума площі листків за періодами, тис. м^2 /га;

T_1 T_n – тривалість періоду, діб.

$$ЧПФ = \frac{X}{ФП}, \text{ де:}$$

Х – вміст абсолютно сухої речовини , т;

ФП – фотосинтетичний потенціал, млн. м^{2}дн./га

4. Використання рослинами ФАР визначали за методикою Х. Г. Тооминга, Б. І. Гуляєва [186] за формулою:

$$K = \frac{M \times P}{Q_{ФАР}} \times 100, \text{ де}$$

К – коефіцієнт використання ФАР,%;

М – маса сухої речовини, яка накопичена посівами за вегетацію, кг/га;

Р – калорійність рослини, кКал/кг; $Q_{ФАР}$ – надходження ФАР за вегетацію, млрд. кКал на 1 га.

5. Визначення кількості та маси сирих бульбочок проводили за методикою Г. С. Посипанова (1991 р.) [159]. У період їхнього максимального формування (фазу цвітіння рослин) у вибірках по 10 рослин з кожного повторення досліду відбирали рослини з корінням. З коренів зрізували бульбочки, мили, підраховували і зважували.

6. Біологічну врожайність зерна визначали методом «пробних снопів» у фазі повної стиглості культури. При оцінці якості насіння визначали натуру зерна, вміст «сирого» протеїну у зерні сої та вміст «сирого» жиру [136, 137]. Структуру врожаю досліджували в снопових зразках, які відбирали в повну

стиглість на площадках 0,25 м^2 у чотирьох повтореннях. Визначали масу снопа, кількість рослин, гілок, бобів на головних і бічних гілках, насінин у бобі, число і масу насінин на рослині, масу 1000 насінин.

7. Облік урожаю проводили з усієї облікової площі кожної ділянки. Урожай зерна приводили до 100-відсоткової чистоти та 14-відсоткової вологості.

8. Математично-статистичні дослідження експериментальних даних проведені за допомогою програмного пакету Microsoft Excel: урожайні дані – методом дисперсійного аналізу багатофакторних комплексів, кореляційним та регресійним аналізами; кількісні ознаки рослин – методом варіаційних рядів, різницевим, кореляційним, регресійним тощо [76].

9. Економічну ефективність досліджуваних заходів визначали за технологічними картами загальноприйнятої форми згідно прямих витрат за цінами, які були на кінець 2018 року [8, 101, 203]. Енергетичну оцінку за варіантами дослідів розраховували за методикою О. К. Медведовського, П. І. Іваненка [113].

Висновки з розділу 2:

1. За період 2015-2018 років погодно-кліматичні умови в південно-західній частині Лісостепу вирізняються нестабільними запасами вологи, але, не дивлячись на це, обробка насіння інокулянтами дає стабільно високі врожаї, і тим самим рослини розкривають свій генетичний потенціал.

2. Нестача вологи (водний стрес) під час розвитку квіток на рослині призводить до абортування бобів сої. Це відбувається через пригнічення фотосинтезу та зменшення кількості фотоасимілятів, що транспортуються до репродуктивних тканин рослин сої. Реакцією сої на високу температуру і недостатню кількість вологи є передчасне утворення в рослині етилену. Наслідком його дії є надмірна абортація бобів сої. Рослина скидає те, що не в змозі забезпечити поживними елементами для успішного формування врожаю.

3. Для мінімізації впливу дефіциту вологи рекомендується використовувати адаптовані сорти для конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування; проводити вчасний посів в достатньо зволожений ґрунт; застосовувати заходи, які покращують водоспоживання рослинами сої.

4. Ґрунти Лісостепу західного сприятливі для вирощування сої та дають змогу досягти високих та сталих врожаїв з урахуванням чинників, передбачених схемою дослідів.

5. Щодо процесу інокуляції то варто зауважити, що подвійна інокуляція дає свої позитивні результати, тому що Хі Стік на торфовій основі краще активує рослини на початку вегетації (в період проростання – 2-3 трійчастий листок, ВВСН 05-12-13). Хай Кот Супер і Хай Кот Супер Extender розпочинають свою роботу і тим самим активізують засвоєння азоту з фази по ВВСН 12-14 і в подальшому повністю розкриває генетичний потенціал сорту.

6. Польові та лабораторні дослідження проводили на базі сільськогосподарського підприємства ТОВ «Гарант» відповідно до загальноприйнятих методик польових досліджень та методичних рекомендацій. У дослідах застосовувалася інтенсивна технологія вирощування сої, рекомендована для умов Лісостепу західного. Дослідження проводилися на нових сортах Максус, Саска і Кордоба, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

7. Проведено достатню кількість спостережень, обліків та статистичний аналіз даних, що дозволяють отримати достовірну оцінку впливу досліджуваних факторів на врожайність зерна сої.

Матеріали розділу викладено у працях:

1. Влияние адаптивной технологии возделывания на формирование урожая зерна сои в условиях Западной Лесостепи Украины / Бахмат О. Н., Бахмат Н. И., Зеленский В. А., Федорук И. В. Современные достижения науки и пути инновационного восхождения экономики региона, страны: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18 мая 2017 года. Комрат, Молдова. 2017. С. 255-259.

2. Бахмат О. М., Федорук І. В. Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., 15-16 черв. 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 174-176.

3. Бахмат О. М., Бахмат М. І., Федорук І. В. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу західного. Аграрна наука та освіта Поділля : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 14-16 берез. 2017 р., Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2017. Ч. 1. С. 59-62.

4. Федорук І. В., Хмелянчишин Ю. В., Городиська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2020. Вип. 33. С. 54–61.

5. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7-17.

6. Agroecological influence of micronutrient fetilizers and seed inoculation on a soybean crop / Fedoruk Inna, Bakhmat Oleg, Khmelianchyshyn Yuri, Gorodyska Olesia. *EUREKA : Life Sciences* : scientific journal. Tallin, Estonia, 2021. Is. 2. P. 16-24.

7. Федорук І. В. Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях. Матеріали XII Міжнар. наук. конф. «Корми і кормовий білок», 15 лип. 2020 р. Вінниця, 2020. С. 116-119.

8. Бахмат О. М., Федорук І. В. Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві: матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф., 15 лип. 2020 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський. С. 15-17.

РОЗДІЛ 3. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ, ВИДУ ІНОКУЛЯНТУ ТА МІКРОДОБРИВ

3.1. Особливості проходження фенологічних фаз і міжфазних періодів росту і розвитку рослин сої

У загальних рисах ріст рослин – це зміни в рослині, спрямовані здебільшого на збільшення її маси на відміну від розвитку, пов'язаного з якісними змінами в рослині у процесі її онтогенезу [82].

Застосовуючи різні агротехнічні заходи у технології вирощування, ми можемо впливати на життя рослин, процеси росту і розвитку рослин, а також на формування врожаю та його продуктивність [132].

Проходження фаз розвитку, інтенсивність росту та продуктивність рослин перебуває в повній залежності від умов вирощування рослин на кожному етапі органогенезу. Важливий фактор, який впливає на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сорту – тривалість вегетаційного періоду та окремих етапів органогенезу сільськогосподарських культур [82, 143].

Тривалість міжфазних періодів суттєво залежала від погодних умов, біологічних особливостей сорту, виду інокулянту та позакореневих підживлень мікродобривами Вуксал Бороном та Басфоліаром. Тривалість міжфазних періодів в онтогенезі рослин у розрізі сортів сої показано у (табл. 3.1).

Спостереження показали, що фази кінець цвітіння ВВСН 69 і початок наливу бобів ВВСН 80 проходять із різницею в 2-3 дні, до кінця цвітіння в нижній частині рослин знаходяться добре розвинуті боби із сформованим зерном. Так найдовшими були періоди від фази початку цвітіння до фази наливу бобів, дещо коротшими – період сівба – сходи ВВСН 10 та перший

трійчастий листок ВВСН 12, цьому сприяло використання якісного посівного матеріалу.

Таблиця 3.1

Тривалість міжфазних періодів в онтогенезі сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), днів

Варіанти досліджень	Період росту і розвитку					
	Сівба-сходи ВВСН 10-11	Перший трійчас-тий листок – початок цвітіння ВВСН 12-60	Поча ток цвітіння – кінець цвітін-ня ВВСН 60-69	Кінець цвітін ня – початок наливу бобів ВВСН 69-89	Налив бобів – повна стиг-лість ВВСН 89-99	Вегетацій ний період
1	2	3	4	5	6	7
Сорт Максус						
Контроль	10,0	27,3	26,7	21,0	18,0	103
Вуксал Борон	11,0	27,3	27,7	22,3	19,3	108
Вуксал Борон + Басфоліар	11,0	27,3	27,7	22,3	19,3	108
Хі Стік	10,0	26,0	29,0	23,5	20,3	109
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	8,5	25,3	30,0	24,5	21,0	109
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	8,5	25,7	30,3	25,0	21,5	111
Хі Стік + Вуксал Борон	9,0	26,0	29,3	23,5	20,3	108
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	8,5	25,7	30,3	24,5	21,0	110
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	8,5	25,7	30,5	25,0	21,5	111
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	9,0	26,0	29,3	23,5	20,3	108

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	8,5	25,7	30,3	24,5	21,7	111
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	8,5	25,7	30,5	25,0	21,7	111
Сорт Кордоба						
Контроль	11	29	27,5	21,5	18,5	107
Вуксал Борон	11	29	28,3	22,5	19,5	110
Вуксал Борон + Басфоліар	11	29	28,3	22,5	19,5	110
Хі Стік	10	28	29,5	23,8	20,5	112
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	9	28	30,7	24,5	21,5	113
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	9	28	31,3	24,5	21,7	114
Хі Стік + Вуксал Борон	10	28	29,7	24,0	20,7	112
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	9	28	31,3	24,7	21,7	115
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	9	28	32,3	24,7	21,7	115
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	10	28	29,7	24,0	20,7	112
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	9	28	31,5	24,7	22,0	115
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	9	28	32,3	25,0	22,3	116
Сорт Саска						
Контроль	11,5	31,3	30,0	25,0	19,3	117
Вуксал Борон	11,5	31,3	31,0	25,3	20,3	119

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Вуксал Борон + Басфоліар	11,5	31,3	31,0	25,5	20,5	119
Хі Стік	10,8	30,3	32,5	26,8	21,8	122
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	9,8	29,3	34,5	27,8	22,5	123
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	9,8	29,3	34,8	28,5	22,5	125
Хі Стік + Вуксал Борон	10,8	30,3	33,3	27,0	21,8	123
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	9,8	29,3	35,0	27,8	22,8	124
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	9,8	29,3	35,0	28,5	22,8	125
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	10,8	29,3	33,3	27,0	27,8	123
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	9,8	29,3	35,0	27,8	22,8	125
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	9,8	29,3	35,3	28,5	22,8	126

Швидкому проростанню і появі сходів позитивно сприяла обробка насіння високоякісним препаратом Стандак Топ, який знезаражував посівний матеріал і контролював шкідників протягом 35-40 днів з часу проростання, це ми спостерігаємо на прикладі варіанту контроль, а також на всіх інших досліджуваних варіантах.

Міжфазний період сівба – початок цвітіння на контролі тривав в середньому у сорту Максус 16,7 днів, у сорту Кордоба – 16,5 днів , у сорту Саска – 18,5 днів. Відповідно найдовшим міжфазний період був на всіх сортах

з різницею в 1-2 дні на ділянках з контролем. Відсутність мікродобрив та інокулянтів скорочувало тривалість міжфазних періодів, так як рослина не мала достатньої кількості елементів живлення для сили росту і розвитку.

У свою чергу, використання мікродобрив та інокулянтів сприяли подовженню міжфазних періодів, що спостерігаємо із даних таблиці 3.1.

Міжфазний період сівба – початок цвітіння на кращому варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар тривав в середньому у сорту Максус – 22 дні, у сорту Кордоба – 23,3 днів , у сорту Саска – 25,5 днів. Відповідно найдовшим міжфазний період був на всіх сортах з різницею в 2-3 дні на ділянках з контролем.

Початок стиглості відзначали при пожовтінні 1-2 нижніх бобів у 10-15 % рослин, а господарську стиглість – коли у сої дозріло понад дві третіх бобів на рослині, насіння стало твердим, насіння нижніх бобів при струшуванні сухе, набуває властивих сорту забарвлення і форми.

Тривалість вегетаційного періоду від дати повних сходів до дати господарської стиглості наведено у таблиці 3.1.

Доведено, що тривалість вегетаційного періоду у всіх трьох досліджуваних сортів сої найменшою була в контрольному варіанті і склала для сорту Максус 103 доби, Кордоба – 107 діб, Саска – 117 діб. На кращому варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар вегетаційний період тривав в середньому у сорту Максус 111 днів, що до контролю становило на 8 днів більше, у сорту Кордоба – 116 днів, що до контролю становило на 9 днів більше, у сорту Саска – 126 днів, що до контролю становило теж на 9 днів більше.

Використання мікродобрив та інокулянтів у досліджуваних варіантах подовжувало тривалість вегетаційного періоду за рахунок якісного споживання рослинами елементів живлення.

3.2. Густота та виживання рослин сої залежно від елементів технології вирощування

Основним показником, який визначає величину урожайності сільськогосподарських культур, у тому числі і сої, є густота рослин. У свою чергу, вона залежить від норми висіву, польової схожості насіння та виживаності рослин [108, 133].

Для сої характерна висока пластичність по відношенню до площі живлення рослин, що проявляється у зміні індивідуальної продуктивності, насамперед у різній кількості вузлів, гілок, бобів, насіння, їх маси, величини і якості врожаю. У посівах сої з оптимальними густотою і площею живлення рослин основна кількість бобів і насіння формується на головному стеблі, у зріджених – на бокових пагонах. Надмірне загущення призводить до вилягання, передчасного пожовтіння і опадання листків, неповного використання світла, вологи, поживних речовин ґрунту і добрив, зниження біологічної фіксації азоту атмосфери. Оптимальна густота рослин, відповідно і оптимальна площа живлення однієї рослини для середньораннього сорту становить 200-250 см^2, середньо-пізньостиглого – 250-340, пізньостиглого – 340-400 см^2 [30, 179].

Найбільш критичними в розвитку сої є фази 3-4 трійчасті листки (BBCH 13-14), бутонізації (BBCH 51-55) та формування бобів (BBCH 71-75). При застосуванні позакореневих підживлень у дві перші фази можна вплинути на формування врожаю, а при позакореневому підживленні у фазу формування й наливу бобів можна покращувати якість зерна – збільшити кількість білка й олії. Першим важливим етапом у розвитку сої є фаза 3-4 трійчасті листки (BBCH 13-14). Застосування в цей період листкових підживлень макро- і мікроелементів у доступній рослинам формі дає змогу покращити основні фізіологічні процеси, стимулювати процес фотосинтезу та розвиток кореневої системи, посилити використання рослинами елементів живлення з ґрунту і добрив та активізувати діяльність бульбочкових бактерій [156].

У період фази утворення бобів в нижньому ярусі та в період фази повного утворення бобів різні сорти сої містять відповідно від 16,7 до 19,58 % та 19,31-25,68 % сухої речовини [122].

Також встановлено, що у загущеному посіві рослини сої через взаємне затінення, конкуренцію за поживні речовини і вологу більше витягуються, їх стебло тонке, на них мало листків, квіток і бобів, боби формуються переважно у верхній частині рослини і на її верхівці, як наслідок – низька насіннєва продуктивність.

На зріджених посівах рослини сої будуть мати сильне гілкування, на них утвориться велика кількість листків та бобів, в свою чергу боби будуть знаходитися на незначній висоті від поверхні ґрунту, через що зростуть втрати врожаю при збиранні [59, 74].

У період фази бутонізації та цвітіння (BBCH 51–69) симбіотична діяльність посіву сої досягає максимуму. Рослини максимально забезпечені азотом, однак у цей час необхідно вносити бор для стимулювання запилення та розвитку репродуктивних органів. На пізніх етапах репродуктивного розвитку, у фазу формування бобів (BBCH 71-79) у зв’язку з початком відтоку поживних речовин з листя в зерно соя різко знижує активність кореневої системи. Позакореневі підживлення в цей період подовжують функціонування фотосинтетичного апарату, покращують накопичення біомаси та, як результат, підвищують врожайність [183].

В цілому польова схожість насіння сої змінювалася в межах від 85,1 % до 87,5 % у сорту Максус, від 85,9 % до 95,3 % у сорту Кордоба та від 84,8 % до 94,5 % у сорту Саска. Вплив інокуляції та мікродобрив на польову схожість та збереження рослин показано у (табл. 3.2, 3.3, 3.4).

Аналізуючи показники польової схожості насіння по сорту сої Максус на контролі, маємо показник 85,7%.

Таблиця 3.2

Густота посівів рослин, польова схожість насіння та виживання рослин сої сортів Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Рослин після сходів, тис./га	Польова схожість насіння, %	Кількість рослин до збирання, тис./га	Вижило рослин, %
1	2	3	4	5
Контроль	635,0	85,7	563,0	89,0
Вуксал Борон	638,3	85,1	580,3	91,0
Вуксал Борон + Басфоліар	638,3	85,1	582,3	91,3
Хі Стік	655,0	87,3	608,3	93,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	633,3	88,4	620,5	93,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	667,0	89,0	622,5	93,4
Хі Стік + Вуксал Борон	655,8	87,6	614,3	93,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	664,3	88,6	625,0	94,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	667,5	89,0	629,0	94,3
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	656,0	87,6	615,5	93,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	664,0	88,5	627,0	94,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	669,8	87,5	630,8	94,6
Середнє арифметичне	653,7	87,5	609,9	93,1
Похибка середньої	4,0	0,4	6,4	0,5
Стандартне відхилення	13,8	1,4	22,3	1,7
Коефіцієнт варіації	2,1	1,6	3,7	1,8

На кращому варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар показник становить 87,5, що на 1,8 %

більше від контролю. Виживання рослин в середньому становило 93,1 % по варіантах, коефіцієнт варіації становив 1,8.

Таблиця 3.3

Густота посівів рослин, польова схожість насіння та виживання рослин сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Рослин після сходів, тис./га	Польова схожість насіння, %	Кількість рослин до збирання, тис./га	Вижило рослин, %
1	2	3	4	5
Контроль	472,3	85,9	427,8	90,7
Вуксал Борон	489,0	88,4	441,3	90,4
Вуксал Борон + Басфоліар	489,0	88,9	447,0	91,6
Хі Стік	503,5	91,9	470,0	93,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	513,0	93,3	478,8	93,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	520,5	94,6	487,0	93,6
Хі Стік + Вуксал Борон	508,0	92,4	482,0	95,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	515,8	93,4	485,0	94,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	522,8	95,0	492,0	94,2
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	510,3	93,1	485,8	95,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	518,0	94,2	491,0	94,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	524,5	95,3	497,5	95,0
Середнє арифметичне	507,2	92,2	473,8	93,5
Похибка середньої	4,6	0,9	6,5	0,5
Стандартне відхилення	16,1	3,0	22,6	1,7
Коефіцієнт варіації	3,2	3,2	4,8	1,8

Показник польової схожості насіння по сорту сої Кордоба на контролі становив 85,9 %, тоді як на кращому варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар показник становить 95,3 що на 9,4 % більше від контролю. Виживання рослин в середньому становило 93,5 % по варіантах, коефіцієнт варіації становив 1,8.

Таблиця 3.4

Густота посівів рослин, польова схожість насіння та виживання рослин сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Рослин після сходів, тис./га	Польова схожість насіння, %	Кількість рослин до збирання, тис./га	Вижило рослин, %
Контроль	381,8	84,8	340,8	89,4
Вуксал Борон	399,8	88,6	374,0	93,6
Вуксал Борон + Басфоліар	399,8	88,8	375,5	94,0
Хі Стік	414,3	92,0	384,5	92,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	421,5	93,3	389,0	92,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	425,5	94,5	396,0	93,1
Хі Стік + Вуксал Борон	414,3	92,0	386,8	93,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	421,5	93,6	396,8	94,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	425,5	94,5	401,5	94,4
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	414,3	92,0	388,0	93,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	421,5	93,6	397,8	94,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	425,5	94,5	404,5	95,1
Середнє арифметичне	413,8	91,9	386,3	93,4
Похибка середньої	3,9	0,9	5,0	0,4
Стандартне відхилення	13,5	3,0	17,2	1,5
Коефіцієнт варіації	3,3	3,3	4,5	1,6

Показники польової схожості насіння по сорту сої Саска на контролі – 84,8%, тоді як на кращому варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар показник становить 94,5, що на 9,9 % більше від контролю. Виживання рослин в середньому становило 93,4 % по варіантах, коефіцієнт варіації становив 1,6.

Так польова схожість у сорту Максус на цьому варіанті досліду склала – 87,5 %, у сорту Кордоба – 95,3 %, а у сорту Саска – 94,5 %, що пояснюється високоякісною роботою ризобіальних бактерій штамів інокулянтів, які створюють симбіоз в поєднанні з мікродобривами.

Дослідження показали, що найвищий відсоток збереження рослин за вегетаційний період незалежно від сорту спостерігався у варіанті з інокуляцією насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, а також обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон та Басфоліар. Виживання рослин на вказаному варіанті становило у сорту Максус 94,6 %, у сорту Кордоба – 95,0 % і у сорту Саска –95,1 %. Густота стояння рослин сої після сходів на цих варіантах була також найвищою і становила у фазі повної стиглості 630,8 тис. шт./га у сорту Максус; 497,5 тис. шт./га – у сорту Кордоба та 404,5 тис. шт./га – у сорту Саска.

Це пояснюється тим, що, обробляючи посівний матеріал інокулянтами, а також внесенням через листовий апарат мікродобрива, в рослини є можливість краще розвивати кориневу систему і площу листового апарату, що в подальшому буде впливати на асиміляцію процесів фотосинтезу та зростання передачі пластичних речовин у зерні рослин сої.

3.3. Особливості росту та розвитку рослин сої залежно від варіантів досліду

Соя надзвичайно реагує на розмір та форму площі живлення рослин, адже для свого росту та розвитку потребує надходження великої кількості сонячної енергії [60].

Вивчення динаміки накопичення вегетативної маси рослин сої дає можливість встановити вплив на неї різних досліджуваних елементів технології вирощування, визначити шляхи управління процесом та максимально реалізувати генетичний потенціал продуктивності сортів сої [125].

У формуванні структури агроценозу соєвого поля важливим чинником, який визначає його повітряний та світловий режими, є висота рослин. Від висоти рослини залежить закладання генеративних органів і рівень її продуктивності [5, 146, 155].

Лінійна висота росту рослин упродовж їх вегетації має тенденцію до збільшення. За несприятливих умов вирощування висота рослин може залишатися без істотних змін, тобто на одному рівні [105, 224, 226]. Інгібітори росту рослин з антигібереліновим механізмом дії здатні гальмувати ріст рослин сої, наприклад, етиленпродуцент есфону (2-ХЕФК) (0,2 %) може зменшувати висоту рослин сої на 63 % [58].

Вивчення динаміки наростання вегетативної маси рослин сої показало, що її накопичення відбувається поступово до наливу зерна, а в повну стиглість її інтенсивність знижувалась, що можна пояснити опаданням листя, яких у загальній біомасі в середньому біля 20 %, та витратами вуглеводів на дихання.

На показниках динаміки висоти рослин сорту сої Максус ми спостерігали коливання висоти рослин в межах контролю і варіантів дослідження із внесенням інокулянтів та мікродобрив після фази бутонізації. Поясненням цього є симбіотична активність бульбочкоутворення і споживання рослиною доступного азоту. На варіантах, де було внесено інокулянти, рослини сої по-різному реагують на певний вид інокулянту.

Найбільша висота рослин спостерігалась в фазі наливу бобів у варіанті взаємодії Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон

+ Басфоліар у сорту Максус, на цьому варіанті досліду висота рослин становила 103,4 см, що на 19,6 см більше від контролю (табл. 3.5, 3.6, 3.7).

Таблиця 3.5

Висота рослин сої сорту Максус залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2015-2018 рр.), см

Варіанти досліджень	Фази росту і розвитку рослин					
	ВВСН 12	ВВСН 50-59	ВВСН 60-69			ВВСН 70-79
			1	2	3	
1	3	4	5	6	7	8
Контроль	12,6	16,9	21,4	38,9	73,3	83,8
Вуксал Борон	13,2	18,2	22,6	42,0	76,3	86,5
Вуксал Борон + Басфоліар	13,4	19,3	23,2	44,3	79,4	88,8
Хі Стік	14,1	20,8	24,7	44,7	81,6	91,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	15,1	22,0	26,0	47,2	84,1	93,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,1	23,0	28,1	49,4	87,8	97,1
Хі Стік + Вуксал Борон	14,4	21,5	26,2	46,3	83,3	92,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,7	23,4	28,4	49,6	87,8	97,9
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	17,9	25,3	30,8	52,3	90,6	100,1
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	14,6	21,6	26,6	48,4	86,9	93,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,9	25,1	29,2	52,8	91,4	101,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	18,3	26,7	31,8	55,2	92,9	103,4
Середнє арифметичне	15,3	22,0	26,6	47,6	84,6	94,2
Похибка середньої	0,5	0,8	0,9	1,4	1,8	1,7
Стандартне відхилення	1,9	2,9	3,2	4,7	6,1	6,0
Коефіцієнт варіації	12,3	13,4	12,2	9,9	7,2	6,4

*1 – початок цвітіння; *2 – середина цвітіння; *3 – кінець цвітіння

Висота рослин сорту сої Максус мала позитивну динаміку зростання залежно від варіантів досліду.

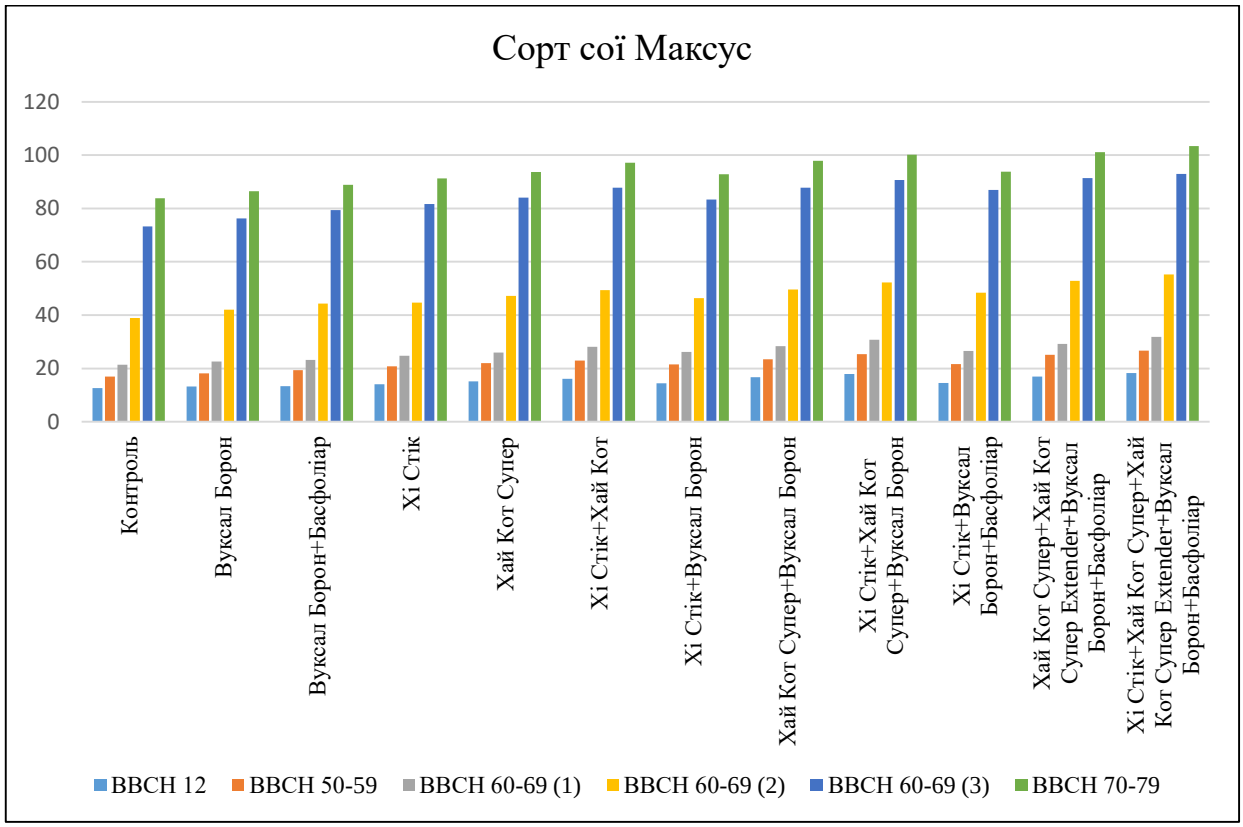

Рис. 3.1. Динаміка висоти рослин сої сорту Максус залежно від елементів технології вирощування *(середнє за 2015-2018 рр., см)*

Аналізуючи динаміку лінійного росту висоти рослин сої сорту Максус, необхідно зазначити, що найнижчі значення показників були властиві для варіанту контроль (обробка водою), на цьому варіанті досліду висота рослин склала 83,8 см.

На варіанті досліду Хі Стік висота рослин у фазі BBCH 13 становила 14,1 см, у фазі BBCH 51-59 висота рослини була 20,8 см, а у фазі BBCH 71-79 висота рослини була 91,3 см, тоді як на варіанті досліду з Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender висота рослин становила 15,1 см у фазі BBCH 13, у фазі BBCH 51-59 висота рослини була 22,0 см, а у фазі BBCH 71-79 висота рослини була 93,7 см. Така денденція щодо висоти рослин спостерігалася і на інших варіантах із використанням даних інокулянтів. Це пояснюється тим, що рідка формуляція інокулянту Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender швидше асимілює процеси бульбочкоутворення.

Таблиця 3.6

Висота рослин сої сорту Кордоба залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2015-2018 рр.), см

Варіанти досліджень	Фази росту і розвитку рослин					
	ВВСН 13	ВВСН 50-59	ВВСН 60-69			ВВСН 70-79
			1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7
Контроль	12,9	15,8	21,2	38,0	72,6	83,8
Вуксал Борон	13,1	16,5	22,3	42,1	75,6	86,1
Вуксал Борон + Басфоліар	14,1	17,3	23,7	44,7	77,1	86,1
Хі Стік	15,2	20,1	25,4	47,2	78,2	87,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,2	21,1	25,9	48,3	79,4	88,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,9	22,3	26,8	50,9	80,5	88,7
Хі Стік + Вуксал Борон	15,2	21,0	26,3	48,3	78,9	88,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,1	22,2	27,1	49,4	79,6	88,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	17,1	23,3	28,2	52,1	81,3	88,9
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	15,5	21,4	27,3	50,7	80,2	88,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,4	22,9	28,3	51,1	81,7	89,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	17,2	23,5	28,8	53,8	84,0	90,6
Середнє арифметичне	15,5	20,6	25,9	48,1	79,1	87,8
Похибка середньої	0,4	0,8	0,7	1,3	0,9	0,5
Стандартне відхилення	1,5	2,7	2,4	4,5	3,0	1,8
Коефіцієнт варіації	9,5	13,0	9,3	9,4	3,8	2,1

*1 – початок цвітіння; *2 – середина цвітіння; *3 – кінець цвітіння

Аналізуючи висоту рослин сорту сої Кордоба, бачимо позитивну тенденцію зростання в залежності від варіанту досліду.

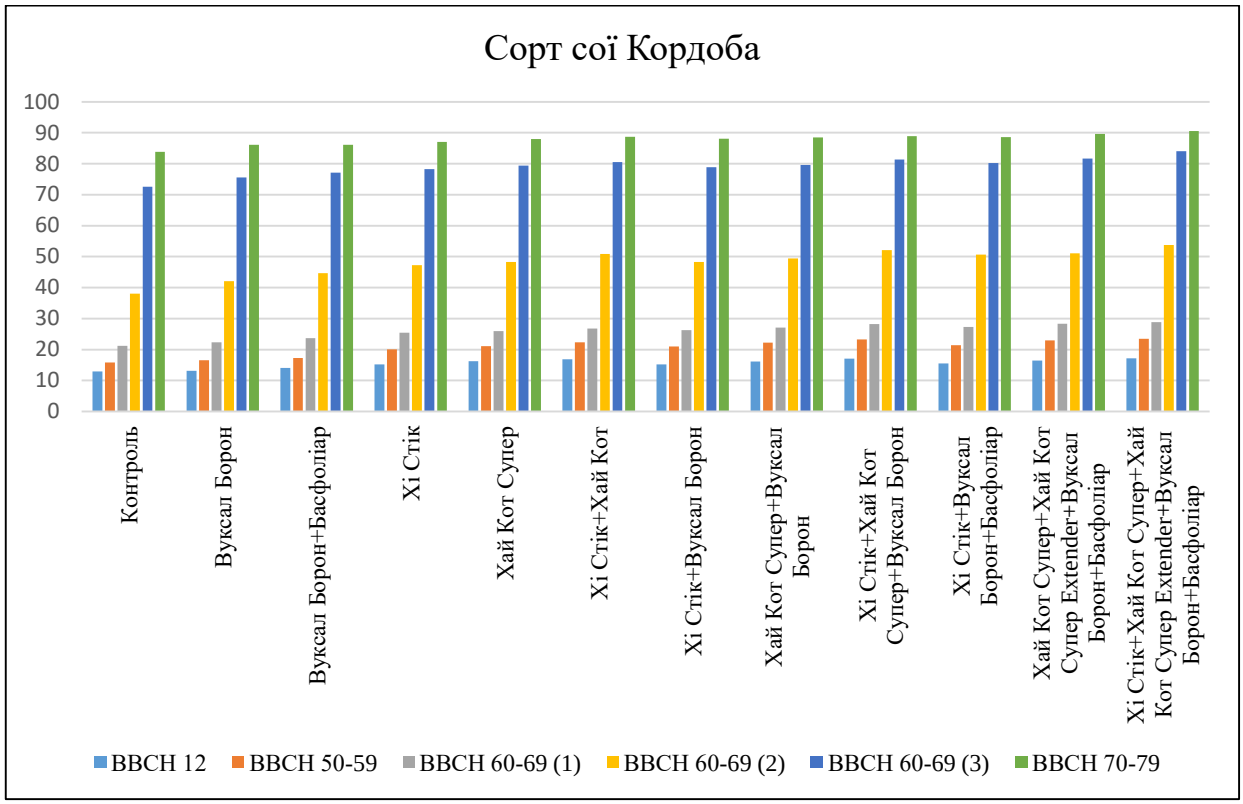

Рис. 3.2. Динаміка висоти рослин сої сорту Кордоба залежно від елементів технології вирощування *(середнє за 2015-2018 рр., см)*

Виходячи з динаміки лінійного росту висоти рослин сої сорту Кордоба, необхідно зазначити, що найнижчі значення показників були на варіанті контроль, на цьому варіанті досліду висота рослин склала 83,8 см, такі ж показники висоти рослини і на варіанті контроль у сорту Максус.

Найбільша висота рослин спостерігалася у фазі наливу бобів у варіанті взаємодії Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар – у сорту Кордоба на цьому варіанті досліду висота рослин склала 90,6 см, що на 6,8 см більше від контролю, різниця не велика, що обумовлено ботанічною характеристикою сорту.

Висота рослин сої і швидкість її росту за фазами розвитку має важливе значення в конкуренції з бур'янами, що проявляє суттєвий вплив на формування фотосинтетичного апарату, синтез хлорофілу, площу листкової поверхні, врожайність та якість вирощуваної культури. Показники висоти рослин сорту сої Саска є найвищими щодо інших

досліджуваних сортів (Максус і Кордоба), це обумовлено генетичними особливостями сорту.

Таблиця 3.7

Висота рослин сої сорту Саска залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2015-2018 рр.), см

Варіанти досліджень	Фази росту і розвитку рослин					
	BBCH 13	BBCH 50-59	BBCH 60-69			BBCH 70-89
			1	2	3	
1	3	4	5	6	7	8
Контроль	14,1	17,5	24,1	40,4	82,7	110,5
Вуксал Борон	14,1	19,0	25,9	42,4	93,3	112,3
Вуксал Борон + Басфоліар	14,3	19,3	27,6	45,0	94,8	114,5
Хі Стік	16,7	21,3	29,6	46,6	96,2	115,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	18,5	23,2	31,1	48,9	98,0	118,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	21,2	25,9	33,3	50,8	100,6	120,8
Хі Стік + Вуксал Борон	16,7	22,6	29,8	48,1	98,0	117,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	18,9	25,4	32,7	50,7	99,7	120,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	21,2	27,1	34,8	52,8	102,4	121,5
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	16,7	23,0	30,8	49,4	100,5	120,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	19,7	26,3	34,8	53,8	104,5	123,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	20,4	27,8	36,9	56,2	106,2	126,7
Середнє арифметичне	17,7	23,2	31,0	48,8	98,1	118,5
Похибка середньої	0,8	1,0	1,1	1,3	1,8	1,3
Стандартне відхилення	2,7	3,4	3,8	4,6	6,1	4,7
Коефіцієнт варіації	15,1	14,7	12,3	9,5	6,3	3,9

*1 – початок цвітіння; *2 – середина цвітіння; *3 – кінець цвітіння

Аналізуючи динаміку лінійного росту висоти рослин сорту сої Саска, необхідно зазначити, що найнижчі значення її показників були притаманні для варіанту контроль, а саме 110,5 см.

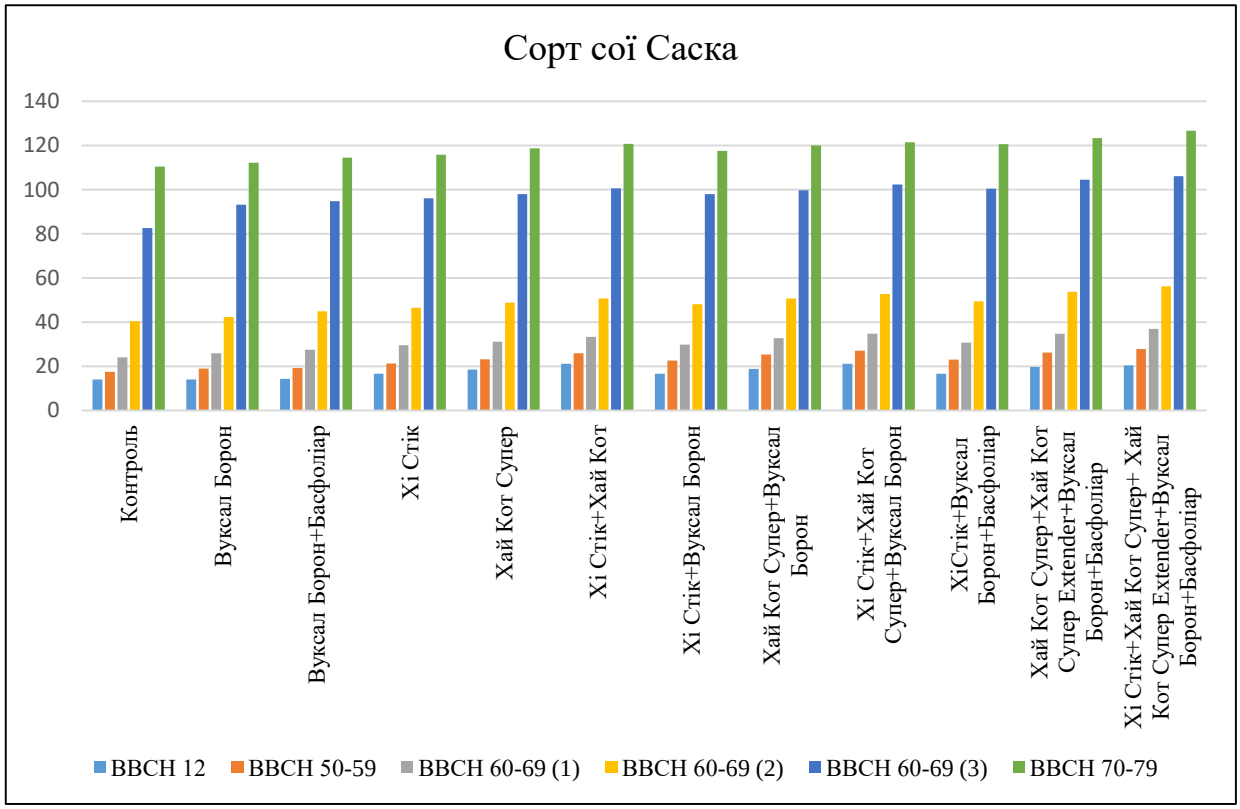

Рис. 3.3. Динаміка висоти рослин сої сорту Саска залежно від елементів технології вирощування *(середнє за 2015-2018 рр., см)*

Найбільша висота рослин спостерігалася у фазі наливу бобів у варіанті взаємодії Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар, у сорту Саска на цьому варіанті досліду висота рослин склала 126,7 см, що на 16,2 см більше від контролю, різниця сутєєва, що обумовлено ботанічною характеристикою сорту. Саме такий результат на даному варіанті дослідження дає інокуляція насіння, яка стимулює накопичення надземної маси рослин.

У фазі 2-3 трійчастого листочка було проведено внесення гербіциду Пульсар 40 (1 л/га) з нормою витрати робочого розчину 250 л/га, який знищив

бур'яни на початковому етапі, коли рослини сої характеризуються низькою конкурентною здатністю. Пульсар 40 має опосередковану ґрунтову дію, що дає можливість створити гербіцидний екран.

У пізніші фази росту та розвитку сформувалася потужна вегетативна маса рослин сої, що сприяла пригніченню бур'янів.

3.4. Накопичення сухої речовини рослинами сої залежно від заходів технології вирощування

Вміст сухої речовини в продукції рослинництва показує нам наявність різноманітних поживних елементів, що складають вегетативну і репродуктивну частини рослин.

Перетворюючи в процесі фотосинтезу природні речовини CO_2 , H_2O, макро- і мікроелементи, зелені рослини здатні утворювати органічні сполуки. Однак кінцева маса рослин залежить також і від інших фізіологічних процесів, у першу чергу від процесу дихання, що супроводжується витратою органічних речовин. Загальні дихальні витрати за вегетацію в різних рослин складають 30-40 % вуглецю, який засвоюється при фотосинтезі. Деякі види рослин мають значні втрати на відмирання й обпадання частини вегетативних органів, пагонів, кореневої системи [60, 89, 140].

Продуктивність і кінцевий урожай залежать від таких фізіологічних процесів як ріст, зв'язаний з розподілом і перерозподілом асимілятів, впливає на утворення і розвиток нових структур (органогенез), у бобових рослин з великими витратами асимілянтів також впливає і на азотфіксацію [161, 191, 198].

Накопичення сухої речовини рослинами – це відбиток життєдіяльності рослинного організму на кожному етапі його росту та розвитку в конкретних умовах навколишнього середовища [142].

90-95% сухої органічної речовини врожаю культурних рослин формується у процесі фотосинтезу.

Отже, величина добових приростів сухої речовини залежить від площі листкової поверхні та її фотосинтетичної продуктивності, що суттєво впливає на формування відповідного рівня врожайності сільськогосподарських культур [5, 23, 121].

Тому дослідження інтенсивності накопичення сухої речовини посівами сої залежно від впливу технологічних прийомів, в тому числі інокуляції та внесення мікродобрив, має важливе наукове та практичне значення (таб. 3.8, 3.9, 3.10).

Таблиця 3.8

Накопичення сухої речовини рослинами сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), г/м^2

Варіанти досліджень	гілкування	цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість
1	2	3	4	5	6
Контроль	111,5	358,0	606,8	858,3	660,0
Вуксал Борон	115,5	370,3	626,3	893,0	683,3
Вуксал Борон + Басфоліар	117,3	376,3	642,0	911,7	669,7
Хі Стік	129,5	415,0	709,5	1037,5	800,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	136,5	440,0	753,5	1071,5	825,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	138,5	446,0	763,5	1088,5	866,0
Хі Стік + Вуксал Борон	130,5	421,0	720,8	1053,0	834,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	138,3	443,8	758,5	1094,3	868,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	141,3	449,3	772,5	1099,0	871,8
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	132,0	423,5	726,3	1059,0	839,8

Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	139,5	446,8	770,0	1112,3	891,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	142,3	453,0	777,0	1112,5	886,3
Середнє арифметичне	131,1	420,3	718,9	1032,6	808,1
Похибка середньої	3,1	9,8	17,6	26,3	25,1
Стандартне відхилення	10,7	33,8	60,9	91,1	86,8
Коефіцієнт варіації	8,2	8,0	8,5	8,8	10,7

Показники накопичення сухої речовини у рослин сої сорту Максус становлять на варіанті у фазі наливу зерна з використанням інокулянта Хі Стік 1037,5; на варіанті Хі Стік + Вуксал Борон показники становлять 1053,0, що на 1,5 % більше, а на варіанті Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар показники становили 1059,0, що на 2,1 % більше від варіанту Хі Стік. Подібні показники відмічено і на варіантах із інокулянтами Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender і мікродобривами. Таких показників було досягнуто за рахунок використання мікродобрив.

Щодо показників накопичення сухої речовини у рослин сої сорту Кордоба, то вони становлять на варіанті у фазі наливу зерна з використанням інокулянта Хі Стік 1049,7; на варіанті Хі Стік + Вуксал Борон показники становлять 1081,3, що на 2,9 % більше, а на варіанті Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар показники становили 1090,5, що на 3,9 % більше від варіанту Хі Стік (таб. 3.9). На варіантах із інокулянтами Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender і мікродобривами показники накопичення сухої речовини також зростали в залежності від використання одного чи двох мікродобрив.

Сорт Кордоба має краще накописення сухої речовини рослиною ніж сорт Максус, це відбувається за рахунок сортових особливостей, його здатність формувати значно більшу площу листового апарату.

Таблиця 3.9

Накопичення сухої речовини рослинами сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), г/м^2

Варіанти досліджень	гілкування	цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість
1	2	3	4	5	6
Контроль	110,8	354,5	599,2	843,5	672,7
Вуксал Борон	117,0	369,0	622,5	882,2	710,3
Вуксал Борон + Босфоліар	118,3	372,5	634,0	896,7	721,2
Хі Стік	132,0	430,8	733,2	1049,7	843,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	140,5	457,0	778,5	1113,8	896,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	143,3	471,5	802,7	1137,5	911,0
Хі Стік + Вуксал Борон	138,8	442,5	755,5	1081,3	866,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	142,0	458,3	788,2	1130,5	906,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	144,8	470,8	817,2	1155,0	930,0
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	138,5	449,8	764,7	1090,5	870,
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	144,5	463,7	802,3	1142,5	916,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	145,5	480,2	835,7	1174,7	942,7

Середнє арифметичне	134,7	435,1	744,5	1058,2	849,0
Похибка середньої	3,6	12,8	23,4	33,6	27,1
Стандартне відхилення	12,3	44,3	81,0	116,6	93,8
Коефіцієнт варіації	9,1	10,2	10,9	11,0	11,0

Показники накопичення сухої речовини у рослин сої сорту Саска становлять на варіанті у фазі наливу зерна з використанням інокулянта Хі Стік 973,5; на варіанті Хі Стік + Вуксал Борон показники становлять 980,0, а на варіанті Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар показники становили 988,5, що на 1,5 % більше від варіанту Хі Стік (таб. 3.10)

Таблиця 3.10

Накопичення сухої речовини рослинами сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), г/м^2

Варіанти досліджень	гілкування	цвітіння	формування бобів	налив зерна	повна стиглість
1	2	3	4	5	6
Контроль	116,5	364,3	617,5	870,3	677,3
Вуксал Борон	122,3	389,5	659,0	948,0	740,5
Вуксал Борон + Басфоліар	125,3	397,5	672,3	959,3	748,3
Хі Стік	128,5	404,5	684,8	973,5	755,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	132,8	434,3	711,3	990,5	754,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	136,3	437,8	722,0	1009,5	780,3
Хі Стік + Вуксал Борон	129,8	413,8	702,5	980,0	758,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	134,5	444,3	723,3	1007,8	780,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	136,5	443,3	730,3	1023,3	793,5

Продовження таблиці 3.10

Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	130,8	419,5	699,8	988,5	785,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	134,8	439,8	726,5	1015,5	785,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	137,0	442,8	737,0	1030,8	799,3
Середнє арифметичне	130,4	419,3	698,9	983,1	763,2
Похибка середньої	1,8	7,5	10,2	12,6	9,6
Стандартне відхилення	6,4	25,9	35,2	43,6	33,1
Коефіцієнт варіації	4,9	6,2	5,0	4,4	4,3

На варіантах із інокулянтами Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender і мікродобривами показники накопичення сухої речовини показали себе краще у фазі наливу зерна в порівнянні до варіантів із інокулянтом Хі Стік, а саме: на варіанті з інокулянтом Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender – 990,5; на варіанті Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон – 1007,8; на варіанті Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар – 1015,5, що на 2,5 % більше від варіанту Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender.

Проведені дослідження показали, що накопичення сухої речовини рослинами сої до початку цвітіння відбувалось повільно, а найбільш інтенсивно в період формування бобів і наливу зерна. Проте максимальне накопичення сухої речовини відмічалося у фазу наливу бобів і зерна сої.

Найбільший приріст сухої речовини спостерігався у варіанті взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з внесенням на рослини, які вегетують, мікродобрив Вуксал Борон + Босфоліар – у сорту Максус, приріст сухої речовини на цьому варіанті склав

1121 г/м^2, у сорту Кордоба – 1174,7 г/м^2, а у сорту Саска – 1030,8 г/м^2 (рис. 3.4, 3.5, 3.6).

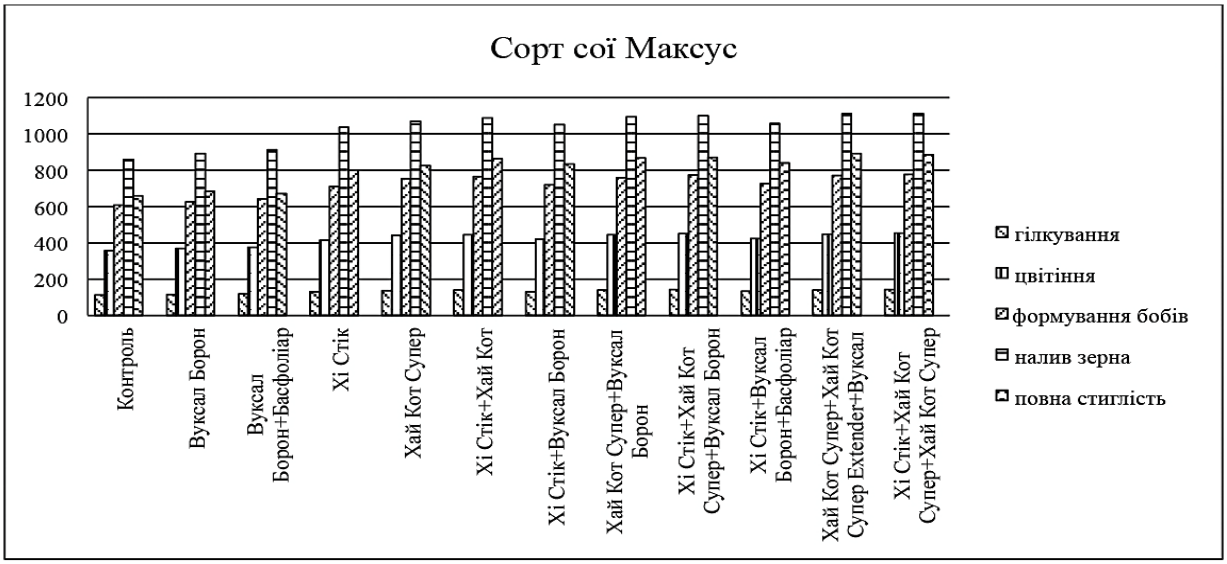

Рис. 3.4. Прирости сухої надземної маси рослин сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції *(середнє за 2015-2018 рр., г/м^2)*

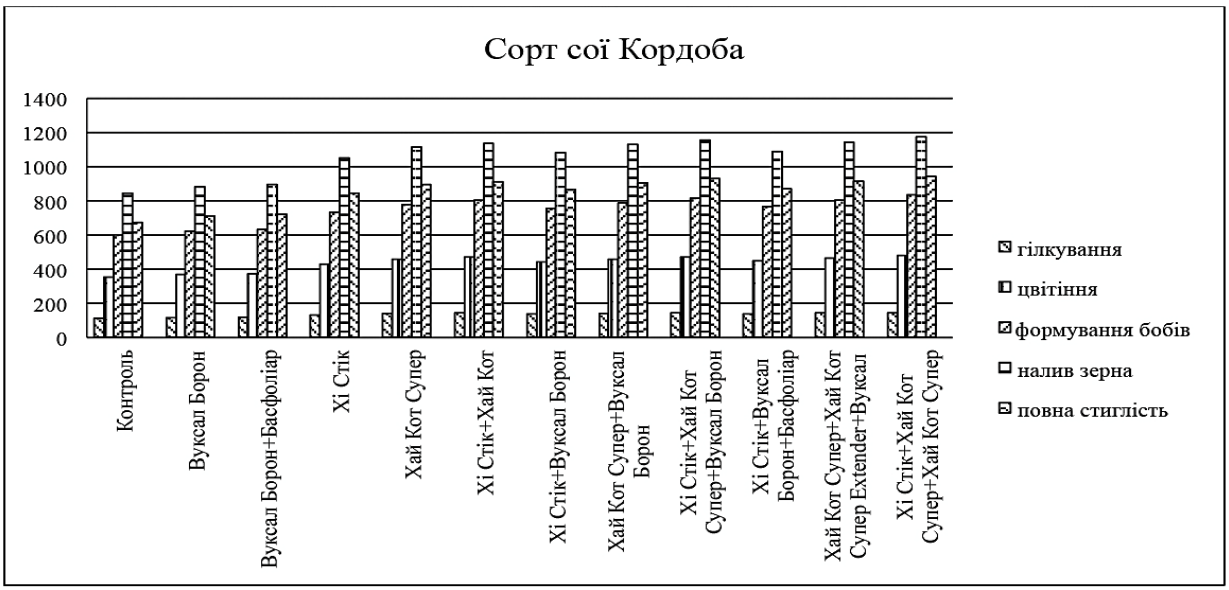

Рис. 3.5. Прирости сухої надземної маси рослин сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції *(середнє за 2015-2018 рр., г/м^2)*

Прирости сухої речовини у рослин сої сорту Кордоба на варіанті контроль становили у фазі цвітіння 354,5, у фазі формування бобів – 599,2, а у фазі наливу зерна – 843,5, тоді як з використанням інокулянта Хі Стік прирости становили у фазі цвітіння 430,8, у фазі формування бобів – 733,2, у фазі наливу зерна – 1049,7.

Прирости сухої речовини у рослин сої сорту Саска на варіанті контроль становили у фазі цвітіння 364,3, у фазі формування бобів 617,5, а у фазі наливу зерна 870,3, тоді як з використанням інокулянта Хі Стік прирости становили у фазі цвітіння 404,5, у фазі формування бобів – 684,8, у фазі наливу зерна – 973,5.

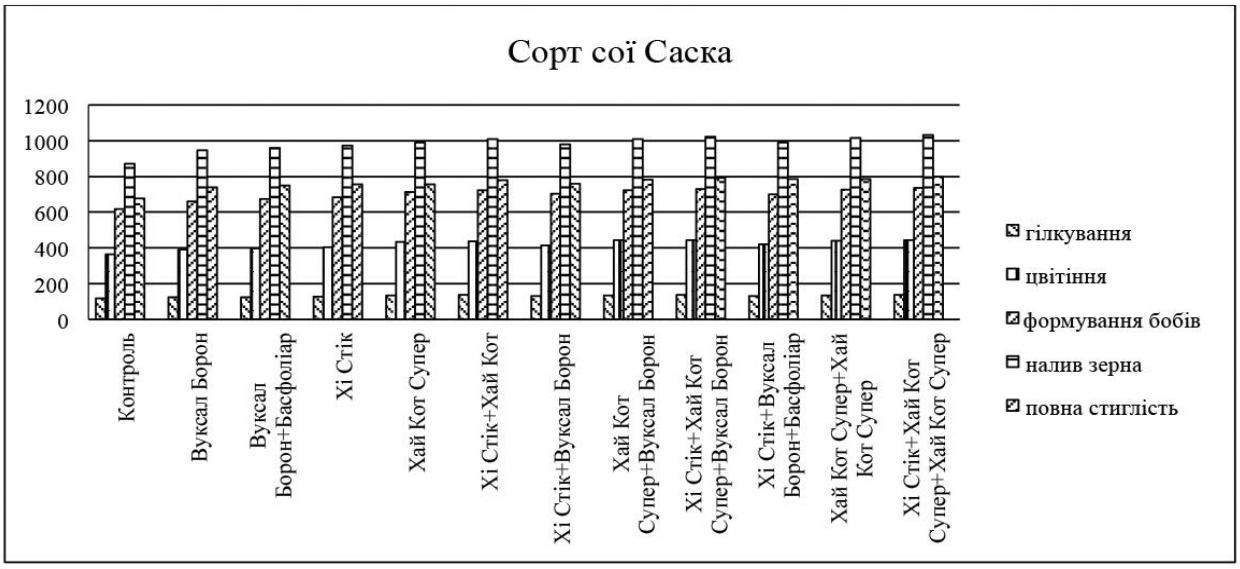

Рис. 3.6. Прирости сухої надземної маси рослин сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції *(середнє за 2015-2018 рр., г/м^2)*

У досліді на варіантах, де інокуляцію насіння сої не проводили, маса сухої речовини була нижчою в порівнянні з варіантами, де вона проводилась, також істотно відрізнялися показники вмісту сухої речовини у варіантах досліду, де не вносилися мікродобрива.

Проведені нами дослідження показали, що накопичення сухої речовини рослинами сої до початку цвітіння відбувалось повільно, а найбільш інтенсивно проходило в період формування бобів і наливу зерна. Максимальне накопичення сухої речовини відмічалося у фазу наливу бобів і зерна в усіх дослідних сортах сої.

Висновки до розділу 3:

1.Крім тривалості вегетаційного періоду сортів сої в досліді досить важливо знати і тривалість міжфазних періодів цієї зернобобової культури,

так як вплив факторів, які вивчались в досліді, формували напрямки максимальної і мінімальної урожайності кожного із сортів сої.

2. Встановлено, що на формування вегетативної маси рослин сої суттєво впливали усі досліджувані елементи технології: сорт, інокуляція насіння, норма висіву та внесення мікродобрив, а також погодні умови року вирощування. Проте їх вплив на рослини сої з різних груп стиглості був різним.

3. Продуктивність рослин сої формується за рахунок накопичення загальної біомаси як рослиною, так посівами. Тому вивчення динаміки накопичення сухої речовини посівами сої є важливою умовою контролю й управління формуванням урожайності даної культури.

4. Як наслідок із встановленого в наших дослідженнях та аналізу було приділено особливу увагу росту і розвитку рослин сої та впливу на зазначені процеси сортових особливостей культури, способу її сівби та умов живлення, які формувалися обробкою насіннєвого матеріалу інокулянтами різних штамів та внесенням мікродобрив.

Матеріали розділу викладено у працях:

1.Федорук І. В., Хмелянчишин Ю. В., Городиська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка / ПДАТУ. Кам’янець-Подільський, 2020. Вип. 33. С. 54-61.

2.Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія = Agrobiology* : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. №2 (161). С. 178-184.

3.Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7-17.

РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ВИДУ ІНОКУЛЯНТУ ТА МІКРОДОБРИВ

4.1. Особливості формування площі листкової поверхні залежно від впливу технологічних прийомів

Процес фотосинтезу – основний шлях надходження енергії Сонця в біосферу Землі. Завдяки процесу фотосинтезу сонячна енергія стає доступною всім живим організмам. Процес фотосинтезу як первинний постачальник різноманітних пластичних речовин, а також сполук, багатих енергією (АТФ) і відновним потенціалом (НАДФ·H_2) є фізіологічною функцією рослинного організму, йому підлеглою і ним керованою. Інтенсивність і продуктивність фотосинтезу регулюється комплексом факторів, що взаємозв’язані та взаємозалежні [60, 198].

Формування врожаю рослин залежить від розмірів та фотосинтетичної діяльності листкового апарату. Для проходження процесу фотосинтезу обов’язковими є такі фактори, як світлова сонячна енергія, температура середовища, забезпеченість рослин водою та елементами живлення.

Розміри і продуктивність роботи фотосинтезуючого апарату значною мірою визначають урожайність культури [129, 130].

Важливим показником фотосинтетичної діяльності посіву є площа асиміляційної листкової поверхні. Листок має плоску форму, завдяки цьому він краще поглинає сонячну енергію. Також при плоскій формі на одиницю об’єму припадає найбільша поверхня, що сприяє кращому контакту з повітряним середовищем [11, 198].

Площа листя і фотосинтетична діяльність сої значно залежать від елементів технології її вирощування [140, 224].

Для створення оптимальних умов фотосинтезу велике значення має просторове і кількісне розміщення рослин на площі, що забезпечується способом сівби і нормою висіву насіння. Кращі умови фотосинтезу

створюються при наближенні площі живлення рослин до квадратної. Для цього слід якомога більше розосередити рослини на площі поля [60, 82, 89].

Проведення інокуляції насіння та внесення мікродобрив мають вплив на розвиток рослин та на площу листового апарату, також потрібно підібрати оптимальну ширину міжрядь. Відповідно до росту та розвитку рослин фізіологічні властивості сої побудовані таким чином, що максимальна площа листкового апарату, інтенсивність фотосинтезу і накопичення сухої речовини припадають на другу половину вегетації. Тому в технології вирощування сої площу живлення рослин необхідно підбирати з урахуванням сортових і генетичних особливостей сорту, таким чином, щоб рослини рівномірно та повністю покривали поверхню ґрунту як мінімум до початку фази цвітіння [22, 24, 68].

Таблиця 4.1

Динаміка формування площі листкової поверхні сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), тис. м^2 /га

Варіанти досліджень	Фази росту і розвитку рослин			
	третій трійчастий листок (гілкування)	початок цвітіння	кінець цвітіння	формування і початок дозрівання зерна
Сорт Максус				
1	2	3	4	5
Контроль	11,7	25,0	37,4	22,6
Вуксал Борон	11,7	26,7	39,3	23,8
Вуксал Борон + Басфоліар	11,8	26,8	40,8	24,9
Хі Стік	14,3	29,5	44,7	29,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,4	30,6	48,3	30,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,5	32,9	49,1	31,1
Хі Стік + Вуксал Борон	15,5	30,2	46,5	30,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,6	31,3	49,3	31,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,7	33,8	50,1	31,9
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	15,6	30,8	47,4	31,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,7	31,5	49,7	31,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,7	34,5	51,2	32,6
Сорт Кордоба				
1	2	3	4	5
Контроль	11,4	24,3	34,4	21,8
Вуксал Борон	11,6	26,1	36,9	23,3
Вуксал Борон + Басфоліар	11,7	26,4	37,9	23,7
Хі Стік	14,5	28,8	42,6	29,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,1	30,3	45,9	29,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,3	31,4	46,3	30,0
Хі Стік + Вуксал Борон	14,8	29,5	43,9	29,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,2	30,8	46,8	30,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,3	32,4	47,6	31,0
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	14,7	29,6	44,7	30,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,2	31,0	47,4	30,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,3	32,6	48,5	32,1
Сорт Саска				
1	2	3	4	5
Контроль	11,7	25,8	35,0	23,5
Вуксал Борон	12,0	27,3	38,0	24,2
Вуксал Борон + Басфоліар	12,1	27,5	39,2	25,4
Хі Стік	14,3	30,1	42,0	29,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	15,5	32,1	44,2	30,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,2	33,0	45,7	30,6
Хі Стік + Вуксал Борон	14,5	31,0	43,3	30,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	15,6	32,7	45,6	30,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	16,4	33,5	46,3	31,1
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	14,5	31,2	44,7	30,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +	15,6	33,0	46,2	31,0

Продовження таблиці 4.1

Вуксал Борон + Басфоліар				
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,4	33,6	46,9	32,2

Аналізуючи таблицю формування площі листкової поверхні сортів сої Максус, Кордоба, Саска, спостерігаємо позитивну динаміку наростання листового апарату при використанні інокулянта Хі Стік до контролю у фазі кінця цвітіння, відповідно показники становили у сорту Максус 44,7 тис. м^2/га, що на 7,3 тис. м^2 /га більше від контролю; у сорту Кордоба показники становили 42,6 тис. м^2 /га що на 8,2 тис. м^2 /га більше від контролю; а у сорту Саска показники становили 42,0 тис. м^2 /га, що 7,0 тис. м^2 /га більше від контролю.

При використанні Вуксал Борону у фазі кінець цвітіння спостерігаємо наростання листового апарату у варіантах Хі Стік + Вуксал Борон, у сорту Максус показники становлять 46,5 тис. м^2 /га, у сорту Кордоба показники становлять 46,3 тис. м^2 /га, у сорту Саска показники становлять 43,3 тис. м^2 /га; на варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон у сорту Максус показники становлять 49,3 тис. м^2 /га, у сорту Кордоба показники становлять 46,8 тис. м^2 /га, у сорту Саска показники становлять 45,6 тис. м^2 /га; на варіанті дослідження Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон у сорту Максус показники становлять 50,1 тис. м^2 /га, у сорту Кордоба показники становлять 47,6 тис. м^2 /га, у сорту Саска показники становлять 46,3 тис. м^2 /га.

Як бачимо з таблиці 4.1, сорти з різних груп стиглості по-різному реагують на мікродобриво Вуксал Борон. Сорт Максус додав у площі листового апарату 1,8 тис. м^2 /га, а сорт Кордоба і Саска 1,3 тис. м^2 /га. У досліджуваних варіантах також чітко прослідковується позитивна динаміка,

щодо зростання площі листового апарату від використання мікродобрива Басфоліар.

Таким чином, на сорті Максус у фазі кінець цвітіння спостерігаємо наростання листового апарату у варіантах Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар у сорту Максус показники становлять 47,4 тис. м^2 /га, у сорту Кордоба показники становлять 44,7 тис. м^2 /га, у сорту Саска показники становлять 44,7 тис. м^2 /га; на варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар у сорту Максус показники становлять 49,7 тис. м^2 /га, у сорту Кордоба показники становлять 47,4 тис. м^2/га, у сорту Саска показники становлять 46,2 тис. м^2 /га.

Найбільшу площу листкової поверхні рослини сої формували на варіанті взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з внесенням мікродобрив Вуксал Борон + Басфоліар у фазі кінець цвітіння. У сорту Максус цей показник складав 51,2 тис. м^2 /га, дещо менше у сорту Кордоба – 48,5 тис. м^2 /га та у сорту Саска вона становила 46,9 тис. м^2 /га.

Використання подвійної інокуляції та мікродобрив сприяло значно кращому зростанню площі листового апарату в усіх сортів сої.

Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу західного досліджувані сорти сої при проведенні інокуляції в залежності від видів інокулянті та внесення мікродобрив позитивно сприяють збільшенню асиміляційної площі листового апарату. Крім визначення площі листового апарату, важливим є визначення тривалості її роботи, що безпосередньо впливає на формування врожайності рослиною. Одним із таких показників є фотосинтетичний потенціал посіву.

4.2. Фотосинтетичний потенціал сортів сої в досліді

Фотосинтетичний потенціал залежить як від біологічних особливостей рослин, так і від комплексу зовнішніх факторів: сонячної радіації,

температури повітря, вологості ґрунту, рівня мінерального живлення, а також від кількості бур'янів, які ростуть в агрофітоценозі і ведуть значну і безперервну боротьбу за фактори життя [116].

Важливою умовоє є не тільки забезпечення оптимальних розмірів фотосинтетичного апарата, але і проблема продовження активного його функціонування. Листкова поверхня, досягнувши певної величини, може стати обмежувальним чинником зростання продуктивності посівів. Тому обов'язково потрібно вдосконалювати структуру посіву та точність сівби, та ннаступну технологію вирощування культури [66, 138].

Для визначення фотосинтетичної продуктивності досліджуваних сортів сої нами використано такі показники: фотосинтетичний потенціал (ФП) за вегетаційний період кожного із варіантів досліду та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка свідчила про середнє нагромадження сухої речовини рослинами упродовж всього вегетаційного періоду.

Фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП) – показник сумарної листкової поверхні, яка брала участь у процесах фотосинтезу від початку вегетації до закінчення фотосинтезу. Для того, щоб визначити ФПП, обчислювали спершу середню площу листкової поверхні рослин у міжфазних періодах вегетації, а потім визначали добуток середньої площі за період і тривалості міжфазного періоду. Сума визначених показників робочої поверхні листків за міжфазними періодами становила загальну площу листкової поверхні, яка брала участь у фотосинтезі за весь період вегетації культури і склала сумарний фотосинтетичний потенціал посіву. Даний показник залежить від таких факторів: виду, сорту культур, густоти посіву, умов живлення, зволоження, освітлення, температури повітря, грунту та ін [82, 128, 129]. Фотосинтетичний потенціал посіву рослин визначає сумарну листову поверхню, яка брала участь у процесах фотосинтезу від початку вегетації (додатки В 1., В 2, В 3).

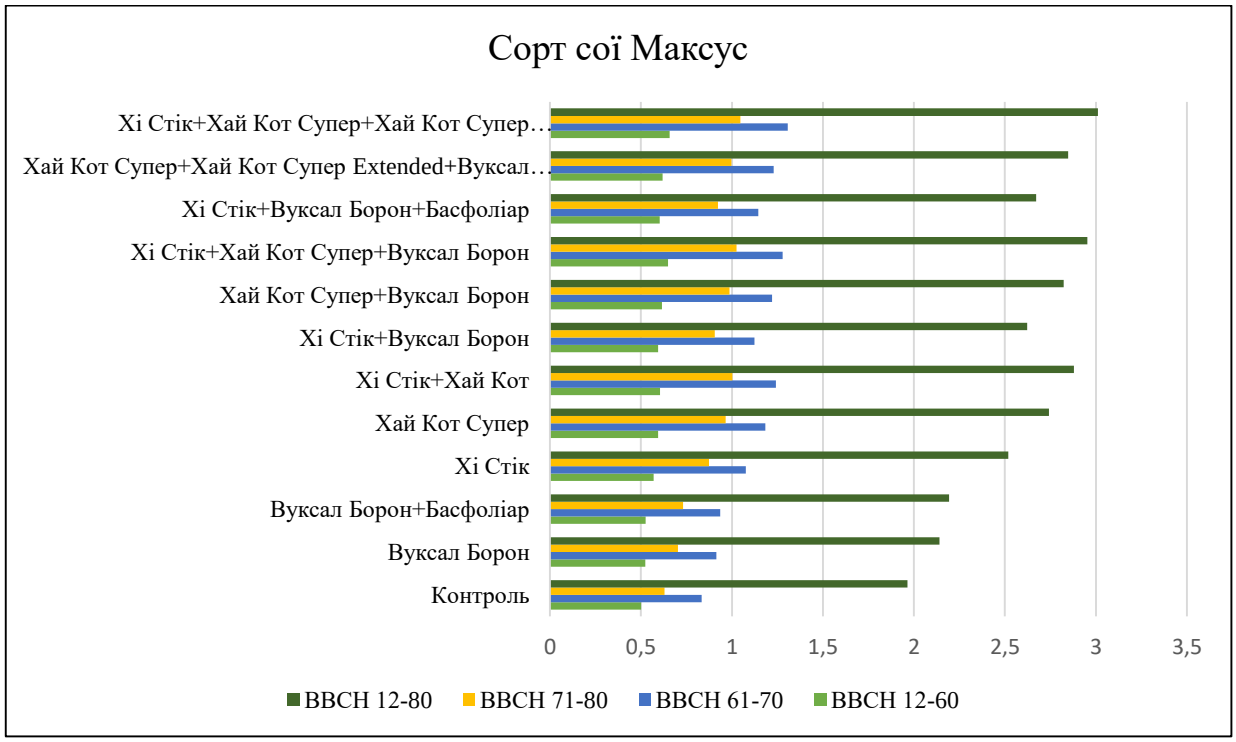

Рис. 4.1. Фотосинтетичний потенціл посіву сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, млн. м^2 дн./га

(середнє за 2015-2018 рр.)

Аналізуючи результати проведених досліджень, було встановлено, що на контролі сорту Максус ФП у фазі третій трійчастий листок-формування зерна був 1,964 млн. м^2 дн./га. Використовуючи інокулянт Хі Стік, ФП зростав до показника 2,519 млн. м^2 дн./га, що становило зростання показника на 28,3 % до контролю. Примінення Вуксал Борону посприяло зростанню ФП до чистого Хі Стік на 4,1%, або до 2,623 млн. м^2 дн./га. Найвищий показник ФП був на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар і становив 3,012 млн. м^2 дн./га (додаток В 1).

Середньостиглий сорт сої Кордоба показав ФП на контролі 1,928 млн. м^2 дн./га, примінивши Хі Стік ФП зріс до 2,511 млн. м^2 дн./га, або це на 30,2 % більше до контролю. Подібна картина спостерігається і на варіантах із інокулянтом Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender де ФП становив 2,745 млн. м^2 дн./га., що на 40,3 % краще до контролю (додаток В 2).

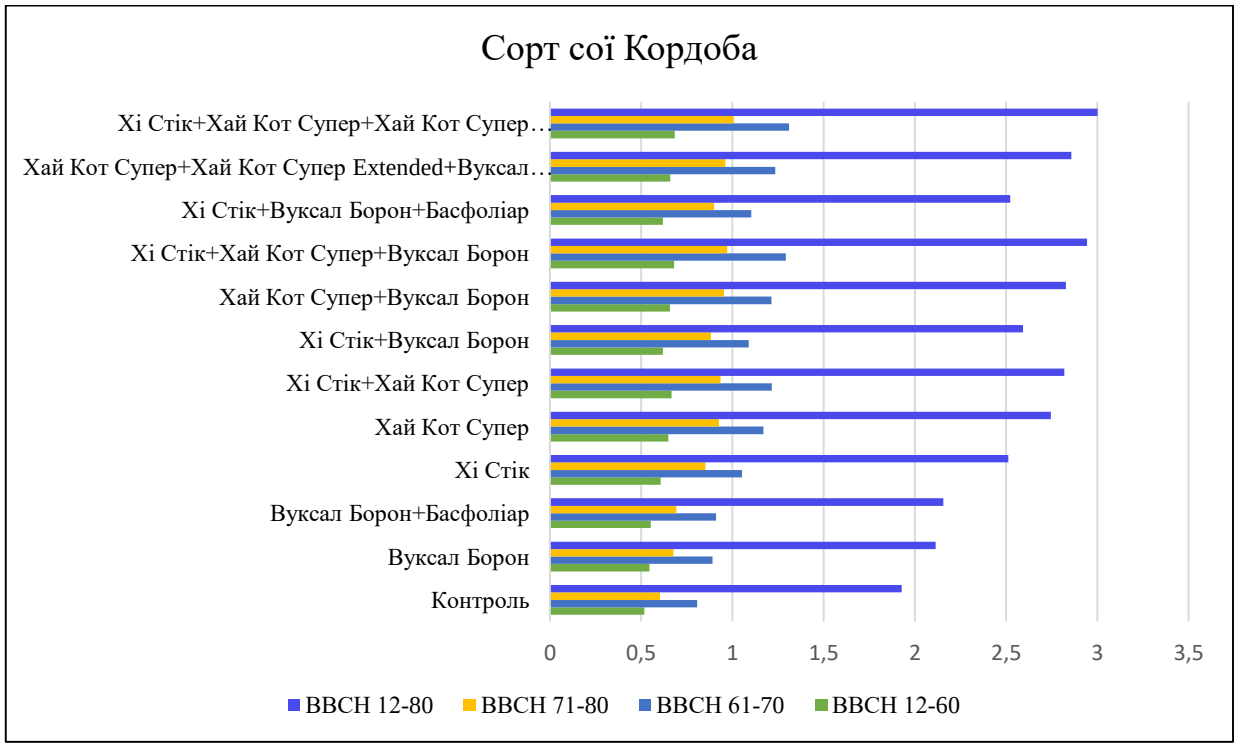

Рис. 4.2. Фотосинтетичний потенціл посіву сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, млн. м^2 дн./га

(середнє за 2015-2018 рр.)

Подвійне використання інокулянтів у варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender призвело до зростання показника ФП – 2,818 млн. м^2 дн./га., що на 46,2 % краще до контролю.

Аналізуючи пізньостиглий сорт Саска, бачимо, що ФП на контролі становить 2,229 млн. м^2 дн./га. У варіанті із використанням інокулянту Хі Стік показники ФП становили 2,805 млн. м^2 дн./га, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ФП становив 3,046 млн. м^2 дн./га. Використання інокулянтів у варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender підвищує ФП до показника 3,280 млн. м^2 дн./га (додаток В 3).

Найвищий показник фотосинтетичного потенціалу був сформований на варіанті взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з внесенням мікродобрив Вуксал Борон + Басфоліар і становив у сорту Максус 3,012 млн. м^2 дн./га, у сорту Кордоба – 3,001 млн.

м^2 дн./га і сорту Саска – 3,280 млн. м^2 дн./га. Високі показники ФП на зазначеному варіанті обумовлені оптимальними показниками площі асиміляційної поверхні рослин.

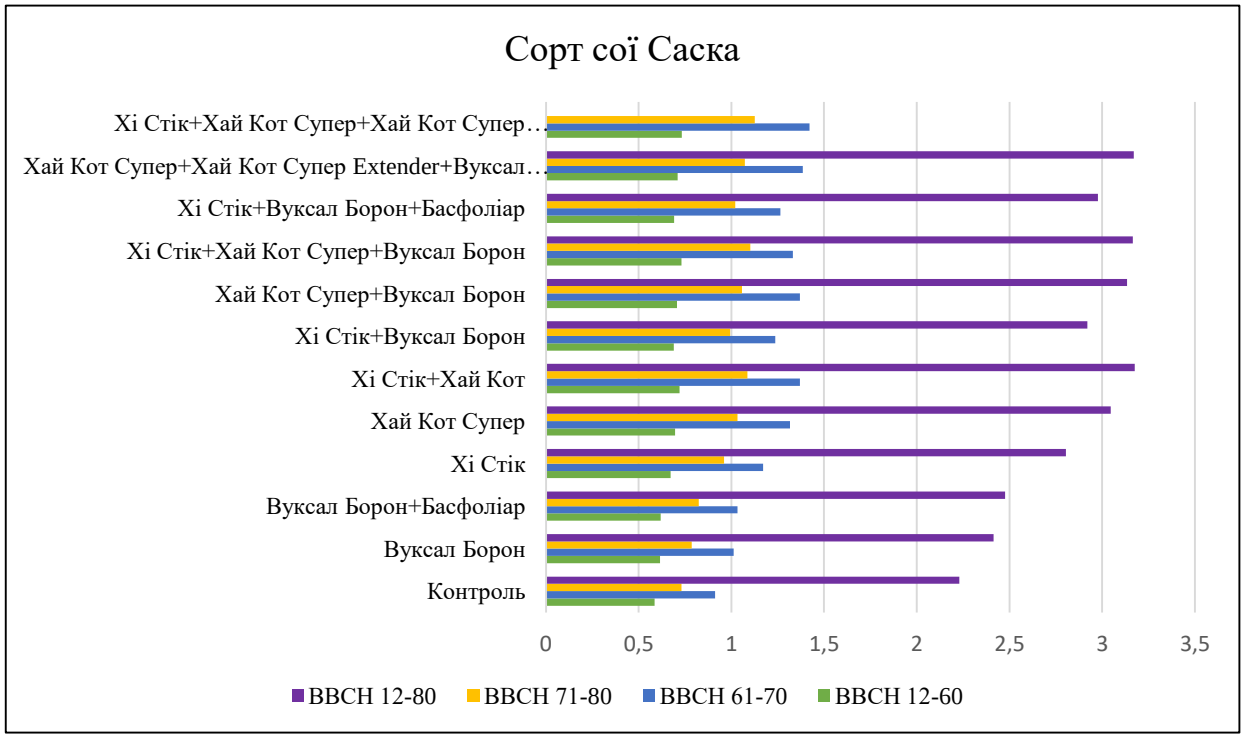

Рис. 4.3. Фотосинтетичний потенціл посіву сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, млн. м^2 дн./га

(середнє за 2015-2018 рр.)

Отже, в умовах регіону формування ФП посівів в значно більшій мірі залежало від застосування інокулянтів, які активізували розвиток рослин сої, збільшуючи ФП. Процес інокуляції менш залежний від факторів зовнішнього середовища на відміну від використання мікродобрив, які також позитивно впливають на ФП сої, але на цей елемент технології значно впливають фактори наявності вологи в ґрунті та повітрі.

4.3. Динаміка формування чистої продуктивності фотосинтезу залежно від досліджуваних факторів

Формування органічної речовини внаслідок фотосинтетичної діяльності рослин визначається насамперед за розміром листкової поверхні. Листковий

апарат сої формується у широкому діапазоні – від 20 до 70 тис. м^2/га залежно від умов вирощування. Площа листкової поверхні в межах 40-50 тис. м^2/га є оптимальною для формування високої врожайність зерна сої. За даними А. А. Ничипоровича, вирішальним тут є не площа листків, а термін її активної роботи. Досить продуктивними посівами він вважав такі, у яких фотосинтетичний потенціал становить 2 млн. м^2 днів/га у перерахунку на кожні 100 днів вегетації, що фактично відбулася [128, 129, 133].

Досить важливим показником фотосинтетичної діяльності в посівах є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), що характеризує інтенсивність нагромадження кількості сухої біомаси врожаю протягом доби в розрахунку на 1 м^2 листкової поверхні рослин. Задовільною є чиста продуктивність фотосинтезу, що має значення в межах 3-4 г/м^2 за добу, хорошою – 46, та дуже хорошою – понад 6 г сухої речовини на 1 м^2 площі листків за добу [85, 143, 161, 198].

Чиста продуктивність фотосинтезу залежить як від біологічних особливостей культури, так і від зовнішніх чинників: сонячної радіації, температури повітря, вологості ґрунту, мінерального живлення, а також від використання інокулянтів. Чиста продуктивність фотосинтезу краще ніж площа листкової поверхні, відображає реальні можливості агробіоценозу щодо синтезу органічної речовини. Вона є одним із найважливіших параметрів, з яким корелює рівень урожайності культури [23, 89].

При вивченні чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої нами було виявлено синусоїдальний тип нагромадження пластичних речовин з двома періодами інтенсивного нагромадження (третій трійчастий листок – початок цвітіння та кінець цвітіння – формування зерна) і одним мінімумом (початок цвітіння – кінець цвітіння). На вираженість синусоїди впливали всі фактори, що вивчались в досліді, але найбільшу увагу було приділено інтенсивності нагромадження продуктів фотосинтезу за весь період активного функціонування асиміляційного апарату досліджуваних сортів сої. Так у

результаті проведених розрахунків було встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу у сорту Максус на варіанті контроль у фазу третій трійчастий листок – початок цвітіння та кінець цвітіння – формування зерна становила відповідно 4,9-3,9 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік показники ЧПФ становили 5,0-3,8 г/м^2 за добу, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ЧПФ становив 5,1-3,3 г/м^2 за добу (додаток Г 1).

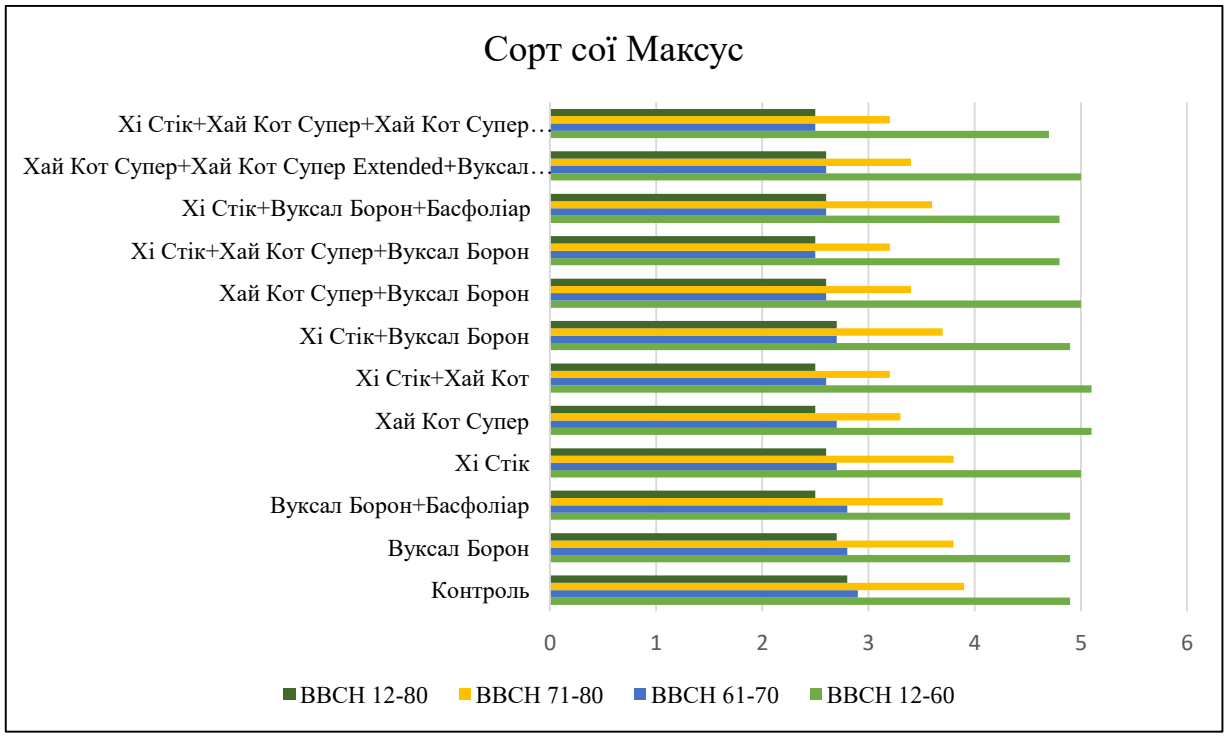

Рис.4.4. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції, г/м^2 за добу

(середнє за 2015-2018 рр.)

У фазі початок цвітіння – кінець цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу у сорту Максус на варіанті контроль становила відповідно 2,9-2,8 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік показники ЧПФ становили 2,7-2,6 г/м^2 за добу, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ЧПФ становив 2,5-2,7 г/м^2 за добу.

На варіанті Вуксал Борон показники ЧПФ становили відповідно 2,8-2,7 г/м^2 за добу, а на варіанті Вуксал Борон + Басфоліар показники ЧПФ становили відповідно 2,8-2,5 г/м^2 за добу.

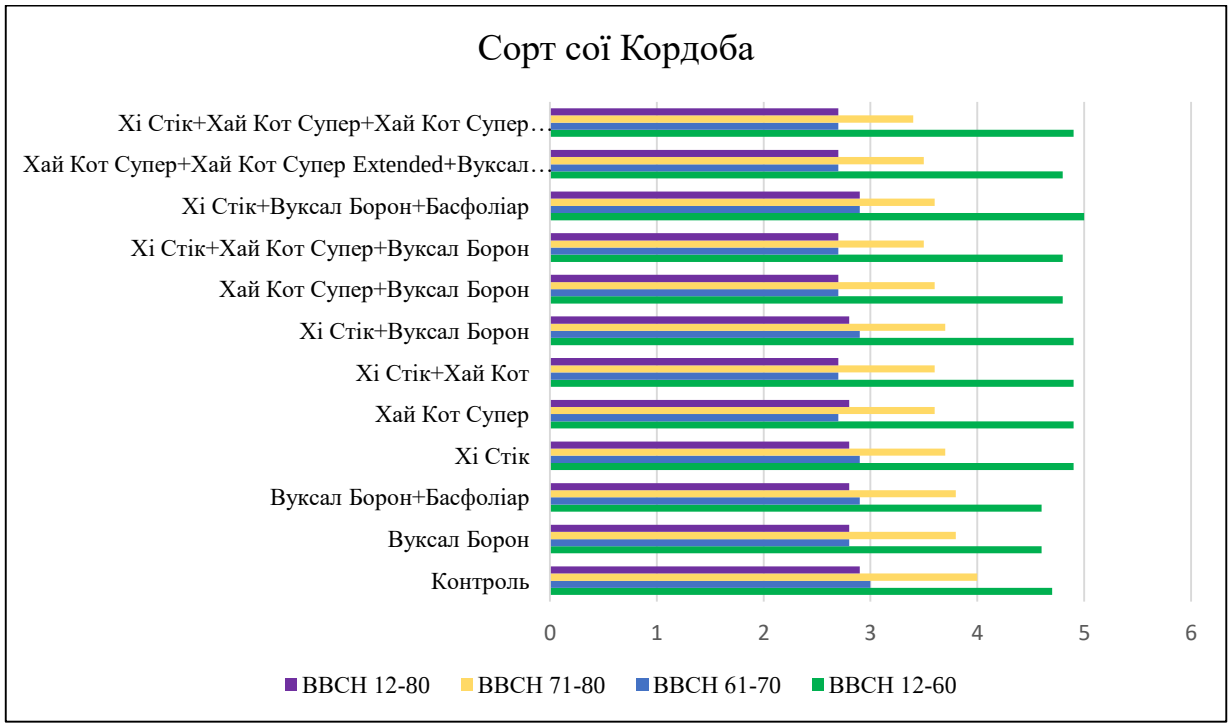

Рис.4.5. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції, г/м^2 за добу

(середнє за 2015-2018 рр.)

У результаті проведених розрахунків було встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу у сорту Кордоба на варіанті контроль у фазу третій трійчастий листок – початок цвітіння та кінець цвітіння – формування зерна становила відповідно 4,7-4,0 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік показники ЧПФ становили 4,9-3,7 г/м^2 за добу, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ЧПФ становив 4,9-3,6 г/м^2 за добу.

На варіанті Вуксал Борон показники ЧПФ становили відповідно 2,8 г/м^2 за добу, а на варіанті Вуксал Борон + Басфоліар показники ЧПФ становили відповідно 2,9-2,8 г/м^2 за добу (додаток Г 2). У фазі початок цвітіння – кінець цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу у сорту Кордоба на варіанті контроль становила відповідно 3,0-2,9 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік показники ЧПФ становили 2,9-2,8 г/м^2 за добу, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ЧПФ становив 2,7-2,8 г/м^2 за добу.

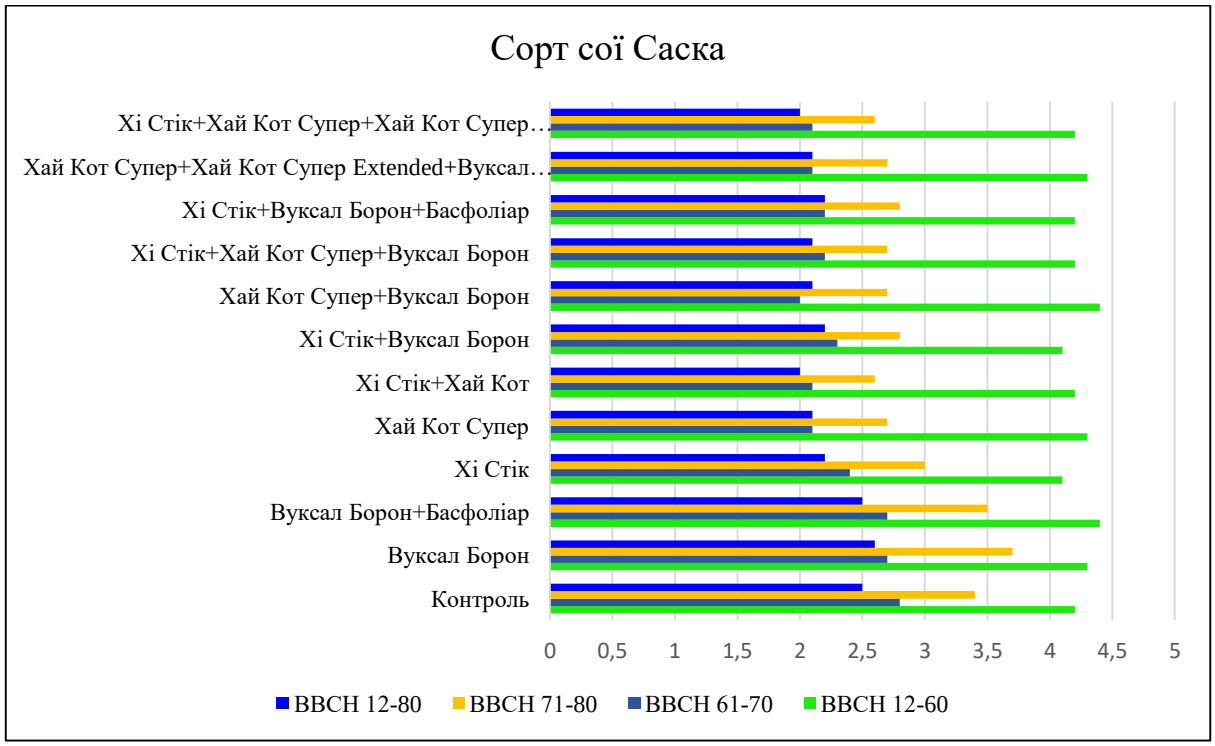

Рис.4.6. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції, г/м^2 за добу

(середнє за 2015-2018 рр.)

Чиста продуктивність фотосинтезу у сорту Саска на варіанті контроль у фазу третій трійчастий листок – початок цвітіння та кінець цвітіння – формування зерна становила відповідно 4,2-3,4 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік показники ЧПФ становили 4,1-3,0 г/м^2 за добу, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ЧПФ становив 4,3-2,7 г/м^2 за добу (додаток Г 3).

У фазі початок цвітіння – кінець цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу у сорту Саска на варіанті контроль становила відповідно 2,8-2,5 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік показники ЧПФ становили 2,4-2,2 г/м^2 за добу, у варіанті дослідження Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender ЧПФ становив 2,1 г/м^2 за добу.

Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу були виявлені на досліджуваних посівах сої сорту Максус. Зокрема на варіантах Хай Кот Супер

+ Хай Кот Супер Extender показник ЧПФ становив 5,1 г/м^2 за добу, на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender показник ЧПФ становив 5,1 г/м^2 за добу, що було більше від контрольного показника на 0,2 г/м^2. На варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з внесенням мікродобрив Вуксал Борон + Басфоліар показник ЧПФ на цих ділянках не перевищував 5,0 г/м^2 за добу, що було більше за контрольний показник на 0,1 г/м^2 за добу.

У сорту Максус на типових для зони рядкових посівах синусоїда формування ЧПФ за періодами росту та розвитку досить суттєво відрізнялася, особливо в перші два періоди порівняно із такими ж показниками сортів Кордоба та Саска, але в середньому за вегетаційний період чиста продуктивність фотосинтезу на досліджуваних сортах була дуже близькою.

4.4. Використання фотосинтетично активної радіації дослідних сортів сої

Головним завданням галузі землеробства є створення сприятливих умов для раціонального використання фотосинтетичної активної радіації та інших факторів життя. Тому формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення тривалості його продуктивної роботи є важливою науковою проблемою, оскільки між величиною врожайності і площею листків рослин багатьма науковцями визначено пряму кореляційну залежність [9, 30, 60].

Дослідниками встановлено, що від розміру фотосинтетичного апарату та його активності в онтогенезі усіх сільськогосподарських рослин, у тому числі і бобових, залежить рівень реалізації генетичного потенціалу сорту, зокрема і сої [69, 73, 129, 130].

Дослідженнями О. М. Бахмата [30] встановлено, якщо площа листкової поверхні є мінімальною або максимальною, структура посівів не є оптимальною для використання фізіологічно активної радіації, оскільки за

меншої площі неефективно використовується ФАР, за більшої – внаслідок взаємозатінення, значна частина листків працює неефективно.

Відповідно до наукової теорії фотосинтетичної продуктивності в агрофітоценозах є резерви підвищення ефективності використання сонячної радіації. Асиміляційний потенціал сільськогосподарських рослин у середніх широтах, знаходиться приблизно на рівні 0,5 млн. $м^2$ /добу. Однак за допомогою агротехнічних заходів його можна збільшити до 2 млн $м^2$ /добу, що забезпечить формування високих урожаїв. Забезпечення рослин елементами кореневого живлення і надходження достатньої кількості вуглекислоти в повітря має передбачити система удобрення. Весь комплекс агротехнології повинен впливати на швидке наростання площі листя рослини, тому що сонячна радіація найкраще використовується в середині літа, коли вона найбільш інтенсивна [198].

Посів як фотосинтезуюча система при інтенсивному вирощуванні польових культур може поглинати 2-3 і навіть більше відсотків ФАР (максимально в природних умовах 8-10, теоретично можливе поглинання за ідеальних умов фотосинтезу 28-30, наближених до них – 19-20 %). Звичайні ж коефіцієнти використання ФАР становлять лише 1,2-1,5 % [82, 105, 143].

Рослини поглинають випромінювання, що знаходиться в діапазоні видимої частини спектра (довжина хвиль від 380 до 720 нм). Це так звана фотосинтетично активна радіація (ФАР). У межах 400-700 нм вона поглинається хлорофілом рослин у присутності каротиноїдів. На 1 га посіву за вегетаційний період (весна – осінь), залежно від кліматичної зони, надходить величезна кількість ФАР – від 4,19-6,29 млрд Дж/га в північних районах і до 33,4-41,8 – у Середній Азії [198].

Під час проведення досліджень нашою метою було встановити кількість зв'язаної енергії і коефіцієнт використання ФАР посівами сої в досліді та вплив факторів, що вивчались на зміну цього показника (таб. 4.2, 4.3, 4.4).

Таблиця 4.2

Коефіцієнт використання ФАР посівами сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), %

Варіанти досліджень	суха речовина, т/га	зв'язана енергія, МДж/га	коефіцієнт використання ФАР, %
Контроль	6,60	110616,0	0,94
Вуксал Борон	6,83	114470,8	0,97
Вуксал Борон + Басфоліар	6,70	112292,0	0,95
Хі Стік	8,0	134080,0	1,14
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	8,26	134437,6	1,14
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	8,66	145141,6	1,23
Хі Стік + Вуксал Борон	8,34	139778,4	1,19
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	8,68	145476,8	1,23
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	8,72	146147,2	1,24
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	8,40	140784,0	1,19
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	8,92	149499,2	1,25
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	8,87	148661,2	1,25

Так за результатами досліджень було встановлено, що в середньому за період проведення дослідів коефіцієнт використання ФАР на контролі (сорт Максус) складав 0,94 %, кількість зв'язаної енергії на варіанті становила 110616,0 МДж/га.

Варто відмітити, що вказана кількість зв'язаної енергії була найменшою в досліді на варіанті контроль, при цьому коефіцієнт використання ФАР був також найнижчим у досліді.

При внесенні мікродобрива Вуксал Борон на посівах сорту Максус коефіцієнт використання ФАР зріс до 0,97 % при цьому кількість зв'язаної енергії на варіанті становила 114470,8 МДж/га.

У сорту Максус на варіанті Хі Стік коефіцієнт використання ФАР становив 1,14 %, і це було на 0,2 % більше порівняно із варіантом контролю, кількість зв'язаної енергії на вказаному варіанті сорту Максус була 134080,0 МДж/га. Найбільше зв'язаної енергії (149499,2 МДж/га) на посівах сорту Максус визначено на варіанті Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар з коефіцієнтом використання ФАР 1,25 %.

При внесенні мікродобрив показники зв'язаної енергії та коефіцієнту використання ФАР зростали: Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар, коєфіцієнт – 1,25 та варіанту Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар із зв’язаною енергією 148661,2 МДж/г, коефіцієнт – 1,25 – це був найвищі показник в досліді за варіантами. Такі особливості використання фотосинтетично активної радіації у сорту сої Максус.

За результатами досліджень було встановлено, що в середньому за період проведення дослідів коефіцієнт використання ФАР у сорту Кордоба складав 0,96 % на контролі, кількість зв'язаної енергії на варіанті становила 112794,8 МДж/га.

У сорту Кордоба на варіанті Хі Стік коефіцієнт використання ФАР становив 1,20 %, і це було на 0,24 % більше порівняно із варіантом контролю, кількість зв'язаної енергії на вказаному варіанті сорту Кордоба була 141454,4 МДж/га.

Найбільше зв'язаної енергії (158046,8 МДж/га) на посівах сорту Кордоба визначено на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар з коефіцієнтом використання ФАР 1,34 %.

Таблиця 4.3

Коефіцієнт використання ФАР посівами сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), %

Варіанти досліджень	суха речовина, т/га	зв'язана енергія, МДж/га	коефіцієнт використання ФАР, %
Контроль	6,73	112794,8	0,96
Вуксал Борон	7,10	118996,0	1,01
Вуксал Борон + Басфоліар	7,21	120839,6	1,03
Хі Стік	8,44	141454,4	1,20
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	8,96	150169,6	1,28
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	9,11	152683,6	1,29
Хі Стік + Вуксал Борон	8,66	145141,6	1,22
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	9,07	152013,2	1,29
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	9,30	155868,0	1,32
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	8,71	145979,6	1,24
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	9,16	153521,6	1,31
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	9,43	158046,8	1,34

Аналізуючи показники коефіцієнту використання ФАР у сорту Саска, бачимо, що найменший показник складав 0,96 % на контролі, кількість зв'язаної енергії на варіанті становила 113465,2МДж/га, така тенденція спостерігалася і у сортів Максус і Кордоба. У сорту Саска на варіанті Хі Стік коефіцієнт використання ФАР становив 1,08 %, кількість зв'язаної енергії на вказаному варіанті сорту Саска була 126705,6 МДж/га. Найбільше зв'язаної енергії (133912 МДж/га) на посівах сорту Кордоба визначено на варіанті Хі

Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар з коефіцієнтом використання ФАР 1,14 %.

Таблиця 4.4

Коефіцієнт використання ФАР посівами сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), %

Варіанти досліджень	суха речовина, т/га	зв'язана енергія, МДж/га	коефіцієнт використання ФАР, %
Контроль	6,77	113465,2	0,96
Вуксал Борон	7,41	124191,6	1,06
Вуксал Борон + Басфоліар	7,48	125364,8	1,07
Хі Стік	7,56	126705,6	1,08
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	7,54	126370,4	1,07
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	7,80	130728,0	1,11
Хі Стік + Вуксал Борон	7,58	127040,8	1,08
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	7,81	130895,6	1,11
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	7,94	133074,4	1,13
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	7,85	131566,0	1,12
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	7,86	131733,6	1,12
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	7,99	133912,0	1,14

Таким чином, в умовах Лісостепу західного при використанні інокулянтів та мікродобрив у технології вирощування сої створюються кращі умови зв'язування сонячної енергії та коефіцієнта використання ФАР порівняно із базовою технологією вирощування.

Мікродобрива та інокулянти сприяли підвищенню інтенсивності нагромадження енергії та коефіцієнта використання ФАР. При цьому найвищі показники формувалися при взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік

+ Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з внесенням мікродобрив Вуксал Борон + Басфоліар. Серед досліджуваних нами сортів найвищі показники енергії акумульованої рослинами сої та коефіцієнту використання ФАР виявлені у сорту Кордоба, де зв'язана енергія становила 158046,8 МДж/га з коефіцієнтом 1,34 %, у сорту Максус зв'язана енергія становила 148661,2 МДж/г з коефіцієнтом 1,25 %, у сорту Саска зв'язана енергія становила 133912,0 та коефіцієнтом ФАР 1,14 %.

4.5. Симбіотична продуктивність сортів сої залежно від елементів технології вирощування

Соя – одна з культур, яка збагачує як аграрників, так і землю. Завдяки дії бульбочкових бактерій на корінні соя живить ґрунт азотом, а також поліпшує його структуру та родючість. Саме тому соя як бобова рослина є цінним попередником для інших культур сівозміни. Але для того, щоб робота бульбочкових бактерій була ефективною, сої потрібно створити оптимальні умови для їхньої життєдіяльності.

Ряд вчених вважають, що соя свої потреби в азоті може на 60-70 % і навіть повністю задовольняти за рахунок симбіотичної азотфіксації [14, 15, 20, 32, 66, 180, 221].

Ріст бульбочок значною мірою залежить від інтенсивності освітлення в посіві. При підвищенні освітленості ріст бульбочок посилюється, що пояснюється ростом інтенсивності процесу фотосинтезу та збільшенням відтоку асимілятів із листків у кореневу систему і бульбочки [199].

Дослідженнями встановлено, що кліматичні умови у роки проведення досліджень істотно позначилися на кількості бульбочок на кореневій системі сортів сої Максус, Кордоба, Саска. У роки з достатнім зволоженням кількість і маса бульбочок була значно більшою порівняно із посушливими роками. Бульбочки в основному розміщувалися на головному корені та розгалуженнях першого порядку на глибині 0-15см й мали світло-рожеве забарвлення, що свідчило про їх досить високий ступінь азотфіксувальної активності.

Вивчаючи динаміку бульбочкоутворення, ми спостерігали, що кількість ризобіальних наростів у рослин, які досліджували, зростала протягом усього вегетаційного періоду. Дієвим прийомом підвищення ефективності бобово-ризобіального симбіозу є використання препаратів на основі активних штамів бульбочкових бактерій [6, 44, 115].

Потужний розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не лише від ефективної взаємодії генотипів рослини господаря та бульбочкових бактерій в певних умовах вирощування, але і від окремих елементів технології вирощування, а саме: застосування бактеріальних препаратів, виду інокулянту та способу його використання, мінеральних добрив та способів застосування мікродобрив, регуляторів росту рослин тощо [45, 68, 159].

Ефективне використання діяльності бульбочкових бактерій, які фіксують азот з повітря, а також мобілізують важкодоступні форми фосфору з ґрунту, підвищують родючість ґрунту і у кінцевому результаті впливають на норму внесення азотних і фосфорних добрив, що є економічно вигідним аспектом [45, 50, 160].

Відомо, що маса бульбочок залежить від фази розвитку рослин і умов їх вирощування та може залишатися незмінною не більше 7-10 діб. Дослідженнями встановлено, що фіксація атмосферного азоту проходить тільки в тих бульбочках, які містять леггемоглобін.

Таким чином, найбільш важливо враховувати масу бульбочок з леггемоглобіном, а загальну масу – тільки для характеристики ступеню активності симбіотичного апарату. Кількість симбіотично фіксованого азоту залежить не тільки від маси бульбочок з леггемоглобіном, але й від тривалості їх функціонування. Результати проведених досліджень довели, що соя не лише збагачує ґрунт, а й підвищує його водопроникність і вологоємність, посилює аерацію, через що збільшується кількість і посилюється активність корисних мікроорганізмів. Завдяки азотфіксації соя залишає для наступних культур від 60 до 150 кг азоту в складі бульбочок, кореневих і пожнивних решток.

Таблиця 4.5

Динаміка кількості бульбочок у рослин сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень з мікродобривами та інокулянтами	Кількість бульбочок, шт								
	1-2 трійчастий листок			цвітіння			формування насіння		
	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних
Контроль	8,3	3,3	39,8	12,6	3,6	28,6	8,2	2,4	29,3
Вуксал Борон	8,4	3,4	40,5	13,6	4,2	30,9	8,9	2,8	31,5
Вуксал Борон + Басфоліар	8,8	3,9	44,3	14,3	4,6	32,2	10,0	3,7	37,0
Хі Стік	11,2	4,4	39,3	31,1	23,6	75,9	11,7	7,3	62,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	13,4	4,8	35,8	44,7	36,9	82,6	20,8	15,2	73,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	14,9	5,3	35,6	45,3	37,7	83,2	21,4	15,7	73,4
Хі Стік + Вуксал Борон	11,5	4,5	39,1	34,8	27,5	79,0	18,3	12,0	65,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	13,8	5,0	36,2	34,4	27,6	80,2	18,0	11,4	63,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	16,7	5,8	34,7	39,5	29,0	73,4	17,6	11,8	67,0
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	14,1	5,0	35,5	35,1	26,7	76,1	14,7	9,9	67,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,0	5,5	34,4	36,5	27,8	76,2	14,4	9,6	66,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	16,8	6,4	38,1	41,3	31,6	76,5	18,4	12,1	65,8
Кореляційний зв'язок між загальними і активними бульбочками	0,975			0,996			0,988		

Таблиця 4.6

Динаміка кількості бульбочок у рослин сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Кількість бульбочок, шт								
	1-2 трійчастий листок			цвітіння			формування насіння		
	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних
Контроль	8,5	2,7	31,8	12,8	3,9	30,5	8,4	2,4	28,6
Вуксал Борон	8,7	3,0	34,5	13,5	4,1	30,4	9,3	2,7	29,0
Вуксал Борон + Басфоліар	8,8	3,3	37,5	14,2	4,7	33,1	10,4	3,9	37,5
Хі Стік	11,1	4,1	36,9	30,4	21,2	69,7	12,2	7,1	58,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	14,7	5,5	37,4	43,2	32,5	75,2	17,5	11,2	64,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,1	6,3	39,1	45,8	37,0	80,8	20,3	14,9	73,4
Хі Стік + Вуксал Борон	11,8	4,9	41,5	32,5	24,2	74,5	15,4	10,2	66,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	15,1	5,7	37,7	42,9	30,7	71,6	18,7	12,2	65,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	16,4	6,8	41,5	43,7	32,9	75,3	16,8	11,3	67,3
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	11,7	4,7	40,2	39,8	29,1	73,1	17,8	12,1	68,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	15,3	6,0	39,2	45,7	37,1	81,2	17,9	12,5	69,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	17,0	7,2	42,4	46,6	37,9	81,3	19,1	13,2	69,1
Кореляційний зв'язок між загальними і активними бульбочками	0,985			0,996			0,993		

Таблиця 4.7

Динаміка кількості бульбочок у рослин сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Кількість бульбочок, шт								
	1-2 трійчастий листок			цвітіння			формування насіння		
	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних
Контроль	6,4	1,7	26,6	12,3	4,5	36,6	7,1	2,5	35,2
Вуксал Борон	6,9	2,2	31,9	13,1	6,3	48,1	8,6	3,6	41,9
Вуксал Борон + Басфоліар	7,0	2,5	35,7	15,1	7,8	51,7	10,8	4,2	38,9
Хі Стік	11,2	4,2	37,5	35,5	23,3	65,6	16,5	11,0	66,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	13,8	5,5	39,9	38,0	26,0	68,4	18,5	12,0	64,9
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	16,0	6,5	40,6	40,4	28,5	70,5	18,9	12,9	68,3
Хі Стік + Вуксал Борон	11,9	4,6	38,7	35,7	24,8	69,5	16,6	11,0	66,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	14,5	5,8	40,0	40,8	29,8	73,0	16,8	11,8	70,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	16,8	6,6	39,3	41,6	28,9	69,5	13,8	9,4	68,1
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	12,1	4,9	40,5	41,4	29,4	71,0	18,8	12,6	67,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	15,1	6,1	40,4	44,4	34,0	76,6	19,8	13,6	68,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	19,1	7,0	36,6	45,4	35,6	78,4	20,5	14,8	72,2
Кореляційний зв'язок між загальними і активними бульбочками	0,988			0,995			0,988		

Аналізуючи сорт сої Максус і примінення інокулянта Хі Стік у фазі цвітіння, відмічено, що загальна кількість бульбочок становила 31,1 шт. на рослину, з них активних 23,6 шт., що становило 75,9 %. При використанні інокулянта Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, обліковуючи рослини у фазі цвітіння, показники становлять відповідно 44,7 шт. загальних, із них 36,9 активних, що становить 82,6 %.

Проаналізувавши показники варіанту Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер ExtenderЮ, спостерігаємо ще кращу динаміку: так у фазі цвітіння маємо 45,3 шт., з них активних 37,7 шт., що відповідно становить 83,2 %.

Формування кількості бульбочок на сорті Максус при використанні зазначених інокулянтів має позитивну динаміку. Подібна картина і на сортах Кордоба і Саска, але слід відмітити, що із зростанням вегетаційного періоду по групах стиглості, кількість бульбочок дещо зменшується. Це пояснюється складними погодніми умовами, так як процеси бульбочкотворення на цих сортах прямопропорційно залежали від часу сходів і вегетаційного періоду рослин сої. Така динаміка бульбочкотворення прослідковується на досліджувальних сортах сої Кордоба та Саска.

Використання мікродобрив у варіантах досліду в період вегетації мали позитивний вплив як на загальну кількість бульбочок, так і на кількість активних.

Після встановлення динаміки нагромадження маси бульбочок на коренях сортів сої та їхньої тривалості симбіозу в досліді нами було розраховано показники загального та активного симбіотичного потенціалів залежно від впливу факторів, що вивчались.

Облік бульбочок у період формування зерна показав, що їх кількість і маса дещо зменшилися порівняно з другим обліком у фазу цвітіння. Це дає підстави вважати, що у фазу формування зерна відбувається процес згасання життєвого циклу бульбочок. За цього відбору у сорту Саска кількість бульбочок 20,5 і маса бульбочок 1192,1 була більшою, ніж у сортів Максус і Кордоба.

Таблиця 4.8

Нагромадження маси бульбочок у рослин сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Маса бульбочок, шт								
	1-2 трійчастий листок			цвітіння			формування насіння		
	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних
Контроль	301,0	129,3	43,0	605,2	188,1	31,1	408,4	121,5	29,8
Вуксал Борон	320,9	141,7	44,2	670,9	208,9	31,1	435,4	143,3	32,9
Вуксал Борон + Басфоліар	323,3	150,9	46,7	701,7	237,1	33,8	486,7	186,5	38,3
Хі Стік	407,5	184,6	45,3	1607,1	1321,7	82,2	617,4	416,1	67,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	518,3	215,4	41,6	2448,3	2030,8	82,9	838,8	793,2	94,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	571,4	227,5	39,8	2491,5	2184,2	87,7	1105,3	898,4	81,3
Хі Стік + Вуксал Борон	417,9	182,2	43,6	1795,2	1487,4	82,9	923,0	696,1	75,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	533,7	213,6	40,0	1495,7	1588,0	106,2	756,0	687,9	91,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	639,8	251,5	39,3	2145,4	1788,0	83,3	933,1	726,8	77,9
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	528,5	207,8	39,3	1816,3	1581,2	87,1	796,2	571,8	71,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	630,2	248,6	39,4	2022,3	1625,3	80,4	822,9	638,8	77,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	658,7	278,7	42,3	2241,7	1828,9	81,6	822,5	638,8	77,7
Кореляційний зв'язок між загальними і активними бульбочками	0,986			0,978			0,965		

Таблиця 4.9

Нагромадження маси бульбочок у рослин сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень з мікродобривами та інокулянтами	Маса бульбочок, шт								
	1-2 трійчастий листок			цвітіння			формування насіння		
	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних
Контроль	313,9	109,5	34,9	640,2	209,5	32,7	422,4	130,1	30,8
Вуксал Борон	321,6	123,5	38,4	672,2	223,5	33,2	467,9	149,1	31,9
Вуксал Борон + Басфоліар	323,8	134,6	41,6	708,5	256,8	36,2	518,1	182	35,1
Хі Стік	409,2	168,5	41,2	1554,9	1159,5	74,6	665,4	414,3	62,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	542,5	225,5	41,6	2339,8	1812,5	77,5	1012,4	691,5	68,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	594,8	257,8	43,3	2466,4	2130,4	86,4	1187,5	936,3	78,8
Хі Стік + Вуксал Борон	434	202,2	46,6	1668,5	1324,2	79,4	847,9	598,2	70,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	556,1	233,6	42,0	2258,2	1741,1	77,1	1083,2	812,8	75,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	602,7	275,2	45,7	2352,3	1891,3	80,4	988,5	708,2	71,6
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	472	191,9	40,7	2050,4	1598,5	78,0	754,9	706,8	93,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	564,6	245,7	43,5	2424,2	2101	86,7	1037,2	775,8	74,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	628,1	292,6	46,6	2509,6	2183,7	87,0	1118,7	828,8	74,1
Кореляційний зв'язок між загальними і активними бульбочками	0,985			0,995			0,996		

Таблиця 4.10

Нагромадження маси бульбочок у рослин сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Маса бульбочок, шт								
	1-2 трійчастий листок			цвітіння			формування насіння		
	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних	загальна	активні	% активних
Контроль	249,7	74,8	30,0	577,1	288,2	49,9	338,7	128,6	38,0
Вуксал Борон	268,3	94,9	35,4	619,5	367,2	59,3	407,9	194,1	47,6
Вуксал Борон + Басфоліар	270,2	106,4	39,4	727,8	461,6	63,4	553,3	217,9	39,4
Хі Стік	435,5	176,7	40,6	1841,4	1327,4	72,1	553,3	217,9	39,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	535	783,8	146,5	2075,3	1536,5	74,0	1066,9	731,1	68,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	625	272,9	43,7	2234,4	1726,9	77,3	1102,6	824,2	74,8
Хі Стік + Вуксал Борон	455,3	199,9	43,9	1908,1	1461,6	76,6	937,5	685,6	73,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	564,8	245,5	43,5	2208,3	1694,2	76,7	748,1	657,1	87,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	653,7	278,5	42,6	2298,3	1766,8	76,9	813,2	604,4	74,3
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	471,7	204,3	43,3	2183,1	1694,9	77,6	1057,6	786,1	74,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	588,9	259,1	44,0	2402,1	2012,4	83,8	1129	861,6	76,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	745,4	296,3	39,8	2535,5	2127,8	83,9	1192,1	954,3	80,1
Кореляційний зв'язок між загальними і активними бульбочками	0,484			0,995			0,973		

Це свідчить про те, що ранньостиглий сорт Максус і середньораньостиглий сорт Кордоба мають здатність швидше проростати і нарощувати кореневу систему, на якій швидше будуть утворюватися бульбочки. Відповідно у середньостиглого сорту Саска в силу своїх сортових особливостей на початкових етапах вегетації розвиток кориневої системи дещо сповільнений (фаза BBCH 12-13).

Інокуляція насіння сприяла збільшенню кількості і маси бульбочок на коренях обох сортів сої порівняно з контролем (без інокуляції).

Так без інокуляції на контролі у сорту Максус за другого відбору на кожній рослині в середньому налічувалось 12 бульбочок, у сорту Кордоба – 12,8 та у сорту Саска –12,3; тоді як на кращому варіанті досліду у сорту Максус Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар показники становили 41,3 бульбочки, з яких активних було 31,6, що у відсотковому відношенні становило 76,5 %, загальна маса бульбочок становила 2241,7 мг, з яких маса активних 1828,9 мг.

Сорт Кордоба на кращому варіанті досліду Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар мав показники 46,6 бульбочок, з яких активних було 37,9, що у відсотковому відношенні становило 81,3 %; загальна маса бульбочок становила 2509,6 мг, з яких маса активних 2183,7 мг. Сорт Саска на відповідному варіанті дослідження мав показники, що становили 45,4 бульбочки, з яких активних було 35,6, що у відсотковому відношенні становило 78,4 %; загальна маса бульбочок становила 2535,5 мг, з яких маса активних 2127,8 мг.

У результаті проведених досліджень на предмет (активності) ефективності примінення різних типів інокулянтів, встановлено, що динаміка формування симбіотичного апарату у сортів сої, що вивчалась, мала стабільний і зростаючий характер розвитку, а саме час утворення ризобіальних зачатків, а також кількість бульбочок в залежності від типу інокулянту, який використовували. Культури мікроорганізмів, які входять до складу інокулянту

приживаються в прикореневій зоні і позитивно впливають на рослину протягом усього періоду вегетації від сходів до середини наливу бобів.

Зокрема на всіх досліджуваних сортах сої ризобіальні зачатки бульбочок спостерігалися уже у фазі примордіальних листочків у варіантах з використанням інокулянтів Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, а також і у варіантах Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender.

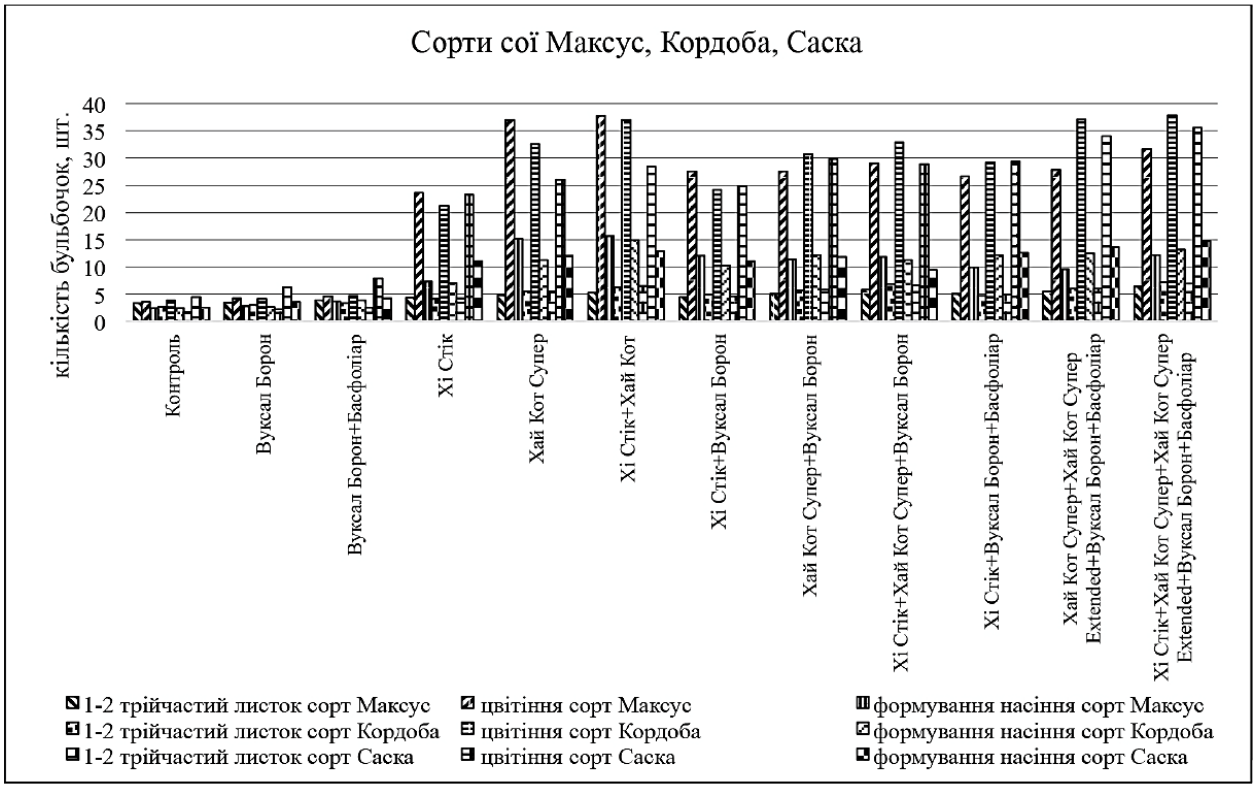

Рис. 4.7. Динаміка кількості бульбочок у сортів сої Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції, шт. *(середнє за 2015-2018 рр.)*

У варіантах з використанням інокулянта Хі Стік бульбочкоутворення відмічалося у фазі першого-другого трійчастого листочка. Така позитивна динаміка спостерігалася впродовж усіх років досліджень.

Ранньостиглий сорт Максус і середньораньостиглий сорт Кордоба мають здатність швидше проростати і нарощувати кореневу систему, на якій інтенсивніше утворюються бульбочки. Відповідно у середньостиглого сорту Саска в силу його сортових особливостей на початкових етапах вегетації розвиток кореневої системи був дещо сповільнений (фаза ВВСН 12-13).

У варіантах з використанням інокулянта Хі Стік та Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender бульбочкоутворення відмічалося у фазі першого-другого трійчастого листочка. Така позитивна динаміка формування бульбочок спостерігалася впродовж усіх чотирьох років досліджень. Максимальна кількість бульбочок на одну рослину залежно від сорту сої становила: у Максуса – 14,9 шт., Кордоба – 16,1 шт. і сорту Саска – 16,0 шт.

Результатами досліджень встановлено, що в західному Лісостепу України використання мікродобрив та інокулянтів на досліджуваних сортах сої порівняно із звичайною технологією цієї зернобобової культури створює кращі умови для формування загального і активного симбіотичних потенціалів.

Висновки до розділу 4:

1. До факторів, що безпосередньо впливають на формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої, можна віднести інокуляцію насіння та застосування мікродобрив різними способами.

2. Найвищий показник фотосинтетичного потенціалу був сформований на варіанті дослідження Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар і становив у сорту Максус 3,012 млн. м^2 дн./га, у сорту Кордоба 3,001 млн. м^2 дн. /га, у сорту Саска 3,280 млн. м^2 дн./га. Високі показники ФП на зазначеному варіанті обумовлюються значними показниками площі асиміляційної поверхні.

3. Мікродобрива та інокулянти сприяють підвищенню нагромадження енергії та коефіцієнта використання ФАР, і найкращі показники формувалися при використанні Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар. Серед досліджуваних сортів, що вивчалися найвищі показники зв'язування енергії та коефіцієнту використання ФАР виявлені у сорту Кордоба, де зв’язана енергія становила 158046,8 МДж/га, коефіцієнт – 1,34 %; у сорту Максус зв’язана енергія становила 148661,2 МДж/г з

коефіцієнтом 1,25 %; у сорту Саска зв'язана енергія становила 133912,0 та коефіцієнт 1,14 %.

4. Наші дослідження показали, що кількість і маса бульбочок на коренях сої значною мірою залежали від сорту, інокуляції та внесення мікродобрив. Інокуляція насіння викликає істотне збільшення кількості і маси бульбочок на коренях сої порівняно з контролем.

5. Використання інокулянтів, що містять сучасні високоефективні культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, забезпечують утворення максимальної кількості бульбочок на кореневій системі рослин.

Матеріали розділу викладено у працях:

1. Федорук І. В., Бахмат О. М. Вплив інокуляції на врожайність сортів сої різних груп стиглості в умовах нестійкого зволоження Південно-Західного Лісостепу. Збірник тез III Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ, 2018. С. 635-639.

2. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник* / Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110-116. (Серія Сільськогосподарські науки).

3. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія = Agrobiology* : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. №2 (161). С. 178-184.

4. Якісний насіннєвий матеріал – основа вирощування органічної сої / Федорук І. В., Бахмат О. М., Хоміна В. Я. та ін. Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука», 4 листоп. 2020 р. / НМЦ ВФПО. Київ, 2020. С. 14-17.

5. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7-17.

РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ СОРТУ, ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ВНЕСЕННЯ МІКРОДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА СОЇ

5.1. Структура елементів продуктивності сої залежно від заходів технології вирощування

Формування елементів продуктивності сої та ступінь їх розвитку в значній мірі залежать від умов навколишнього середовища, біологічних особливостей сорту та елементів технології її вирощування [84, 85]

Результатами багатьох досліджень процесів формування урожаю сільськогосподарських культур установлено [105, 166], що високих біологічних і господарських його рівнів можна досягти лише за оптимізації складових технології вирощування культури.

Важливою умовою одержання високих урожаїв сої є наявність у ґрунті доступних елементів живлення, азотфіксуючих бульбочкових бактерій, вологи і температурного режиму. Тому важливо створити оптимальні умови середовища для реалізації потенційної азотфіксуючої активності сої кожного сортотипу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [182].

Також слід зауважити, що розробка і впровадження у виробництво нових агротехнологічних заходів та окремих елементів технології вирощування сої потребує уточнення з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону. Крім цього, варто відзначити і те, що одним із суперечливіших питань у технології вирощування сої є і залишається система удобрення цієї сільськогосподарської культури. Проте необхідно зауважити, що хоча культура сої і добре адаптується до умов вирощування та дає високі врожаї, однак у певні фази розвитку вона досить вибаглива до умов вирощування й потребує внесення мінеральних добрив [199].

Відомо, що кількість бобів на рослинах, насінин у бобах і маса насінин залежать відповідно від фотосинтезу та надходження вуглеводів у період їх формування. Зародки, боби і насіння сої не ростуть без асимілятів [216, 217].

За дефіциту вуглеводів під час фази цвітіння сої відбувається відмирання від 36 до 81 % квіток, внаслідок чого формується мало бобів на рослинах [227]. Заходи, які стимулюють процес фотосинтезу у період фази цвітіння і закладки бобів, збільшують кількість бобів і насінин на рослинах сої [218].

Кількість асимілятів впливає також на налив зерна сої та збільшує або зменшує його розміри, а отже, і врожай [217].

Отже, для отримання високопродуктивних посівів сої важливо знати оптимальні значення елементів структури живлення для кожного сорту та умови, за яких вони формуються.

Підбір сортів сої для вирощування в умовах регіону має свої особливості, так як в цих природних умовах України існують обмеження у світло-теплових ресурсах для вирощування середньо- і пізньостиглих сортів (період вегетації 145 діб), сорти також мають бути адаптовані до змін клімату, мати пластичність до родючості ґрунтів як основної, так і передпосівної підготовки ґрунту, формуючи врожайність, враховуючи систему живлення та процеси інокуляції [189].

Проаналізувавши рівень урожайності сортів сої Максус, Кордоба, Саска в досліді, нами було одержано комплексний показник, що включав в себе такі складові, як: генетичний потенціал сорту, родючість ґрунту та доступність елементів живлення за періодами росту і розвитку сої, сформований режим живлення за рахунок норм мінеральних добрив, погодні умови за період вегетації сортів, густота стояння рослин, якість проведення механізованих робіт.

Зважаючи на зазначене, нами було проведено відбір рослин за відповідною методикою [136, 137] і проведено структурний аналіз снопового матеріалу (додатки Д1, Д 2, Д 3).

Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав пряму і тісну залежність між біометричними показниками і врожайністю рослин сої. Вона коливалась від 0,81 до 0,99 залежно від сорту. Серед них нами обрано три

показники, зв'язок яких був найсильнішим, і створили регресійну модель лінійної залежності цих параметрів (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Математичні моделі залежності фактичної урожайності та елементів структури врожаю сої за 2015-2018 рр.

Показники	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції, R	Коефіцієнт детермінації, D, %
Максус			
Кількість бобів, шт	y = 0,0428x + 1,619	0,960	92
Кількість насінин, шт	y = 0,0205x + 1,6689	0,967	93
Маса насінин з рослини, г	y = 0,11x + 1,6569	0,965	93
Кордоба			
Кількість бобів, шт	y = 0,1521x + 0,219	0,953	91
Кількість насінин, шт	y = 0,0732x + 0,4116	0,955	91
Маса насінин з рослини, г	y = 0,3814x + 0,4035	0,944	89
Саска			
Кількість бобів, шт	y = 0,1034x + 0,669	0,950	90
Кількість насінин, шт	y = 0,0458x + 0,9283	0,905	82
Маса насінин з рослини, г	y = 0,1638x + 1,3667	0,906	82

Згідно рівняння регресії збільшення кількості бобів на рослині на одиницю призводило до підвищення урожайності сої на 0,0428 т/га у сорту Максус, на 0,1521 т/га у сорту Кордоба і на 0,1034 т/га у сорту Саска. Збільшення кількості насінин в одному бобі на одиницю призводило до збільшення урожайності сої на 0,0205 т/га у сорту Максус, на 0,0732 і 0,0458 т/га у сортів Кордоба і Саска відповідно.

Зростання маси насіння з рослини на одиницю призводило до підвищення врожайності сої на 0,11 т/га у сорту Максус, на 0,1638 у сорту Саска і найбільший приріст – 0,3814 т/га у Кордоби.

Індивідуальна продуктивність рослин залежить від забезпечення їх елементами живлення та факторами навколишнього середовища, що в результаті проявляється зміною основних елементів структури урожаю: кількістю бобів на одній рослині, кількістю насінин в бобі, масою насіння з однієї рослини та масою 1000 шт насінин (додатки Д1, Д2, Д3).

З усіх складових структури урожайності рослин сої кількість бобів є найбільш нестабільним показником, він може змінюватись залежно від варіанту дослідження від 12 до 32 бобів. Аналіз експериментальних даних показав, що найбільшу кількість бобів (31,9 шт.) було сформовано у сорту Максус на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар, у сорту Кордоба найвище значення – 20,3 шт. спостерігали на аналогічному варіанті, а у сорту Саска – 21,1шт. Така ж залежність встановлена нами із висотою прикріплення нижніх бобів, а саме: на варіанті контроль висота становила 12,1 см – найнижче кріплення бобів, тоді як на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар висота становила від 13,7 до 17,0 см.

Маса 1000 насінин сої є сортовою ознакою та становила в залежності від варіанту досліду у сорту Максус від 158,6 до 175,7 г у сорту Кордоба від 162,6 до 173,5 г, у сорту Саска від 140 до 143,4 г, такі показники обумовлені характеристикою сорту сої та вливом погодно-кліматичних умов вирощування (табл. 5.2).

Усі досліджувані сорти сої мали високу продуктивністю як в окремі роки, так і в середньому за три роки вирощування, особливо вирізнявся сорт Кордоба порівняно з сортами Максус і Саска.

Значно більшою мірою врожайність зерна сої змінювалася за роками залежно від погодних умов і, перш за все, забезпеченості їх вологою протягом усього вегетаційного періоду. Найбільш висока врожайність зерна сформувалася у 2018 р., так як саме цей рік мав достатню кількість вологи під час вегетаційного періоду рослин сої.

Таблиця 5.2

Структура рослин сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень з мікродобривами та інокулянтами	Висота рослин, см			Висота прикріплення нижніх бобів, шт			Кількість бобів, шт			Кількість насінин, шт			Маса насінин з рослини, г			Маса 1000 насінин, г		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль	83,8	83,8	110,5	15,2	12,1	15,2	12,9	13,4	12,9	23,4	25,1	24,7	4,5	4,9	3,2	158,6	162,6	140,9
Вуксал Борон	86,5	86,1	112,3	15,4	12,3	15,5	14,3	14,6	14,8	27,9	27,6	28,3	5,3	5,2	5,5	162,8	165,1	141,7
Вуксал Борон + Босфоліар	88,8	86,1	114,5	15,4	12,4	15,6	15,5	15,0	15,2	30,3	28,8	29,3	5,8	5,5	5,8	166,2	167,6	141,9
Хі Стік	91,3	87,0	115,8	15,5	12,6	15,9	22,2	16,2	16,6	43,9	31,3	32,8	8,3	6,0	6,6	169,1	168,8	142,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	93,7	88,0	118,7	15,6	12,6	16,2	25,4	17,3	17,9	49,7	33,5	30,4	9,4	6,5	7,7	172,6	169,1	142,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	97,1	88,7	120,8	15,7	12,7	16,4	29,5	18,1	17,9	59,3	34,6	35,3	11,2	6,7	7,1	171,3	169,7	142,5
Хі Стік + Вуксал Борон	92,8	88,1	117,6	15,8	12,9	16,4	23,9	17,4	17,9	47,3	33,1	35,2	8,9	6,5	7,0	169,6	169,3	142,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	97,9	88,5	120,1	15,9	13,1	16,7	26,9	18,0	20,1	52,9	34,9	38,5	10,0	6,8	7,9	175,3	170,0	142,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	100,1	88,9	121,5	16,2	13,1	16,6	31,0	18,8	21,1	62,5	36,5	42,1	11,8	7,1	8,7	173,9	172,2	142,8
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	93,8	88,6	120,6	16,5	13,3	16,7	24,7	17,9	17,2	50,5	34,3	34,2	9,4	6,7	6,9	170,8	171,0	142,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	101,1	89,6	123,4	16,6	13,5	16,8	28,1	19,1	19,8	57,1	37,4	39,2	10,5	7,1	8,0	176,2	172,6	143,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	103,4	90,6	126,7	16,7	13,7	17,0	31,9	20,3	21,1	63,8	39,5	42,1	12,1	7,4	8,7	175,7	173,5	143,4

Примітка: 1- сорт Максус, ** 2 - сорт Кордоба, *** 3 – сорт Саска*

На рисунку 5.1. відображена графічна залежність урожайності сортів сої від маси насінин з однієї рослини.

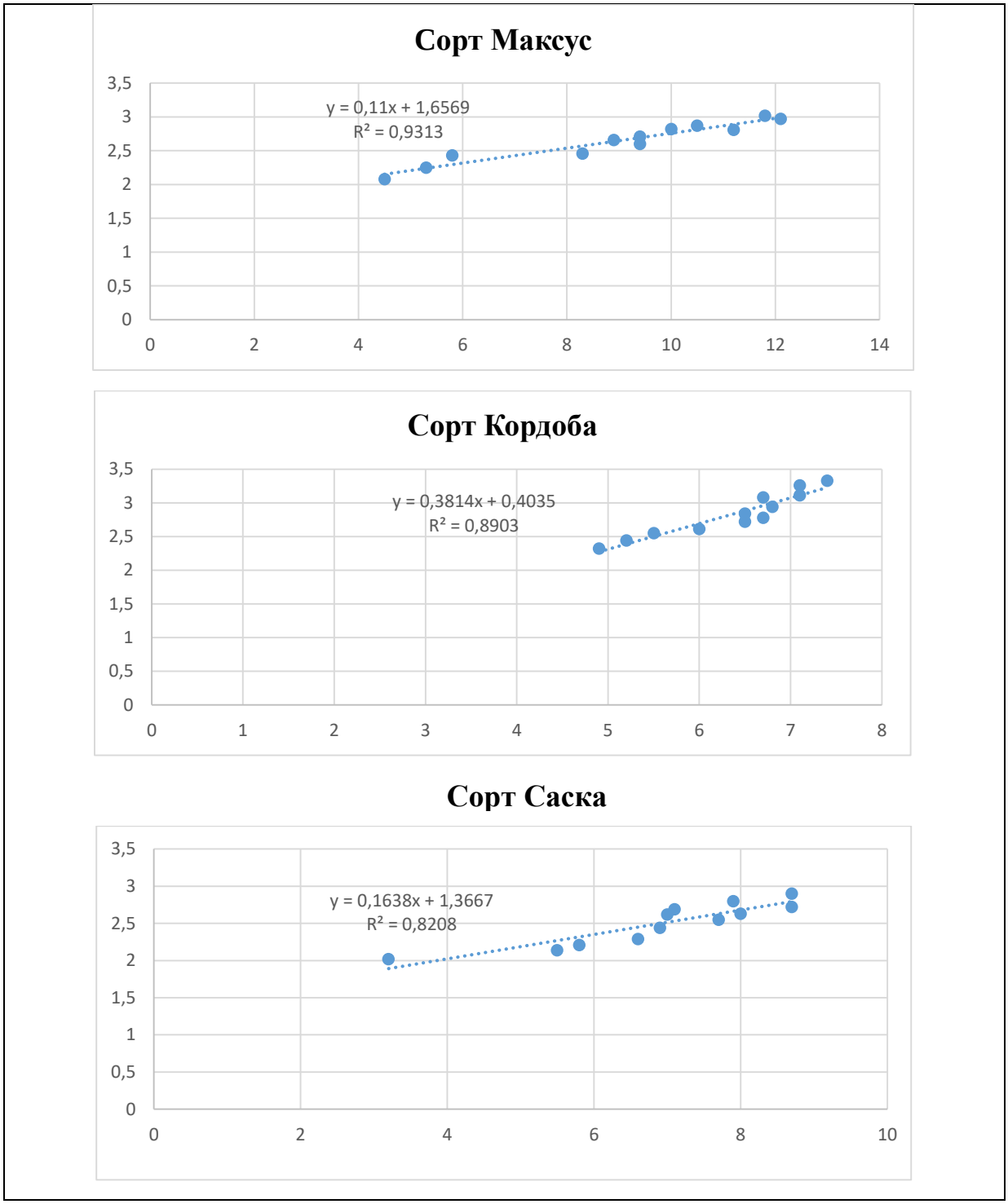

Рис. 5.1. Графічна залежність урожайності сортів сої від маси насінин з однієї рослини

Проведений кореляційно-регресійний аналіз показав пряму і тісну залежність між біометричними показниками і врожайністю рослин сої. Проведений кореляційний аналіз залежності урожайності сортів сої від маси

насінин з однієї рослини характеризується коефіцієнтом кореляції у сорту Максус r=0,93, за силою зв'язку є сильним, у сорту Кордоба r=0,89, а у сорту Саска коефіцієнтом кореляції має показник r=0,82, за силою зв'язку показники усіх трьох досліджуваних сортів сої є сильними.

За формою залежності зв'язок прямолінійний і описується рівняннями регресії у сорту Максус y = 0,11x + 1,6569, у сорту Кордоба y = 0,3814x + 0,4035, у сорту Саска y = 0,1638x + 1,3667.

5.2. Урожайність зерна сої в досліді

Головним показником оцінки різних технологій вирощування культур, заходів, засобів і систем обробітку ґрунту є рівень врожайності і продуктивність сільськогосподарських культур та сівозміни в цілому. Урожайність як показник продуктивності культур є похідною величиною від чинників і умов, в яких відбувається її формування. Тому коливання кожного чинника безперечно позначається на кінцевій величині урожайності цієї культури (додатки Е1, Е2, Е3).

Провівши дослідження з сортами сої різних груп стиглості Максус, Кордоба, Саска, отримали позитивні результати для зони Лісостепу західного від використання інокулянтів та внесення мікродобрив (табл. 5.3).

За даними таблиці 5.3, показники врожайності за 2015 рік досить високі, особливо високий показник у варіанті досліду з обробкою насіння інокулянтом Хай Кот на сортові Саска – 3,06 т/га, також у варіанті досліду з обробкою насіння інокулянтом Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон на сортові Кордоба – 3,14 т/га, Саска – 3,20 т/га. Високі показники врожайності показує варіант досліду з обробкою насіння інокулянтом Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар на сортові Кордоба – 2,94 т/га, Саска – 3,28 т/га, а також варіант досліду з обробкою насіння інокулянтом Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар на сортові Кордоба – 3,20 т/га, Саска – 3,35 т/га.

Таблиця 5.3

Урожайність зерна сої сортів Максус, Кордоба, Саска в роки досліджень залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.), т/га

Варіанти досліджень		Урожайність сортів сої, т/га		
		Максус	Кордоба	Саска
Контроль		2,09±1,14	2,32±1,35	2,02±1,03
Вуксал Борон		2,25±1,21	2,44±1,39	2,15±1,07
Вуксал Борон + Босфоліар		2,43±1,30	2,55±1,47	2,22±1,10
Хі Стік		2,47±1,13	2,62±1,36	2,30±1,07
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender		2,61±1,11	2,85±1,32	2,56±1,15
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender		2,82±1,31	3,09±1,42	2,70±1,19
Хі Стік + Вуксал Борон		2,67±1,34	2,55±1,16	2,63±1,37
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон		2,82±1,28	3,02±1,42	2,80±1,32
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон		3,02±1,39	3,27±1,48	2,91±1,34
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар		2,72±1,21	2,79±1,42	2,45±1,11
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар		2,88±1,19	3,11±1,36	2,63±1,24
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар		2,98±1,10	3,33±1,35	2,73±1,12
± НІР 05, т/га	**А**	0,06-0,08		
	В	0,06-0,08		
	С	0,01-0,10		
	АВ	0,10-0,15		
	АС	0,12-017		
	ВС	0,12-0,17		
	АВС	0,03-0,05		

Примітка: * фактор В (мікродобрива) внесення Вуксал Борону (у нормі 1 л/га) у фазі бутонізації рослин сої та внесення у фазі наливу бобів мікродобрива Басфоліар (у нормі 2 л/га); * фактор С (інокуляція) проведення інокуляції насіння сої високоякісними інокулянтами різних формуляцій в поєднанні Хі Стік (4 кг/т) + Хай Кот Супер (1,42 л/т) + Хай Кот Супер Extender (1,42 л/т);

При використанні інокулянтів в умовах сезону 2016 року спостерігаємо інший вплив на врожайність в залежності від групи стиглості сортів. Сорт Максус до контролю дав прибавку на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай

Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар 0,72 т/га, Кордоба на цьому ж варіанті показала результат 0,71 т/га, а пізньостиглий сорт Саска на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар в умовах нестачі вологи не зумів повністю сформувати потенційний врожай і приріст врожаю до контролю склав 0,34 т/га.

Таким чином, погодні умови 2016 року внесли значні корективи на величину врожайності зерна сортів сої.

Усі сорти у досліді більш-менш позитивно реагували на використання інокулянтів, особливо хороші показники варіанти досліду показали із інокулянтом Хай Кот і суміші Хай Кот і Хай Кот + Хі Стік, застосування мікродобрив давали економічно обґрунтовану прибавку врожайності. Проте погодно-кліматичні умови 2016 року не дозволили усім сортам повністю розкрити свій генетичний потенціал.

Погодно-кліматичні умови 2017 року в порівнянні з минулим вегетаційним роком (2016) були більш сприятливими для вирощування культури. Формування врожаю сої у сортів Максус і Кордоба (закладка бобів, налив) відбувалися при помірній наявності вологи як у ґрунті, так і в повітрі. У пізньостиглого сорту Саска процеси цвітіння, закладки бобів, їх налив для першого-четвертого ярусів відбувалися при відносно сприятливих умовах.

Проаналізувавши дані таблиці видно, що у варіанті без інокулянтів, але з використанням мікродобрива Вуксал Борон, незалежно від групи стиглості сортів сої отримано прибавку врожаю від 0,05 т/га до 0,22 т/га, що становило відповідно 2,0-12,5 %. Повторне використання мікродобрива, а саме Басфоліару, дозволило отримати додатково від 0,11 т/га до 0,21 т/га, максимальний результат був на сорті Максус – 0,21 т/га, тоді як сорт Саска забезпечив додатково лише 0,11 т/га.

Погодно-кліматичні умови 2018 року в порівнянні до минулого вегетаційного року (2017) є більш сприятливими для вирощування культури.

В умовах 2018 року використання на сої інокулянтів та Вуксал Борону повністю себе виправдали. Так у фазі бутонізації, початку цвітіння

використання Вуксал Борону дали наступні позитивні результати. Так ранньостиглий сорт Максус додав до контролю із використання препарату Хі Стік 0,81 т/га, а із використанням інокулянта Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender – 0,91 т/га. Середньораньостиглий сорт Кордоба відповідно – 0,65 т/га та 0,77 т/га. Високі результати урожайності отримано і на середньостиглому сорті Саска, так із використання препарату Хі Стік отримано відповідно до контролю 0,97 т/га, а із використанням інокулянта Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender – 0,85 т/га.

Обробка насіння сої комплексом інокулянтів Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та Хі Стік і використання їх в період бутонізації та початку цвітіння Вуксал Борону отримано такіі прибавки врожаю: ранньостиглий сорт Максус додав до контролю 1,27 т/га, середньостиглий сорт Кордоба відповідно – 1,05 т/га, а пізньостиглий сорт Саска – 1,09 т/га.

Погодно-кліматичні умови 2018 року внесли свої корективи на величину врожаю сортів сої незалежно від груп стиглості і повторного використання Босфоліару, усі сорти позитивно відреагували на зростання прибавки врожаю. Повторне використання мікродобрив у фазі наливу бобів зменшило прибавку врожаю з 33,6 % до 21,4 % при одноразовому використанні Вуксал Борону і до 27,8 % максимально і до 10,4 % при повторному використанні Босфоліару.

Погодно-кліматичні умови 2018 року дозволили ранньостиглим і середньостиглим сортам сої розкрити свій генетичний потенціал. Провівши дослідження з різними групами стиглості з таких сортів сої, як Максус, Кордоба, Саска, отримали позитивні результати для зони Лісостепу західного від використання інокулянтів та внесення мікродобрив (рис. 5.3).

Отримані результати дисперсійного аналізу підтвердили істотність різниці між дослідними і контрольним варіантом, оскільки ці різниці перевищували показник найменшої істотної різниці (додатки Д1, Д2, Д3).

Таким чином, досліджені нами сорти сої Максус, Кордоба і Саска завдяки удосконаленню існуючих та розробці нових елементів технології вирощування показали хороші результати за урожайністю та якістю зерна.

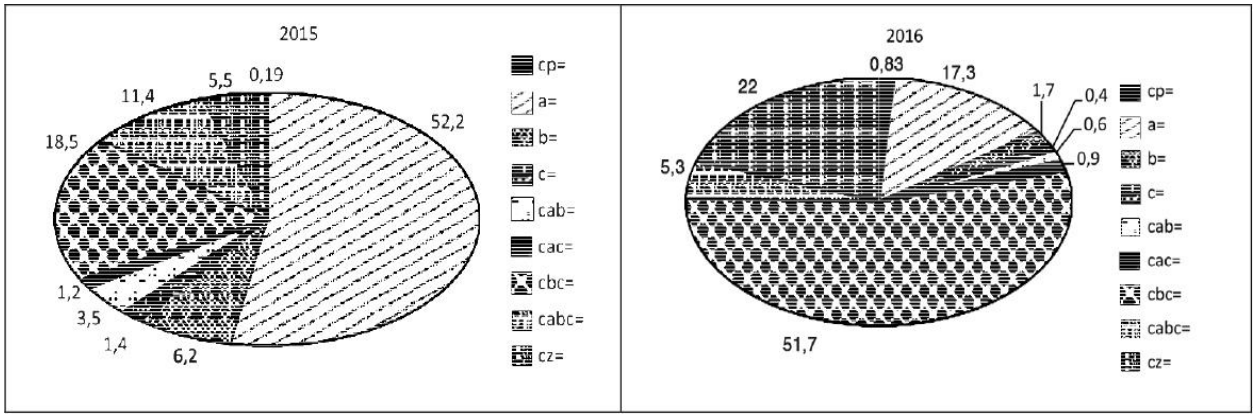

Рис. 5.2. Дольова участь досліджуваних факторів у формуванні урожайності зерна сої, за 2015-2016 рр., %

Дисперсійний аналіз показав, що у розрізі факторів, більш впливовим у 2015 році (на 52,2 %) виявився фактор а (сорт), другим по величині був показник факторів cbc (два різних інокулянти в поєднання з мікродобривом) і становив 18,5 %, фактор с (інокуляція) впливав на 1,4 %, частка впливу фактору b (мікродобрива) становила 1,7 %. Відповідно у 2016 році дисперсійний аналіз показав, що у розрізі факторів більш впливовим (на 51,7 %) виявився показник факторів cbc (два різних інокулянти в поєднання з мікродобривом), фактор а (сорт) становив 17,3, фактор с (інокуляція) впливав на 0,4 %, частка впливу фактору b (мікродобрива) становила 6,2 %.

Дисперсійний аналіз показав, що у розрізі факторів більш впливовим у 2017 році (на 35,2%) виявився фактор а (сорт), другим по величині був показник факторів cbc (два різних інокулянти в поєднання з мікродобривом) і становив 16,6 %, фактор с (інокуляція) впливав на 2,5 %, частка впливу фактору b (мікродобрива) становила 5,5 %.

Відповідно у 2018 році дисперсійний аналіз показав, що у розрізі факторів більш впливовим (на 55,5%) виявився показник факторів cbc (два різних інокулянти в поєднання з мікродобривом), фактор а (сорт) становив 21,1, фактор с (інокуляція) впливав на 0,5 %, частка впливу фактору b (мікродобрива) становила 1,6 %. (рис. 5.3).

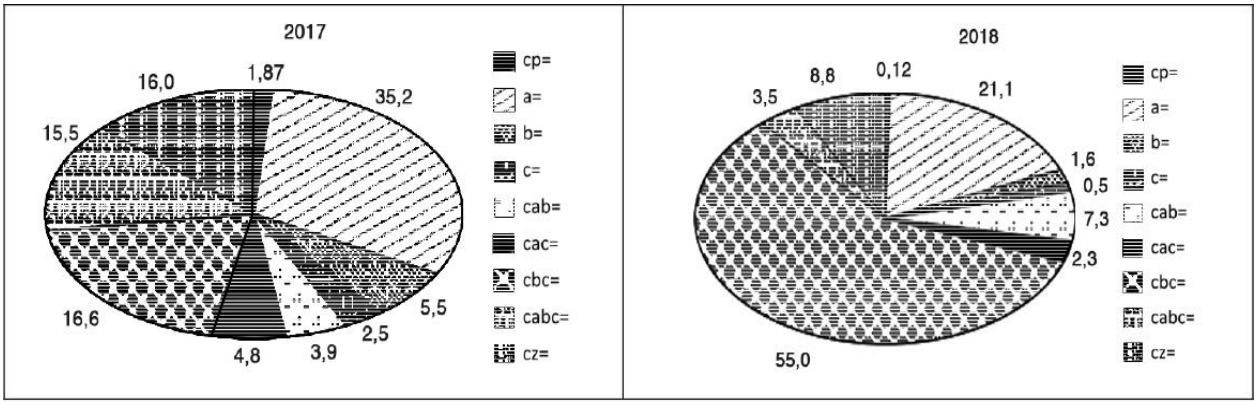

Рис. 5.3. Дольова участь досліджуваних факторів у формуванні урожайності зерна сої, за 2017 та 2018 рр., %

Де: фактор а – сорт;

фактор с – інокуляція;

фактору b – мікродобрива;

фактор cbc – два різних інокулянти в поєднання з мікродобривом;

фактор cac – два різних інокулянти і сорт;

фактор cab – інокулянт, сорт, мікродобриво;

фактор cabc – два різних інокулянти, сорт, мікродобриво;

фактор cp – розсіювання (вплив) повторень;

фактор cz – розсіювання похибки.

У кожний рік дослідження залежно від ґрунтово-кліматичних і метеорологічних умов частка впливу досліджуваних факторів на урожайність була різною і коливалася в межах доступної величини.

Сорти сої Максус, Кордоба, Саска завдяки удосконаленню існуючих та розробці нових елементів у технології вирощування в продовж досліджуваних років показали хороші результати урожайності із високим рівнем рентабельності їх виробництва

Отже, вибір стиглості сорту залежить від умов середовища, вимог ринку та агровиробника. Найбільш привабливими є сорти сої, здатні забезпечити

рентабельну врожайність і пластичність вирощування за різних рівнів організації технологій.

Висновки до розділу 5:

1. Найвищу урожайність зерна (3,33 т/га) в середньому за 4 роки досліджень забезпечив сорт Кордоба на варіанті, де відбувалася взаємодія інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з внесенням мікродобрив Вуксал Борон + Басфоліар. Приріст зерна на цьому варіанті до контролю склав 43,5 %. Дещо нижчий урожай зерна (2,97 т/га або на 42,8 % вищий від контролю) на цьому ж варіанті удобрення отримано на сорті Максус і найменше (2,72 т/га, що перевищував контроль на 34,6 %) – на сорті Саска.

2. Дисперсійний аналіз отриманих нами даних урожайності показав, що у розрізі факторів, які вивчались, найбільший вплив на формування урожаю зерна сої мав фактор А (сорт) – його показники в роки досліджень становили від 17,3 до 52,2 %, значно меншим виявився фактор В (мікродобрива) його показники становили від 1,6 до 6,2 % і найменшим був фактор С (інокуляція) його показники становили від 0,5 до 2,5 %

3. Поєднання процесу інокуляції та застосування мікродобрив у технології вирощування дають значні результати із збільшення врожайності. Слід враховувати відносну вологість повітря і запаси продуктивної вологи ґрунту.

4. На врожай сої значно впливає інокуляція насіння азотфіксуючими бактеріями, яка підвищує врожайність, особливо високі показники врожайності на варіанті з поєднання двох інокулянтів Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, також вагомий влив на продуктивність врожаю містило використання мікродобрив Вуксал Борон + Басфоліар. Мікродобрива збагачують рослину мікроелементами, і вона краще розкриває свої сортові особливості.

5. На всіх варіантах досліду фоново було використано під культивацію внесення нітроамофоски, а також оброблено посівний матеріал фунгіцидно-інсектицидним препаратом Стандак Топ. Такі технологічні прийоми, у свою

чергу, запобігли розвитку таких захворювань, як фузаріоз, антракноз, пліснявіння насіння; сприяло укоріненню рослин у ґрунті, збільшенню асиміляційної поверхні листового апарату; активізувало роботу нітроредуктази, що зі свого боку активувало роботу процесів фотосинтезу.

6. Збільшення виробництва зерна сої можливе лише завдяки удосконаленню існуючих та розробці нових агротехнічних елементів інтенсивної технології її вирощування з урахуванням істотної зміни клімату.

Матеріали розділу викладено у працях:

1. Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам’янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. І. С. 9-16.

2. Федорук І. В. Особливості технології вирощування сої в умовах Південно-Західної частини Лісостепу. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2018. Ч. 1. С. 153-155.

3. Федорук І. В., Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали наук. інтернет-конф., 15 трав. 2018 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 191-194.

4. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник /* Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110-116. (Серія Сільськогосподарські науки).

5. Федорук І. В. Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від елементів технології вирощування. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 берез. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2019. Ч. 1. С. 163-165.

РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ, ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ВНЕСЕННЯ МІКРОДОБРИВ

6.1. Вміст та збір сирого протеїну у зерні сої

Зернобобові культури мають особливість накопичувати у вегетативній масі та в зерні значну кількість білка – це є шляхом вирішення для виробництва високопротеїнових, збалансованих за амінокислотним складом кормів [46, 126, 153, 156].

На сучасному етапі розвитку рослинництва в аграрній галузі соя займає особливе місце серед інших культур і належить до найважливіших високобілкових культур не тільки українського, але й світового виробництва.

Вже багато століть велика увага до цієї культури підтримується завдяки її низькій собівартості, тобто соя – це найдешевший продукт збалансованого за амінокислотами білка, який придатний для харчового і кормового використання [82].

Біохімічні показники зерна сої характеризуються не тільки високим вмістом протеїну, а й оптимальним складом амінокислот, який, за твердженням багатьох авторів, є досить стабільним, що пов'язано з генетичними особливостями рослини [61]. Проте хімічний склад зерна певного сорту сої може змінюватися залежно від типу ґрунту, кліматичних умов, виду і кількості добрив тощо [88].

Процес біосинтезу білка в зерні сої відбувається під час його дозрівання. Запасні білки утворюються з амінокислот та амідів, які надходять із вегетативної маси рослини. Починаючи з фази цвітіння, у цих органах посилюються гідролітичні процеси і реутилізація азоту в репродуктивні органи рослини. Тому склад білка в зерні сої в міру її дозрівання змінюється. Кількість альбумінів залишається на рівні 30% у фазах молочно-воскової та повної стиглості, натомість кількість глобулінів легуноподібних із 24 %

зростає до 46 %, а глобулінів віцілінoподібних, навпаки, зменшується від 46 % до 24 % [103, 156, 174, 175].

Під час досліджень було встановлено формування якісних показників зерна сої залежно від сорту, виду інокулянту та мікродобрив добрив, а також кліматичних умов зони вирощування.

Таблиця 6.1

Вміст сирого протеїну в зерні сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				$\overline{X}$	$S\overline{X}$	d	Sd	$t_ф$
	2015	2016	2017	2018					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сорт Максус									
Контроль	37,2	38,1	37,3	38,5	37,8	0,31	-	-	-
Вуксал Борон	37,5	38,8	37,6	38,6	38,1	0,34	0,35	0,46	0,76
Вуксал Борон + Басфоліар	37,6	38,7	37,7	38,6	38,2	0,29	0,38	0,43	0,88
Хі Стік	37,9	39,0	38,1	39,1	38,5	0,31	0,75	0,44	1,71
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	37,8	38,9	38,3	39,0	38,5	0,28	0,72	0,42	1,72
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	38,0	38,7	39,2	38,7	38,7	0,25	0,88	0,40	2,19
Хі Стік + Вуксал Борон	38,0	39,2	38,4	39,5	38,8	0,35	1,00	0,47	2,13
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	38,0	39,0	38,5	39,3	38,7	0,29	0,92	0,43	2,18
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	38,2	38,9	39,4	39,0	38,9	0,25	1,10	0,40	2,74
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	38,1	39,0	38,5	39,3	38,7	0,27	0,95	0,41	2,31
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	38,5	39,4	38,8	39,5	39,1	0,24	1,27	0,40	3,22

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	38,5	38,8	39,6	39,3	39,1	0,25	1,27	0,40	3,19
Сорт Кордоба									
Контроль	38,1	38,6	37,8	38,8	38,3	0,23	-	-	-
Вуксал Борон	38,5	38,8	38	38,7	38,5	0,18	0,17	0,29	0,60
Вуксал Борон + Басфоліар	38,9	39	38,3	39,2	38,9	0,19	0,52	0,30	1,75
Хі Стік	38,8	39,2	38,7	39,5	39,1	0,18	0,72	0,29	2,47
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	39	39,4	39	39,3	39,2	0,10	0,85	0,25	3,39
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	39,2	39,6	39,3	39,7	39,5	0,12	1,13	0,26	4,36
Хі Стік + Вуксал Борон	38,6	39,4	39	39,4	39,1	0,19	0,77	0,30	2,60
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	39,3	39,5	39,4	39,6	39,5	0,06	1,12	0,24	4,73
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	39,6	39,5	39,5	39,8	39,6	0,07	1,27	0,24	5,33
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	38,9	39,8	39,7	39,6	39,5	0,20	1,18	0,31	3,83
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	39,5	39,8	39,8	39,8	39,7	0,07	1,40	0,24	5,82
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	39,4	39,8	39,6	39,7	39,6	0,09	1,30	0,24	5,33
Сорт Саска									
Контроль	37,3	38	38,2	38,3	38,0	0,23	-	-	-
Вуксал Борон	37,5	38,6	38,5	38,7	38,3	0,28	0,38	0,36	1,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вуксал Борон + Басфоліар	37,6	38,8	38,9	38,9	38,6	0,32	0,60	0,39	1,54
Хі Стік	38,2	39,2	39	39	38,9	0,22	0,90	0,32	2,85
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	38,5	39,5	39,4	39,2	39,2	0,23	1,20	0,32	3,76
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	38,8	39,7	39,6	39,7	39,5	0,22	1,50	0,31	4,78
Хі Стік + Вуксал Борон	38,5	39,5	39,3	39,4	39,2	0,23	1,22	0,32	3,81
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	39	39,8	39,8	39,5	39,5	0,19	1,58	0,29	5,36
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	39	39,8	39,8	39,5	39,5	0,19	1,58	0,29	5,36
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	39,1	39,8	39,5	39,3	39,4	0,15	1,47	0,27	5,45
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	39,4	39,7	39,9	39,8	39,7	0,11	1,75	0,25	7,00
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	39,4	39,7	39,9	39,9	39,7	0,12	1,78	0,25	6,97

Примітка: теоретичний критерій достовірності Стьюдента для *v*=6 (2,45)

На основі порівняння середніх рівнів вмісту сирого протеїну в зерні сої різницевим методом нами встановлена статистично достовірна прибавка практично всіх дослідних варіантів до контролю. Не підтвердилася вона лише у варіантів з внесенням Вуксал Борон та Вуксал Борон + Басфоліар на сорті Саска, у варіантів з внесенням Вуксал Борон, Вуксал Борон + Басфоліар і варіанту з внесенням Хі Стік у сорту Кордоба.

У сорту Максус різниця до контролю була навпаки на межі підтвердження і підтвердилася лише у варіантів Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар та Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар.

Підвищення урожайності насіння за рахунок вдосконалення умов вирощування супроводжується збільшенням сирого протеїну. Як бачимо з результатів статистичної обробки, між урожайністю зерна сої та вмістом сирого протеїну спостерігається пряма залежність.

Таблиця 6.2

Збір сирого протеїну в зерні сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, т/га

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст ± до контролю	
	2015	2016	2017	2018		т/га	%
Сорт Максус							
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	0,558	0,503	0,653	1,455	0,792	-	-
Вуксал Борон	0,618	0,524	0,740	1,555	0,859	0,067	8,5
Вуксал Борон + Басфоліар	0,703	0,526	0,822	1,664	0,928	0,136	17,1
Хі Стік	0,785	0,562	0,865	1,595	0,951	0,159	20,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,843	0,654	0,881	1,646	1,006	0,214	27,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,806	0,697	1,850	1,827	1,295	0,503	63,5
Хі Стік + Вуксал Борон	0,839	0,580	0,918	1,813	1,037	0,245	30,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,882	0,698	0,955	1,843	1,094	0,302	38,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	0,875	0,766	1,091	1,969	1,175	0,383	43,4

Продовження таблиці 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	0,888	0,605	0,993	1,733	1,054	0,262	33,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,932	0,721	1,036	1,809	1,124	0,332	41,9
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,916	0,792	1,172	1,780	1,165	0,373	47,1
Сорт Кордоба							
Контроль	0,678	0,371	0,907	1,606	0,890	-	-
Вуксал Борон	0,758	0,392	1,645	0,786	0,895	0,005	0,56
Вуксал Борон + Басфоліар	0,790	0,402	1,003	1,772	0,991	0,101	11,3
Хі Стік	0,869	0,478	0,979	1,770	1,024	0,134	15,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	1,053	0,556	1,041	1,812	1,115	0,225	25,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	1,188	0,586	1,144	1,957	1,218	0,328	36,9
Хі Стік + Вуксал Борон	0,923	0,496	0,963	1,887	1,067	0,177	19,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	1,112	0,581	1,127	1,944	1,191	0,301	33,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	1,243	0,628	1,244	2,066	1,295	0,405	45,5
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	0,953	0,517	1,068	1,865	1,100	0,210	23,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	1,161	0,605	1,254	1,926	1,236	0,346	38,9
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	1,261	0,665	1,382	1,969	1,319	0,429	48,2

Сорт Саска							
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	0,638	0,315	0,867	1,256	0,769	-	-
Вуксал Борон	0,724	0,328	0,909	1,331	0,823	0,054	7,0
Вуксал Борон + Басфоліар	0,776	0,334	0,965	1,365	0,860	0,091	11,8
Хі Стік	0,859	0,349	1,010	1,349	0,891	0,122	15,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	1,178	0,367	1,040	1,407	0,998	0,229	29,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	1,226	0,417	1,081	1,528	1,063	0,294	38,2
Хі Стік + Вуксал Борон	0,943	0,367	1,132	1,674	1,029	0,260	33,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	1,228	0,390	1,174	1,631	1,105	0,336	43,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	1,248	0,454	1,162	1,726	1,147	0,378	49,2
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	1,013	0,374	1,043	1,423	0,963	0,194	25,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	1,292	0,397	0,954	1,532	1,043	0,274	35,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	1,320	0,464	1,065	1,480	1,082	0,313	40,7

Найбільший вплив на вихід сирого протеїну мало поєднання інокуляції насіння (два інокулянти) із внесенням мікродобрив на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар. Дані показники у сорту Максус в середньому становили 1,165 т/га, що до контролю дало прибавку 0,373 т/га, відповідно на 47,1 % більше від контролю. Сорт Кордоба на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар мав показники в середньому 1,319 т/га, що до

контролю дало прибавку 0,429 т/га, відповідно на 48,2 % більше від контролю, а у сорту Саска показники в середньому – 1,082 т/га, що до контролю дало прибавку 0,313 т/га, відповідно на 40,7 % більше від контролю.

Різниця у вмісті протеїну між досліджуваними сортами залежно від варіанту коливалась у межах від 37,7 % до 39,7 %, тоді як відповідно різниця показників у зборі протеїну становила від 792 кг до 1,082 кг.

6.2. Вміст та збір жиру у зерні сої

Соя – це рослина багата на білки та амінокислоти, жири і жирні кислоти, а також вітаміни, мінеральні речовини тощо. Вміст і склад жиру та білка в зерні сої зумовлені генетичною особливістю сорту. Співвідношення між основними речовинами зерна сої, зокрема між білком, олією та їх кількістю, у великій мірі залежить від сорту, технології вирощування, погодно-кліматичних умов, саме ці показники впливають на хімічний склад зерна сої.

Таблиця 6.3

Вміст сирого жиру в зерні сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				$\overline{X}$	$S\overline{X}$	d	Sd	$t_ф$
	2015	2016	2017	2018					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сорт Максус									
Контроль	19,9	20,1	19,8	19,9	19,9	0,06	-	-	-
Вуксал Борон	20,2	20,1	20,3	20,4	20,3	0,06	0,33	0,09	3,61
Вуксал Борон + Басфоліар	21	20,4	20,2	20,6	20,6	0,17	0,63	0,18	3,43
Хі Стік	22,3	22,5	22,7	21,9	22,4	0,17	2,43	0,18	13,32
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	22,1	22,4	22,8	22	22,3	0,18	2,40	0,19	12,61
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	21,8	22,8	22,3	21,7	22,2	0,25	2,23	0,26	8,52

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Хі Стік + Вуксал Борон	21,8	22,3	21,9	22	22,0	0,11	2,08	0,13	16,60
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	22,7	22	22,3	22,3	22,3	0,14	2,40	0,16	15,31
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	22,2	22,4	22,6	21,9	22,3	0,15	2,35	0,16	14,50
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	21,9	22,3	22	22,1	22,1	0,09	2,15	0,11	20,27
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	22,5	21,9	22,1	22,1	22,2	0,13	2,23	0,14	15,82
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	22,4	22,5	22,7	22,2	22,5	0,10	2,53	0,12	20,76
Сорт Кордоба									
Контроль	18,4	18,3	18,7	18,5	18,5	0,09	-	-	-
Вуксал Борон	18,5	18,7	18,7	18,9	18,7	0,08	0,23	0,12	1,90
Вуксал Борон + Басфоліар	18,7	18,9	19	19,1	18,9	0,09	0,45	0,12	3,73
Хі Стік	19,4	19,5	19,4	19,6	19,5	0,05	1,00	0,10	10,22
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	19,5	19,6	19,6	19,1	19,5	0,12	0,98	0,15	6,66
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	19,4	19,5	19,5	19,3	19,4	0,05	0,95	0,10	9,70
Хі Стік + Вуксал Борон	19,5	19,7	19,6	19,3	19,5	0,09	1,05	0,12	8,69
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	19,7	19,8	19,8	19,3	19,7	0,12	1,18	0,15	8,02

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	19,6	19,8	19,4	19,5	19,6	0,09	1,10	0,12	9,11
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	19,7	19,9	19,5	19,4	19,6	0,11	1,15	0,14	8,22
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	19,8	20	19,8	19,6	19,8	0,08	1,33	0,12	11,21
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	19,8	20	19,9	19,8	19,9	0,05	1,40	0,10	14,30
Сорт Саска									
Контроль	22	22,2	22,1	21,9	22,1	0,06	-	-	-
Вуксал Борон	22,1	22,5	22,4	22,2	22,3	0,09	0,25	0,11	2,24
Вуксал Борон + Басфоліар	22,2	22,4	22,7	22,5	22,5	0,10	0,40	0,12	3,27
Хі Стік	23,5	23,7	23,2	23,2	23,4	0,12	1,35	0,14	9,75
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	23,2	23,9	23,4	23,5	23,5	0,15	1,45	0,16	9,02
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	23,4	23,7	23,6	23,4	23,5	0,08	1,47	0,10	14,91
Хі Стік + Вуксал Борон	23,4	23,9	23	23,1	23,4	0,20	1,30	0,21	6,13
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	23,1	23,8	23,6	23,8	23,6	0,17	1,53	0,18	8,60
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	0,03	1,37	0,07	19,86
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	23,3	23,9	23,4	23,3	23,5	0,14	1,42	0,16	9,05
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	23,4	23,9	23,8	23,9	23,8	0,12	1,70	0,14	12,56

Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	23,7	23,6	23,9	23,8	23,8	0,06	1,70	0,09	18,62

Примітка: теоретичний критерій достовірності Стьюдента для *v*=6 (2,45)

Порівняння середніх рівнів вмісту сирого жиру в зерні сої різницевим методом дали нам можливість встановити статистично достовірну прибавку практично всіх дослідних варіантів до контролю. Не підтвердилася вона лише у варіанту з внесенням мікродобрива Вуксал Борон у сорту Саска і сорту Кордоба, оскільки розраховане значення критерію Стьюдента не перевищило його довідникове значення.

Таблиця 6.4

Збір сирого жиру в зерні сої сортів Максус, Кордоба, Саска залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, т/га

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст ± до контролю	
	2015	2016	2017	2018		т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	0,285	0,265	0,346	0,752	0,412	-	
Вуксал Борон	0,333	0,271	0,399	0,822	0,604	0,192	46,6
Вуксал Борон + Басфоліар	0,392	0,277	0,440	0,887	0,499	0,087	21,1
Хі Стік	0,462	0,324	0,515	0,894	0,548	0,136	33,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,493	0,376	0,524	0,928	0,580	0,168	40,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,462	0,410	0,586	1,024	0,620	0,208	50,5
Хі Стік + Вуксал Борон	0,482	0,330	0,523	1,009	0,586	0,174	42,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,527	0,393	0,553	1,046	0,629	0,217	52,7

1	2	3	4	5	6	7	8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	0,508	0,441	0,626	1,106	0,669	0,257	62,4
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	0,511	0,346	0,568	0,975	0,600	0,188	45,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,545	0,401	0,590	1,012	0,637	0,225	54,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,533	0,459	0,672	1,006	0,667	0,255	61,9
Сорт Кордоба							
Контроль	0,327	0,175	0,448	0,765	0,429	-	-
Вуксал Борон	0,364	0,188	0,458	0,818	0,457	0,028	6,53
Вуксал Борон + Басфоліар	0,379	0,194	0,497	0,863	0,483	0,054	12,6
Хі Стік	0,435	0,238	0,491	0,878	0,510	0,081	18,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,527	0,276	0,523	0,881	0,552	0,123	28,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,588	0,289	0,567	0,951	0,599	0,170	39,6
Хі Стік + Вуксал Борон	0,466	0,248	0,482	0,924	0,530	0,101	23,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,558	0,291	0,566	0,948	0,590	0,161	37,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	0,449	0,390	0,537	0,985	0,590	0,161	37,5
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	0,459	0,308	0,503	0,856	0,531	0,102	23,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,479	0,366	0,529	0,898	0,568	0,139	32,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,471	0,408	0,589	0,897	0,591	0,162	37,8

Продовження таблиці 6.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Сорт Саска							
Контроль	0,376	0,184	0,481	0,718	0,439	-	-
Вуксал Борон	0,426	0,191	0,528	0,763	0,477	0,038	8,7
Вуксал Борон + Басфоліар	0,446	0,192	0,562	0,789	0,497	0,058	13,2
Хі Стік	0,529	0,211	0,601	0,803	0,536	0,097	22,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,710	0,222	0,618	0,844	0,598	0,159	36,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,739	0,249	0,644	0,901	0,633	0,194	44,2
Хі Стік + Вуксал Борон	0,573	0,222	0,662	0,982	0,609	0,170	38,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,728	0,233	0,696	0,983	0,660	0,221	50,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	0,752	0,266	0,683	1,023	0,681	0,242	55,1
Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	0,603	0,225	0,618	0,855	0,575	0,136	30,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,768	0,239	0,569	0,920	0,624	0,185	42,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	0,794	0,276	0,638	0,883	0,647	0,208	47,4

Значний вплив на вихід сирого жиру з зерна сої мало поєднання інокуляції насіння (два інокулянти) із внесенням мікродобрив. Найкращі показники із збору сирогу жиру були на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар. Дані показники у сорту Максус в середньому становили 0,667 т/га, що до контролю дало прибавку 0,255 т/га, відповідно на 61,9 % більше від контролю. Сорт Кордоба на варіанті Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар мав показник в середньому 0,591 т/га, що до контролю дало

прибавку 0,162 т/га, відповідно на 37,8 % більше від контролю, а у сорту Саска цей показник в середньому – 0,647 т/га, що до контролю дало прибавку 0,208 т/га, відповідно на 47,4 % більше від контролю. Вміст сирого протеїну та жиру в зерні рослин сої є важливими показниками ефективності технології, але у повному обсязі про якість отриманого врожаю надають показники їх виходу з одиниці площі.

Висновки до розділу 6:

1. У виробництві та переробці зерна сої важливим показником є збір білка й жиру, як похідних величин від урожаю та масової частки жиру й білка в зерні. На всіх варіантах дослідження найбільший збір білка і жиру з одиниці площі посіву забезпечував сорт сої Кордоба. Якість насіння сої значною мірою залежить від сортових особливостей сорту, вибору інокулянта, внесення мікродобрив, фону живлення.

2. За вищим вмістом сирого протеїну виділявся сорт сої Кордоба на варіанті поєднання інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон і Басфоліар. У зерні його на цих ділянках містилось 39,7 % сирого протеїну або на 0,8 % більше порівняно з контролем. На цьому варіанті і збір сирого протеїну був найвищий – 1,392 т/га. Різниця за вмістом протеїну між досліджуваними сортами залежно від варіанту удобрення коливалась у межах 37,7-39,7 %, а за його збором – 792-1082 кг.

3. За виходом сирого жиру з урожаєм сої найкращим виявилося також поєднання інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон + Басфоліар. За такої умови найвищий він був у сорту Максус – 0,667 т/га, що на 0,255 т/га або на 61,9 % більше порівняно з контролем. Дещо менше сирого жиру 0,647 т/га) зібрано на ділянках сої з сортом Саска і найменше – у сорту Кордоба (0,591 т/га).

Матеріали розділу викладено у працях:

1. Бахмат О. М., Бахмат М. І., Федорук І. В. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу західного. Аграрна наука та освіта Поділля : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 14-16 берез. 2017 р., Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2017. Ч. 1. С. 59-62.

2. Влияние адаптивной технологии возделывания на формирование урожая зерна сои в условиях Западной Лесостепи Украины / Бахмат О. Н., Бахмат Н. И., Зеленский В. А., Федорук И. В. Современные достижения науки и пути инновационного восхождения экономики региона, страны: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18 мая 2017 года. Комрат, Молдова. 2017. С. 255-259.

3. Бахмат М. І., Бахмат О. М., Федорук І. В. Моделювання адаптивної сортової технології вирощування сої у господарствах Хмельницької області: рекомендації. Кам'янець-Подільський, 2017. 33 с.

4. Бахмат О. М., Федорук І. В. Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві: матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф., 15 лип. 2020 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський. С. 15-17.

5. Федорук І. В. Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях. Матеріали XII Міжнар. наук. конф. «Корми і кормовий білок», 15 лип. 2020 р. Вінниця, 2020. С. 116-119.

6. Якісний насіннєвий матеріал – основа вирощування органічної сої / Федорук І. В., Бахмат О. М., Хоміна В. Я. та ін. Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука», 4 листоп. 2020 р. / НМЦ ВФПО. Київ, 2020. С. 14-17.

7. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7-17.

РОЗДІЛ 7. БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА І ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

7.1. Біоенергетична оцінка

У нинішніх економічних умовах усе більшої актуальності набуває питання зменшення й раціонального використання енерґетичних ресурсів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. До цього спонукає порівняно високий рівень цін на основні види матеріально-технічних енергетичних ресурсів, які використовуються в технологіях вирощування польових культур (паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива, пестициди, сільськогосподарська техніка та запасні частини до неї).

В умовах динамічної ринкової економіки не завжди можливо дати об’єктивну оцінку ефективності обраної системи вирощування культури у вартісному вираженні. Меншою мірою залежні від ринкової економіки енергетичні показники, тому для адекватної оцінки систем землеробства та способів основного обробітку ґрунту важливого значення набуває визначення їх енергетичної ефективності.

На думку H.-C. Lin, K.-J. Hülsbergen [225], Я. П. Цвея [204], сучасні агротехнології мають формуватися на засадах високої рентабельності, стабілізації енергетичного балансу ґрунту, максимального використання та трансформації енергії сонця в сільськогосподарську продукцію.

Головна перевага енергетичної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур полягає в тому, що її використання дає можливість зіставити в єдиних показниках витрати на проведення агрозаходів з результатами виробництва рослинницької продукції. Тому енергетичний аналіз може бути використаний для більш глибокого й всебічного обґрунтовування технологічного процесу, який надалі повинен слугувати основою при встановленні закупівельних цін на різні види продукції, їх зміни по зонах і культурах, а також при обґрунтовуванні норм рентабельності в сільському господарстві.

Енергетичний аналіз складається з оцінки витрат усіх видів агрозасобів і живої праці, які переводяться за допомогою нормативних еквівалентів у ГДж і зіставляються з енергетичним приростом вирощеної продукції, також переведеною в ГДж/га. Енергетичний підхід дає можливість кількісно оцінювати енергетичну вартість одержаної сільськогосподарської продукції і порівнювати різні культури за витратами енергії, що затрачена на одиницю продукції при різних технологічних схемах.

Енергетична оцінка технологічних процесів передбачає порівняльний аналіз енергоємності технологій, тобто врахуванні енергії, що затрачена на отримання одиниці маси рослинницької продукції.

Суть енергоощадних технологій в рослинництві та землеробстві спрямована на застосування раціональних сівозмін, використання післяукісних та післяжнивних посівів, скорочення кількості операцій, вдосконалення механізованих процесів вирощування та збирання сільськогосподарських культур, покращення фізичних характеристик ґрунту, збереження й перерозподіл рослинних залишків, виконання транспортних операцій за перевантажувальною схемою, вдосконалення або розробку нових технологічних процесів, які скорочують витрати палива тощо.

Для оцінки рівня енергетичної ефективності виробництва зерна сортів сої в досліді використовували показники, які характеризували об’єкт, технологічний процес та кінцеву сільськогосподарську продукцію: прямі енергетичні витрати; непрямі енергетичні витрати; сукупні енергетичні витрати; сукупна енергія, накопичена в продукції рослинництва; енергетичний прибуток; коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва [79].

На основі проведених досліджень визначені інтервали допустимих значень коефіцієнта енергетичної ефективності: Кее < 1 – виробництво не ефективне; 1-2 – низький рівень ефективності; 2-3 – середній; 3-3,5 – вище середнього; Кее > 3,5 – високий.

У середньому за роки досліджень (2015-2018 рр.) розрахунки енергетичної ефективності показали, що вирощування сої було досить ефективним (табл. 7.1).

За допомогою енергетичного аналізу були розраховані складові елементи балансу енергії при вирощуванні сої в умовах Лісостепу України.

Цей аналіз здійснено за технологічними картами, які були розроблені для всіх варіантів польового досліду, з подальшими розрахунками надходження енергії з урожаєм (в перерахунку 1 кг зерна сої = 20,57 МДж енергії), коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва продукції.

Надходження валової енергії з врожаєм насіння було обумовлено коливаннями врожайності насіння під впливом досліджуваних факторів – сортового складу (фактор А), внесення мікродобрив (фактор В), обробки насіння інокулянтами (фактор С). Слід зазначити, що із зростання витрат сукупної енергії на вирощування зростав показник енергії, отриманої із урожаєм, оскільки застосування інокулянтів та мікродобрив зумовило досить суттєве зростання рівня урожаю та накопичення в ньому енергії.

Показник виходу одержаної із урожаєм енергії на варіантах контроль становив: у сорту Максус – 37531,23 МДж/га, енергетична собівартість склала 4775,28 МДж/т; у сорту Кордоба 41861,75 МДж/га, а енергетична собівартість склала 4286,46 МДж/т; тоді як у сорту Саска – 36448,60 МДж/га, енергетична собівартість склала 4888,97 МДж/т.

Отже, найвищий показник виходу енергії одержаної із урожаєм спостерігаємо у сорту Кордоба із застосуванням інокуляції насіння препаратами Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender та внесення на посіві мікродобрив Вуксал Борон та Басфоліар, тут значення показника становило 60086,05 МДж/га. Даний варіант досліду характеризується також найвищим показником коефіцієнта енергетичної ефективності (5,82) та найнижчим показником енергетичної собівартості – 3102,73 грн/т.

Таблиця 7.1

Енергетична ефективність вирощування сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив (в середньому 2015-2018 рр.)

Фактор А Сорт	Фактор В – внесення мікродобрива, Фактор С – обробка інокулянтом	Урожай-ність зерна, т/га	Витрати енергії, МДж/га	Отримано енергії з основною продукцією, МДж/га	Чистий енергетичний прибуток, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сої, од.	Енергетична собівартість зерна, МДж/т
	1	2	3	4	5	6	7
Максус	Контроль	2,08	9932,57	37531,23	27598,65	3,78	4775,28
	Вуксал Борон	2,25	10015,22	40598,68	30583,46	4,05	4451,21
	Вуксал Борон + Басфоліар	2,43	10151,17	43846,58	33695,40	4,32	4177,44
	Хі Стік	2,46	10030,04	44387,89	34357,85	4,43	4077,25
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,60	10047,99	46914,04	36866,04	4,67	3864,61
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,81	10114,29	50703,25	40588,95	5,01	3599,39
	Хі Стік + Вуксал Борон	2,66	10118,19	47996,67	37878,48	4,74	3803,83
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,82	10139,80	50883,68	40743,88	5,02	3595,68
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	3,02	10204,27	54492,46	44288,18	5,34	3378,90
	Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	2,71	10230,31	48898,86	38668,55	4,78	3775,02

	1	2	3	4	5	6	7
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,87	10251,92	51785,88	41533,95	5,05	3572,10
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,97	10298,06	53590,26	43292,21	5,20	3467,36
Кордоба	Контроль	2,32	9944,59	41861,75	31917,16	4,21	4286,46
	Вуксал Борон	2,44	10018,07	44027,02	34008,95	4,39	4105,77
	Вуксал Борон + Басфоліар	2,55	10141,19	46011,84	35870,65	4,54	3976,94
	Хі Стік	2,61	10025,56	47094,47	37068,91	4,70	3841,21
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,84	10060,01	51244,56	41184,55	5,09	3542,26
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	3,08	10131,81	55575,09	45443,27	5,49	3289,55
	Хі Стік + Вуксал Борон	2,72	10097,21	49079,30	49079,30	4,86	3712,21
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,94	10129,82	53048,95	42919,12	5,24	3445,52
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	3,26	10216,29	58822,98	48606,69	5,76	3133,83
	Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	2,78	10211,16	50161,93	39950,77	4,91	3673,08
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	3,11	10263,94	56116,40	45852,46	5,47	3300,30

	1	2	3	4	5	6	7
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	3,33	10332,08	60086,05	49753,97	5,82	3102,73
Саска	Контроль	2,02	9875,73	36448,60	26572,87	3,69	4888,97
	Вуксал Борон	2,14	9949,21	38613,86	28664,65	3,88	4649,16
	Вуксал Борон + Басфоліар	2,21	10064,99	39876,93	29811,94	3,96	4554,30
	Хі Стік	2,29	9953,03	41320,44	31367,41	4,15	4346,30
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,55	9992,98	46011,84	36018,86	4,60	3918,82
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,69	10046,45	48537,98	38491,54	4,83	3734,74
	Хі Стік + Вуксал Борон	2,62	10065,01	47274,91	37209,90	4,70	3841,61
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,80	10090,29	50522,81	40432,51	5,01	3603,68
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,90	10136,43	52327,19	42190,77	5,16	3495,32
	Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	2,44	10134,96	44027,02	33892,06	4,34	4153,67
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,63	10162,08	47455,35	37293,27	4,67	3863,91
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,72	10206,38	49079,30	38872,92	4,81	3752,34

Для сорту Максус найенергоефективнішим виявився варіант досліду із застосуванням інокулянтів Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender та внесенням мікродобрива Вуксал Борон, коефіцієнт енергетичної ефективності тут становить 5,34, а показник енергетичної собівартості – 3378,90 грн/т.

У сорту Саска найвищі показники енергоефективності були отримані у варіанті досліду, де проводилася обробка інокулянтами Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender та внесення мікродобрива Вуксал Борон. Коефіцієнт енергоефективності тут склав 5,16 од., а енергетична собівартість – 3495,32 грн/т.

Як свідчать наші розрахунки, використання інокулянтів та мікродобрив добрив є низьковитратним процесом, з точки зору енергетики, запропоновані нами варіанти забезпечували отримання ефективного продукту. Так порівняно з контролем без їх використання сума витрат непоновлюваної енергії на ділянка, де проводилися вищезгадані агрозаходи зростала з 9875,73-9944,59 МДж/га до 10136,43-10332,08 МДж/га або на 2-3 % більше. У свою чергу, істотний приріст урожаю зерна сої, одержаний на цих ділянках досліджень, забезпечив значний додатковий вихід акумульованої у ньому енергії на рівні 52327,19-60086,05 МДж/га, що на 43-45 % більше порівняно з неудобреними ділянками.

Отже, одержаний коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування зерна на рівні 5,16-5,82 досліджуваних сортів сої вказує на доцільність в умовах Лісостепу західного рекомендувати виробництву агрозаходи із обробки насіння сої інокулянтами Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender та внесення на посіві мікродобрив Вуксал Борон та Басфоліар, які забезпечують значний енергетичний ефект.

8.2. Економічна ефективність

В умовах ринку вирішення проблеми розвитку зернового господарства обумовлене підвищенням економічної ефективності його виробництва. Збільшення виходу продукції є передумовою економічного благополуччя галузі зерновиробництва. Впровадження інтенсивних технологій вирощування сої дає можливість отримувати максимальні прирости урожайності зерна. Метою створення та діяльності будь-якого підприємства є отримання прибутку.

Досягти максимального прибутку підприємство може лише за допомогою науково-обґрунтованого підходу до інтенсифікації моделей технології вирощування сої для забезпечення максимального виходу продукції та оптимізації величини витрат .

Відомо, що інтенсифікація технологій вирощування супроводжується збільшенням рівня витрат, що негативно впливає на рівень економічної ефективності виробництва продукції. Проте в жорстких умовах високої конкуренції на ринку важливим є розробка оптимізаційної моделі технологій вирощування, які б забезпечували максимальний вихід продукції при низьких затратах на виробництво продукції відповідної якості. Освоєння таких технологій, поряд із зростанням урожайності, забезпечить істотне підвищення якості зерна, що відповідає стандартам і вимогам сучасного ринку.

Важливим напрямком інтенсифікації і підвищення на цій основі врожайності зерна сої є вдосконалення таких елементів технології вирощування, як система захисту рослин, позакореневі підживлення та передпосівна обробка насіння. Економічно ефективні та доцільні до застосування у виробничому процесі лише ті прийоми інтенсифікації виробництва сої, які забезпечують збільшення виходу продукції з одиниці площі при невеликих затратах праці та засобів.

З погляду економічної ефективності соя:

1) забезпечує виробництво найдешевшого рослинного білка;

2) завдяки властивості біологічної фіксації азоту повітря значно зменшує потребу в придбанні та внесенні азотних мінеральних добрив у сільському господарстві;

3) забезпечує одержання екологічно чистої продукції.

Проведення економічного оцінювання технології вирощування сільськогосподарських культур є основою практичного застосування їх в аграрному виробництві. Така оцінка здійснюється за системою економічних показників, серед яких основними є врожайність, вартість продукції з 1 га, виробничі та повні витрати на 1 га, собівартість 1 т продукції, прибуток на 1 га, рентабельність. Ці результативні показники дають змогу оцінювати економічну ефективність застосування технології загалом як цілісного комплексу взаємозв'язаних виробничих процесів.

У системі економічного аналізу результатів виробництва застосовується також ціла низка допоміжних показників, що характеризують ефективність використання певних видів виробничих ресурсів, зокрема, землі, сортів та гібридів сільськогосподарських культур, добрив, засобів захисту рослин, техніки, фінансових витрат, а також витрат праці і грошових коштів. Оцінювання за показниками ефективності використання окремих виробничих ресурсів надає змогу виявити їх вплив на кінцеві результати виробництва і завдяки цьому визначати напрями зростання його ефективності [7].

У сучасних умовах ведення сільського господарства важливою вимогою до елементів технології, які розробляються та впроваджуються у виробництво, є зниження собівартості одиниці продукції, зменшення енергетичних витрат і, як результат, підвищення прибутку.

Економічна ефективність пропонованих технологічних прийомів вирощування сої є досить важливим показником, адже, власне, від вартості нових елементів технології та їх ефективності не тільки залежить рівень прибутковості, а й потенційна можливість їх упровадження у виробництво.

Визначення економічної ефективності виробництва насіння сої за варіантами технології її вирощування, згідно з досліджуваними системами

удобрення культури, здійснювали на основі розроблених технологічних карт, у яких відображено виробничі витрати для умов ведення великотоварного виробництва [101, 203]. Розрахунки обсягів робіт здійснювали за нормами виробітку для механізованих та ручних робіт, а витрат пально-мастильних матеріалів – за їх нормами на виконання технологічних операцій, розроблених Українським НДІ продуктивності агропромислового комплексу. Витрати на оплату праці визначали згідно з тарифною сіткою, чинною у 2018 р., з урахуванням доплат за класність, скорочення термінів та підвищення якості виконання робіт. Обсяги нарахування коштів на амортизацію, ремонт та обслуговування техніки здійснювали згідно зі Стандартами бухгалтерського обліку за відповідними нормативами ефективного використання машин та інших засобів виробництва [79]. Вартість основної продукції визначалася у відповідності із ціною реалізації (9000 грн за 1 т), яка сформувалась у 2018 році.

Отримані результати дослідження свідчать, що залежно від застосовуваної системи удобрення сої та використання інокулянтів значно змінюються не тільки врожайність і якість зерна сої, але і показники економічної ефективності використання виробничих ресурсів за різних варіантів технологій вирощування культури (табл. 7.2)

З урахуванням затрат, визначених технологічною картою, розраховані показники вирощування досліджуваних сортів сої за варіантами наших дослідів на контролі, без застосування мікродобрив та інокуляції насіння, із застосуванням мікродобрив та із обробкою насіння інокулянтами.

Високими економічними показними характеризуються варіанти вирощування сої, де проводилася обробка насіння інокулянтами та вносились на посівах мікродобрива у порівнянні із контрольними варіантами та із варіантами, де лише вносили мікродобрива на посіві, тут було отримано значно вищі показники прибутковості.

Таблиця 7.2

Економічна ефективність вирощування сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив (в середньому 2015-2018 рр.)

Фактор А Сорт	Фактор В – внесення мікродобрива, Фактор С – обробка інокулянтом	Урожай-ність, т/га	Виробничі витрати, грн/га	Валовий дохід, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Собівартість 1 т зерна, грн	Рівень рента-бельності, %
	1	2	3	4	5	6	7
Максус	Контроль	2,08	9977,72	18720,00	8742,28	4796,98	87,62
	Вуксал Борон	2,25	10284,72	20250,00	9965,28	4570,99	96,89
	Вуксал Борон + Басфоліар	2,43	10592,14	21870,00	11277,86	4358,91	106,47
	Хі Стік	2,46	10263,38	22140,00	11876,62	4172,10	115,72
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,60	10084,15	23400,00	13315,85	3878,52	132,05
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,81	10362,80	25290,00	14927,20	3687,83	144,05
	Хі Стік + Вуксал Борон	2,66	10571,62	23940,00	13368,38	3974,29	126,46
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,82	10393,21	25380,00	14986,79	3685,54	144,20
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	3,02	10671,46	27180,00	16508,54	3533,59	154,70
	Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	2,71	10873,68	24390,00	13516,32	4012,43	124,30

Продовження таблиці 7.2

	1	2	3	4	5	6	7
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,87	10695,27	25830,00	15134,73	3726,58	141,51
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,97	10969,40	26730,00	15760,60	3693,40	143,68
Кордоба	Контроль	2,32	9686,04	20880,00	11193,96	4175,02	115,57
	Вуксал Борон	2,44	9990,99	21960,00	11969,01	4094,67	119,80
	Вуксал Борон + Басфоліар	2,55	10295,52	22950,00	12654,48	4037,46	122,91
	Хі Стік	2,61	9917,99	23490,00	13572,01	3800,00	136,84
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,84	9778,97	25560,00	15781,03	3443,30	161,38
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	3,08	10008,86	27720,00	17711,14	3249,63	176,95
	Хі Стік + Вуксал Борон	2,72	10222,53	24480,00	14257,47	3758,28	139,47
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,94	10083,09	26460,00	16376,91	3429,62	162,42
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	3,26	10316,28	29340,00	19023,72	3164,50	184,40
	Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	2,78	10525,00	25020,00	14495,00	3785,97	137,72
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	3,11	10390,10	27990,00	17599,90	3340,87	169,39

	1	2	3	4	5	6	7
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	3,33	10619,17	30636,00	20016,83	3188,94	188,50
Саска	Контроль	2,02	9543,00	18180,00	8637,00	4724,26	90,51
	Вуксал Борон	2,14	9847,94	19260,00	9412,06	4601,84	95,57
	Вуксал Борон + Басфоліар	2,21	10150,83	19890,00	9739,17	4593,14	95,94
	Хі Стік	2,29	9756,53	20610,00	10853,47	4260,49	111,24
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,55	9627,64	22950,00	13322,36	3775,55	138,38
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender	2,69	9835,81	24210,00	14374,19	3656,44	146,14
	Хі Стік + Вуксал Борон	2,62	10070,13	23580,00	13509,87	3843,56	134,16
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,80	9937,94	25200,00	15262,06	3549,27	153,57
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон	2,90	10144,47	26100,00	15955,53	3498,09	157,28
	Хі Стік + Вуксал Борон + Басфоліар	2,44	10362,71	21960,00	11597,29	4247,01	111,91
	ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,63	10230,94	23670,00	13439,06	3890,09	131,36
	Хі Стік + ХайКот Супер + ХайКот Супер Extender + Вуксал Борон + Басфоліар	2,72	10437,05	24480,00	14042,95	3837,15	134,55

Так у сорту Максус на варіанті Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та внесенням мікродобрив Вуксал Борон та Басфоліар показник рівня рентабельності становив 141,51 %, у сорту Кордоба 169,39 %, у сорту Саска – 131,36 %. Ці показники є одними з кращих у досліді, але найвищий показник рівня рентабельності – 188,50 % – було отримано на варіанті із обробкою інокулянтами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та внесенням мікродобрив Вуксал Борон та Басфоліар у сорту Кордоба. При цьому собівартість 1 тонни зерна сої складала 3188,94 грн.

Для сорту Максус найефективнішим був варіант із обробкою насіння сої інокулянтами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + внесення мікродобрива Вуксал Борон, тут рівень рентабельності склав 154,70 %, а собіартість 1 т зерна становила 3533,59 грн.

Найвищий рівень рентабельності 157,28 % у сорту Саска було досягнуто на варіанті із обробкою насіння сої інокулянтами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + внесення мікродобрива Вуксал Борон, собівартість 1 т зерна тут склала 3498,09 грн.

Отже, у результаті інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та внесення мікродобрив Вуксал Борон та Басфоліару на посіві сої урожайність зерна зросла у порівнянні із контрольними варіантами досліду, що призвело до збільшення умовно чистого прибутку на 1 га у сорту Максус в 1,88 рази, у сорту Кордоба – в 1,78 рази, а у сорту Саска – в 1,84 рази.

За допомогою рисунку дамо економічну оцінку впроваджених у дослідах агрозаходів (застосування інокуляції та внесення мікродобрив на посівах сої), для цього розрахуємо показник окупності додаткових витрат, пов’язаних із їх застосуванням на найефективніших варіантах досліджуваних сортів.

Результати порівняльного аналізу свідчать, що економічна ефективність досліджуваних агрозаходів із застосування інокулянтів та внесення

мікродобрив на посівах сортів сої по відношенню до контрольного варіанту залежить від отриманого приросту урожайності і відповідних витратах.

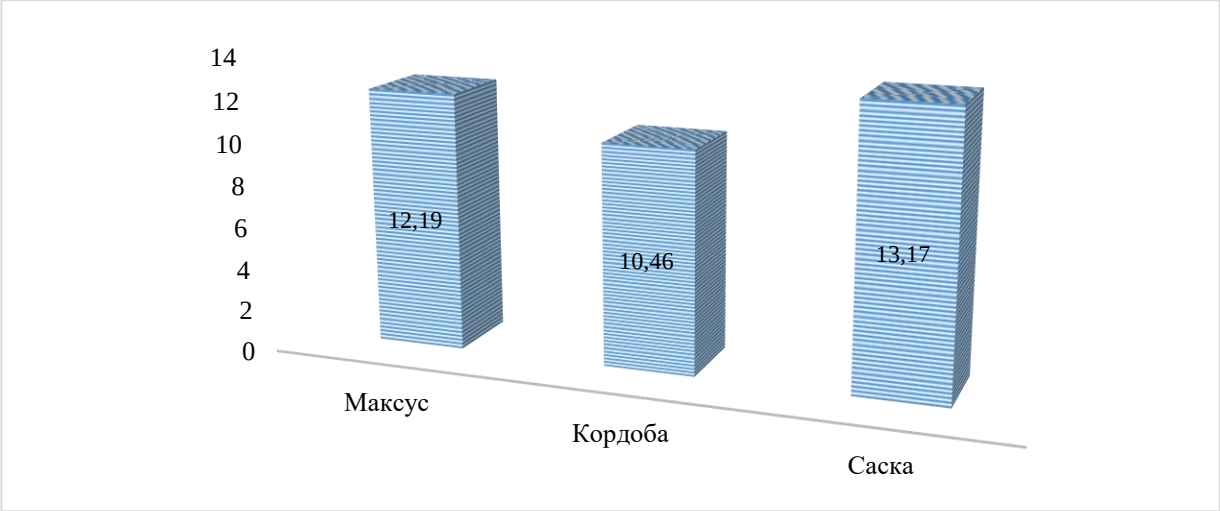

Рис. 7.1. Окупність додаткових витрат, пов'язаних із застосуванням інокуляції насіння та внесення мікродобрив на посівах сортів сої *(в середньому за 2015-2018 рр.)*

У варіантах, де застосовувалися досліджувані елементи технології використання інокулянтів та мікродобрив при вирощуванні зерна сої, спостерігається значне випередження темпів росту урожайності у порівнянні з витратами. Результатом є зменшення собівартості продукції. При цьому пропорційно до урожайності зростає і розмір виручки із розрахунку на 1 га, тобто збільшується дохідна частина. За комплексного впливу зазначених чинників зростає прибутковість виробництва, а окупність кожної додаткової гривні, витраченої на застосування інокулянтів, становить для сортів Макусус, Кордоба та Саска відповідно 12,19; 10,46 та 13,17 грн додаткового прибутку.

Висновки до розділу 7:

1. Показник виходу енергії одержаної із урожаєм на варіантах контроль становив: у сорту Максус – 37531,23 МДж/га, енергетична собівартість склала 4775,28 МДж/т, у сорту Кордоба – 41861,75 МДж/га, а енергетична собівартість склала 4286,46 МДж/т, тоді як у сорту Саска 36448,60 МДж/га, енергетична собівартість склала 4888,97 МДж/т.

2. З досліджуваних сортів сої енергетично найефективнішим виявився варіант досліду із застосуванням інокулянтів Хі Стік + Хай Кот Супер + ХайКот Супер Extender та внесенням мікродобрива Вуксал Борон. Тут коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сої сорту Максус становив 5,34, а показник енергетичної собівартості – 3378,90 МДж/т.

3. У результаті інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та внесення мікродобрив Вуксал Борон і Басфоліару на посіві сої урожайність зерна зросла у порівнянні із контрольними варіантами досліду, що призвело до збільшення умовно чистого прибутку на 1 га у сорту Максус в 1,88 рази, у сорту Кордоба – в 1,78 рази, а у сорту Саска – в 1,84 рази.

4. Найвищий показник рівня рентабельності – 188,5 % отримано на варіанті із обробкою насіння інокулянтами Хі Стік + Хай Кот Супер+Хай Кот Супер Extender і внесенням мікродобрив Вуксал Борон та Басфоліар у сорту Кордоба. За таких умов собівартість 1 тонни зерна сої складала 3188,94 грн.

Матеріали розділу викладено у працях:

1. Бахмат О. М., Бахмат М. І., Федорук І. В. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу західного. Аграрна наука та освіта Поділля : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 14-16 берез. 2017 р., Кам’янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2017. Ч. 1. С. 59-62.

2. Федорук І. В. Особливості технології вирощування сої в умовах Південно-Західної частини Лісостепу. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2018. Ч. 1. С. 153-155.

3. Федорук І. В., Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали наук. інтернет-конф., 15 трав. 2018 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 191-194.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукових завдань, які полягають у встановленні особливостей процесів росту та розвитку рослин сої та формування врожаю і якості зерна залежно від елементів технології вирощування, зокрема біологічних особливостей сорту, використання інокулянтів та внесення мікродобрив.

1. Найкраще виживання рослин сої впродовж вегетації було у сортів Кордоба – 95,0 % та Саска – 95,1 % на варіанті з інокуляцією насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон та Басфоліар. На цих варіантах удобрення була найвищою і густота рослин після сходів сої, яка у фазі повної стиглості становила 630,8 тис. шт./га у сорту Максус, 497,5 тис. шт./га – у сорту Кордоба та 404,5 тис. шт./га – у сорту Саска.

2. Найбільша висота рослин у фазі наливу бобів спостерігалася на варіанті взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон + Басфоліар і складала у сорту Максус 103,4 см, сорту Кордоба – 90,6 см і у сорту Саска – 126,7 см.

3. Найбільший приріст сухої речовини забезпечили такі сорти сої, як Кордоба – 1174,7 г/м^2 і Максус – 1121 г/м^2 у варіанті взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон + Басфоліар. Дещо нижчим цей показник був у сорту Саска – 1030,8 г/м^2.

4. Усі досліджувані сорти сої формували оптимальну площу листкової поверхні, яка на варіанті взаємодії інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон + Басфоліар складала у сорту Максус 51,2 тис. м^2 /га, у сорту Кордоба – 48,5 тис. м^2 /га і у сорту Саска – 46,9 тис. м^2 /га. Найвищу чисту продуктивність фотосинтезу (5,1 г/м^2 за добу) забезпечила соя сорту Максус

на варіанті Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender, що на 0,2 г/м^2 за добу більше порівняно з контролем.

5. Найвищу урожайність зерна в середньому за 4 роки досліджень (3,33 т/га або на 43,5 % більше порівняно до контролю) забезпечив сорт сої Кордоба на варіанті з інокуляцією насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон та Басфоліар. Дещо менше зерна (2,97 т/га, або 42,8 % приросту до контролю) на цих варіантах удобрення зібрано у сорту Максус і найменше – 2,72 т/га або 34,6 % приросту до контролю зібрано у сорту Саска.

6. За вмістом сирого протеїну виділявся сорт сої Кордоба на варіанті з інокуляцією насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender та обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон і Басфоліар, у зерні якого містилось його 39,7 % або на 0,8 % більше порівняно з контролем. На цьому варіанті і збір сирого протеїну був найвищий – 1,382 т/га.

7. За виходом сирого жиру з урожаєм сої найкращим виявилося поєднання інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон + Басфоліар. За цих умов найвищий він був у сорту Максус – 0,667 т/га, що на 0,255 т/га або на 61,9 % більше порівняно з контролем. Дещо менше сирого жиру (0,647 т/га) зібрано на ділянках сої з сортом Саска і найменше – у сорту Кордоба.

8. Найбільший вихід акумульованої урожаєм енергії був у сорту сої Кордоба на варіанті з поєднанням інокуляції насіння препаратами Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender з обробкою посівів мікродобривами Вуксал Борон та Басфоліар і складав 60086,05 МДж/га при найвищому коефіцієнті енергетичної ефективності – 5,82 та найнижчій енергетичній собівартості – 3102,73 грн/т зерна. Цей варіант забезпечував і найвищий рівень рентабельності – 188,5 % і найнижчу собівартість 1 т зерна сої – 3188,94 грн.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведених комплексних досліджень, а також їх економічного та біоенергетичного аналізу агроформуванням Лісостепу західного України для підвищення врожайності та якості зерна сої рекомендується:

- висівати більш інтенсивний середньораньостиглий сорт Кордоба;
- проводити інокуляцію насіння сої високоякісними інокулянтами різних формуляцій в поєднанні Хі Стік (4 кг/т) + Хай Кот Супер (1,42 л/т) + Хай Кот Супер Extender (1,42 л/т);
- вносити мікродобрива Вуксал Борон (1 л/га) у фазі бутонізації рослин сої та у фазі наливу бобів Басфоліар (2 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко С. М., Грицак І. П. Добрива для сої від компанії «Нутрітех Україна». *Агроном*. 2011. № 2. С. 38-40.

2. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Адамень Ф. Ф. и др. Киев : Аграрная наука, 2006. 456 с.

3. Адамень Ф. Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях Юга Украины. Симферополь : Таврида, 1995. 94 с. 5. Азотфіксація і продуктивність сої. URL : http://ua-referat.com.

4. Агафонов Е. В. Удобрение сои на чорноземе обыкновенном в условиях орошений. *Агрохимия*. 2004. № 6. С. 42-50.

5. Алиев Д. А., Акперов З. И. Фотосинтез и урожай сои. Москва, 1995. 126 с.

6. Антипчук А. Ф. Экологические аспекты селекции ризобий и повышение эффективности симбиоза. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1994. Т. 26, № 4. С. 315-333.

7. Андрійчук В. Г. Економіка аграрного підприємства : навч.-метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни. Київ : КНЕУ, 2000. 356 с.

8. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств : підручник. 2-ге вид. доп. і перероб. Київ : КНЕУ, 2002. 624 с.

9. Афендулов К. П. Влияние сроков внесения, сочетания и доз удобрений на фотосинтетическую активность растений. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1969. № 5. С. 53-56.

10. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в Україні в період глобальних змін клімату. Вінниця : ДІЛО, 2014. Т. 1. 468 с. : іл. 47.

11. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листкового індексу посівів сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я* : зб. наук. пр. Одеса, 2001. Вип. 12 : Біологічні та с.-г. науки. С. 179–184.

12. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ : Аграрна наука, 1998. 272 .

13. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої в світі. Київ. Аграрні науки. 2011. 548 с.

14. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : Урожай, 1993. С. 112.

15. Бабич А. О. Сортові ресурси сої. URL : http://a7d.com.ua/plants/6352-sortov-resursi-soyi.html.

16. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Соя – стратегічна культура світового землеробства 21 століття. *Пропозиція*. 2006. № 6. С. 45-46.

17. Бабич А. О., Колісник С. І. Вивчення і розробка способів формування врожаю насіння сої в Лісостепу України. *Матеріали І Всеукр. конф. по проблемі «Корми і кормовий білок»*. Вінниця, 1994. Симп. ІІІ. С. 191-192.

18. Бабич А. О. Продуктивний потенціал сортів сої для регіонів України. *Пропозиція*. 2000. № 11. С. 38–39.

19. Бабич А. А. Сортовая реакция сои на сроки посева, изменение густоты растений и условия питания. *Доклады ВАСХНИЛ*. Москва, 1974. № 10. С. 14-17.

20. Бабич А. О., Бахмат О. М., Чинчик О. С. Поліпшена технологія вирощування сої в умовах Західного Лісостепу України : рекомендації. Кам'янець-Подільський : Міркотан А. Г., 2009. 23 с.

21. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Теоретичне обґрунтування і розробка сучасних енергозберігаючих технологій вирощування зернобобових культур в Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 1996. Вип. 45. С. 18-20.

22. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Вплив елементів сортової технології на величину площі листкової поверхні посівів та урожайність зерна сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Матеріали ІІІ Всеукр. конф.*

«Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі». Вінниця, 2000. С. 19-20.

23. Бабич А. А., Петриченко В. Ф. Фотосинтетическая продуктивность посевов и урожайность зерна сои в зависимости от способа посева и густоты растений. *Корма и кормопроизводство* : межвед. темат. науч. сб. Киев, 1991. Вып. 31. С. 7-9.

24. Бабич А. А., Петриченко В. Ф. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои при известковании, внесении удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1992. № 5–6. С. 110–117.

25. Барсуков С. С., Барсуков А. С. Соя – важнейший источник белка и масла. *Аграрная наука*. 2005. № 3. С. 9–11.

26. Басанець О. Елементарно, соя! Які елементи живлення найбільше потрібні сої та як розпізнати дефіцит? URL : https://superagronom.com/articles/138-elementarno-soya-yaki-elementi-jivlennya-naybilshe-potribni-soyi-ta-yak-rozpiznati-defitsit.

27. Бахмат М. І., Бахмат О. М., Федорук І. В. Моделювання адаптивної сортової технології вирощування сої у господарствах Хмельницької області : рекомендації. Кам’янець-Подільський, 2017. 33 с.

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

29. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу західного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Данилюк В. Г., 2012. Вип. 73. С. 138-144.

30. Бахмат О. М. Використання фотосинтетичної активної радіації та формування урожайності сортами сої залежно від способу сівби та удобрення в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. / УААН, Ін-т кормів. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 118-123

31. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю : монографія. Кам'янець-Подільський : Мошак М. І., 2009. 208 с.

32. Бахмат О. М. Агротехнічне і екологічне обґрунтування сортової технології вирощування сої в умовах південної частини Західного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 - рослинництво. Вінниця, 2005. 21 с.

33. Бахмат О. М. Вплив біопрепаратів на сортову продуктивність сої в західному Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Львів, 2011. № 15 (1). С. 319–322. (Серія «Агрономія»).

34. Бахмат О. М. Оптимізація технології вирощування сої на зерно в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2009. Вип. 17. С. 29–33.

35. Бахмат О. М., Бабич А. О., Чинчик О. С. Особливості формування продуктивності сої на зерно за енергозберігаючою технологією в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2008. Вип. 16. С. 3–9.

36. 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.

37. Бахмат О. М., Бахмат М. І., Федорук І. В. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу західного. *Аграрна наука та освіта Поділля* : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 14-16 берез. 2017 р., Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2017. Ч. 1. С. 59-62.

38. Бахмат О. М., Федорук І. В. Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. І. С. 9-16.

39. Бахмат О. М., Федорук І. В. Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. *Актуальні питання*

сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., 15-16 черв. 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 59-62.

40. Бахмат О. М., Федорук І. В. Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф., 15 лип. 2020 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський. С. 15−17.

41. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах західного регіону України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 103-108.

42. Береговенко С. К. Вплив інокуляції насіння сої різними штамами Bradyrhizobium japonicum на вміст амінокислот і сирого протеїну в її зерні. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2001. Т. 33, № 5. С. 432-435.

43. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва : наук.-метод. забезпечення / Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Бердніков О. М. та ін. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.

44. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М. та ін. Київ : Нічлава, 2008. 352 с.

45. Біологічний азот : монографія / Патика В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Київ : Світ, 2003. 424 с.

46. Биологическая фиксация азота : монография. В 4-х т. С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др. Киев : Логос, 2011. Т. 4 : Ассоциативная азотфиксация. 412 с.

47. Биологическая фиксация азота : монография. В 4-х т. С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др. Киев : Логос, 2011. Т. 2 : Бобово-ризобиальный симбиоз. 523 с.

48. Биологическая фиксация азота : монография. В 4-х т. С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др. Киев : Логос, 2010. Т. 1 : Бобово-ризобиальный симбиоз. 508 с.

49. Биологическая фиксация азота : монография. В 4-х т. С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др. Киев : Логос, 2011. Т. 3 : Генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов. 404 с.

50. Биорегуляция микробно–растительных систем / Иутинская Г. А. и др. Киев : Ничлава, 2010. 464 с.

51. Блащук М. І., Бабич А. О. Технологічні аспекти підвищення продуктивності соєвого поля. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Тезис, 2003. Вип. 51. С. 100-102.

52. Бобові : брошура / BASF Agro. Київ, 2021. 81 с. URL : fhttps://www.agro.basf.ua/Documents/2021/BASF_bobovie_160x225_2021_web.pdf.

53. Брагина В. В., Мохань О. В., Кочева Н. С. Особенности роста и развития сортов сои в зависимости от уровня минерального питания. *Кормопроизводство*. 2017. № 2. С. 36-42.

54. Від хорошого до кращого. Інокулянти компанії BASF. *Агробізнес сьогодні*. 2015. 06 берез. С. 20-22. URL : http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2231-vid-khoroshoho-do-krashchoho-inokulianty-kompanii-basf.html.

55. Влияние адаптивной технологии возделывания на формирование урожая зерна сои в условиях Западной Лесостепи Украины / Бахмат О. Н., Бахмат Н. И., Зеленский В. А., Федорук И. В. *Современные достижения науки и пути инновационного восхождения экономики региона, страны* : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18 мая 2017 года. Комрат, Молдова. 2017 С. 255-259.

56. Волкогон В. В. Мікробіологія у сучасному аграрному виробництві. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2005. Вип. 1–2. С. 6-29.

57. Вплив бору на продуктивність сої / Бахмат О. М., Федорук І. В., Чубайко О. В., Городиська О. П. *Scientific achievements of modern society* :

abstracts of VIII International scientific and practical conference, 1-3 April. Liverpool, United Kingdom, 2020. P. 912.

58. Вплив антигібереліновихпрепаратів на анатомо-морфологічні показники рослин сої / Шевчук О. А, Ходаніцька О. О., Ткачук О. О., Шевчук В.В., Федорук І.В. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2020. Вип. 2. С. 26–32.

59. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т. Аграрний потенціал України. Київ : Аграрна наука, 2016. 332 с.

60. Генгель П. А. Физиология растений. Москва : Просвещение, 1974. 191 с.

61. Глущак А. Г. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2008. Вип. 16. С. 50-52.

62. Глущак А. Г. Фотосинтетична продуктивність посівів сої сорту Альянс 1 при різних нормах висіву. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський, 2005. Вип. 13. С. 66-68.

63. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.

64. Гутянський Р. А. Соя: значення та виробництво в Україні. URL : http://scientists.kharkov.ua/science-and-life/314-soya-znachennya-ta.

65. Дерев'янський В. П., Щербина Р. М. Чутливість сортів сої до позакореневого підживлення комплексонатами (Fe, Zn, Md, Cu). *Науково-технічний бюлетень* / Хмельн. НВО «Еліта». Київ, 1995. № 3. С. 38-42.

66. Дерев'янський В. П., Зеленський В. А., Ковальчук О. В. Ефективність застосування мікробіологічних препаратів та гербіцидів в посівах сої. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г., 2010. Вип. 18. С. 81-89.

67. Деревянский В. П. Соя. Київ : УкрИНТЕИ, 1994. 216 с.

68. Дзюбайло А. Г., Мигаль І. Б. Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокулювання. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Горбачук І. П., 2011. Вип. 69. С. 129-132.

69. Дзюбайло А. Г., Завірюха П. Д. Бобові кормові культури : навчальний посібник. Львів : ЛДАУ, 2004. 220 с.

70. Дзюбайло А. Г. Монастирська С. С., Досвядчинська М. Р. Загальне землезнавство : підручник. Дрогобич : Ред.-вид. відділ Дрогобицького держ. пед. ун-ту ім. Івана Франка, 2013. 246 с.

71. Дзюбайло А. Головчук М. Екологізація виробництва рослинного білка у Передкарпатті. *Acta Carpathica*. Rzeszów ; Drohobycz, 2013. № 10. P. 25-30.

72. Дзюбайло А. Г., Головчук М. І. Динаміка фотосинтезу сої залежно від технології вирощування. *Acta Carpathica*. Rzeszów ; Drohobycz, 2015. № 24. P. 134-140.

73. Дзюбайло А. Г. Продуктивність фотосинтезу рослин сої залежно від сорту та норм висіву. *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення* : зб. матеріалів III Міжнар. наук.-практ. конф. Дрогобич, 2016. С. 26-28.

74. Дідур І.М., Темченко М.О. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на продуктивність зерна нуту. Збірник наукових праць. Екологічні проблеми сільського виробництва: всеукраїнська науковопрактична конференція. 7 грудня 2016 р. Вінниця. 2016. С. 58-60.

75. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.

76. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

77. До питання біологічно активних речовин сої / Кулик М. Ф. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 10. С. 28-33.

78. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Токмакова та ін. Київ : Аграрна наука, 2010. С. 154-156.

79. Економічний довідник аграрника / В. І. Дробот, Г. І. Зуб, М. П. Кононенко та ін. Київ, 2003. 799 с.

80. Енергетична оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур : метод. реком. / уклад. : Ю. О. Тараріко, О. Э. Несмашна, Л. Д. Глущенко. Київ : Нора–принт, 2001. 60 с.

81. Ефективність спільної інокуляції сої Bradyrhizobium japonicum штам 2490 та Enterobacter aerogenes штам 30 Ф / Д. В. Крутило, Т. М. Ковалевська, О. В. Надкернична та ін. *Вісник ОНУ. Біологія* / Одес. нац. ун-т ім. І. І.Мечникова. Одеса, 2001. Т. 6, вип. 4. С. 149-152.

82. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с. : іл.

83. Забарський В. К., Мацибора В. І., Чалий А. А. Економіка сільського господарства. Київ : Каравелла, 2009. 264 с.

84. Іванюк С. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес Сьогодні*. 2015. № 21 (316). С. 50-54.

85. Іванюк С. Сучасна селекція сої. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 17 (288). URL : http://www.agro–business.com.ua/agronomiia–siogodni/2387–suchasna–selektsiia–soii.html.

86. Калініченко В. М. Агроекологічне обґрунтування та моделювання впливу кліматичних факторів на урожайність та якість зерна сої в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 03.00.16 – екологія. Житомир, 2005. 20 с.

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

88. Кармазиненко С. П. Мікроморфологічні дослідження викопних і сучасних ґрунтів України. Київ : Наукова думка 2010. 162 с.

89. Киризий Д. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. Киев : Логос, 2004. 191 с.

90. Кириченко О. В. Комплексна оцінка модуляційної здатності бульбочкових бактерій та особливості формування симбіотичних систем сої за інокуляції насіння мікробними композиціями. *Мікробіологічний журнал*. 2016. Т. 78, № 4. С. 90-101.

91. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

92. Климатология : учебник / О. А. Дроздов и др. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1989. 568 с.

93. 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.

94. Кобак С. Я., Дудченко В. І. Формування урожаю зеленої маси та зерна гороху польового (пелюшки) за різних норм висіву насіння при вирощуванні у Західному Поліссі. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН України. Вінниця, 2017. Вип. 84. С. 108-113.

95. Ковалевська Т. М., Надкернична О. В., Вакулик В. П. Роль бульбочкових бактерій в підвищенні продуктивності сої. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 32-33.

96. Когут М. М., Іщенко А. В. Деякі питання технології вирощування сої на Півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Одеса, 2005. Вип. 6. С. 97–100.

97. Колісник С. І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах Центрального Лісостепу

України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 1996. 18 с.

98. Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В. Вплив прийомів сортової технології на формування симбіотичної та насіннєвої продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. / Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН України. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 139-145. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2013_76_26.

99. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев : Основа, 2010. 352 с.

100. Конарев В. Г. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян. Санкт-Петербург, 2000. 186 с.

101. Корнасюк Ю. В. Рекомендації зі складання і економічного обґрунтування технологічних карт в рослинництві. Кіровоград, 2013. 52 с.

102. Костяков А. Н. Основы мелиораций. 6 изд. Москва : Сельхозгиз, 1960. 630 с.

103. Крутило Д. В., Ковалевська Т. М. Особливості поширення бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України. *Агроекологічний журнал*. 2003. № 3. С. 59-63.

104. Курбанов Г. К. Атабаева Х. Н. Густота стояния растений и урожай. *Технические культуры*. 1990. № 6. С. 19.

105. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Москва : Высшая школа, 1984. 240 с.

106. Лазарь В. Г. Секреты сои. *Агрооглядд*. 2000. С. 170.

107. Лазарь В. Г. Соя: история сои, применение в пищевой промышленности. Киев : Раритет, 2003. 141 с.

108. Лихочвор В. Особенности листовой подкормки. *Зерно*. 2008. № 5. С. 48-53.

109. Марчук І. Сучасні добрива – на варті врожаю. *Пропозиція.* 2009. № 4. С. 42-45.

110. Марков І. Потенційні небезпеки сої. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 14. URL : http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/475-potentsiini-nebezpeky-soi.html

111. Мартинюк О. М. Соя в Західному Лісостепу. *Насінництво*. 2007. № 10. С. 8-10.

112. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства : підручник. Київ : Вища школа, 1994. С. 136-153.

113. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1989. 206 с.

114. Мельник І. І., Гречкосій В. Д. Комплексна механізація вирощування та збирання сої. *Агроном*. 2007. № 2. С. 152-153.

115. Мельник В. М., Кірізій Д. А., Коць С. Я. Фотосинтетичні параметри та азотфіксувальна активність у різних за ефективністю симбіотичних системах соя – Bradyrhizobium japonicum. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка*. 2014. Вип. 3 (60). С. 272-277. (Серія Біологія).

116. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др. 3-е изд. перераб. и доп. Ленинград : Агропромиздат. Ленинградское отд-ние, 1987. 430 с.

117. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин ; під ред. В. В. Волкодава. Київ, 2000. Загальна частина. 100 с.

118. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Волкогон та ін. Київ : Аграрна наука, 2011. 153 с.

119. Мишустин Е. Н., Шильникова В. Ж. Биологическая фиксация атмосферного азота. Москва, 1968. 530 с.

120. Мікробні препарати в землеробстві: теорія і практика / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська та ін. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.

121. Мінковський А. Є. Вплив способів основного обробітку ґрунту та способів сівби на продуктивність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2000. № 12–13. С. 74–76.

122. Мойсеєнко В. В., Маліновський А. С. Проблеми вирощування та використання сої в різних екологічних умовах Житомирщини. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 40-41.

123. Моргун В. В., Коць С. Я. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: стан і перспективи досліджень. *Фізіологія і біохімія рослин*. 2008. Т. 40, № 3. С. 187-205.

124. Москалець В. В., Шинкаренко В. К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 3. С. 20.

125. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Грінь Д. С., 2017. Вип. 99. С. 115-119.

126. Нетіс В. І. Якість зерна сої за різних технологічних заходів вирощування. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин, (7 черв. 2017 р., м. Київ) / М-во аграр. політики та прод. України, Укр. Ін-т експертизи сортів рослин. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 230 с.

127. Нетіс В. І. Формування симбіотичного апарату сої залежно від інокуляції насіння, сорту та фону живлення в умовах зрошення. *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві* : матеріали XII наук. конф. молодих вчених, (м. Чернігів, 24-25 жовт. 2017 р.). Чернігів : Брагинець О. В., 2017. С. 38-40.

128. Ничипорович А. А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности. *Физиология сельскохозяйственных растений*. 1967. Т. 1. С. 309-353.

129. Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва : АН СССР, 1969. 137 с.

130. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва : АН СССР, 1956. 330 с.

131. Нове покоління мікродобрив: оцінка і перспективи / Булигін С. Ю. та ін. *Науковий вісник НАУ* : зб. наук. пр. Київ, 2005. Вип. 87. С. 164-171.

132. Носко Б. С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. Київ : Аграрна наука,1999. 100 с.

133. Огурцов Є. М., Белінський Ю. В. Продуктивність фотосинтезу сої залежно від погодних умов і технологічних прийомів вирощування в східній частині лівобережного Лісостепу України. URL : http://ua.z-pdf.ru/7biologiya/768110-1-6-udk-635655-63251-6329311-632934-produktivnist-fotosintezu-soi-zalezhno-vid-pogodnih-umov-tehnologichnih-priyomiv.php.

134. Ожередов С. П. Роль сої як попередника в технологіях вирощування зернових культур. *Вчимося господарювати* : матеріали наук.-практ. семінару молодих вчених та спеціалістів, 22-23 листоп. 1999 р., Київ-Чабани. Київ : Нора-прінт, 1999. С. 57-59.

135. Олійник В. І., Камінський В. Ф., Рукангантамбара Хамулу. Вплив бактеріальних препаратів на азотфіксацію і насіннєву продуктивність посівів сої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інституту землеробства УААН»*. Київ : Нора-Прінт, 2000. № 1. С. 60-61.

136. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / М-во аграр. політ. України ; за ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.

137. Основи наукових досліджень в рослинництві / Е. Р. Єрмантраунт, М. І. Бахмат, І. П. Рихлівський та ін. Кам’янець-Подільський, 2005. 53 с.

138. Основи землеробства : підручник / за ред. О. Ф. Смаглія. Житомир : ВДНЗ «Державний агроекологічний університет», 2008. 514 с.

139. Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях / Федорук І. В. та ні. *Збірник тез ІІІ Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. Київ, 2020. С. 83-86.

140. Оюрская Ю. И. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сортов сои при различных сроках посева : автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук : 06.01.09 – растениеводство. Благовещенск, 2005. 20 с.

141. Патыка В. Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка*. Тернопіль, 2014. № 3 (60). С. 10-15. (Серія Біологія).

142. Пащенко О. І. Формування асиміляційної листкової поверхні сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН.* Дніпропетровськ, 2009. № 37. URL : https://institut-zerna.com/library/pdf37/10.

143. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навчальний посібник. 4-те вид., випр. і доп. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.

144. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 3. С. 24-27.

145. Петриченко В. Ф. та ін. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 2. С. 19-22.

146. Петриченко В. Ф. Оцінка впливу гідротермічних ресурсів на реалізацію потенціалу продуктивності і якості насіння сої Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 1995. № 40. С. 31-35.

147. Петриченко В. Ф., Середа Л. М. Наукові основи формування урожаю сої при ранніх строках сівби в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць ВДАУ*. Вінниця, 2001. Вип. 9. С. 3-10.

148. Петриченко В. Ф., Кирилюк А. Б. Вплив агротехнічних заходів на формування урожайності і біохімічних показників насіння сої. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 2001. Вип. 47. С. 107-109.

149. Петриченко В. Ф., Середа Л. М. Особливості формування продуктивності сої залежно від гідротермічних ресурсів та впливу агротехнічних заходів. *Збірник наукових праць ВДАУ*. Вінниця, 2000. Вип. 8. Т. 1. С. 53-57.

150. Петриченко В. Ф., Середа Л. М. Наукові основи формування урожаю сої при ранніх строках сівби в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць ВДАУ*. Вінниця, 2001. Вип. 9. С. 3-10.

151. Петриченко В. Ф., Лісова Т. Є. Шляхи підвищення продуктивності гороху в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць ВДАУ*. Вінниця, 2001. Вип. 9. С. 74-77.

152. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Чорна В. М. Вплив інокуляції та морфорегулятора на особливості росту рослин сої в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 11. С. 29-34. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2017_11_6.

153. Петр И. Формирование урожая зернобобовых культур. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур. Москва : Колос, 1984. С. 201-206.

154. Передпосівна обробка насіння сої / В. Ф. Петриченко та ін. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 244-246.

155. Пернак Ю. Л., Медведєва Л. Р., Сухарєва М. Д. Аспекти вирощування різних за стиглістю сортів сої. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф. Вінниця, 2000. 23 с.

156. Підвищення вмісту білку в зерні сої. URL : https://www.yara.ua/crop-nutrition/soybean/improving-soybean-quality/increasing-soybean-protein-content/.

157. Підлубна О. Д. Основні чинники впливу на економічну ефективність виробництва насіння сої. *Економіка АПК* : міжнар. наук.-виробн. журн. 2011. № 11. С. 31-34.

158. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Формування елементів продуктивності та врожайності сортів сої під впливом застосування біостимуляторів росту. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2011. № 16. С. 112-116.

159. Посыпанов Г. С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. *Известия ТСХА* / Рос. гос. аграр. ун-т, Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. Москва, 1983. Вып. 5. С. 17-26.

160. Продуктивність сої залежно від бактеріальної обробки насіння / Патика В. П. та ін. Київ : Урожай, 1992. 70 с.

161. Практикум по физиологии растений / Н. И. Третьяков и др. Москва : Агропромиздат. 1990. 271 с.

162. Продукти білкові рослинного походження. Макухи та шроти. Метод визначання вмісту білкового азоту : ДСТУ 4923:2008 : вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. Національний стандарт України.

163. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення / Головатюк Є. О. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 1. С. 17-20.

164. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С. І. Мельник та ін. ; МАП України, УААН. Київ, 2007. 55 с.

165. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. *Наукові праці ПДАА*. Полтава, 2011. Вип. 2, т. 2. С. 215-220. (Серія «Економічні науки»).

166. Ржанова Е. И. Физиология роста и развития зернобобовых растений. *Физиология сельскохозяйственных растений*. Москва, 1970. Т. 6. С. 5-62.

167. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / Бабич А. О. та ін. *Пропозиція*. 2000. № 5. С. 38-40.

168. Рослинництво : практикум / за ред. О. І. Зінченка. Вінниця : Нова книга, 2008. 536 с.

169. Сайко В. Ф. Особливості землеробства у зв'язку зі світовою економічною кризою. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ : ЕКМО, 2009. Спецвип. С. 3-18.

170. Сивков С. В. Методы расчетов характеристик солнечной радиации. Ленинград : Сельхозгиз, 1968. 232 с.

171. Симбіотичні властивості і продуктивність сої залежно від концентрації її лектину в інокуляційній суспензії Bradyrhizobium japonicum 634б / Маменко П. М., Маліченко С. М., Даценко В. К., Коць С. Я. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2003. Т. 35, № 3. С. 215-221.

172. Січкарь В. І. Основні результати та напрямки селекції сої. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ, 2001. С. 121-125.

173. Сологуб О. М. Формування продуктивності сої залежно від рівнів інтенсивності технологій в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : Тезис, 2003. Вип. 51. С. 110-113.

174. Соя. Технічні умови : ДСТУ 4964: 2008 : вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. Національний стандарт України.

175. Соя: биология, производство, использование / под ред. Гурикбала Сингха ; Пентджабский с.-х. ун-т, фак-т селекции, растений и генетики. Лудхиана, Индия : Зерно, 2014. 650 с.

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

177. Соя / под ред. Ю. П. Мякушко, В. Ф. Баранов. Москва : Колос, 1984. 332 с.

178. Соя – универсальная культура / под ред. В Михайлова. Киев : Урожай, 1982. 98 с.

179. Соя (генетика, селекция, семеноводство) / Лещенко А. К., Сичкарь В. И., Михайлов В. Г., Марьюшкин В. Ф. Киев : Наукова думка, 1987. 256 с.

180. Субба Рао А., Семми Редди К. Управление питанием сои. *Зерно*. 2014. № 8. С. 125-131.

181. Такманова Л. Н. Штамы Bacillus pol., achromobacter. Flbum – основа для создания бактериальных препаратов. *Микробиологический журнал*. 1997. № 4. С. 131.

182. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, С. І. Колісник, С. Я. Кобак та ін. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. / УААН, Ін-т кормів. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 113-121. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2011_69_20.

183. Технології позакореневого живлення польових культур. Соя. URL : https://agrii.com.ua/storage/origin/site_corporate_posts/23/a0b0931cb9c29d97a90935d5e2d6964b.pdf.

184. Технології вирощування і використання сої для вирішення проблеми кормового білка на Україні : (методичні рекомендації) / Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Кулик М. Ф. ін. Київ : Укрінформагропром, 1991. 36 с.

185. Тимченко В. Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство. URL : http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/.

186. Тооминг Х. Г., Гуляев Б. И. Методика измерения ФАР. Москва : Наука, 1967. 143 с.

187. Федоровський М. Г. Вирощування сої та рицини. Дніпропетровськ, 1950. 40 с.

188. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник* / Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110. (Серія Сільськогосподарські науки).

189. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія = Agrobiology* : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. № 2 (161). С. 178-184.

190. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7– 17.

191. Федорук І. В., Хмелянчишин Ю. В., Городиська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам’янець-Подільський, Вип. 33. 2020. С. 54-61.

192. Федорук І. В. Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від елементів технології вирощування. *Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції* : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 берез. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2019. Ч. 1. С. 163-165.

193. Федорук І. В. Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях. *Матеріали XII Міжнар. наук. конф. «Корми і кормовий білок»*, 15 лип. 2020 р. Вінниця, 2020. С. 116-119.

194. Федорук І. В., Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали наук. інтернет-конф., 15 трав. 2018 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 191-194.

195. Федорук І. В., Бахмат О. М. Вплив інокуляції на врожайність сортів сої різних груп стиглості в умовах нестійкого зволоження Південно-Західного Лісостепу. *Збірник тез III Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. Київ, 2018. С. 635-639.

196. Федорук І. В. Значення мікроелементів у технології вирощування сої в умовах Південно-Західного Лісостепу України. Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії : матеріали V Всеукр. заочної наук.-практ. конф., 11-12 квіт. 2017 р. Харків, 2017. С. 32-37.

197. Федорук І. В. Особливості технології вирощування сої в умовах Південно-Західної частини Лісостепу. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2018. Ч. 1. С. 153-155

198. Фізіологія рослин : підручник / Макрушин М. М. та ін. Вінниця : Нова книга, 2006. 416 с.

199. Фотосинтез и фиксация атмосферного азота растениями сои. Нгуен Тхи Чи и др. *Физиология растений*. 1983. Т. 30. Вып. 4. С. 674-671.

200. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : навчальний посібник / за ред. В. О. Ушкаренка. 2-е вид., перероб. і доп. Суми : Університетська книга, 2003. 296 с.

201. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист : монографія / Петриченко В. Ф. та ін. Вінниця : Віндрук, 2016. 106 с.

202. Цинк. Системний підхід у мінеральному живленні рослин / Полянчиков С. та ін. *Агроном*. 2017. № 10. С. 112-113. URL : https://www.agronom.com.ua/tsynk-systemnyj-pidhid-u-mineralnomu-zhyvlenni-roslyn/.

203. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика). / за ред. П. Т. Саблука та ін. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. Т. 1 : Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. 697 с.

204. Цвей Я. П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційних сівозмін. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. Київ, 2011. Вип. 12. С. 46-55.

205. Чинчик О. С. Оптимізація сортової агротехніки вирощування сої за рахунок способу сівби та удобрення в умовах Західного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 2008. 20 с.

206. Чорнолата Л. Кормова цінність протеїну та жиру насіння сої. *Сучасне тваринництво*. 2018. URL : http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/11332-kormova-tsinnist-proteinu-ta-zhyru-nasinnia-soi.html.

207. Чумак А. Бор у вирощуванні сої. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 88-89.

208. Чумак А., Довгаюк-Семенюк М. Молібден та соя: можливості й проблеми. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 60-62.

209. Шайко О. Г., Концеба С. М. Шляхи підвищення ефективності виробництва олійних культур на регіональному рівні. *Економіка АПК* : міжнар. наук.-виробн. журн. 2013. № 5. С. 31-37.

210. Шадчина Т. М., Гуляєв Б. І., Кірізій Д. А. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 348 с.

211. Шевніков М. Я., Коблай О. О. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої та кукурудзи : монографія. Полтава : Крюков Ю. Ф., 2015. 228 с.

212. Якісний насіннєвий матеріал – основа вирощування органічної сої / Федорук І. В., Бахмат О. М., Хоміна В. Я. та ін. *Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука»*, 4 листоп. 2020 р. / НМЦ ВФПО. Київ, 2020. 220 с.

213. Agroecological influence of micronutrient fetilizers and seed inoculation on a soybean crop / Fedoruk Inna, Bakhmat Oleg, Khmelianchyshyn Yuri, Gorodyska Olesia. *EUREKA : Life Sciences* : scientific journal. Tallin, Estonia, 2021. Is. 2. P. 16-24.

214. Allen O. N, Allen E. K. The leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation. Madison : Univ, Wisconsin Pres, 1981. 800 p.

215. Andreote F. D., Gumiere Th., Durrer A. Exploring interactions of plant microbiomes. *Scienta Agricola*. 2009. Vol. 71, № 6. P. 528-539.

216. Egli D. B. Variation in leaf starch and sink limitations during seed filling in soybean. *Crop Science*. 1999. № 39. P. 1361-1368.

217. Egli D. B., Guffy R. D., Leggett J. E. Partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in soybean. *Agronomy Journal*. 1985. № 77. P. 917-922.

218. Hardman J. J., Brun W. A. Affect of atmospheric carbon dioxide enrichment at different development stages on growth and yield components of soybeans. *Crop Science*. 1971. № 11. P. 886-888.

219. Nap B., Bisseling T. Development biology of plant–prokaryote symbiosis: The legume root nodule. *Science*. 1990. Vol. 250, № 4993. P. 943-954.

220. Weaver D. B., Akridge R. S., Thomas C. A. Growth habit, planting date and row-spacing effects on late-plented soybean. *Crop Sc*. 1991. Vol. 31, № 3. P. 805-810.

221. Herrige D., Peoples M. B., Boddey R. M. Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*. 2008. № 311. P. 1-18.

222. Jiang G. H., Egli D. B. Shade induced changes in flower and pod number and fruit abscission in soybean. *Agronomy Journal*. 1993. № 85. P. 221-225.

223. Leaf area index simulation in soybean grown under near optimal conditions / Setiyono T. D., Weiss A., Specht J. E. et al. *Field Crops Research*. 2008. Vol. 108. P. 82- 92.

224. Shibles R. M., Weber C. R. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybean. *Crop Science*. 1965. № 5. P. 755-757.

225. Lin H. C., Hulsbergen K. J. A new method for analyzing agricultural land-use efficiency, and its application in organic and conventional farming systems in southern Germany. *Eur. J. Agron*. 2017. Vol. 83. P. 15-27.

226. Soybean: north coast new planting guide. URL : http://www.australianoilseeds.com/__data/assets/pdf_file/0020/7670Soybean_North_Coast_NSW_Planting_Guide.pdf.

227. Soybeans: Planting and Crop Development. URL : http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/2planting.htm.

228. Soybean varieties: brochure / LLC «Prograin Ukr» Kyiv, 2021. URL : http://www.prograinukr.com.ua. pdf.

229. Microfertilizers : product catalog / LLC «Spectrum-Agro» Kyiv, 2021. URL : https://www.spectr-agro.com/showpartner/35/pdf

230. Nenadie N., Dordevis V. Uticaj otubrenya mineralnim dubruvima na prinus semena soje. *Adchemia*. 1980. № 5/6. P. 215-223.

231. Wells R. Soybean growth response to plant density: Relationship among canopy photosynthesis, leaf area and light interception. *Crop Science*. 1991. № 31. P. 755-761.

232. Growth and development of soybean ioslines that differ for naturity / Wilcox J. A., Wiebolt W. J., Niblack T. I., Kephart K. D. *Agronomy Journal*. 1995. № 87. P. 932-935.

233. Williams L. E., Phillips D. A. Effect of irradiance on development of apparent nitrogen fixation and photosynthesis in soybean. *Plant Physiology*. 1980. № 66. P. 968-972.

ДОДАТКИ

Додаток А 1

Метеорологічні умови під час періоду вегетації

Рік	Місяць	Середньодобова температура повітря, ^{0}C	Опади, мм	Середньо багаторічна температура,^{0}C	Середньо Багаторічні опади, мм
2015	Січень	-4	16	-5	37
	Лютий	-2,8	28,4	-3,1	36
	Березень	2,9	26,2	1,4	33
	Квітень	10,5	13,9	8,7	51
	Травень	13,8	47,2	14,5	66
	Червень	20,6	145,2	17,5	101
	Липень	22,1	80,1	18,6	82
	Серпень	20,9	29,1	18	60
	Вересень	15,9	32,7	14,1	48
	Жовтень	5,9	81,4	8,3	28
	Листопад	2	57,6	2,8	38
	Грудень	-1,7	69,1	-2	40

Рік	Місяць	Середньодобова температура повітря, ^{0}C	Опади, мм	Середньо багаторічна температура,^{0}C	Середньо Багаторічні опади, мм
2016	Січень	-4	15,8	-5	37
	Лютий	-2,5	24,9	-3,1	36
	Березень	5	26,1	1,4	33
	Квітень	12,6	14,4	8,7	51
	Травень	14,9	46,8	14,5	66
	Червень	20,1	143,7	17,5	101
	Липень	21,6	71,82	18,6	82
	Серпень	20,5	28,8	18	60
	Вересень	16,6	38,2	14,1	48
	Жовтень	6,8	67,5	8,3	28
	Листопад	1,9	57,3	2,8	38
	Грудень	-1,3	38,3	-2	40

Додаток А 2

Метеорологічні умови під час періоду вегетації

Рік	Місяць	Середньодобова температура повітря, ^{0}C	Опади, мм	Середньо багаторічна температура,^{0}C	Середньо Багаторічні опади, мм
2017	Січень	-5,7	4,2	-5	37
	Лютий	-1,7	12,5	-3,1	36
	Березень	6,8	21,8	1,4	33
	Квітень	9,6	29,7	8,7	51
	Травень	15,1	53,4	14,5	66
	Червень	19,5	103,1	17,5	101
	Липень	20,3	42,3	18,6	82
	Серпень	21,6	27,8	18	60
	Вересень	15,8	39,2	14,1	48
	Жовтень	9,7	41,7	8,3	28
	Листопад	4,3	27,3	2,8	38
	Грудень	1,8	26,8	-2	40

Рік	Місяць	Середньодобова температура повітря, ^{0}C	Опади, мм	Середньо багаторічна температура,^{0}C	Середньо Багаторічні опади, мм
2018	Січень	-1,2	9,5	-5	37
	Лютий	-2,8	26,2	-3,1	36
	Березень	-0,2	24,8	1,4	33
	Квітень	13,9	19,5	8,7	51
	Травень	16,8	51,4	14,5	66
	Червень	19,7	96,3	17,5	101
	Липень	20,3	44,5	18,6	82
	Серпень	21,6	32,3	18	60
	Вересень	18	42,3	14,1	48
	Жовтень	-	-	8,3	28
	Листопад	-	-	2,8	38
	Грудень	-	-	-2	40

Додаток Б

Фази розвитку по шкалі Задокса (BBCH)

BBCH 00-09

00-09 00 сухе насіння

01 початок набухання насінини

03 повне набухання

05 Відростання корінчика від насінини

06 видовження корінчика; формування кореневих волосків

07 Відростання гіпокотилю з сім'ядолями, прорив насіннєвої оболонки

08 Гіпокотиль досягає поверхні ґрунту; гіпокотиль видно

09 Поява: гіпокотиль з сім'ядолями з'явиться над поверхнею ґрунту

00 сухе насіння

01 початок набухання насінини

03 повне набухання

05 Відростання корінчика від насінини

06 видовження корінчика; формування кореневих волосків

07 Відростання гіпокотилю з сім'ядолями, прорив насіннєвої оболонки

BBCH 08 Гіпокотиль досягає поверхні ґрунту; гіпокотиль видно

BBCH 09 Поява: гіпокотиль з сім'ядолями з'явиться над поверхнею ґрунту

Фази розвитку по BBCH 10-19

10 сім'ядолі повністю розвернуті

11 Перша пара примордіальних листків розвертається перший трійчастий

12 Розвертання другого трійчастого листка

13 Розвертання третього трійчастого листка

14 Фази розвертання листків продовжуються

19 розвертання дев'ятого трійчастого листка; немає видимих бічних пагонів

10 сім'ядолі повністю розвернуті

11 Перша пара примордіальних листків розвертається перший трійчастий

В цей період відбуваються утворення справжніх листків та міжвузлів, зачатків бічних пагонів та суцвіть.

12 Розвертання другого трійчастого листка

Творення справжніх листків та міжвузлів, зачатків бічних пагонів та суцвіть.

Фази розвитку по ВВСН 21-29

21-29 21 Видно відростання бічного пагона першого порядку з одного боку

22 Видно відростання бічного пагона першого порядку з другого боку

23 Видно відростання бічного пагона першого порядку з третього боку

24 видно етапи відростання бічних пагонів безперервно до наступної фази

29 Розвиток та відростання 9 або більше бічних пагонів першого порядку, видно стовбурові подовження

49 Плодоносні вегетативні частини рослин досягли остаточного розміру (збирання сої для кормових цілей)

ВВСН 21-22

21 Видно відростання бічного пагона першого порядку з одного боку

22 Видно відростання бічного пагона першого порядку з другого боку

Фази розвитку ВВСН 50-59

50-59 50 видно перші бутони

55 Перші бутони збільшуються

59 Видно пелюстки першої квітки; квіти, як і раніше, закриті

BBCH 59

Фази розвитку BBCH 60-69

60 Перші квітки відкриваються (хаотично по рослині)

61 Початок цвітіння: близько 10% квіток відкрито

Перша половина початку цвітіння

62 Приблизно 20% квіток відкрито

63 приблизно 30% квіток відкрито

64 Близько 40% квіток відкрито

65 Повне цвітіння: близько 50% квіток відкрито

Основний період цвітіння

66 Близько 60% квіток відкрито

67 Початок закінчення цвітіння

69 Кінець цвітіння: стручки стають видимими (приблизна довжина 5 мм)

BBCH 61

BBCH 65

Фази розвитку ВВСН 70-79

70 Перші стручки досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

71 Близько 10% стручків досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

Початок утворення зерна

72 Близько 20% стручків досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

73 Близько 30% стручків досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

Початок наповнення зерна

74 Близько 40% стручків досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

75 Близько 50% стручків досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

Продовження наповнення зерна

Основний період фази розвитку наповнення зерна

77 Близько 70% стручків досягли кінцевої довжини (15 - 20 мм)

Закінчення наповнення зерна

79 Майже всі стручки досягли кінцевої довжини. Насіння заповнило порожнини більшості стучків.

ВВСН 71

ВВСН 79

Фази розвитку ВВСН 80-90

80 дозрівання першого стручка, стручок набув остаточного кольору, сухий і твердий.

81 Початок дозрівання: приблизно 10% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

Початок дозрівання плодів та насіння

82 Понад 20% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

83 Понад 30% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

84 Понад 40% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

85 Середина дозрівання: 50% стиглих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

Основна фаза дозрівання стручків та насіння

86-90 86 Понад 60% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

87 Понад 70% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

88 Понад 80% дозрілих стручків, мають остаточний колір, сухі і тверді

89 Початок повної стиглості: майже всі стручки дозрілі, мають остаточний колір, сухі і тверді

90 Більшість стручків дозріла, мають остаточне забарвлення, сухі і тверді

BBCH 81

BBCH 85

BBCH 96

BBCH 99

Фази розвитку BBCH 91-99

91 понад 20% листя пожовкло або опало

93 Близько 30% листя пожовкло або опало

94 Близько 40% листя пожовкло або опало

95 Близько 50% листя пожовкло або опало

96 Близько 60% листя пожовкло або опало

97 Відмирання кореневої системи та стебла

99 Збирання урожаю насіння

Додаток В 1

Фотосинтетичний потенціал посіву сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), млн. м^2 дн./га

Варіанти досліджень	Період росту і розвитку			
	третій трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння - кінець цвітіння	кінець цвітіння - формування зерна	третій трійчастий листок – формування зерна
Контроль	0,501	0,833	0,630	1,964
Вуксал Борон	0,524	0,914	0,703	2,141
Вуксал Борон + Босфоліар	0,526	0,936	0,732	2,194
Хі Стік	0,569	1,076	0,874	2,519
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,594	1,183	0,965	2,742
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,605	1,242	1,002	2,879
Хі Стік + Вуксал Борон	0,594	1,124	0,905	2,623
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,615	1,221	0,987	2,823
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,649	1,279	1,025	2,953
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	0,603	1,145	0,923	2,671
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	0,619	1,230	0,998	2,847
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	0,658	1,307	1,047	3,012

Додаток В 2

Фотосинтетичний потенціал посіву сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), млн. м^2 дн./га

Варіанти досліджень	Період росту і розвитку			
	третій трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння - кінець цвітіння	кінець цвітіння - формування зерна	третій трійчастий листок – формування зерна
Контроль	0,517	0,807	0,604	1,928
Вуксал Борон	0,546	0,891	0,677	2,114
Вуксал Борон + Босфоліар	0,552	0,910	0,693	2,155
Хі Стік	0,606	1,053	0,852	2,511
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,649	1,170	0,926	2,745
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,667	1,216	0,935	2,818
Хі Стік + Вуксал Борон	0,620	1,090	0,883	2,593
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,658	1,214	0,955	2,827
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,681	1,292	0,971	2,944
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	0,620	1,103	0,899	2,522
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	0,660	1,235	0,962	2,857
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	0,684	1,310	1,007	3,001

Додаток В 3

Фотосинтетичний потенціал посіву сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), млн. м^2 дн./га

Варіанти досліджень з мікродобривами та інокулянтами	Період росту і розвитку			
	третій трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння - кінець цвітіння	кінець цвітіння - формування зерна	третій трійчастий листок – формування зерна
Контроль	0,586	0,912	0,731	2,229
Вуксал Борон	0,615	1,012	0,787	2,414
Вуксал Борон + Босфоліар	0,619	1,034	0,824	2,477
Хі Стік	0,672	1,172	0,961	2,805
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,697	1,316	1,033	3,046
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	0,720	1,369	1,087	3,176
Хі Стік + Вуксал Борон	0,689	1,237	0,994	2,920
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,707	1,370	1,058	3,135
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	0,731	1,332	1,103	3,166
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	0,692	1,264	1,021	2,977
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	0,711	1,386	1,073	3,170
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	0,732	1,421	1,127	3,280

Додаток Г 1

Чиста продуктивність фотосинтезу посіву сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), г/м^2 за добу

Варіанти досліджень	Період росту і розвитку			
	третій трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння - кінець цвітіння	кінець цвітіння - формування насіння	третій трійчастий листок – дозрівання насіння
Контроль	4,9	2,9	3,9	2,8
Вуксал Борон	4,9	2,8	3,8	2,7
Вуксал Борон + Босфоліар	4,9	2,8	3,7	2,5
Хі Стік	5,0	2,7	3,8	2,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	5,1	2,7	3,3	2,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	5,1	2,6	3,2	2,5
Хі Стік + Вуксал Борон	4,9	2,7	3,7	2,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	5,0	2,6	3,4	2,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	4,8	2,5	3,2	2,5
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	4,8	2,6	3,6	2,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	5,0	2,6	3,4	2,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	4,7	2,5	3,2	2,5

Додаток Г 2

Чиста продуктивність фотосинтезу посіву сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), г/м^2 за добу

Варіанти досліджень	Період росту і розвитку			
	третій трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння - кінець цвітіння	кінець цвітіння - формування насіння	третій трійчастий листок – дозрівання насіння
Контроль	4,7	3,0	4,0	2,9
Вуксал Борон	4,6	2,8	3,8	2,8
Вуксал Борон + Босфоліар	4,6	2,9	3,8	2,8
Хі Стік	4,9	2,9	3,7	2,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	4,9	2,7	3,6	2,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	4,9	2,7	3,6	2,7
Хі Стік + Вуксал Борон	4,9	2,9	3,7	2,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	4,8	2,7	3,6	2,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	4,8	2,7	3,5	2,7
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	5,0	2,9	3,6	2,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	4,8	2,7	3,5	2,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	4,9	2,7	3,4	2,7

Додаток Г 3

Чиста продуктивність фотосинтезу посіву сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), г/м^2 за добу

Варіанти досліджень	Період росту і розвитку			
	третій трійчастий листок – початок цвітіння	початок цвітіння - кінець цвітіння	кінець цвітіння - формування насіння	третій трійчастий листок – дозрівання насіння
Контроль	4,2	2,8	3,4	2,5
Вуксал Борон	4,3	2,7	3,7	2,6
Вуксал Борон + Босфоліар	4,4	2,7	3,5	2,5
Хі Стік	4,1	2,4	3,0	2,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	4,3	2,1	2,7	2,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	4,2	2,1	2,6	2,0
Хі Стік + Вуксал Борон	4,1	2,3	2,8	2,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	4,4	2,0	2,9	2,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	4,2	2,2	2,7	2,1
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	4,2	2,2	2,8	2,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	4,3	2,1	2,7	2,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	4,2	2,1	2,6	2,0

Додаток Д 1

Структура рослин сої сорту Максус залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижніх бобів, шт	Кількість бобів, шт	Кількість насінин, шт	Маса насінин з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	83,8	15,2	12,9	23,4	4,5	158,6
Вуксал Борон	86,5	15,4	14,3	27,9	5,3	162,8
Вуксал Борон + Босфоліар	88,8	15,4	15,5	30,3	5,8	166,2
Хі Стік	91,3	15,5	22,2	43,9	8,3	169,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	93,7	15,6	25,4	49,7	9,4	172,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	97,1	15,7	29,5	59,3	11,2	171,3
Хі Стік + Вуксал Борон	92,8	15,8	23,9	47,3	8,9	169,6
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	97,9	15,9	26,9	52,9	10,0	175,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	100,1	16,2	31,0	62,5	11,8	173,9
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	93,8	16,5	24,7	50,5	9,4	170,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	101,1	16,6	28,1	57,1	10,5	176,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	103,4	16,7	31,9	63,8	12,1	175,7

Додаток Д 2

Структура рослин сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижніх бобів, шт	Кількість бобів, шт	Кількість насінин, шт	Маса насінин з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	83,8	12,1	13,4	25,1	4,9	162,6
Вуксал Борон	86,1	12,3	14,6	27,6	5,2	165,1
Вуксал Борон + Босфоліар	86,1	12,4	15,0	28,8	5,5	167,6
Хі Стік	87,0	12,6	16,2	31,3	6,0	168,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	88,0	12,6	17,3	33,5	6,5	169,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	88,7	12,7	18,1	34,6	6,7	169,7
Хі Стік + Вуксал Борон	88,1	12,9	17,4	33,1	6,5	169,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	88,5	13,1	18,0	34,9	6,8	170,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	88,9	13,1	18,8	36,5	7,1	172,2
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	88,6	13,3	17,9	34,3	6,7	171,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	89,6	13,5	19,1	37,4	7,1	172,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	90,6	13,7	20,3	39,5	7,4	173,5

Додаток Д 3

Структура рослин сої сорту Саска залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015-2018 рр.)

Варіанти досліджень	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижніх бобів, шт	Кількість бобів, шт	Кількість насінин, шт	Маса насінин з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	110,5	15,2	12,9	24,7	3,2	140,9
Вуксал Борон	112,3	15,5	14,8	28,3	5,5	141,7
Вуксал Борон + Босфоліар	114,5	15,6	15,2	29,3	5,8	141,9
Хі Стік	115,8	15,9	16,6	32,8	6,6	142,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	118,7	16,2	17,9	30,4	7,7	142,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	120,8	16,4	17,9	35,3	7,1	142,5
Хі Стік + Вуксал Борон	117,6	16,4	17,9	35,2	7,0	142,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	120,1	16,7	20,1	38,5	7,9	142,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	121,5	16,6	21,1	42,1	8,7	142,8
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	120,6	16,7	17,2	34,2	6,9	142,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	123,4	16,8	19,8	39,2	8,0	143,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	126,7	17,0	21,1	42,1	8,7	143,4

Додаток Е 1

Урожайність сої сорту Максус в роки досліджень залежно залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), т/га

Варіанти досліджень	Урожайність сої за роками, т/га				Середня врожайнісь	Прибавка врожаю ± до контролю	
	2015	2016	2017	2018		т/га	%
Контроль	1,50	1,32	1,75	3,78	2,08	-	
Вуксал Борон	1,65	1,35	1,97	4,03	2,25	0,17	8,2
Вуксал Борон + Босфоліар	1,87	1,36	2,18	4,31	2,43	0,35	16,8
Хі Стік	2,07	1,44	2,27	4,08	2,46	0,38	18,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	2,23	1,68	2,30	4,22	2,60	0,52	25,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	2,12	1,80	2,63	4,72	2,81	0,73	35,1
Хі Стік + Вуксал Борон	2,21	1,48	2,39	4,59	2,66	0,58	27,9
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	2,32	1,79	2,48	4,69	2,82	0,74	35,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	2,29	1,97	2,77	5,05	3,02	0,94	45,2
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	2,33	1,55	2,58	4,41	2,71	0,63	30,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	2,42	1,83	2,67	4,58	2,87	0,79	37,9
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	2,38	2,04	2,96	4,53	2,97	0,89	42,8

Додаток Е 2

Урожайність сої сорту Кордоба в роки досліджень залежно залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), т/га

Варіанти досліджень	Урожайність сої за роками, т/га				Середня врожайнісь	Прибавка врожаю ± до контролю	
	2015	2016	2017	2018		т/га	%
Контроль	1,78	0,96	2,4	4,14	2,32	-	-
Вуксал Борон	1,97	1,01	2,45	4,33	2,44	0,12	5,2
Вуксал Борон + Босфоліар	2,03	1,03	2,63	4,52	2,55	0,23	9,9
Хі Стік	2,24	1,22	2,53	4,48	2,61	0,29	12,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	2,70	1,41	2,67	4,61	2,84	0,52	22,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	3,03	1,48	2,91	4,93	3,08	0,76	32,7
Хі Стік + Вуксал Борон	2,39	1,26	2,47	4,79	2,72	0,40	17,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	2,83	1,47	2,86	4,91	2,94	0,62	26,7
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	3,14	1,59	3,15	5,19	3,26	0,94	40,5
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	2,45	1,30	2,69	4,71	2,78	0,46	19,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	2,94	1,52	3,15	4,84	3,11	0,79	34,1
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	3,20	1,67	3,49	4,96	3,33	1,01	43,5

Додаток Е 3

Урожайність сої сорту Саска в роки досліджень залежно залежно від мікродобрив та інокуляції (середнє за 2015 – 2018 рр.), т/га

Варіанти досліджень	Урожайність сої за роками, т/га				Середня врожайнісь	Прибавка врожаю ± до контролю	
	2015	2016	2017	2018		т/га	%
Контроль	1,71	0,83	2,27	3,28	2,02	-	
Вуксал Борон	1,93	0,85	2,36	3,44	2,14	0,12	5,9
Вуксал Борон + Босфоліар	2,01	0,86	2,48	3,51	2,21	0,19	9,4
Хі Стік	2,25	0,89	2,59	3,46	2,29	0,27	13,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	3,06	0,93	2,64	3,59	2,55	0,53	26,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	3,16	1,05	2,73	3,85	2,69	0,67	33,2
Хі Стік + Вуксал Борон	2,45	0,93	2,88	4,25	2,62	0,60	29,7
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	3,15	0,98	2,95	4,13	2,80	0,78	38,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	3,20	1,14	2,92	4,37	2,90	0,88	43,6
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	2,59	0,94	2,64	3,62	2,44	0,42	20,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	3,28	1,00	2,39	3,85	2,63	0,61	30,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	3,35	1,17	2,67	3,71	2,72	0,70	34,6

Додаток Є 1

Вміст сирого протеїну в зерні сої сорту Максус

залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст, % ± до контролю
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	37,2	38,1	37,3	38,5	37,7	-
Вуксал Борон	37,5	38,8	37,6	38,6	38,1	+ 0,4
Вуксал Борон + Босфоліар	37,6	38,7	37,7	38,6	38,2	+ 0,5
Хі Стік	37,9	39,0	38,1	39,1	38,5	+ 0,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	37,8	38,9	38,3	39,0	38,5	+ 0,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	38,0	38,7	39,2	38,7	38,7	+ 1,0
Хі Стік + Вуксал Борон	38,0	39,2	38,4	39,5	38,8	+ 1,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	38,0	39,0	38,5	39,3	38,7	+ 1,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	38,2	38,9	39,4	39,0	38,9	+ 1,2
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	38,1	39,0	38,5	39,3	38,7	+ 1,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	38,5	39,4	38,8	39,5	39,1	+ 1,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	38,5	38,8	39,6	39,3	39,1	+ 1,4

Додаток Є 2

Вміст сирого протеїну в зерні сої сорту Кордоба залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст, % ± до контролю
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	38,1	38,6	37,8	38,8	38,3	-
Вуксал Борон	38,5	38,8	38,0	38,7	38,5	+ 0,2
Вуксал Борон + Босфоліар	38,9	39,0	38,3	39,2	38,9	+ 0,6
Хі Стік	38,8	39,2	38,7	39,5	39,1	+ 0,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	39,0	39,4	39,0	39,3	39,2	+ 0,9
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	39,2	39,6	39,3	39,7	39,5	+ 1,2
Хі Стік + Вуксал Борон	38,6	39,4	39,0	39,4	39,1	+ 0,8
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	39,3	39,5	39,4	39,6	39,5	+ 1,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	39,6	39,5	39,5	39,8	39,6	+ 1,3
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	38,9	39,8	39,7	39,6	39,5	+ 1,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	39,5	39,8	39,8	39,8	39,7	+ 1,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	39,4	39,8	39,6	39,7	39,6	+ 1,3

Додаток Є 3

Вміст сирого протеїну в зерні сої сорту Саска

залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст, % ± до контролю
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	37,3	38,0	38,2	38,3	37,9	-
Вуксал Борон	37,5	38,6	38,5	38,7	38,3	+ 0,4
Вуксал Борон + Босфоліар	37,6	38,8	38,9	38,9	38,6	+ 0,7
Хі Стік	38,2	39,2	39,0	39,0	38,9	+ 1,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	38,5	39,5	39,4	39,2	39,2	+ 1,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	38,8	39,7	39,6	39,7	39,5	+ 1,6
Хі Стік + Вуксал Борон	38,5	39,5	39,3	39,4	39,2	+ 1,3
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	39,0	39,8	39,8	39,5	39,5	+ 1,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	39,0	39,8	39,8	39,5	39,5	+ 1,6
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	39,1	39,8	39,5	39,3	39,4	+ 1,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	39,4	39,7	39,9	39,8	39,7	+ 1,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	39,4	39,7	39,9	39,9	39,7	+ 1,8

Додаток Є 4

Вміст сирого жиру в зерні сої сорту Максус

залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст, % ± до контролю
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	19,9	20,1	19,8	19,9	19,9	-
Вуксал Борон	20,2	20,1	20,3	20,4	20,3	+ 0,4
Вуксал Борон + Босфоліар	21,0	20,4	20,2	20,6	20,6	+ 0,7
Хі Стік	22,3	22,5	22,7	21,9	22,4	+ 2,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	22,1	22,4	22,8	22,0	22,3	+ 2,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	21,8	22,8	22,3	21,7	22,2	+ 2,3
Хі Стік + Вуксал Борон	21,8	22,3	21,9	22,0	22,0	+ 2,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	22,7	22,0	22,3	22,3	22,3	+ 2,4
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	22,2	22,4	22,6	21,9	22,3	+ 2,4
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	21,9	22,3	22,0	22,1	22,1	+ 2,2
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	22,5	21,9	22,1	22,1	22,2	+ 2,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	22,4	22,5	22,7	22,2	22,5	2,6

Додаток Є 5

Вміст сирого жиру в зерні сої сорту Кордоба

залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст, % ± до контролю
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	18,4	18,3	18,7	18,5	18,5	-
Вуксал Борон	18,5	18,7	18,7	18,9	18,7	+ 0,2
Вуксал Борон + Босфоліар	18,7	18,9	19,0	19,1	18,9	+ 0,4
Хі Стік	19,4	19,5	19,4	19,6	19,5	+ 1,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	19,5	19,6	19,6	19,1	19,5	+ 1,0
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	19,4	19,5	19,5	19,3	19,4	+ 0,9
Хі Стік + Вуксал Борон	19,5	19,7	19,6	19,3	19,5	+ 1,0
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	19,7	19,8	19,8	19,3	19,7	+ 1,2
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	19,6	19,8	19,4	19,5	19,6	+ 1,1
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	19,7	19,9	19,5	19,4	19,6	+ 1,1
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	19,8	20,0	19,8	19,6	19,8	+ 1,3
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	19,8	20,0	19,9	19,8	19,9	+ 1,4

Додаток Є 6

Вміст сирого жиру в зерні сої сорту Саска

залежно від мікродобрив та інокуляції насіння, %

Варіанти досліджень	Роки досліджень				Середнє за чотири роки	Приріст, % ± до контролю
	2015	2016	2017	2018		
Контроль	22,0	22,2	22,1	21,9	22,0	-
Вуксал Борон	22,1	22,5	22,4	22,2	22,1	+ 0,1
Вуксал Борон + Босфоліар	22,2	22,4	22,7	22,5	22,5	+ 0,5
Хі Стік	23,5	23,7	23,2	23,2	23,4	+ 1,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	23,2	23,9	23,4	23,5	23,5	+ 1,5
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender	23,4	23,7	23,6	23,4	23,5	+ 1,5
Хі Стік + Вуксал Борон	23,4	23,9	23,0	23,1	23,4	+ 1,4
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон	23,1	23,8	23,6	23,8	23,6	+ 1,6
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender +Вуксал Борон	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	+ 1,4
Хі Стік + Вуксал Борон + Босфоліар	23,3	23,9	23,4	23,3	23,5	+ 1,5
Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	23,4	23,9	23,8	23,9	23,8	+ 1,8
Хі Стік + Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender + Вуксал Борон + Босфоліар	23,7	23,6	23,9	23,8	23,8	+ 1,8

Додаток Ж 1

6																												
7				2015 рік							2016 рік						2017 рік						2018 рік					
8																												
9	$A_0B_0C_0$	1,5	1,68	1,42	1,32	1,58	1,50	1,32	1,38	1,23	1,24	1,44	1,32	1,75	1,63	1,68	1,76	1,94	1,75	3,78	3,68	3,92	3,74	3,77	3,78			
10	$A_0B_0C_1$	1,78	1,78	1,83	1,73	1,79	1,78	0,96	0,86	1,15	0,82	0,99	0,96	2,4	2,39	2,65	2,26	2,31	2,40	4,14	4,08	4,39	3,93	4,15	4,14			
11	$A_0B_0C_2$	1,71	1,68	1,73	1,83	1,58	1,71	0,83	0,65	0,84	0,86	0,95	0,83	2,27	2,12	2,51	2,16	2,3	2,27	3,28	3,31	3,39	3,04	3,37	3,28			
12	$A_0B_0C_3$	1,65	1,65	1,69	1,66	1,60	1,65	1,35	1,3	1,48	1,18	1,45	1,35	1,97	1,76	2,32	1,83	1,95	1,97	4,03	4,11	4,25	3,71	4,03	4,03			
13	$A_0B_1C_0$	1,97	2,21	1,91	1,92	1,84	1,97	1,01	1,13	0,94	1,07	0,91	1,01	2,45	2,14	2,84	2,31	2,49	2,45	4,33	4,25	3,98	4,48	4,59	4,33			
14	$A_0B_1C_1$	1,93	1,75	1,88	2,11	1,99	1,93	0,85	1,08	0,75	0,73	0,82	0,85	2,36	2,04	2,54	2,43	2,42	2,36	3,44	3,48	3,21	3,64	3,41	3,44			
15	$A_0B_1C_2$	1,87	2,09	1,95	1,71	1,79	1,89	1,36	1,36	1,44	1,32	1,31	1,36	2,18	2,17	2,08	2,36	2,12	2,18	4,31	4,37	3,96	4,49	4,41	4,31			
16	$A_0B_1C_3$	2,03	1,97	2,09	2,08	1,98	2,03	1,03	0,99	1,23	1,04	0,86	1,03	2,63	2,79	2,63	2,73	2,35	2,63	4,52	4,6	4,45	4,55	4,48	4,52			
17	$A_0B_2C_0$	2,01	1,74	2,15	2,05	2,08	2,01	0,86	1,02	0,75	0,87	0,81	0,86	2,48	2,57	2,32	2,44	2,6	2,48	3,51	3,32	3,54	3,81	3,37	3,51			
18	$A_0B_2C_1$	2,07	1,99	2,20	2,19	1,89	2,07	1,44	1,62	1,46	1,25	1,43	1,44	2,27	1,96	2,56	2,35	2,19	2,27	4,08	4,31	4,25	4,19	3,55	4,08			
19	$A_0B_2C_2$	2,24	2,37	2,28	2,19	2,14	2,25	1,22	1,31	1,29	1,09	1,17	1,22	2,53	2,46	2,73	2,35	2,57	2,53	4,48	4,62	4,26	4,47	4,57	4,48			
20	$A_0B_2C_3$	2,25	2,17	2,28	2,23	2,33	2,25	0,89	0,98	0,78	0,65	1,15	0,89	2,59	2,56	2,58	2,77	2,44	2,59	3,46	3,64	3,44	3,51	3,23	3,46			
21	$A_1B_0C_0$	2,23	2,13	2,29	2,23	2,27	2,23	1,68	1,25	1,91	1,86	1,69	1,68	2,3	2,18	2,46	2,28	2,26	2,30	4,22	4,24	4,47	4,14	4,04	4,22			
22	$A_1B_0C_1$	2,7	2,75	2,93	2,48	2,63	2,70	1,41	1,43	1,55	1,13	1,54	1,41	2,67	2,54	2,66	2,85	2,63	2,67	4,61	4,53	4,72	4,61	4,58	4,61			
23	$A_1B_0C_2$	3,06	3,00	3,04	3,11	3,11	3,06	0,93	0,87	0,97	0,74	1,15	0,93	2,64	2,47	2,72	2,85	2,53	2,64	3,59	3,76	3,42	3,64	3,53	3,59			
24	$A_1B_0C_3$	2,12	2,11	2,04	2,06	2,27	2,12	1,8	2,13	1,8	1,62	1,65	1,80	2,63	2,48	2,67	2,66	2,69	2,63	4,72	4,68	4,56	4,87	4,76	4,72			
25	$A_1B_1C_0$	3,03	3,08	2,99	2,89	3,16	3,03	1,48	1,35	1,69	1,42	1,46	1,48	2,91	2,77	2,64	3,02	3,21	2,91	4,93	5	4,98	5,13	4,61	4,93			
26	$A_1B_1C_1$	3,16	3,21	3,17	3,26	3,02	3,16	1,05	1,23	0,82	1,04	1,11	1,05	2,73	2,62	2,77	2,68	2,83	2,73	3,85	3,65	4,07	3,75	3,91	3,85			
27	$A_1B_1C_2$	2,21	2,08	2,34	2,22	2,20	2,21	1,48	1,71	1,63	1,53	1,05	1,48	2,39	2,27	2,58	2,38	2,31	2,39	4,59	4,37	4,68	4,74	4,56	4,59			
28	$A_1B_1C_3$	2,39	2,56	2,32	2,27	2,42	2,39	1,26	1,38	1,11	1,42	1,14	1,26	2,47	2,24	2,43	2,66	2,54	2,47	4,79	4,97	4,55	4,78	4,84	4,79			
29	$A_1B_2C_0$	2,45	2,49	2,43	2,40	2,47	2,45	0,93	0,76	1,24	1,01	0,69	0,93	2,88	2,84	2,64	3,02	3,01	2,88	4,25	3,84	4,38	4,29	4,47	4,25			
30	$A_1B_2C_1$	2,32	2,63	2,30	2,08	2,25	2,32	1,79	2,21	1,43	1,56	1,97	1,79	2,48	2,46	2,45	2,58	2,41	2,48	4,69	4,78	4,65	4,73	4,59	4,69			
31	$A_1B_2C_2$	2,83	2,97	2,78	2,59	2,98	2,83	1,47	1,62	1,48	1,41	1,37	1,47	2,86	2,64	2,92	2,93	2,94	2,86	4,91	5,04	4,89	4,8	4,92	4,91			
32	$A_1B_2C_3$	3,15	3,08	2,96	3,52	3,05	3,15	0,98	1,05	1,11	1,16	0,59	0,98	2,95	2,75	2,96	2,87	3,23	2,95	4,13	4,01	4,1	4,06	4,34	4,13			
33	$A_2B_0C_0$	2,29	2,47	2,26	2,12	2,33	2,29	1,97	1,56	1,89	2,02	2,41	1,97	2,77	2,77	2,88	2,59	2,82	2,77	5,05	5,22	4,95	5,05	4,96	5,05			
34	$A_2B_0C_1$	3,14	3,08	3,21	3,07	3,19	3,14	1,59	1,75	1,51	1,44	1,67	1,59	3,15	3,16	3,02	3,07	3,35	3,15	5,19	5,36	4,99	5,14	5,26	5,19			
35	$A_2B_0C_2$	3,2	3,15	3,44	3,11	3,10	3,20	1,14	1,14	1,02	1,43	0,98	1,14	2,92	2,75	2,96	3,24	2,72	2,92	4,37	4,38	4,37	4,22	4,52	4,37			
36	$A_2B_0C_3$	2,33	2,68	2,27	2,22	2,15	2,33	1,55	1,63	1,41	1,23	1,92	1,55	2,58	2,64	2,48	2,66	2,55	2,58	4,41	4,26	4,72	4,35	4,29	4,41			
37	$A_2B_1C_0$	2,45	2,38	2,71	2,25	2,45	2,45	1,3	1,33	1,12	1,08	1,67	1,30	2,69	2,85	2,67	2,46	2,76	2,69	4,71	4,74	4,65	4,56	4,88	4,71			
38	$A_2B_1C_1$	2,59	2,66	2,44	2,52	2,74	2,59	0,94	1,11	0,95	1,07	0,62	0,94	2,64	2,55	2,73	2,67	2,61	2,64	3,62	3,61	3,51	3,56	3,78	3,62			
39	$A_2B_1C_2$	2,42	2,34	2,37	2,42	2,56	2,42	1,83	1,86	2,05	1,85	1,54	1,83	2,67	2,85	2,64	2,53	2,67	2,67	4,58	4,46	4,79	4,44	4,63	4,58			
40	$A_2B_1C_3$	2,94	3,23	2,90	2,92	2,73	2,94	1,52	1,72	1,36	1,67	1,33	1,52	3,15	2,91	3,24	3,19	3,25	3,15	4,84	4,85	4,66	5,04	4,81	4,84			
41	$A_2B_2C_0$	3,28	3,32	3,47	3,30	3,03	3,28	1	0,87	0,98	0,99	1,15	1,00	2,39	2,46	2,45	2,45	2,19	2,39	3,85	4,15	3,62	4,05	3,58	3,85			
42	$A_2B_2C_1$	2,38	2,42	2,35	2,47	2,29	2,38	2,04	2,07	1,87	1,68	2,54	2,04	2,96	2,97	3,08	2,83	2,95	2,96	4,53	4,68	4,56	4,43	4,44	4,53			
43	$A_2B_2C_2$	3,2	3,18	3,11	3,26	3,27	3,20	1,67	1,67	1,54	1,65	1,81	1,67	3,49	3,38	3,57	3,41	3,61	3,49	4,96	5,03	5,12	4,93	4,76	4,96			
44	$A_2B_2C_3$	3,35	3,32	3,19	3,53	3,36	3,35	1,17	1,13	1,38	0,94	1,22	1,17	2,67	2,82	2,78	2,58	2,49	2,67	3,71	3,95	3,52	3,74	3,61	3,71			
45																												
46																												
47																												

Додаток Ж 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	AC	AD	AE	AF	AG
1					I	II	III	IV	V	X	V2	A	B	C	AB	AC	BC	I	II	III	IV	
2				C0	78	78	77	77	310	78	96100			4191				6084	6084	5929	5929	
3			B0	C1	75	75	74	75	299	75	89600			4095				5675	5625	5476	5625	
4				C2	75	75	75	76	301	75	90400			4090			974	5575	5625	5625	5776	
5				C3	75	74	76	75	300	75	90000		3805	4039	1210	1323		5625	5476	5776	5625	
6				C0	82	82	83	81	328	82	107584							6724	6724	6889	6561	
7			B1	C1	81	80	81	81	323	81	104329						945	6561	6400	6561	6561	
8				C2	80	80	81	80	321	80	103255							6453	6400	6561	6400	
9		A0		C3	79	79	78	79	315	79	99435				1288	1300		6294	6241	6084	6241	
10				C0	85	85	84	85	339	85	114695						945	7168	7225	7056	7225	
11			B2	C1	84	84	85	84	337	84	113344							7000	7056	7225	7056	
12				C2	83	83	82	82	330	83	109120							6944	6889	6724	6724	
13				C3	83	83	82	83	331	83	109340				1336	1293	941	6834	6889	6724	6889	
14				C0	87	87	86	87	347	87	120178							7511	7569	7396	7569	
15			B3	C1	85	86	85	85	341	85	116281							7225	7396	7225	7225	
16				C2	85	85	86	85	341	85	116054						1035	7168	7225	7396	7225	
17				C3	84	84	85	85	338	84	114019	5200			1366	1284		7000	7056	7225	7225	
18				C0	81	81	81	82	325	81	105842		4064					6615	6561	6561	6724	
19			B0	C1	79	79	78	80	316	79	99645		4218				1016	6188	6241	6084	6400	
20				C2	79	79	79	78	315	79	99225		4329					6241	6241	6241	6084	
21				C3	78	78	78	79	313	78	97969				1269	1404		6084	6084	6084	6241	
22				C0	86	85	84	87	342	86	116964						1019	7396	7225	7056	7569	
23			B1	C1	85	85	85	84	339	85	114695							7168	7225	7225	7056	
24				C2	85	85	86	85	341	85	116054							7168	7225	7396	7225	
25		A1		C3	83	83	83	84	333	83	110889				1354	1372	994	6889	6889	6889	7056	
26				C0	90	90	92	90	362	91	131285							8160	8100	8464	8100	
27			B2	C1	89	88	88	89	354	89	125316							7921	7744	7744	7921	
28				C2	89	89	90	89	357	89	127687						1078	7980	7921	8100	7921	
29				C3	88	87	88	88	351	88	122967				1424	1374		7685	7569	7744	7744	
30				C0	94	93	93	95	375	94	140375							8773	8649	8649	9025	
31			B3	C1	91	91	92	90	364	91	132496						1054	8281	8281	8464	8100	
32				C2	90	90	91	90	361	90	130321							8100	8100	8281	8100	
33				C3	89	88	89	90	356	89	126973	5504			1456	1353		7980	7744	7921	8100	
34				C0	84	86	85	84	339	85	114921						1047	7056	7396	7225	7056	
35			B0	C1	82	82	83	83	330	83	108900							6724	6724	6889	6889	
36				C2	82	83	82	82	329	82	108241							6724	6889	6724	6724	
37				C3	82	82	82	82	328	82	107365				1326	1464	1039	6669	6724	6724	6724	
38				C0	91	93	92	89	365	91	133225							8281	8649	8464	7921	
39			B1	C1	89	89	88	88	354	89	125316							7921	7921	7744	7744	
40				C2	89	89	89	90	357	89	127449						1104	7921	7921	7921	8100	
41		A2		C3	87	87	86	86	346	87	119716				1422	1422		7569	7569	7396	7396	
42				C0	94	95	96	92	377	94	142129							8836	9025	9216	8464	
43			B2	C1	91	92	90	91	364	91	132253						1080	8220	8464	8100	8281	
44				C2	91	90	89	89	359	90	128881							8281	8100	7921	7921	
45				C3	89	90	89	90	358	89	127925				1457	1423		7862	8100	7921	8100	
46				C0	96	95	95	97	383	96	146434						1080	9152	9025	9025	9409	
47			B3	C1	94	96	93	92	375	94	140375							8773	9216	8649	8464	
48				C2	93	94	93	98	378	95	143136							8711	8836	8649	9604	
49				C3	92	93	93	93	371	93	137888	5712			1507	1403	1065	8525	8649	8649	8649	########
50	P				4101	4107	4102	4106	16416		########	######	16416	16416	16416	16416	16416					
51	P2				########	2E+07	2E+07	2E+07	########													

Додаток Ж 3

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
40				7992	7870,69	7625,57	7675,4	31163																
41														розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05						
42													С корег фактор	865,567										
43													Cy	40	143									
44							Доля впливу						Cp	0,07768	3									
45							cp=	0,19					Cv	38,1219	35	1,09								
46							a=	52,2					Ca=	21,0725	2	10,54	500,8	3,09						
47							b=	6,2					Cb=	2,5147	2	1,26	59,8	3,09						
48							c=	1,4					Cc=	0,55981	3	0,19	8,9	2,7						
49							cab=	3,5					Cab=	1,39613	4	0,35	16,6	2,46						
50							cac=	1,2					Cac=	0,49	6	0,08	3,9	2,19						
51							cbc=	18,5					Cbc=	7,47776	6	1,25	59,2	1,85						
52							cabc=	11,4					Cabc=	4,61	12	0,38	18,3	2,19						
53							cz=	5,5					Cz	2,21	105	0,02104								
54								100,193																
55														t05	Sd									
56													HIP заг	1,96	0,10256	0,20								
57													HIP A	1,96	0,02961	0,06								
58													HIP B	1,96	0,02961	0,06								
59													HIP C	1,96	0,03419	0,07								
60													HIP AB	1,96	0,05128	0,10								
61													HIP AC	1,96	0,0592	0,12								
62													HIP BC	1,96	0,0592	0,12								
63													HIP ABC	1,96	0,0171	0,03								
64																								
65																								
66																								
67																								

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в

Додаток Ж 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2					I	II	III	IV	V	X	V2	A	B	C	AB	AC	BC		I	II	III	IV	
3				C0	3,68	3,92	3,74	3,77	15,11	3,78	228,31			154,45					13,54	15,37	13,99	14,21	
4			B0	C1	4,08	4,39	3,93	4,15	16,55	4,14	273,90			152,48					16,65	19,27	15,44	17,22	
5				C2	3,31	3,39	3,04	3,37	13,11	3,28	171,87			156,26			52,18		10,96	11,49	9,24	11,36	
6				C3	4,11	4,25	3,71	4,03	16,10	4,03	259,21		205,46	154,32	60,87	46,45			16,89	18,06	13,76	16,24	
7				C0	4,25	3,98	4,48	4,59	17,30	4,33	299,29								18,06	15,84	20,07	21,07	
8		A0	B1	C1	3,48	3,21	3,64	3,41	13,74	3,44	188,79						55,74		12,11	10,30	13,25	11,63	
9				C2	4,37	3,96	4,49	4,41	17,23	4,31	296,87								19,10	15,68	20,16	19,45	
10				C3	4,6	4,45	4,55	4,48	18,08	4,52	326,89		209,91		66,35	46,59			21,16	19,80	20,70	20,07	
11				C0	3,32	3,54	3,81	3,37	14,04	3,51	197,12					48,26	44,95		11,02	12,53	14,52	11,36	
12			B2	C1	4,31	4,25	4,19	3,55	16,30	4,08	265,69								18,58	18,06	17,56	12,60	
13				C2	4,62	4,26	4,47	4,57	17,92	4,48	321,13								21,34	18,15	19,98	20,88	
14				C3	3,64	3,44	3,51	3,23	13,82	3,46	190,99	189,30	202,14		62,08	48,00	52,59		13,25	11,83	12,32	10,43	
15				C0	4,24	4,47	4,14	4,04	16,89	4,22	285,27								17,98	19,98	17,14	16,32	
16			B0	C1	4,53	4,72	4,61	4,58	18,44	4,61	340,03						55,85		20,52	22,28	21,25	20,98	
17				C2	3,76	3,42	3,64	3,53	14,35	3,59	205,92								14,14	11,70	13,25	12,46	
18				C3	4,68	4,56	4,87	4,76	18,87	4,72	356,08				68,55	53,59			21,90	20,79	23,72	22,66	
19				C0	5	4,98	5,13	4,61	19,72	4,93	388,88						53,90		25,00	24,80	26,32	21,25	
20		A1	B1	C1	3,65	4,07	3,75	3,91	15,38	3,85	236,54								13,32	16,56	14,06	15,29	
21				C2	4,37	4,68	4,74	4,56	18,35	4,59	336,72								19,10	21,90	22,47	20,79	
22				C3	4,97	4,55	4,78	4,84	19,14	4,79	366,34				72,59	52,57	56,58		24,70	20,70	22,85	23,43	
23				C0	3,84	4,38	4,29	4,47	16,98	4,25	288,32					52,35			14,75	19,18	18,40	19,98	
24			B2	C1	4,78	4,65	4,73	4,59	18,75	4,69	351,56								22,85	21,62	22,37	21,07	
25				C2	5,04	4,89	4,8	4,92	19,65	4,91	386,12						43,58		25,40	23,91	23,04	24,21	
26				C3	4,01	4,1	4,06	4,34	16,51	4,13	272,58	213,03			71,89	54,52	46,42		16,08	16,81	16,48	18,84	
27				C0	5,22	4,95	5,05	4,96	20,18	5,05	407,23						53,16		27,25	24,50	25,50	24,60	
28			B0	C1	5,36	4,99	5,14	5,26	20,75	5,19	430,56								28,73	24,90	26,42	27,67	
29				C2	4,38	4,37	4,22	4,52	17,49	4,37	305,90								19,18	19,10	17,81	20,43	
30				C3	4,26	4,72	4,35	4,29	17,62	4,41	310,46				76,04	54,41	57,41		18,15	22,28	18,92	18,40	
31				C0	4,74	4,65	4,56	4,88	18,83	4,71	354,57								22,47	21,62	20,79	23,81	
32		A2	B1	C1	3,61	3,51	3,56	3,78	14,46	3,62	209,09								13,03	12,32	12,67	14,29	
33				C2	4,46	4,79	4,44	4,63	18,32	4,58	335,62						45,15		19,89	22,94	19,71	21,44	
34				C3	4,85	4,66	5,04	4,81	19,36	4,84	374,81				70,97	53,32			23,52	21,72	25,40	23,14	
35				C0	4,15	3,62	4,05	3,58	15,40	3,85	237,16								17,22	13,10	16,40	12,82	
36			B2	C1	4,68	4,56	4,43	4,44	18,11	4,53	327,97								21,90	20,79	19,62	19,71	
37				C2	5,03	5,12	4,93	4,76	19,84	4,96	393,63					55,65			25,30	26,21	24,30	22,66	
38				C3	3,95	3,52	3,74	3,61	14,82	3,71	219,63	215,18			68,17	51,80			15,60	12,39	13,99	13,03	
39	P				155	153,97	154,61	153,6	618	4,29	10741	618	618	618	618	618	618				2689		
40	P2				24127	23706,76	23904,25	23592,96	95331														
41															розс.	ст.св	дисперсія	Ffact	F05				
42														С корег фактс	2648,046								

Додаток Ж 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
16																			
17	313,9	109,5			640,2	209,5		422,4	130,1			301	129,3		605,2	188,1		408,4	121,5
18	321,6	123,5			672,2	223,5		467,9	149,1			320,9	141,7		670,9	208,9		435,4	143,3
19	323,8	134,6			708,5	256,8		518,1	182			323,3	150,9		701,7	237,1		486,7	186,5
20	409,2	168,5			1554,9	1159,5		665,4	414,3			407,5	184,6		1607,1	1321,7		617,4	416,1
21	542,5	225,5			2339,8	1812,5		1012,4	691,5			518,3	215,4		2448,3	2030,8		838,8	793,2
22	594,8	257,8			2466,4	2130,4		1187,5	936,3			571,4	227,5		2491,5	2184,2		1105,3	898,4
23	434	202,2			1668,5	1324,2		847,9	598,2			417,9	182,2		1795,2	1487,4		923	696,1
24	556,1	233,6			2258,2	1741,1		1083,2	812,8			533,7	213,6		1495,7	1588		756	687,9
25	602,7	275,2			2352,3	1891,3		988,5	708,2			639,8	251,5		2145,4	1788		933,1	726,8
26	472	191,9			2050,4	1598,5		754,9	706,8			528,5	207,8		1816,3	1581,2		796,2	571,8
27	564,6	245,7			2424,2	2101		1037,2	775,8			630,2	248,6		2022,3	1625,3		822,9	638,8
28	628,1	292,6			2509,6	2183,7		1118,7	828,8			658,7	278,7		2241,7	1828,9		822,5	638,8
29																			
30	0,985237				0,995675			0,966154				0,986209			0,9779			0,965186	
31																			

Додаток Ж 6

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								урож
3		83,8	15,2	12,9	23,4	4,5	158,6	2,08
4		86,5	15,4	14,3	27,9	5,3	162,8	2,25
5		88,8	15,4	15,5	30,3	5,8	166,2	2,43
6		91,3	15,5	22,2	43,9	8,3	169,1	2,46
7		93,7	15,6	25,4	49,7	9,4	172,6	2,6
8	Максуд	97,1	15,7	29,5	59,3	11,2	171,3	2,81
9		92,8	15,8	23,9	47,3	8,9	169,6	2,66
10		97,9	15,9	26,9	52,9	10	175,3	2,82
11		100,1	16,2	31	62,5	11,8	173,9	3,02
12		93,8	16,5	24,7	50,5	9,4	170,8	2,71
13		101,1	16,6	28,1	57,1	10,5	176,2	2,87
14		103,4	16,7	31,9	63,8	12,1	175,7	2,97
15								
16		83,8	12,1	13,4	25,1	4,9	162,6	2,32
17		86,1	12,3	14,6	27,6	5,2	165,1	2,44
18		86,1	12,4	15	28,8	5,5	167,6	2,55
19		87	12,6	16,2	31,3	6	168,8	2,61
20	Кордоб	88	12,6	17,3	33,5	6,5	169,1	2,84
21		88,7	12,7	18,1	34,6	6,7	169,7	3,08
22		88,1	12,9	17,4	33,1	6,5	169,3	2,72
23		88,5	13,1	18	34,9	6,8	170	2,94
24		88,9	13,1	18,8	36,5	7,1	172,2	3,26
25		88,6	13,3	17,9	34,3	6,7	171	2,78
26		89,6	13,5	19,1	37,4	7,1	172,6	3,11
27		90,6	13,7	20,3	39,5	7,4	173,5	3,33
28								
29		110,5	15,2	12,9	24,7	3,2	140,9	2,02
30		112,3	15,5	14,8	28,3	5,5	141,7	2,14
31		114,5	15,6	15,2	29,3	5,8	141,9	2,21
32		115,8	15,9	16,6	32,8	6,6	142,3	2,29
33		118,7	16,2	17,9	30,4	7,7	142,4	2,55
34	Саска	120,8	16,4	17,9	35,3	7,1	142,5	2,69
35		117,6	16,4	17,9	35,2	7	142,5	2,62
36		120,1	16,7	20,1	38,5	7,9	142,6	2,8
37		121,5	16,6	21,1	42,1	8,7	142,8	2,9
38		120,6	16,7	17,2	34,2	6,9	142,9	2,44
39		123,4	16,8	19,8	39,2	8	143	2,63
40		126,7	17	21,1	42,1	8,7	143,4	2,72
41								

	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5	Столбец 6	Столбец 7
Столбец 1	1						
Столбец 2	0,84346	1					
Столбец 3	0,95647	0,7631	1				
Столбец 4	0,95841	0,78194	0,99856	1			
Столбец 5	0,95608	0,76877	0,99912	0,9993244	1		
Столбец 6	0,94775	0,77437	0,92343	0,925586	0,92076	1	
Столбец 7	0,95884	0,81553	0,96064	0,9665607	0,96505	0,9375	1

	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5	Столбец 6	Столбец 7
Столбец 1	1						
Столбец 2	0,91384	1					
Столбец 3	0,98654	0,92539	1				
Столбец 4	0,98465	0,92652	0,99811	1			
Столбец 5	0,97167	0,90974	0,99308	0,9921055	1		
Столбец 6	0,96494	0,92291	0,96611	0,9728806	0,9636	1	
Столбец 7	0,92032	0,82862	0,95301	0,9546761	0,94353	0,90845	1

	Столбец 1	Столбец 2	Столбец 3	Столбец 4	Столбец 5	Столбец 6	Столбец 7
Столбец 1	1						
Столбец 2	0,95989	1					
Столбец 3	0,91732	0,92319	1				
Столбец 4	0,90577	0,91282	0,96536	1			
Столбец 5	0,89701	0,89728	0,96251	0,9009476	1		
Столбец 6	0,9552	0,9587	0,90165	0,8961757	0,93285	1	
Столбец 7	0,8461	0,88299	0,9502	0,9047394	0,90598	0,813	1

Додаток З 1

Технологічна карта вирощування сої

Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
Основної продукції	**2,97**	**297,00**
Побічної продукції	**-**	**-**

Фактор дослідження А
Сорт - Максус
Фактори дослідження В,С
Обробка інокулянтами Хі Стік, ХайКот Супер та ХайКот Супер Extender + Мікродобрива Вуксал Борон та Басфоліар

площа, га **100,0**

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати диз. палива			Автотранспорт		Електроенергія		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно ручних робіт			Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно ручних робіт	Трактористів - машиністів	причіпщики і працівники кінно ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т.-км	вартість, всього, грн	кількість, Квт/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	1. Основний обробіток грунту																						
1	Лущення стерні в 2 сліди	га	200,00	Case IH Magnum 340	Case IH True-Tandem 335 VT	1,00		48,40	4,13	33,06		746,78				5,60	1120,00	22400,00					23146,78
	У слід за збиранням зернових, глибина обробітку 8 – 10 см. Другий обробіток проводиться перпендикулярно до першого																						
2	Дискування	га	100,00	Case IH Magnum 340	Case IH True-Tandem 335 VT	1,00		46,20	2,16	17,32		391,17				5,60	560,00	11200,00					11591,17
3	Культивація з одночасним вирівнюванням грунту	га	100,00	Case IH Magnum 280	КСО-8м	1,00		88,00	1,14	9,09		178,82				1,50	150,00	3000,00					3178,82
	ВСЬОГО за розділом 1								**7,43**	**59,46**	**0,00**	**1316,76**	**0,00**	**0,00**	**0,00**		**1830,00**	**36600,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**37916,76**
	2. Передпосівний обробіток грунту та посів																						
4	Боронування	га	100,00	CASE IH Puma 155	Борона зубова MCFARLANE™	1,00		123,00	0,81	6,50		127,93				1,40	140,00	2800,00					2927,93
5	Обробка насіння інсектицидно-фунгіцидним протруйноком та інокулянтами	т	13,50		ПКС-20 ПБ		1,00	32,00	0,42		3,38		61,66		30,83						6,75	12,76	105,25
	Інсектицидно-фунгіцидний протруйник з фізіологічним ефектом Стандак Топ в нормі 1 л/т. Інокулянти - Хі Стік в нормі - 4 кг/т, ХайКот Супер в нормі - 1,42 л/т, ХайКот Супер Extender в нормі - 1,42 л/т.																						
6	Передпосівний обробіток грунту в два сліди	га	200,00	Case IH Magnum 280	КСО-8м	1,00		82	2,44	19,51		383,80				4,1	820,00	16400,00					16783,80
7	Навантаження мінеральних добрив	т	10,00	Case IH Magnum 280	ПКУ-08-А	1,00		65,00	0,15	1,23		21,51		10,76		0,65	6,50	130,00					162,27
8	Транспортування мінеральних добрив	т	10,00	Case IH Magnum 280	2ПТС-4-887Б	1,00		121,00	0,08	0,66		13,00		6,50		1,20	12,00	240,00					259,51
	Норма внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ (Нітроамофоска 100 кг/га)																						
9	Навантаження насіння	т	13,5	Case IH Magnum 280	ПГ-0,3	1,00	1,00	26,00	0,52	4,15	4,15	81,71	75,89			0,65	8,78	175,50					333,10
	Глибина обробітку 3 – 5 см. у день сівби																						
10	Транспортування насіння та завантаження сівалок	т	13,5	Case IH Magnum 280	Bourgault 1100	1,00	1,00	114,00	0,12	0,95	0,95	18,63	15,08			0,54	7,29	145,80					179,52
11	Сівба з одночасним внесенням мінеральних добрив	га	100,00	МТЗ-82	MONOSEM	1,00		32,00	3,13	25,00		655,75		327,88		4,10	410,00	8200,00					9183,63
	Строк сівби з перша декада травня, коли грунт на глибині 10 см прогріється до +15-16^{0}С Широкорядним способом із шириною міжрядь 35 см. Норма висіву 700-750 тис схожих насінин/га. Глибина загортання - 3,0-5,0 см																						
12	Коткування посіву	га	100,00	Case IH Magnum 280	К-10	1,00		38,00	2,63	21,05		414,11				1,20	120,00	2400,00					2814,11
	Виконується відразу після сівби																						
	ВСЬОГО за розділом 2								**10,30**	**79,06**	**8,48**	**1716,45**	**152,63**	**345,13**	**30,83**		**1524,57**	**30491,30**	**0,00**	**0,00**	**6,75**	**12,76**	**32749,11**

Додаток З 1 *(продовження таблиці)*

	3. Догляд за посівами																						
13	Доставка та внесення гербіцидів	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2 400,00					3522,01
	До появи сходів. Норма внесення грунтових гербіцидів Стомп 330 - 2 л/га + Фронтьєр Оптіма - 0,7 л/га. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.																						
14	Доставка та внесення гербіцидів	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2 400,00					3522,01
	У фазі 2-3 трійчастого листочка. Норма внесення гербіциду Пульсар 40 - 1 л/га. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.																						
	Доставка та внесення фунгіциду та мікродобрива	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2400,00					3522,01
	У фазі бутонізації. Норма внесення фунгіциду Абакус - 0,8 л/га. Норма внесення мікродобрива Вуксал Борон - 1л/га, Басфоліар 12-4-6 + S -2 л/га. Норма витрати робочого розчину - 300 л/га																						
	Доставка та внесення фунгіциду	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,7	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2400,00					3522,01
	У фазі наливу бобів. Норма внесення фунгіциду Абакус - 1,0 л/га Норма витрати робочого розчину - 300 л/га																						
	ВСЬОГО за розділом 3								**4,58**	**36,61**	**36,61**	**827,09**	**668,92**	**413,55**	**334,46**		**240,00**	**4800,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**7044,03**
	4. Збирання та доробка зерна																						
15	Збирання врожаю	га	100,00	Case IH 9230		1,00		30,80	3,25	25,97		681,30		340,65		19,00	1900,00	38000,00					39021,95
16	Транспортування зерна	т/км	1487,50	КАМАЗ-5510		1,00		595,00	2,50	20,00									1487,50	12197,50			12197,50
	Очищення зерна	т	297,50		PETKUS K-547		1,00	210,00	1,42		11,33		180,43								827,33	1563,66	1744,09
	Транспортування зерна в склад	т	297,00		У13-ТЛ -50		1,00	400,00	0,74		5,94		94,56								267,30	505,20	599,76
	ВСЬОГО за розділом 4								**7,91**	**45,97**	**17,27**	**681,30**	**274,99**	**340,65**	**0,00**		**1900,00**	**38000,00**	**1487,50**	**12197,50**	**1094,63**	**2068,86**	**51219,45**
	Разом								**30,22**	**221,11**	**62,36**	**4541,61**	**1096,55**	**1099,33**	**365,29**		**5494,57**	**109891,30**	**1487,50**	**12197,50**	**1101,38**	**2081,61**	**128929,35**

	Доплата за класність трактористів	908,32				Edi	Emi	Ezi	Eui	Епр													
	Доплата за стаж	1065,42				452459,72	228442,8	11448,528	321213,666	1013564,707		Есв / 1 га											
	Відпустки	635,36										10298,06		Кее									
	Всього витрат на оплату праці	9711,88				Esi	Eyi	Edi		Енпр				5,20									
	Вартість насіння	135000,00				9496,4771	4568,8559	2175,6457		16240,97868		Епр.рос / 1 га											
	Вартість мінеральних добрив	120000,00										53590,26											
	Вартість мікробіологічних добрив та інокулянтів	95500,00																					
	Вартість засобів захисту	236000,00										Пре / 1 га											
	Амортизація	42600,30										43292,21											
	Витрати на ремонт	11100,60																					
	Інші прямі витрати	7500,20										Ен.соб 1т											
	Плата за оренду земельних ділянок	283200,00										3467,36											
	Страхові платежі	25000,00																					
	Зальновиробничі витрати	9500,00																					
	Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	1096939,55																					
	собівартість 1 т продукції	3693,40																					
	Виробничі витрати на 1 га	10969,40																					
	Валовий дохід з 1 га	26730,00																					
	Умовно-чистий прибуток з 1 га	15760,60																					
	Рівень рентабельності, %	143,68																					

Додаток З 2

Технологічна карта вирощування сої

Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
Основної продукції	2,72	272,00
Побічної продукції	-	-

Фактор дослідження А
Сорт - Саска
Фактори дослідження В,С
Обробка інокулянтами Хі Стік, ХайКот Супер та ХайКот Супер Extender + Мікродобрива Вуксал Борон та Басфоліар

площа, га	100,0																						
№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт		Склад агрегату		Кількість працівників для виконання робіт		Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год		Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Підвищена та заохочувальна оплата, грн.		Витрати див. палива			Автотранспорт		Електроенергія		Всього витрат, грн.
		од. виміру	кіл-ть	Марка трактора, комбайна, автомобіля	Марка сільгоспмашини	Трактористів-машиністів	принців і працюючих ручних робіт			Трактористів-машиністів	принців і працюючих ручних робіт	Трактористів-машиністів	принців і працюючих ручних робіт	Трактористів-машиністів	принців і працюючих ручних робіт	кількість на одиницю роботи, л	на весь обсяг робіт, л	вартість, всього, грн	Кількість, т-км	вартість, всього, грн	кількість, Кв/год.	вартість, грн	
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Основний обробіток грунту																							
1	Лущення стерні в 2 сліди	га	200,00	Case IH Magnum 340	Case IH True-Tandem 335 VT	1,00		48,40	4,13	33,06		746,78				5,60	1120,00	22400,00					23146,78
У слід за збиранням зернових, глибина обробітку 8 – 10 см. Другий обробіток проводиться перпендикулярно до першого																							
2	Дискування	га	100,00	Case IH Magnum 340	Case IH True-Tandem 335 VT	1,00		46,20	2,16	17,32		391,17				5,60	560,00	11200,00					11591,17
3	Культивація з одночасним вирівнюванням грунту	га	100,00	Case IH Magnum 280	КСО-8м	1,00		88,00	1,14	9,09		178,82				1,50	150,00	3000,00					3178,82
	ВСЬОГО за розділом 1								7,43	59,46	0,00	1316,76	0,00	0,00	0,00		1830,00	36600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37916,76
2. Передпосівний обробіток грунту та посів																							
4	Боронування	га	100,00	CASE IH Puma 155	Борона зубова MCFARLANE™	1,00		123,00	0,81	6,50		127,93				1,40	140,00	2800,00					2927,93
5	Обробка насіння інсектицидно-фунгіцидним протруйником та інокулянтами	т	9,20		ПКС-20 ПБ		1,00	32,00	0,29		2,30		42,02		21,01						4,60	8,69	71,73
Інсектицидно-фунгіцидний протруйник з фізіологічним ефектом Стандак Топ в нормі 1 л/т. Інокулянти - Хі Стік в нормі - 4 кг/т, ХайКот Супер в нормі - 1,42 л/т, ХайКот Супер Extender в нормі - 1,42 л/т.																							
6	Передпосівний обробіток грунту в два сліди	га	200,00	Case IH Magnum 280	КСО-8м	1,00		82	2,44	19,51		383,80				4,1	820,00	16400,00					16783,80
7	Навантаження мінеральних добрив	т	10,00	Case IH Magnum 280	ПКУ-08-А	1,00		65,00	0,15	1,23		21,51		10,76		0,65	6,50	130,00					162,27
8	Транспортування мінеральних добрив	т	10,00	Case IH Magnum 280	2ПТС-4-887Б	1,00		121,00	0,08	0,66		13,00		6,50		1,20	12,00	240,00					259,51
Норма внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ (Нітроамофоска 100 кг/га)																							
9	Навантаження насіння	т	9,2	Case IH Magnum 280	ПГ-0,3	1,00	1,00	26,00	0,35	2,83	2,83	55,68	51,72			0,65	5,98	119,60					227,00
Глибина обробітку 3 – 5 см. у день сівби																							
10	Транспортування насіння та завантаження сівалок	т	9,2	Case IH Magnum 280	Bourgault 1100	1,00	1,00	114,00	0,08	0,65	0,65	12,70	10,28			0,54	4,97	99,36					122,34
11	Сівба з одночасним внесенням мінеральних добрив	га	100,00	МТЗ-82	MONOSEM	1,00		32,00	3,13	25,00		655,75		327,88		4,10	410,00	8200,00					9183,63
Строк сівби з перша декада травня, коли грунт на глибині 10 см прогріється до +15-16°С Широкорядним способом із шириною міжрядь 35 см. Норма висіву 700-750 тис схожих насінин/га. Глибина загортання - 3,0-5,0 см																							
12	Коткування посіву	га	100,00	Case IH Magnum 280	К-10	1,00		38,00	2,63	21,05		414,11				1,20	120,00	2400,00					2814,11
Виконується відразу після сівби																							
	ВСЬОГО за розділом 2								9,97	77,44	5,78	1684,49	104,02	345,13	21,01		1519,45	30388,96	0,00	0,00	4,60	8,69	32552,31

Додаток З 2 *(продовження таблиці)*

3. Догляд за посівами																							
13	Доставка та внесення гербіцидів	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2 400,00					3522,01
До появи сходів. Норма внесення грунтових гербіцидів Стомп 330 - 2 л/га + Фронтьер Оптіма - 0,7 л/га. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.																							
14	Доставка та внесення гербіцидів	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2 400,00					3522,01
У фазі 2-3 тріймастого листочка. Норма внесення гербіциду Пульсар 40 - 1 л/га. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.																							
	Доставка та внесення фунгіциду та мікродобрива	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2400,00					3522,01
У фазі бутонізації. Норма внесення фунгіциду Абакус - 0,8 л/га. Норма внесення мікродобрива Вуксал Борон - 1л/га, Басфоліар 12-4-6 + S -2 л/га. Норма витрати робочого розчину - 300 л/га																							
	Доставка та внесення фунгіциду	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,7	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2400,00					3522,01
У фазі наливу бобів. Норма внесення фунгіциду Абакус - 1,0 л/га Норма витрати робочого розчину - 300 л/га																							
	ВСЬОГО за розділом 3								**4,58**	**36,61**	**36,61**	**827,09**	**668,92**	**413,55**	**334,46**		**240,00**	**4800,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**7044,03**
4. Збирання та доробка зерна																							
15	Збирання врожаю	га	100,00	Case IH 9230		1,00		30,80	3,25	25,97		681,30		340,65		19,00	1900,00	38000,00					39021,95
16	Транспортування зерна	т/км	1362,50	КАМАЗ-5510		1,00		595,00	2,29	18,32									1362,50	11172,50			11172,50
	Очищення зерна	т	272,50		PETKUSK-547		1,00	210,00	1,30		10,38		165,26								757,81	1432,26	1597,52
	Транспортування зерна в склад	т	272,00		У13-ТЛ-50		1,00	400,00	0,68		5,44		86,60								244,80	462,67	549,28
	ВСЬОГО за розділом 4								**7,51**	**44,29**	**15,82**	**681,30**	**251,87**	**340,65**	**0,00**		**1900,00**	**38000,00**	**1362,50**	**11172,50**	**1002,61**	**1894,93**	**50194,45**
	Разом								**29,49**	**217,81**	**58,21**	**4509,65**	**1024,81**	**1099,33**	**355,47**		**5489,45**	**109788,96**	**1362,50**	**11172,50**	**1007,21**	**1903,63**	**127707,55**

	Доплата за класність трактористів	901,93
	Доплата за стаж	1048,39
	Відпустки	625,77
	Всього витрат на оплату праці	9565,36
	Вартість насіння	92000,00
	Вартість мінеральних добрив	120000,00
	Вартість мікробіологічних добрив та інокулянтів	86520,00
	Вартість засобів захисту	236000,00
	Амортизація	42600,30
	Витрати на ремонт	11100,60
	Інші прямі витрати	7500,20
	Плата за оренду земельних ділянок	283200,00
	Страхові платежі	25000,00
	Загальновиробничі витрати	9500,00
	Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	1043704,74
	собівартість 1 т продукції	3837,15
	Виробничі витрати на 1 га	10437,05
	Валовий дохід з 1 га	24480,00
	Умовно-чистий прибуток з 1 га	14042,95
	Рівень рентабельності, %	134,55

Edi Emi Ezi Eui Епр

450719,03 228354,34 11181,749 314393,909 1004649,034

Esi Eyi Edi Енпр

9246,6436 4567,0869 2174,8033 15988,53379

Есв / 1 га

10206,38

Кее

4,81

Епр.рос / 1 га

49079,30

Пре / 1 га

38872,92

Ен.соб 1т

3752,34

Додаток З 3

Технологічна карта вирощування сої

Виробництво продукції	Урожайність, т/га	Валовий збір, т.
Основної продукції	3,33	333,00
Побічної продукції	-	-

Фактор дослідження А
Сорт - Кордоба
Фактори дослідження В,С
Обробка інокулянтами Хі Стік, ХайКот Супер та ХайКот Супер Extender + Мікродобрива Вуксал Борон та Басфоліар

площа, га **100,0**

№ п/п	Вид робіт	Обсяг робіт: од. виміру	Обсяг робіт: кіл-ть	Склад агрегату: Марка трактора, комбайна, автомобіля	Склад агрегату: Марка сільгоспмашини	Кількість працівників для виконання робіт: Трактористів - машиністів	Кількість працівників для виконання робіт: прийміщики і працівники кінно ручних робіт	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год: Трактористів - машиністів	Затрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год: прийміщики і працівники кінно ручних робіт	Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.: Трактористів - машиністів	Оплата по тарифу на весь обсяг робіт, грн.: прийміщики і працівники кінно ручних робіт	Підвищена та заохочувальна оплата, грн.: Трактористів - машиністів	Підвищена та заохочувальна оплата, грн.: прийміщики і працівники кінно ручних робіт	Витрати диз. палива: кількість на одиницю роботи, л	Витрати диз. палива: на весь обсяг робіт, л	Витрати диз. палива: вартість, всього, грн	Автотранспорт: Кількість, т-км	Автотранспорт: вартість, всього, грн	Електроенергія: кількість, Кв/год.	Електроенергія: вартість, грн	Всього витрат, грн.
1	2	3	4	8	9	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. Основний обробіток грунту																							
1	Лущення стерні в 2 сліди	га	200,00	Case IH Magnum 340	Case IH True-Tandem 335 VT	1,00		48,40	4,13	33,06		746,78				5,60	1120,00	22400,00					23146,78
У слід за збиранням зернових, глибина обробітку 8 – 10 см. Другий обробіток проводиться перпендикулярно до першого																							
2	Дискування	га	100,00	Case IH Magnum 340	Case IH True-Tandem 335 VT	1,00		46,20	2,16	17,32		391,17				5,60	560,00	11200,00					11591,17
3	Культивація з одночасним вирівнюванням грунту	га	100,00	Case IH Magnum 280	КСО-8м	1,00		88,00	1,14	9,09		178,82				1,50	150,00	3000,00					3178,82
	ВСЬОГО за розділом 1								**7,43**	**59,46**	**0,00**	**1316,76**	**0,00**	**0,00**	**0,00**		**1830,00**	**36600,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**37916,76**
2. Передпосівний обробіток грунту та посів																							
4	Боронування	га	100,00	CASE IH Puma 155	Борона зубова MCFARLANE™	1,00		123,00	0,81	6,50		127,93				1,40	140,00	2800,00					2927,93
5	Обробка насіння інсектицидно-фунгіцидним протруйником та інокулянтами	т	10,50		ПКС-20 ПБ		1,00	32,00	0,33		2,63		47,96		23,98						5,25	9,92	81,86
Інсектицидно-фунгіцидний протруйник з фізіологічним ефектом Стандак Топ в нормі 1 л/т. Інокулянти - Хі Стік в нормі - 4 кг/т, ХайКот Супер в нормі - 1,42 л/т, ХайКот Супер Extender в нормі - 1,42 л/т.																							
6	Передпосівний обробіток грунту в два сліди	га	200,00	Case IH Magnum 280	КСО-8м	1,00		82	2,44	19,51		383,80				4,1	820,00	16400,00					16783,80
7	Навантаження мінеральних добрив	т	10,00	Case IH Magnum 280	ПКУ-08-А	1,00		65,00	0,15	1,23		21,51		10,76		0,65	6,50	130,00					162,27
8	Транспортування мінеральних добрив	т	10,00	Case IH Magnum 280	2ПТС-4-887Б	1,00		121,00	0,08	0,66		13,00		6,50		1,20	12,00	240,00					259,51
Норма внесення $N_{16}P_{16}K_{16}$ (Нітроамофоска 100 кг/га)																							
9	Навантаження насіння	т	10,5	Case IH Magnum 280	ПГ-0,3	1,00	1,00	26,00	0,40	3,23	3,23	63,55	59,03			0,65	6,83	136,50					259,08
Глибина обробітку 3 – 5 см. у день сівби																							
10	Транспортування насіння та завантаження сівалок	т	10,5	Case IH Magnum 280	Bourgault 1100	1,00	1,00	114,00	0,09	0,74	0,74	14,49	11,73			0,54	5,67	113,40					139,62
11	Сівба з одночасним внесенням мінеральних добрив	га	100,00	МТЗ-82	MONOSEM	1,00		32,00	3,13	25,00		655,75		327,88		4,10	410,00	8200,00					9183,63
Строк сівби з перша декада травня, коли грунт на глибині 10 см прогріється до +15-16°С. Широкорядним способом із шириною міжрядь 35 см. Норма висіву 700-750 тис схожих насінин/га. Глибина загортання - 3,0-5,0 см																							
12	Коткування посіву	га	100,00	Case IH Magnum 280	К-10	1,00		38,00	2,63	21,05		414,11				1,20	120,00	2400,00					2814,11
Виконується відразу після сівби																							
	ВСЬОГО за розділом 2								**10,07**	**77,93**	**6,59**	**1694,16**	**118,72**	**345,13**	**23,98**		**1521,00**	**30419,90**	**0,00**	**0,00**	**5,25**	**9,92**	**32611,81**

Додаток З 3 *(продовження таблиці)*

3. Догляд за посівами																							
13	Доставка та внесення гербіцидів	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2 400,00					3522,01
До появи сходів. Норма внесення грунтових гербіцидів Стомп 330 - 2 л/га + Фронтьєр Оптіма - 0,7 л/га. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.																							
14	Доставка та внесення гербіцидів	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2 400,00					3522,01
У фазі 2-3 тріймастого листочка. Норма внесення гербіциду Пульсар 40 - 1 л/га. Норма витрати робочого розчину 250 л/га.																							
	Доставка та внесення фунгіциду та мікродобрива	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,70	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2400,00					3522,01
У фазі бутонізації. Норма внесення фунгіциду Абакус - 0,8 л/га. Норма внесення мікродобрива Вуксал Борон - 1л/га, Басфоліар 12-4-6 + S -2 л/га. Норма витрати робочого розчину - 300 л/га																							
	Доставка та внесення фунгіциду	га	100,00	CASE New Holland TL 105	Jacto Advance Vortex 3000	1,00	1,00	43,7	2,29	18,31	18,31	413,55	334,46	206,77	167,23	1,20	120,00	2400,00					3522,01
У фазі наливу бобів. Норма внесення фунгіциду Абакус - 1,0 л/га Норма витрати робочого розчину - 300 л/га																							
	ВСЬОГО за розділом 3								**4,58**	**36,61**	**36,61**	**827,09**	**668,92**	**413,55**	**334,46**		**240,00**	**4800,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**7044,03**
4. Збирання та доробка зерна																							
15	Збирання врожаю	га	100,00	Case IH 9230		1,00		30,80	3,25	25,97		681,30		340,65		19,00	1900,00	38000,00					39021,95
16	Транспортування зерна	т/км	1667,50	КАМАЗ-5510		1,00		595,00	2,80	22,42									1667,50	13673,50			13673,50
	Очищення зерна	т	333,50		PETKUS K-547		1,00	210,00	1,59		12,70		202,26								927,45	1752,88	1955,14
	Транспортування зерна в склад	т	333,00		У13-ТЛ -50		1,00	400,00	0,83		6,66		106,03								299,70	566,43	672,46
	ВСЬОГО за розділом 4								**8,47**	**48,39**	**19,36**	**681,30**	**308,29**	**340,65**	**0,00**		**1900,00**	**38000,00**	**1667,50**	**13673,50**	**1227,15**	**2319,31**	**52695,45**
	Разом								**30,55**	**222,40**	**62,57**	**4519,31**	**1095,93**	**1099,33**	**358,44**		**5491,00**	**109819,90**	**1667,50**	**13673,50**	**1232,40**	**2329,23**	**130268,05**

	Доплата за класність трактористів	903,86
	Доплата за стаж	1060,95
	Відпустки	632,65
	Всього витрат на оплату праці	9670,47
	Вартість насіння	105000,00
	Вартість мінеральних добрив	120000,00
	Вартість мікробіологічних добрив та інокулянтів	89150,00
	Вартість засобів захисту	236000,00
	Амортизація	42600,30
	Витрати на ремонт	11100,60
	Інші прямі витрати	7500,20
	Плата за оренду земельних ділянок	283200,00
	Страхові платежі	25000,00
	Загальновиробничі витрати	9500,00
	Виробничі витрати всього (виробнича собівартість)	1061916,61
	собівартість 1 т продукції	3188,94
	Виробничі витрати на 1 га	10619,17
	Валовий дохід з 1 га	30636,00
	Умовно-чистий прибуток з 1 га	20016,83
	Рівень рентабельності, %	188,50

Edi Emi Ezi Eui Епр

454041,54 228381,09 11510,537 322985,51 1016918,675

Esi Eyi Edi Енпр

9546,5392 4567,6217 2175,058 16289,21884

Есв / 1 га

10332,08

Кее

5,82

Епр.рос / 1 га

60086,05

Пре / 1 га

49753,97

Ен.соб 1т

3102,73

Додаток И 1

ПОГОДЖЕНО	ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з навчальної роботи Подільського державного аграрно-технічного університету, доктор економічних наук, професор Ясінецька І.А.	Директор ТОВ «Гарант» Комарніцький О.В.
«28» липня 2020 р.	«28» липня 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕННЯ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалася робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Федорук Інна Василівна.

Впровадження проводилося в ТОВ «Гарант» с. Оринин, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Федорук Інна Василівна, від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Комарніцький Олег Володимирович, від ТОВ «Гарант»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 60,0 га; сорт сої – Максус; інокулянти – Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender; мікродобрива – Вуксал Борон + Босфоліар.

Оцінка результатів досліджень після обробки насіння сої інокулянтами та внесення мікродобрив урожайність сорту Максус зросла з 2,08 до 2,97 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна сої використовувати мікродобрива Вуксал Борон у нормі 1 л/га + Босфоліар нормі 2 л/га та інокулянти в поїднанні Хі Стік 4 кг/т насіння сої + Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т.

Директор

ТОВ «Гарант» О.В. Комарніцький

Виконавець НДР І.В. Федорук

Акт складений «28» липня 2020 року

Додаток И 2

ПОГОДЖЕНО	ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з навчальної роботи Подільського державного аграрно-технічного університету, доктор економічних наук, професор Ясінецька І.А.	Директор ПАП «Обрій» Данилишин С.Г.
« 02 » листопада 2020 р.	« 02 » листопада 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕННЯ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалася робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Федорук Інна Василівна.

- Впровадження проводилося в ПАП «Обрій» с. Великі Чорнокінці, Чортківського району, Тернопільської області.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Федорук Інна Василівна, від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Данилишин Степан Григорович, від ПАП «Обрій»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 55,0 га; сорт сої – Кордоба; інокулянти – Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender; мікродобрива – Вуксал Борон + Босфоліар.

Оцінка результатів досліджень після обробки насіння сої інокулянтами та внесення мікродобрив урожайність сорту Кордоба зросла з 2,32 до 3,33 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна сої використовувати мікродобрива Вуксал Борон у нормі 1 л/га + Босфоліар нормі 2 л/га та інокулянти в поєднанні Хі Стік 4 кг/т насіння сої + Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т.

Директор

ПАП «Обрій» С.Г. Данилишин

Виконавець НДР І.В. Федорук

Акт складений «02» листопада 2020 року

Додаток И 3

ПОГОДЖЕНО
Проректор з навчальної роботи
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінецька І.А.
«09» листопада 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ФГ «КАЛИНА»
Гладій І.М.
«09» листопада 2020 р.

АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕННЯ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалася робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Федорук Інна Василівна.

Впровадження проводилося в ФГ «КАЛИНА» с. Клювинці, Гусятинського району, Тернопільської області.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Федорук Інна Василівна, від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Гладій Іван Михайлович, від ФГ «КАЛИНА»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 60,0 га; сорт сої – Саска; інокулянти – Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender; мікродобрива – Вуксал Борон + Босфоліар.

Оцінка результатів досліджень після обробки насіння сої інокулянтами та внесення мікродобрив урожайність сорту Саска зросла з 2,02 до 2,72 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна сої використовувати мікродобрива Вуксал Борон у нормі 1 л/га + Босфоліар нормі 2 л/га та інокулянти в поїднанні Хі Стік 4 кг/т насіння сої + Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т.

Директор
ФГ «КАЛИНА» І.М. Гладій
Виконавець НДР І.В. Федорук

Акт складений «09» листопада 2020 року

Додаток И 4

ПОГОДЖЕНО
_ Проректор з навчальної роботи
Подільського державного аграрно-технічного університету,
доктор економічних наук, професор
Ясінецька І.А.
«26» жовтня 2020 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Директор ТОВ «Козацька долина 2006»
Загородний В.М.
«26» жовтня 2020р.

АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕННЯ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалася робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Федорук Інна Василівна.

Впровадження проводилося в ТОВ «Козацька долина 2006» с. Вихрівка, Дунаєвецького району, Хмельницької області.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Федорук Інна Василівна, від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Загородний Віталій Михайлович, від ТОВ «Козацька долина 2006»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 55,0 га; сорт сої – Кордоба; інокулянти – Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender; мікродобрива – Вуксал Борон + Босфоліар.

Оцінка результатів досліджень після обробки насіння сої інокулянтами та внесення мікродобрив урожайність сорту Кордоба зросла з 2,32 до 3,33 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна сої використовувати мікродобрива Вуксал Борон у нормі 1 л/га + Босфоліар нормі 2 л/га та інокулянти в поїднанні Хі Стік 4 кг/т насіння сої + Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т.

Директор
ТОВ «Козацька долина 2006» В.М. Загородний

Виконавець НДР І.В. Федорук

Акт складений «26» жовтня 2020 року

Додаток И 5

ПОГОДЖЕНО	ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з навчальної роботи Подільського державного аграрно-технічного університету, доктор економічних наук, професор Ясінецька І.А.	Директор ТОВ «ЗАХІД АГРО» Маковійчук А.Б.
«20» січня 2021 р.	«20» січня 2021 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕННЯ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалася робота Подільський державний аграрно-технічний університет.

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрив в умовах Лісостепу західного».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Федорук Інна Василівна.

Впровадження проводилося в ТОВ «ЗАХІД АГРО» м. Вашківці, Вижницького району, Чернівецької області.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки:

- аспірант Федорук Інна Василівна, від Подільського державного аграрно-технічного університету;
- директор Маковійчук Анатолій Борисович, від ТОВ«ЗАХІД АГРО»

Період проведення виробничої перевірки 2020 р.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат – помірно континентальний; попередник – озима пшениця; площа посіву 55,0 га; сорт сої – Саска; інокулянти – Хі Стік, Хай Кот Супер + Хай Кот Супер Extender; мікродобрива – Вуксал Борон + Босфоліар.

Оцінка результатів досліджень після обробки насіння сої інокулянтами та внесення мікродобрив урожайність сорту Саска зросла з 2,02 до 2,72 т/га.

Рекомендації виробництву для збільшення врожайності та підвищення якості зерна сої використовувати мікродобрива Вуксал Борон у нормі 1 л/га + Босфоліар нормі 2 л/га та інокулянти в поїднанні Хі Стік 4 кг/т насіння сої + Хай Кот Супер 1,42 л/т + Хай Кот Супер Extender 1,42 л/т.

Директор
ТОВ«ЗАХІД АГРО» А.Б. Маковійчук
Виконавець НДР І.В. Федорук

Акт складений «19» січня 2021 року

Додаток І 1

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Бахмат О. М., **Федорук І. В.** Формування урожайності зерна сої залежно від заходів адаптивної технології в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 26, ч. І. С. 9–16.

2. **Федорук І. В.** Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник /* Херсон. держ. аграр.-екон. ун-т. Херсон, 2019. № 108. С. 110–116. (Серія Сільськогосподарські науки).

3. **Федорук І. В.,** Хмелянчишин Ю. В., Городиська О. П. Особливості росту і розвитку рослин сої залежно від сорту та елементів технології вирощування. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2020. Вип. 33. С. 54–61.

4. **Федорук І. В.** Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія = Agrobiology* : зб. наук. пр. / БНАУ. Біла Церква : БНАУ, 2020. №2 (161). С. 178–184.

5. **Федорук І. В.,** Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Plant and Soil Science = Рослинництво та ґрунтознавство* : наук. журн. / НУБіП України. Київ. 2021. Том 12, №. 1. С. 7– 17.

Статті у закордонних фахових виданнях:

6. Agroecological influence of micronutrient fetilizers and seed inoculation on a soybean crop / **Fedoruk Inna**, Bakhmat Oleg, Khmelianchyshyn Yuri, Gorodyska Olesia. *EUREKA : Life Sciences* : scientific journal. Tallin, Estonia, 2021. Is. 2. P. 16–24.

Тези наукових конференцій:

7. Влияние адаптивной технологии возделывания на формирование урожая зерна сои в условиях Западной Лесостепи Украины / Бахмат О. Н., Бахмат Н. И., Зеленский В. А., **Федорук И. В.** Современные достижения науки

и пути инновационного восхождения экономики региона, страны: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18 мая 2017 года. Комрат, Молдова. 2017 С. 255-259.

8. Бахмат О. М., **Федорук І. В.** Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : зб. наук. пр. Всеукр. наук.-практ. конф., 15-16 черв. 2017 р. Кам'янець-Подільський, 2017. С. 174-176.

9. Бахмат О. М., Бахмат М. І., **Федорук І. В.** Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу західного. Аграрна наука та освіта Поділля : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 14-16 берез. 2017 р., Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2017. Ч. 1. С. 59-62.

10. **Федорук І. В.** Значення мікроелементів у технології вирощування сої в умовах Південно-Західного Лісостепу України. Освіта і наука в Україні: шляхи розвитку та напрямки взаємодії : матеріали V Всеукр. заочної наук.-практ. конф., 11-12 квіт. 2017 р. Харків, 2017. С. 32-37.

11. **Федорук І. В.** Особливості технології вирощування сої в умовах Південно-Західної частини Лісостепу. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції : зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-22 берез. 2018 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль : Крок, 2018. Ч. 1. С. 153-155.

12. **Федорук І. В.,** Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. Інноваційні технології в рослинництві : матеріали наук. інтернет-конф., 15 трав. 2018 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 191-194.

13. **Федорук І. В.,** Бахмат О. М. Вплив інокуляції на врожайність сортів сої різних груп стиглості в умовах нестійкого зволоження Південно-Західного Лісостепу. Збірник тез ІІІ Міжнар. наук.-практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ, 2018. С. 635-639.

14. **Федорук І. В.** Формування сортової продуктивності зерна сої залежно від елементів технології вирощування. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції: зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 берез. 2019 р., м. Кам'янець-Подільський / ПДАТУ. Тернопіль: Крок, 2019. Ч. 1. С. 163-165.

15. Вплив бору на продуктивність сої / Бахмат О. М., **Федорук І. В.,** Чубайко О. В., Городиська О. П. Scientific achievements of modern society : abstracts of VIII International scientific and practical conference, 1-3 April. Liverpool, United Kingdom, 2020. P. 247-253.

16. Бахмат О. М., **Федорук І. В.** Продуктивність сортів сої та якості насіння в умовах Лісостепу Західного. Інноваційні технології в рослинництві: матеріали III Всеукр. наук. інтернет-конф., 15 лип. 2020 р. / ПДАТУ, МНАУ. Кам'янець-Подільський. С. 15-17.

17. **Федорук І. В.** Особливості вирощування сої в сучасних кліматичних реаліях. Матеріали XII Міжнар. наук. конф. «Корми і кормовий білок», 15 лип. 2020 р. Вінниця, 2020. С. 116-119.

18. Якісний насіннєвий матеріал – основа вирощування органічної сої / **Федорук І. В.,** Бахмат О. М., Хоміна В. Я. та ін. Матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука», 4 листоп. 2020 р. / НМЦ ВФПО. Київ, 2020. С. 14-17.

Науково-практичні рекомендації:

19. Бахмат М. І., Бахмат О. М., **Федорук І. В.** Моделювання адаптивної сортової технології вирощування сої у господарствах Хмельницької області: рекомендації. Кам’янець-Подільський, 2017. 33 с.