

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ДУДКА АНГЕЛІНА АНАТОЛІВНА

УДК 633.34: 631.8:631.559

ДИСЕРТАЦІЯ

**СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-
СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

20 – Аграрні науки та продовольство

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

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

 А. А. Дудка

Науковий керівник: Мельник Андрій Васильович,
доктор с.-г. наук, професор

Суми – 2023

АНОТАЦІЯ

Дудка А. А. Сортові особливості формування продуктивності сої залежно від рівня живлення в умовах північно-східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». – Сумський національний аграрний університет, Міністерство освіти і науки України, Суми, 2023.

Обґрунтування вибору теми дослідження. Соя є важливою культурою в світовому агропромисловому виробництві, адже це цінне джерело рослинного білка, наближене за своїм хімічним складом до тваринного, один із ресурсів жирів та головних компонентів сівозмін.

На сьогоднішній день найдоступнішим і найдешевшим засобом підвищення аграрного виробництва є сорт, який реалізує потенціал культур на 30–60 %. Сучасні сорти є досить вибагливими до умов живлення і завдяки комплексному підходу до цього питання здатні сформувати найвищий рівень врожаю. Тому особливо ретельно слід розглядати не тільки забезпечення рослин макроелементами, а й мікроелементами також.

Зважаючи на тенденції глобальної зміни клімату, комплексне використання добрив для позакореневого підживлення, що містять у своєму складі додаткові речовини, необхідні для підвищення толерантності рослин до стресових умов, є важливим та актуальним.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* встановлено особливості формування продуктивності сучасних сортів сої іноземної та вітчизняної селекції, пошук раціональної системи удобрення шляхом установлення оптимальних норм мінеральних добрив та застосування систем позакорневих підживлень, запропонованих іноземними та вітчизняними виробниками у північно-східному Лісостепу України. *Оптимізовано* технологію вирощування сої для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на ріст та

розвиток рослин, показники структури врожаю, урожайність та якість зерна сої. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність внесення різних норм добрив та позакореневого підживлення за вирощування сої.

Практичне значення одержаних результатів. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ФГ «Тімченко» та ТОВ «Угроїдський цукровий завод» на загальній площі 110 га.

У дисертаційній роботі викладено результати досліджень та теоретичне обґрунтування щодо удосконалення елементів технології вирощування сої: вивчення сортових особливостей, впливу різних норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин сої, формування фотосинтетичного та симбіотичного апарату, продуктивність рослин, урожай та його якість.

Проаналізовано вітчизняні та закордонні наукові праці щодо значення культури на світовому ринку та питань вирощування сої у світі, Україні та Сумській області, які показують позитивну динаміку до збільшення посівних площ та врожайностей культури за останні десятиріччя. Вивчено сучасний асортимент сортів сої та основні аспекти щодо особливостей її живлення, впливу основних поживних речовин в її життєвому циклі. Водночас наведено огляд літератури науковців із різних агрокліматичних зон щодо встановлення впливу різних норм мінеральних добрив, доцільності використання мікродобрив на хелатній основі для позакореневого підживлення на ростові процеси рослин сої, симбіотичну активність, продуктивність, врожай та його якість.

Установлено, що зона північно-східного Лісостепу України є сприятливою для вирощування сої. За аналізом погодних умов виявлено, що умови періоду вегетації 2019 та 2020 року за рівнем зволоження були недостатніми ($K_c = -0,7$ та $-0,59$ відповідно). Дещо більшим режимом зволоження характеризувався вегетаційний період 2021 року ($K_c = 0,11$). За температурним режимом умови всіх років були наближеними до звичайних

($K_c=0,04-0,08$). Аналіз гідротермічного коефіцієнта (ГТК) Селянинова за досліджувани роки показав, що за зволоженням 2019 та 2020 роки – сухі (ГТК=0,5–0,8). 2021 рік – нормальний (ГТК 1,2).

За результатами досліджень виявлено, що найвищі рослини серед досліджуваних сортів було сформовано у сорту Кіото (72,5 см). Відмічено позитивний вплив внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) на показники висоти рослин – 71,4 см. Найвищі рослини формувалися на варіантах за позакореневого підживлення комплексом Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сорту Ліссабон – 70,9 см та за застосування Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 у сорту Кіото – 78,2 см у сорту Діадема Поділля – 67,7 см. Висота рослин на варіантах без внесення добрив та позакореневого підживлення становила у сортів: Ліссабон – 58,8 см, Кіото – 64,8 см, Діадема Поділля – 56,7 см.

Площа асиміляційної поверхні та вміст хлорофілу є одними із найважливіших показників проходження процесу фотосинтезу, які можуть свідчити про реакцію рослин за різних агротехнічних заходів. Максимальним показником площі листкової поверхні, визначеної методом висічок, серед сортів відзначився сорт Ліссабон – 32,7 тис. м²/га. Внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) та позакореневе підживлення добривами забезпечило формування найбільшої площі листової поверхні: Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сортів Ліссабон – 37,2 тис. м²/га та Діадема Поділля – 34,7 тис. м²/га; Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 у сорту Кіото – 36,3 тис. м²/га.

Максимальні значення вмісту хлорофілів «а» та «b» серед досліджуваних сортів, які було визначено біохімічним аналізом на спектрофотометрі ULAB 102, було отримано у сорту Діадема Поділля – 2,15 мг/г. Виявлено максимальний вміст хлорофілу за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ (2,36 мг/г). На цьому фоні удобрення за позакореневого підживлення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 зафіксовано найвищий вміст хлорофілу в сортів Ліссабон та Кіото – 2,58 та 2,40 мг/г сирової маси. За підживлення Вуксал Мікроплант +

Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо у сорту Діадема Поділля – 2,62 мг/г.

Важливим показником придатності рослин сої до механізованого збирання є висота кріплення нижнього бобу. Найбільші показники висоти кріплення серед сортів зафіксовано у Ліссабону (12,6 см); серед норм добрив – на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ (12,5 см). Позакореневе підживлення добривами ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо забезпечувала найбільші показники висоти кріплення нижнього бобу на фоні рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) у сортів Ліссабон та Діадема Поділля (13,5 та 12,7 см відповідно); Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 – у сорту Кіото (по 12,3 см).

Коренева система є важливим показником адаптації та розвитку рослин. Методом зважування сирої кореневої системи сої виявлено, що найбільшими показниками її маси (4,95 г) характеризувалися варіанти за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та позакореневого підживлення хелатними добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сортів: Ліссабон – 5,24 г, Кіото – 5,34 г, Діадема Поділля – 4,83 г.

Важливою біологічною особливістю рослин сої, як і інших бобових культур, є біологічна фіксація азоту з атмосфери. За внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) зафіксовано найбільшу кількість і масу бульбочкових бактерій – 36,3 шт. та 0,7 г відповідно. Максимальну кількість бульбочок формували сорти Ліссабон – 41,1 шт., Кіото – 34,9 шт. та Діадема Поділля – 38,3 шт. за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант. Найбільшу масу бульбочкових бактерій з однієї рослини на такому фоні удобрення формували сорти Ліссабон – 0,63 г, Кіото – 0,73 г та Діадема Поділля – 0,81 г за внесення добрив Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

Кількість бобів на рослині сої та кількість насінин у плоді є важливими показниками продуктивності й елементами структури врожаю, які залежать

один від одного. Серед сортів найбільша кількість бобів і чисельність насіння була у сорту Кіото – 22,8 та 48,5 шт. відповідно; дещо менше було розраховано для сорту Ліссабон – 20,6 та 42,8 шт.; найменше – у сорту Діадема Поділля (19,5 та 38,6 шт.). Найбільшу кількість плодів та насіння було сформовано за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 24,0 шт. та 49,2 шт. відповідно, що на 8,2 та 15,8 шт. більше порівняно із варіантами без внесення добрив. Серед варіантів позакореневого підживлення найбільшу прибавку до кількості бобів (1,9–2,2 шт.) та насіння (8,7–9,2 шт.) отримано порівняно з контролем сформовано за внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (в середньому 22,3 шт. та 46,1 шт.) та Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (22,0 та 45,6 шт.), що більше на 3,9–4,2 шт. бобів та на 8,7–9,2 шт. насіння порівняно із контролем. За результатами дисперсійного аналізу норми мінеральних добрив мали найбільший вплив на кількість бобів та насіння – 61,4–69,48 %.

Ще одним важливим показником структури врожаю є маса насіння з однієї рослини. Установлено, що найбільшою масою насіння з однієї рослини характеризувався сорт Ліссабон – 6,63 г порівняно з іншими: Кіото – 6,44 г; Діадема Поділля – 6,04 г. Максимальну прибавку маси насіння порівняно із контролем (4,84 г) зафіксовано за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 2,43 г, дещо меншу отримано на варіантах за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 2,17 г. За позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 розраховано максимальну масу насіння серед досліджуваних варіантів – 6,83 та 6,81 г. Найбільшу частку впливу на продуктивність рослин мали норми мінеральних добрив – 69,5 %.

Отримано найбільшу середню урожайність за вирощування сорту Ліссабон – 2,95 т/га, яка варіювала в межах 2,21–3,45 т/га, дещо меншу урожайність сформували посіви сорту Кіото – 2,85 т/га (2,02–3,37 т/га). Урожайність сорту Діадема Поділля – 2,66 т/га (1,81–3,22 т/га). За внесення

мінеральних добрив було отримано 0,65 т/га прибавки на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ та 0,81 т/га на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ порівняно із контролем (2,21 т/га). За позакореневого підживлення прибавка до урожайності варіювала в межах від 0,25 до 0,42 т/га. Найбільшу урожайність у розрізі застосування позакореневого підживлення було отримано за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (2,96 т/га) та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (2,95 т/га). На варіантах без внесення добрив та позакореневого підживлення (абсолютний контроль) було сформовано урожай: у сорту Ліссабон – 2,21 т/га; Кіото – 2,02 т/га; Діадема Поділля – 1,81 т/га. За результатами дисперсійного аналізу найбільший вплив на урожайність мали норми добрив – 76,89 %, вплив сорту – 6,02 %, позакореневе підживлення – 9,68 %, погодні умови – 6,64 %.

Одним із важливих показників якості зерна сої є його крупність, яка визначається масою 1000 шт. зерен. За результатами дослідження встановлено, що найбільший показник маси 1000 шт. зерен було сформовано у сорту Діадема Поділля – 156,3 г, дещо менший у сорту Ліссабон – 154,5 г. Найдрібнішим насінням характеризувався сорт Кіото – 134,6 г. Виявлено позитивний вплив внесення добрив на цей показник: на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ у середньому – 149,7 г; на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 149,3 г, що більше на 3–3,7 г порівняно із контролем (146,3 г). Позакореневе підживлення посівів підвищувало масу 1000 зерен у середньому на 2,6–6 г порівняно із контролем (144,9 г). Серед добрив для позакореневого підживлення найбільшою масою відзначилися варіанти Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (150,9 г) та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (149,1 г). Значний вплив на масу 1000 шт. зерен мали сортові особливості – 86,67 %, що могло бути обумовлено збільшенням кількості плодів та насіння на фоні удобрення.

Соя є важливою технічною культурою із високим вмістом білка та олії. За допомогою інфрачервоного аналізатора якості зерна SupNir 2700 було визначено вміст білка та жиру в зерні сої. За вмістом якісних показників у зерні сорти розподілилися в такому порядку: Кіото – 40,8 %, Діадема Поділля –

39,4 %, Ліссабон – 38,7 %; за вмістом жиру: Ліссабон – 19,2 %, Діадема Поділля – 19,1 %, Кіото – 18,4 %. На фоні розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) було отримано найбільші середні значення білка (40,1 %) та жиру (19,3 %), що більше від контрольних варіантів у середньому на 1,1 та 0,8 % відповідно. Очевидним є позитивний вплив позакореневого підживлення добривами: Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (39,8 %) та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (39,8 %) на вміст білка; Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (19,0 %) та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (19,0 %) на вміст жиру. Найменші показники якості спостерігалися на варіантах без внесення добрив та позакореневого підживлення (абсолютний контроль): білок – 37,1–39,7 %; олії – 17,7–18,5 %. За результатами дисперсійного аналізу найбільший вплив мали: на вміст білка – погодні умови (64,2 %); вміст жиру – сортові особливості – 38,1 %.

Розраховані нами показники економічної ефективності свідчать про доцільність вирощування сої в умовах північно-східного Лісостепу України, адже показники рівня рентабельності варіювали в межах 138–290 %. Максимальний прибуток було отримано шляхом внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) за позакореневого підживлення добривами Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6: для сорту Ліссабон – 35 167 грн/га; Кіото – 35 032 грн/га, Діадема Поділля – 32 484 грн/га. Найбільшу частку у структурі витрат мали саме мінеральні добрива – 39 %. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee}=3,37-5,03$) для всіх сортів забезпечили такі фактори, як відсутність комплексного внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення.

Ключові слова: соя, сорт, мінеральні добрива, мікродобрива, позакореневе підживлення, листкова поверхня, бульбочкові бактерії, продуктивність, структура врожаю, урожайність, якість, білок, жир, економічна і енергетична ефективність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті, опубліковані у виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus /

Web of Science:

1. Andriy Melnyk, Yuriy Romanko, **Anhelina Dudka**, Vika Chervona, Maxim Brunyov, Evhen Sorokolit. Ecological elasticity of soy varieties' performance according to climatic factors in Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. Volume 11. No. 2. P. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.17930/AGL2022212>

Монографії у співавторстві:

2. Melnyk Andrii, Romanko Yuriy, **Dudka Anhelina**, Brunov Maksim, Sorokolit Evgen, Ruijie Li. Symbiotic activity and productivity of soybean plants for treatments with growth regulators with anti-stress actio. *Modern challenges of agrarian transformations in Ukraine: agriculture, forestry and horticulture*. RS Global Warsaw, Poland 2022. 68–75. DOI: <https://doi.org/10.31435/rsglobal/048>

Статті в наукових фахових виданнях України:

3. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., **Дудка А. А.** Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах Північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109 (1). С. 76–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.12>

4. **Дудка А. А.**, Романько Ю. О. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.11>

5. **Дудка А. А.**, Мельник А. В. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія. Агронімія і біологія*. 2023. 2 (52). С. 28–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.4>

Тези наукових доповідей:

6. Кравченко М. Й., Дудка А. А., Романько А. Ю., Кравченко О. М. Класифікація сучасних добрив на посівах сої для позакореневого підживлення. *Гончарівські читання* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Суми, 24-25 травня 2019 р.) Суми, 2019. С. 158–159.
7. Мельник А. В., Романько А. Ю., Дудка А. А. Сучасні мікродобрива для позакореневого підживлення сої. *Рослинництво XXI століття: виклики і інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України* (Київ, 25–26 вересня 2019 р.). Київ 2019. С. 21–22.
8. Романько А. Ю., Дудка А. А., Білокінь В. О. Урожайність сучасних сортів сої залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 20 листопада 2019 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2019. С. 178–180.
9. Дудка А. А., Романько А. Ю., Бруньов М. І., Мельник А. В. Сучасні рішення для живлення рослин сої в умовах зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : матеріали III міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, червень 2020 р.). Київ, 2020. С. 133–136.
10. Дудка А. А., Бруньов М. І., Сороколів Є. М. Функціональна діагностика мінерального живлення та врожайність рослин сої за внесення мікродобрив. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 26–27 листопада 2020 р.). Харків, 2020. С. 182–184.
11. Ruijie Li, Brunov M. I., **Dudka A. A.** Factors affecting soybean yield under drought stress. *Гончарівські читання* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 92-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 25 травня 2021 р.). Суми, 2021. С. 109–110.

12. Мельник А. В., Романько Ю. О, Дудка А. А., Червона В. О. Особливості продуційного процесу рослин сої за сучасних змін клімату в умовах лівобережного Лісостепу України. *Інновації в освіті, науці та виробництві : матеріали V міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 100-річчю від дня заснування ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБІП України»* (м. Київ, 24–26 листопада 2021 року). Київ, 2021. С. 78–80.

13. Мельник Т. І., Дудка А. А., Червона В. О. Вплив позакореневого підживлення на морфологічні параметри сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Гончарівські читання : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Суми, 25 травня 2022 р.). Суми, 2022. С. 111–114.

14. Дудка А. А., Бруньов М. І., Сороколіт Є. М. Вплив системи удобрення на продуктивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Харків 29–30 листопада 2022 р.). Харків, 2022. С. 119.

15. Дудка А. А., Бруньов М. І., Сороколіт Є. М., Червона В. О., Лі Жуйцзе. Сортіві особливості формування показників якості зерна сої в умовах лівобережного Лісостепу України. *Гончарівські читання : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Суми, 25 травня 2023 р.). Суми, 2023. С. 96.

ABSTRACT

Dudka A. A. Varietal features of the formation of soybean performance according to the level of nutrition under the conditions of the northeastern Forest Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a Doctor of Philosophy in agronomy – Specialty 201 – Agronomy. – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Sumy, 2023.

The rationale for choosing the research topic. Soy is an important crop in global agricultural production because it is a valuable source of vegetable protein, which is close in its chemical composition to animal protein. It is also one of the sources of fats and the main component of modern crop rotation.

Currently, the most accessible and cheapest means of increasing agricultural production is a variety that fulfills the potential of crops by 30–60%. Modern varieties are quite picky about nutrition conditions. Thus, thanks to a complex approach to this issue, they can form the highest level of harvest. Therefore, not only the provision of plants with macronutrients but also micronutrients should be considered especially carefully.

Considering the trends of global climate change, the complex use of fertilizers for foliar application, which contain additional substances necessary for increasing the tolerance of plants to stressful conditions, is important and relevant.

The scientific novelty of the obtained results. For the first time, the peculiarities of the formation of the performance of modern foreign and domestic selection soybean varieties, the search for a rational fertilization system by establishing the optimal norms of mineral fertilizers, and the application of foliar fertilizing systems proposed by foreign and domestic producers in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine *have been established*. Soybean cultivation technology *has been optimized* for the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine. The issue of the influence of weather conditions on the growth and development of crops, indicators of crop structure, yield capacity, and quality of soybeans *have gained*

further development. The economic and energy efficiency of applying different rates of fertilizers and foliar application for soybean cultivation *have been substantiated*.

The practical significance of the obtained results. The main elements of the research went through the production verification and were implemented on the farms of the Sumy and Poltava regions, in particular, in FE (farm enterprise) “Timchenko” and LLC “Ugroyid Sugar Factory” on a total area of 110 hectares.

The thesis presents the results of research and theoretical justification for improving the elements of soybean cultivation technology: the study of varietal characteristics, the influence of different rates of mineral fertilizers and foliar application on the growth and development of soybean plants, the formation of the photosynthetic and symbiotic apparatus, plant productivity, and yield and its quality.

Domestic and foreign scientific works on the importance of the crop on the world market and the issues of soybean cultivation in the world, Ukraine, and the Sumy region were analyzed. They show a positive trend towards an increase in cultivated areas and crop yield capacities over the last decade. The modern assortment of soybean varieties the main aspects regarding the peculiarities of its nutrition, and the availability of the main nutrients in its life cycle have been studied. At the same time, a review of the literature of scientists from different agroclimatic zones is given, regarding the influence of different rates of mineral fertilizers, the expediency of using micro fertilizers on a chelate basis for the foliar application on the growth processes of soybean plants, symbiotic activity, productivity, and yield and its quality.

It has been established that the northeastern Forest-Steppe zone of Ukraine is favorable for growing soybeans. According to the analysis of weather conditions, the vegetation period of 2019 and 2020 was insufficient in terms of moisture level ($K_s = -0.7$ and -0.59 , respectively). The growing season of 2021 was characterized by a slightly higher wetting regime ($K_s = 0.11$). In terms of temperature, the conditions of all years were close to normal ($K_s = 0.04 - 0.08$). Analysis of Selyaninov's hydrothermal coefficient (HTC) for the studied years showed that in terms of moisture, 2019 and 2020 were dry ($HTC = 0.5 - 0.8$), and 2021 was normal ($HTC = 1, 2$).

According to the research results, it was found that the tallest plants among the studied varieties were formed in the Kyoto variety (72.5 cm). There is a positive effect of the introduction of the recommended rate of fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$) on plant height indicators – 71.4 cm. The tallest plants were formed on the variants with foliar application with the complex Vuxal Microplant + Vuxal Combi Plus + Vuxal Aminoplant in the Lissabon variety – 70.9 cm and using Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6 in the Kyoto variety – 78.2 cm in the Diadema Podillya variety – 67.7 cm. The height of the plants on the variants without fertilizers and foliar application was in the following varieties: Lissabon – 58.8 cm, Kyoto – 64.8 cm, Diadema Podillya – 56.7 cm.

The area of the assimilation surface and the content of chlorophyll is one of the most important indicators of the photosynthesis process, which can indicate the reaction of plants to various agrotechnical measures. Among the varieties, the Lissabon variety was noted for the maximum leaf surface area determined by the cutting method – 32.7 thousand m^2/ha . Application of the estimated rate of fertilizers ($N_{30}P_{60}K_{90}$) and foliar feeding with fertilizers ensured the formation of the largest leaf surface area: Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant in varieties Lissabon – 37.2 thousand m^2/ha and Diadema Podillya – 34.7 thousand m^2/ha ; Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6 in the Kyoto variety – 36.3 thousand m^2/ha .

The maximum values of the content of chlorophylls “a” and “b” among the studied varieties, which were determined by biochemical analysis on a spectrophotometer ULAB 102, were obtained in the Diadema Podillya variety – 2.15 mg/g. The maximum content of chlorophyll was found when applying $N_{60}P_{60}K_{60}$ (2.36 mg/g). Against this background of foliar fertilizing Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6, the highest chlorophyll content was recorded in the Lissabon and Kyoto varieties – 2.58 and 2.40 mg/g of raw mass. For feeding Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant and YaraVita Brasitrel Pro + YaraVita Molitrak 250 + YaraVita Universal Bio in the Diadema Podillya variety – 2.62 mg/g.

An important indicator of the suitability of soybean plants for mechanized harvesting is the height of the attachment of the lower bean. The highest indicators of mounting height among varieties were recorded in Lissabon (12.6 cm); among fertilizer rates – on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ (12.5 cm). Foliar application of fertilizers YaraVita Brasitrel Pro + YaraVita Molitrak 250 + YaraVita Universal Bio provided the highest indicators of the height of the bottom bean against the background of the recommended rate of fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$) in Lissabon and Diadema Podillya varieties (13.5 and 12.7 cm, respectively); Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant and Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6 - in the Kyoto variety (12.3 cm each).

The root system is an important indicator of plant adaptation and development. Using the method of weighing the raw root system of soybeans, it was found that the highest indicators of its weight (4.95 g) were characterized by the options for applying the recommended rate of fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$) and foliar feeding with chelated fertilizers Vuxal Microplant + Vuxal Combi Plus + Vuxal Aminoplant in varieties: Lissabon – 5.24 g, Kyoto – 5.34 g, Diadema Podillya – 4.83 g.

An important biological feature of soybean plants, as well as other leguminous crops, is the biological fixation of nitrogen from the atmosphere. The largest amount and mass of nodule bacteria was recorded for the application of the estimated rate of fertilizers ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 36.3 pcs. and 0.7 g, respectively. The maximum number of nodules was formed by Lissabon varieties – 41.1 pcs., Kyoto – 34.9 pcs. and Diadem Podillya – 38.3 pcs. for foliar fertilizing with Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant fertilizers. The greatest mass of nodule bacteria from one plant on this background of fertilization was formed by the varieties Lissabon – 0.63 g, Kyoto – 0.73 g, and Diadema Podillya – 0.81 g with the application of fertilizers Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6.

The number of beans on a soybean plant and the number of seeds in a fruit are important indicators of performance and an element of crop structure that depend on each other. Among the varieties, the largest number of beans and the number of seeds was characteristic of the Kyoto variety – 22.8 and 48.5 pcs. accordingly, slightly less

was calculated for the Lissabon variety – 20.6 and 42.8 pcs.; the least – in the Diadema Podillya variety (19.5 and 38.6 pcs.). The largest number of fruits and seeds was formed when applying the estimated rate of fertilizers ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 24.0 pcs. and 49.2 pcs. respectively, that 8.2 and 15.8 pcs. compared to options without fertilization. Among the options for foliar fertilization, the largest increase in the number of beans (1.9–2.2 pcs.) and seeds (8.7–9.2 pcs.) compared to the control was formed by applying Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6- 12-6 (on average 22.3 pcs. and 46.1 pcs.) and Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant (22.0 and 45.6 pcs.), which is more by 3.9–4.2 pcs. beans and 8.7–9.2 pcs. seeds compared to the control. According to the results of dispersion analysis, the rates of mineral fertilizers had the greatest influence on the number of beans and seeds – 61.4–69.48%.

Another important indicator of crop structure is the mass of seeds from one plant. It was established that the Lissabon variety was characterized by the largest weight of seeds from one plant – 6.63 g compared to the others: Kyoto – 6.44 g; Diadema Podillya – 6.04 g. The maximum increase in seed weight compared to the control (4.84 g) was recorded when applying the estimated rate of fertilizers ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 2.43 g, slightly less was obtained with the options for applying the recommended rate of fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 2,17 g. For foliar application of fertilizers Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant and Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6, the maximum seed weight among the studied options was calculated to be 6.83 and 6.81 g. The largest share of the influence on the productivity of plants had the norms of mineral fertilizers – 69.5%.

The highest average yield was obtained for the cultivation of the Lissabon variety – 2.95 t/ha, which varied in the range of 2.21–3.45 t/ha, slightly lower performance was formed by crops of the Kyoto variety – 2.85 t/ha (2.02– 3.37 t/ha). The yield of the Diadema Podillya variety is 2.66 t/ha (1.81–3.22 t/ha). With the introduction of mineral fertilizers, an increase of 0.65 t/ha was obtained on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ and 0.81 t/ha on the background of $N_{30}P_{60}K_{90}$ compared to the control (2.21 t/ha). With foliar feeding, the yield increase varied from 0.25 to 0.42

t/ha. The highest yield in terms of foliar fertilization was obtained with foliar fertilization with fertilizers Vuxal Microplant + Vuxal Combi Plus + Vuxal Aminoplant (2.96 t/ha) and Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6 (2.95 t/ha). On the variants without fertilizer application and foliar feeding (absolute control), the harvest was formed as follows: in the Lissabon variety – 2.21 t/ha; Kyoto – 2.02 t/ha; Diadema Podillya – 1.81 t/ha. According to the results of the dispersion analysis, the greatest influence on the yield capacity was exerted by the rates of fertilizers – 76.89%, the influence of the variety – 6.02%, foliar fertilizing – 9.68%, and weather conditions – 6.64%.

One of the important indicators of soybean grain quality is its grain size, which is determined by the weight of 1,000 pcs. of grains. According to the results of the study, it was established that the largest weight indicator of 1000 pcs. of grains was formed by the Diadema Podillya variety - 156.3 g, slightly smaller by the Lissabon variety – 154.5 g. The Kyoto variety was characterized by the smallest seeds – 134.6 g. A positive effect of fertilizer application on this indicator was revealed: on the background of $N_{30}P_{60}K_{90}$, on average – 149.7 g; on the $N_{60}P_{60}K_{60}$ background – 149.3 g, which is 3–3.7 g more than the control (146.3 g). Foliar application of crops increased the weight of 1000 grains by an average of 2.6–6 g compared to the control (144.9 g). Among the fertilizers for foliar application, Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant (150.9 g) and Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6 (149.1 g) were the most popular. A fairly large proportion of the impact on the weight of 1000 pcs. of grains had varietal characteristics – 86.67%, which could be due to an increase in the number of fruits and seeds against the background of fertilization.

Soy is an important technical crop with a high protein and oil content. With the help of an infrared grain quality analyzer SupNir 2700, the content of bulk and fat in soybeans was determined. According to the content of quality indicators in grain, the varieties were distributed in the following order: Kyoto – 40.8%, Diadema Podillya – 39.4%, Lissabon – 38.7%; by fat content: Lissabon – 19.2%, Diadema Podillya – 19.1%, Kyoto – 18.4%. Against the background of the calculated rate of fertilizers

(N₃₀P₆₀K₉₀), the highest average values of protein (40.1%) and fat (19.3%) were obtained, which is higher than the control variants by an average of 1.1 and 0.8%, respectively. The positive effect of foliar fertilizing with fertilizers: Vuxal Microplant + Vuxal Combi Plus + Vuxal Aminoplant (39.8%) and Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6 (39.8%) on protein content is obvious; Vuksal Microplant + Vuksal Combi Plus + Vuksal Aminoplant (19.0%) and YaraVita Brasitrel Pro + YaraVita Molitrak 250 + YaraVita Universal Bio (19.0%) for fat content. The lowest quality indicators were observed in variants without fertilizers and foliar feeding (absolute and control): protein – 37.1–39.7%; oil – 17.7–18.5%. According to the results of the dispersion analysis, the following had the greatest influence: on the protein content – weather conditions (64.2%); fat content – varietal characteristics – 38.1%.

The indicators of economic efficiency calculated by us indicate the expediency of growing soybeans in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine, because the indicators of the level of profitability varied within 138–290%. The maximum profit was obtained by applying the estimated rate of fertilizers (N₃₀P₆₀K₉₀) for foliar application of fertilizers Basfoliar 36 Extra + Boron Salt + Basfoliar 6-12-6: for the Lissabon variety –35,167 UAH /ha; Kyoto – 35,032 UAH/ha, Diadema Podillya – 32,484 UAH/ha. Mineral fertilizers had the largest share in the cost structure – 39%. The maximum values of the coefficient of energy efficiency (K_{ee}=3.37–5.03) were obtained for all varieties provided by such factors as the absence of complex application of mineral fertilizers and foliar fertilization.

Keywords: soybean, variety, mineral fertilizers, micro fertilizers, foliar application, leaf surface, nodule bacteria, performance, crop structure, yield capacity, quality, protein, fat, economic and energy efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)	25
1.1. Стан та перспективи вирощування сої в Україні та світі	25
1.2. Сортові особливості та сучасний асортимент сої	31
1.3. Особливості живлення та вплив системи удобрення на продуктивність сої	36
Висновки до розділу 1	50
Список використаних джерел до розділу 1	51
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	71
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	71
2.2. Схема досліду та методики проведення досліджень	77
2.3. Матеріали для проведення досліджень	81
Висновки до розділу 2	89
Список використаних джерел до розділу 2	90
РОЗДІЛ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	93
3.1. Сортові особливості формування морфологічних параметрів рослин сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення	93
3.2. Сортові особливості формування симбіотичного апарату рослин сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення	105
Висновки до розділу 3	116
Список використаних джерел до розділу 3	118

	20
РОЗДІЛ 4. СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	122
4.1. Сортіві особливості формування показників структури врожаю сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення	122
4.2. Сортіві особливості формування врожайності сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення	133
4.3. Сортіві особливості формування якості зерна сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення	137
Висновки до розділу 4	147
Список використаних джерел до розділу 4	149
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ	154
5.1. Економічна ефективність вирощування сої залежно від сорту та комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення	154
5.2. Енергетична ефективність вирощування сої залежно від сорту та комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення	159
Висновки до розділу 5	164
Список використаних джерел до розділу 5	165
ВИСНОВКИ	166
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	169
ДОДАТКИ	170

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Соя є важливою технічною культурою в агропромисловому виробництві, адже це цінне джерело рослинного білка, наближене за своїм хімічним складом до тваринного, цінний ресурс жирів, незамінний компонент сівозміни, гарний попередник та вагомий фактор підвищення економіки держави. Саме тому культура посідає провідні позиції за посівними площами та валовими зборами в Україні, за якими простежується чітка тенденція до збільшення.

Однією із вирішальних проблем її культивування є нестабільна урожайність за різних погодних умов, що обумовлює валові збори зерна. Сучасні інтенсивні сорти здатні формувати більшу урожайність, тож потребують більшої кількості поживних речовин із урахуванням їх виносу. На цьому етапі інтенсифікації сільськогосподарського виробництва постає питання підтримання бездефіцитного балансу поживних речовин у землеробстві та підвищення родючості ґрунтів. Через нестачу органічних та високу вартість мінеральних добрив перед науковцями та виробництвом стоїть завдання раціонального їх використання та встановлення оптимальних норм добрив, що сприятиме отриманню високих урожаїв необхідної якості.

Особливої актуальності набуває це питання за сучасних умов зміни клімату через підвищення температурного режиму, дефіцит опадів і часті посухи під час вегетаційного періоду. Застосування агрохімікатів може зумовлювати стрес рослин, що, як наслідок, знижує їх продуктивність, впливає на агропромисловий комплекс.

Упровадження нових та удосконалення існуючих елементів технології вирощування сої дозволить більш повно реалізувати генетичний потенціал рослин, що позитивно позначиться і на продуктивності рослин. За таких умов виникає необхідність вивчення хелатних добрив для позакореневого підживлення, які містять у своєму складі основні елементи живлення та допоміжні речовини, що допоможуть вирішити вищенаведені питання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науково-дослідна робота виконана за завданнями тематичних планів та в рамках державної наукової теми Сумського національного університету на 2019–2021 рр. – «Особливості формування продуктивності зернобобових культур в умовах Лісостепу та Степу України», державний реєстраційний номер 0117U006536.

Метою досліджень є виявлення сортових особливостей сої, визначення ефективності використання мінеральних добрив та препаратів для позакореневого живлення в умовах північно-східного Лісостепу України.

Відповідно до поставленої мети було заплановано вирішити такі **завдання:**

- вивчити сортові особливості формування показників росту і розвитку рослин сої;
- визначити фотосинтетичну та симбіотичну активність сортів сої залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення;
- виявити особливості формування продуктивності рослин сої залежно від сорту, комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення;
- дослідити вплив сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення на урожай та якість зерна сої;
- розрахувати економічну та біоенергетичну оцінку перерахованих заходів для умов північно-східного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності рослин сої залежно від сорту, застосування мінеральних добрив та препаратів для позакореневого підживлення, погодних умов.

Предмет дослідження – сорти сої Ліссабон, Кіото, Діадема Поділля; норми внесення мінеральних добрив (контроль, розрахована та рекомендована норми), добрива для позакореневого підживлення, погодні умови, продуктивність та якість насіння, економічна та енергетична ефективність.

Методи дослідження. Під час проведення досліджень використовували такі методи: візуальний – для проведення спостережень за проходженням основних фаз росту і розвитку рослин сої; вимірально-ваговий – для визначення висоти рослин, висоти кріплення нижнього бобу, площі листової поверхні, маси кореневої системи, кількості та маси кореневої системи, маси насіння з однієї рослини (продуктивності) та урожайності сої; хімічний – для визначення вмісту хлорофілу та показників якості насіння (вмісту білка та жиру); математично-статистичний – дисперсійний аналіз отриманих результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – розрахунок економічної та енергетичної ефективності застосування добрив та позакореневого підживлення у посівах сої.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* встановлено особливості формування продуктивності сучасних сортів сої іноземної та вітчизняної селекції, пошук раціональної системи удобрення шляхом визначення оптимальних норм мінеральних добрив та застосування систем позакореневих підживлень у північно-східному Лісостепу України. *Оптимізовано* технологію вирощування сої для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на ріст та розвиток рослин, показники структури врожаю, урожайність та якість зерна сої (вміст білка та олії). *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність внесення різних норм добрив та позакореневого підживлення за вирощування сої.

Практичне значення одержаних результатів. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської області, зокрема у ФГ «Тімченко» та ТОВ «Угроїдський цукровий завод» на загальній площі 110 га.

Особистий внесок здобувачки полягає в пошуку, аналізі та систематизації наукової літератури іноземних та вітчизняних науковців; виконанні експериментальної частини роботи, зокрема польових та лабораторних досліджень; здійсненні математично-статистичних методів

(дисперсійний, кластерний, кореляційний та регресійний аналізи) для систематизації, узагальнення, аналізу отриманих даних досліджень; обґрунтуванні та формуванні висновків дисертаційної роботи із подальшим наданням рекомендацій виробництву. За безпосередньої участі наукового керівника узагальнено і опрацьовано всі положення дисертаційної роботи, які виносяться на захист.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційних досліджень оприлюднено на: Міжнародних науково-практичних конференціях «Гончарівські читання» (м. Суми, 2019–2023 рр.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 2020 р.); V Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві», присвяченій 100-річчю від дня заснування ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБІП України» (м. Київ, 2020 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2020–2022 р.).

Публікації. Основні положення дисертації викладено у 15 наукових працях, із них: статей, що опубліковані у виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus/Web of Science – 1; у фахових виданнях України – 3; монографії у співавторстві – 1; тез наукових доповідей – 10.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 209 сторінок, із них 129 сторінки основного тексту. Робота містить 21 таблицю, 22 рисунки та 22 додатка. До списків використаних джерел входять 294 літературних джерела, із яких 62 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1. Стан та перспективи вирощування сої в Україні та світі

Бобові культури є одними із основних культур світового значення і займають в ньому окрему ланку [62]. За останні роки агрохолдинги, які є одними із найбільших виробників сільськогосподарської продукції, віддають перевагу вирощуванню найбільш рентабельних експортних культур, серед яких почесне місце займає і соя [138].

Цінність цієї культури полягає в її особливому біохімічному складі насіння: високому вмісті білка – до 42 % та жиру – до 23 %, [77, 153,163]. Вона є джерелом вуглеводів (представлених сахарозою), вітамінів (А, D, Е, С, В1, В2), мінеральних речовин та біологічно активних компонентів. Завдяки своєму унікальному складу культура використовується для харчових, кормових, технічних та медичних цілей [106]. Рослинний білок сої є дешевшою альтернативою тваринному білку завдяки схожому амінокислотному складу, що дозволяє виготовляти широкий спектр продуктів харчової промисловості людства: соєвий шрот, олія, борошно, крупа, кава, проростки, соус, молоко, вершки, окара, сир «Тофу», темпех, соєві напої тощо [123, 157].

Також цю культуру широко використовують у промисловому напрямі для виготовлення лаків, фарб та навіть для виготовлення формованих виробів, їстівних плівок або пакетів для покупок завдяки змішуванню синтетичних біорозкладних пластиків із компонентами соєвого білка, що сприяє екологізації навколишнього середовища [45]. Без сої важко уявити сучасне тваринництво, адже ця культура є незамінним і недостатньо вивченим компонентом кормовиробництва, де особливо цінною ознакою сучасних сортів є відсутність опушення рослин. Із неї виготовляють борошно, зелений корм, жмих, шрот, сіно, силос, білкові концентрати, соєве молоко [70].

Соя культурна є незамінним компонентом сівозміни, оскільки це одна із найрентабельніших культур і гарний попередник у польових сівозмінах для ярих та небобових культур. Як представник родини бобових, вона володіє властивістю симбіотичної активності із бульбочковими бактеріями, що здатні фіксувати вільний азот із атмосфери ґрунту і збагачувати ним ґрунт, зменшуючи витрати на мінеральні добрива, які стають дедалі дорожчими. Така здатність культури дозволяє їй фіксувати до 100–150 кг біологічного азоту, що можна прирівняти до 15–20 тонн органічних добрив. Водночас рослини сої використовують близько 90 кг фіксованого ними азоту, а решта – залишається в ґрунті і використовується іншими культурами. Такий підхід є важливим у питаннях забруднення навколишнього середовища агрохімікатами. Строк повернення сої на попереднє місце вирощування становить 3–4 роки [52, 96, 100].

За нинішніх ринкових відносин соя займає четверте місце серед стратегічних культур, і перше – за виробництвом олії серед олійних культур в експорті та харчовій промисловості. Культура має важливе значення для забезпечення національної продовольчої та економічної безпеки. Основними передумовами, що зумовили зміну місця цієї культури у світі за останні 20 років, є зміни у структурі харчування населення розвинутих країн, пов'язані з використанням рослинних жирів на перевагу тваринним, збільшенням кількості країн Азії та Європейського Союзу та бурхливим розвитком тваринництва. Загалом це привело до збільшення глобального попиту на сою та переорієнтації вирощування сої в багатьох країнах, включаючи Україну [105, 128].

Культура сої походить з Китаю. З початку свого становлення вона налічувала близько 23 000 сортів і згодом була інтродукована в США та Бразилію. Існує думка про те, що саме із Китаю і походить її назва, яка пов'язана із виробництвом соєвого соусу [33]. Культура сої походить зі Східної Азії та культивується в Китаї впродовж тисячоліть. Вважають, що одомашнення дикої сої (*Soy glycine*) відбулося під час династії Шан, 1700–1100 років до нашої ери [22].

На сьогодні сою культивує 91 країна світу. Основними країнами-виробниками сої, на які припадає більш ніж 92 % світового виробництва сої у світі, є Америка, Бразилія, Аргентина, Китай та Індія, Канада, Австралія, Африка [42, 128]. На Бразилію, починаючи із 1990 року, припадає третина світового експорту сої після Америки, яка виробляє чверть світового обсягу соєвих бобів, використовуючи лише 6 % ріллі орних земель країни [37]. Більша частина світового виробництва сої наразі припадає на Південну Америку та Бразилію, у яких із 2000 року посівні площі сої зросли на 57–160 % з відносно меншим зростанням урожайності (<30%) в обох країнах [4].

Світове виробництво сої стрімко розвивається. Наприклад, у 1960 р. було вироблено 31 млн т сої, у 2002 – 184,9 млн т, а 2014 р. – 268,8 млн т. Тобто виробництво сої упродовж 1964–2014 рр. зросло в 9 разів [104]. У 2009 р. посівна площа у світі досягла відмітки 100 млн га у 90 країнах світу, а за обсягами виробництва сої посіло 4 місце після кукурудзи, пшениці та рису [147, 162].

Найбільшими країнами-імпортерами сої є Китай, на частку якого припадає 63,51 % світового попиту, друге місце належить Євросоюзу – 10,81 %, а на Мексику, Японію і Тайвань припадає близько 3,20 %, 2,29 % і 1,85 % відповідно [67, 47].

Близько 70 % збільшення виробництва у світі відбулося за рахунок розширення посівних площ і всього 30 % – унаслідок збільшення врожайності [12].

У 2006 р. у США було зафіксовано світовий рекорд урожайності зерна сої – 9,36 т/га, а у 2007 р. фермером штату Міссурі було зібрано 10,4 т/га [54]. Ці дані свідчать про високий рівень потенційної врожайності культури. Загалом у США на посівній площі 26,0 млн га урожайність сої становила 2,81 т/га у 2007 р. [95].

Україна займає провідні позиції на світовому ринку олійних культур завдяки родючим ґрунтам, сприятливим кліматичним умовам, сучасним технологіям вирощування сільськогосподарських культур, асортименту сортів

та займає 8-му позицію щодо виробництва і переробки сої [177, 178]. До кінця ХХ століття тенденції вирощування сої набирали обертів у світовій сільськогосподарській промисловості [72].

Для України збільшення виробництва сої є зрозумілим як з погляду потреб ринку, так і здатності України зайняти на ньому визначальну позицію. Прогнозований темп зростання попиту на соєві боби на ринку сприятиме подальшому розвитку, пов'язаному з виробництвом і переробкою сої, адже культура може формувати стабільну урожайність [91, 162].

У 19 столітті з Китаю культуру завезли в Україну і спочатку вирощували для наукових цілей. Вирощування сої в Україні було розпочато в 1877 році агрономом Подобою І. Г. у нинішній Запорізькій області. З 1878 по 1883 рік Черноглазов Л. А. досліджував сою на Полтавщині і знайшов її дуже корисною [48, 98].

Збільшення світового попиту на харчові продукти відкрило великі можливості для України. Але використовувати їх можна лише шляхом підвищення ефективності виробництва та переробки рослинної сировини. Важливим у цьому контексті є створення «кукурудзяно-соєвого поясу» для забезпечення власного попиту на продукцію з цих культур, організації експортних партій та створення кормової бази для тваринницької галузі [86]. Проте у період з 1990 по 2018 рік відбулася зміна посівних площ шляхом зменшення земель, відведених під кормові культури, що корелює зі зменшенням частки тваринництва в сільському господарстві, що дозволило відкрити нові горизонти для виробництва валової продукції зерна польових культур [93].

За даними Державної служби статистики України [160], виробництво сої за 30 років зросло у 28,2 раза, посівні площі – у 15,5 раза, а урожайність – у 1,8 раза. При цьому найвищу врожайність і валовий збір було зафіксовано у 2018 році – 25,8 ц/га і 4460,8 тис. т відповідно при посівній площі 1728,7 тис. т (табл. 1.1). Порівняно з іншими роками 2000 рік відзначився найменшим рівнем

урожайності – 10,6 ц/га і найменшою кількістю засіяних площ культурою – 60,6 тис. га, що призвело і до низького рівня валового збору – 64,4 тис. т.

Таблиця 1.1

Динаміка виробництва, посівних площ та урожайності сої в Україні [160, 161]

Рік	Виробництво, тис. т	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, ц/га
1990	99,3	87,8	11,3
2000	64,4	60,6	10,6
2010	1680,2	1036,6	16,2
2015	3930,6	2135,6	18,4
2018	4460,8	1728,7	25,8
2019	3698,7	1612,8	22,9
2020	2797,7	1364,3	20,5
2021	31631,4	1183,3	26,7

Україна стала рекордсменом за підсумками 2016 маркетингового року за темпами зростання валового збору насіння сої та посіла перше місце у світі за темпами зростання експорту сої. Також вона здобула першість за темпами зростання експорту соєвих бобів, випередивши таких світових виробників сої, як США, Бразилія [107].

У 2021 році валовий збір зерна сої становив 3,5 млн т, що на 5,6 % менше, ніж у 2019 році, але на 24,9 % більше порівняно із 2020 роком. Зниження валового збору зумовило деяке зменшення посівних площ, але збільшення урожайності врегулювало ситуацію: у 2019 р. отримали 2,29 т/га, 2020 р. – 2,05 т/га, у 2021 р. – 2,64 т/га відповідно [103]. Упродовж 2018–2020 років відмічено чітку тенденцію зростання середньої урожайності (на рівні 2,05–2,58 т/га), яка за три роки не знижувалася нижче 2 т/га [148].

На основі даних і спостережень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН було обґрунтовано поняття «соєвого поясу» і виділено зону нестійкого, стійкого та гарантованого виробництва сої на зрошувальних та незрошувальних землях. У цій зоні вирощується близько 79 %

сої та до 60–70 % зернових культур та кукурудзи. До «соевого поясу» входять 2 області Степу та 8 областей Лісостепу [61, 141], на його частку припадає дві третини всього виробництва сої в країні [60].

Тривалий час зона північно-східного Лісостепу України (включаючи Сумську область) не входила до «соевого поясу», проте за останнє десятиліття посівні площі під культурою в регіоні збільшилися більш ніж у десять разів і соя посіла четверте місце у сівозміні серед інших культур [53, 55, 81].

Приблизно у 2000 роках у зоні Лісостепу найбільш поширеною культурою був горох, але вже через 5 років горох, який займав значну частину посівних площ, був витіснений соєю, адже вона є більш пристосованою до мінливих погодних умов вегетаційного періоду [72, 182].

Початок культивування сої в Сумській області припадає на 1996 рік і стрімко зростає дотепер. Нині в Сумській області зосереджено 6,4 % виробництва сої в країні, що тісно корелює зі зміною клімату [149].

За останні 30 років у Сумській області спостерігається позитивна динаміка щодо валових зборів. Так, за період із 1990 року по 2020 рік виробництво сої збільшилося від 1,2 тис. т до 161 тис. т. Також слід відзначити і зростання посівних площ під культурою, які варіювали в межах від 0,8 тис. га до 137,9 тис. га. Останніми роками відмічена позитивна тенденція до підвищення урожайності на 1,8–13,6 ц/га (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Динаміка виробництва, посівних площ та урожайності сої в Сумській області [160, 161]

Рік	Виробництво, тис. т	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, ц/га
1990	1,2	1,3	9,1
2000	0,8	0,8	10,9
2010	43,4	49,6	8,7
2015	220,8	104,0	21,2
2018	313,0	137,9	22,7
2019	232,5	106,3	21,9
2020	161,3	71,2	22,6
2021	1442,4	70,1	20,6

Огляд показників розвитку виробництва сої у світі, Україні та Сумській області показав зростання світового інтересу до цієї культури за останні десятиліття. Соя має високі показники пластичності та адаптивності до різних кліматичних умов, завдяки чому відмічається розширення посівних площ під культурою та підвищення урожайності із високими показниками якості, що є передумовами для подальшого збільшення валових зборів культури в області [2].

Водночас основним чинником інтенсифікації виробництва сої в регіоні є розроблення технології вирощування сортів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов [150].

1.2. Сортіві особливості та сучасний асортимент сої

Сорт є досить вагомим складником сучасних інтенсивних технологій вирощування польових культур і дешевим, результативним і екологічно безпечним засобом впливу на величину врожаю. Частка впливу сорту на реалізацію потенційного врожаю культурних рослин може сягати до 50 % [81, 82, 97, 176]. Бабич А. О. в одній зі своїх праць [57] зазначає, що реалізація генетичного потенціалу урожайності сучасних сортів сої знаходиться на рівні 69 %, і тому перед селекціонерами стоїть важливе завдання підвищення цього показника.

На ранніх етапах одомашнення рослини сої мали багато спільного з дикорослими рослинами, але люди відібрали й зібрали насіння сої з найкращих рослин, розмножили їх і зробили перші кроки у вирощуванні. Водночас завдяки діяльності людини з'явилася більш продуктивна та краща морфологія рослини з більшим насінням, менш виткими та товщими стеблами та більш одночасним дозріванням [98].

Американські генетики вважають, що соя розвинулась від однієї або двох форм із 20 хромосомами, але досі цього походження описано не було. Японський генетик Казуто Карасава стверджує, що культурна соя виникла

шляхом накопичення мутацій дикої сої без зміни кількості хромосом. Другий японський вчений Ясуо Фукуда припускає, що процес еволюції відбувався приблизно так: *G. ussuriensis* → *G. gracilis* → Соя *G. Max*, що є природним тетраплоїдом із цитологічно функціональним диплоїдом. Це означає, що гібридний поділ відбувається на диплоїдному рівні, коли кожна хромосома геному знаходиться в наборі [98].

Досягнення селекціонерів привели до появи багатьох високоврожайних, високотехнологічних та стійких до хвороб сортів сої. Однак ступінь реалізації їхнього потенціалу врожайності значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов і технологій вирощування, до яких вони пристосовані [63, 143].

Одним із ключових завдань сучасних сортів є забезпечення їх високої адаптивності до негативних факторів та здатність максимально використовувати свій потенціал щодо продуктивності в поєднанні з високою якістю [117, 126]. Саме тому початок селекційної роботи культур починається із вивчення вихідного матеріалу для створення майбутніх сортів та його формування, а майбутній сорт сої залежить від відібраних батьківських форм. Батьківські форми визначають генетичні та фізіологічні чинники майбутнього сорту сої, щоб у подальшому він був самостійною репродуктивною групою. Для збільшення ймовірності створення необхідних комбінацій до процесу гібридизації необхідно брати сорти різних екологічних груп. Це питання набуває особливої актуальності в умовах зміни клімату. Тому при доборі вихідного матеріалу необхідно використовувати сорти, рекомендовані для різних агрокліматичних і екологічних умов, елементи структури врожаю тощо [119, 121, 171, 175]. Спільні дослідження упродовж 2017–2019 рр. Мельника А. В., Романька Ю. О. та Романько А. Ю. є підтвердженням того, що аналізовані 23 сорти сої по-різному реагують на умови вирощування в Сумській, Тернопільській та Миколаївській областях [124].

Сорти, що вважаються застарілими, менш чутливі до технологічних вимог, і за використання різних технологій зазвичай дають приблизно однакову

врожайність – до 2 т/га, а потенціал врожайності сучасних сортів натомість здатен сягати до 5 т/га за умов індивідуального підходу до цього питання, адже ступінь стійкості сорту проти несприятливих умов вирощування знаходяться під чітким генетичним контролем і залежить від набору адаптивних ознак [98, 159].

Згідно з міжнародною класифікації ФАО, сорти сої розподіляються на 13 груп за тривалістю вегетаційного періоду: від 000 (ультраскоростиглі) до 10 (дуже пізньостиглі). Проте в Україні, а також в інших країнах колишнього СРСР селекціонери широко використовують іншу бальну шкалу для визначення тривалості вегетаційного періоду: 1–2 – дуже коротка (ультраскоростиглі) – до 90 діб; 3–4 – коротка (ранньостиглі) – 91–110 діб; 5–6 – середня (середньостиглі) – 111–130 діб; 7–8 – довга (пізньостиглі) – 131–150 діб; 9 – дуже довга (дуже пізньостиглі) – більш ніж 150 діб [106].

За аналізом Рибальченка А. М., сортові ресурси сої поділяються на чотири групи за тривалістю вегетаційного періоду: скоростиглі, ранньостиглі, середньоранні та середньостиглі. Розподіл сортів сої за групами стиглості у Державному реєстрі сортів рослин 2022 року відбувається таким чином: на частку ранньостиглих сортів припадає близько 31,7 %, скоростиглих – 25,8 %, середньостиглих – 24,2 %, середньоранніх – 18,2 %. Простежується суттєвий процес підвищення урожайності насіння сої та зменшення тривалості періоду вегетації шляхом селекції [148].

При виборі сортів сої також враховують такі особливості: ранньостиглі сорти вибирають як попередники для пшениці озимої; середньостиглі сорти підходять для збирання з оптимальною вологістю без додаткового досушування; пізньостиглі сорти вирощують, коли в господарствах є значні площі під соєю, а збір у короткі строки неможливий, щоб також запобігти перестиганню рослин. При цьому ранньостиглі сорти сої не зменшують ризики, пов'язані з несприятливими умовами вегетації, тоді як сорти з більш тривалим періодом вегетації є більш урожайними [118].

Завдяки такому асортименту сортів сої різної групи стиглості з урахуванням інтенсивного землеробства та мінливих погодних умов науковці рекомендують вирощувати в господарствах кілька сортів із різними групами стиглості [131, 164]. Наприклад, за дослідженнями Мазура В. А., Ткачука О. П., Панциревої Г. В., Верховлюка С. Д. виявлено, що саме переважна частина групи середньо-ранньостиглих сортів мали високі показники посухостійкості, стійкості до хвороб, вилягання та осипання і відзначалися сприятливими параметрами для механізованого збирання [116]. При цьому слід урахувувати і те, що рослини ранньостиглої групи по-різному реагують на зміщення строків сівби. Це доводять дослідження Шовкової О. В. для умов Лісостепу України впродовж 2019–2021 рр., у яких за умови сівби у I декаді травня урожайність сорту Кассіди збільшувалася на 0,11 т/га або 4,2 % порівняно з першим строком (III декада квітня) та на 0,26 т/га або 9,8 % порівняно з третім строком сівби (II декада травня) [186].

Умови Степової зони дозволяють вирощувати середньостиглі та пізньостиглі сорти сої, Лісостепової – переважно скоростиглі та середньостиглі, а в Поліссі віддають перевагу ультраскоростиглим та скоростиглим сортам [125]. Дослідженнями Романька Ю. О. в умовах північно-східного Лісостепу України впродовж 2007–2009 рр. встановлено, що різні групи стиглості сортів сої по-різному реагують на строки сівби. Сорт Романтика, що належить до ранньостиглої групи, ефективніше реагує на строк сівби, коли температура ґрунту на глибині 10 см сягає 8–10°C, а скоростиглий сорт Аннушка – за температури 10–12°C. При цьому більш ранні строки сівби негативно впливають на їх польову схожість та урожайність [151].

Так само дослідження Толкачева З. Д. доводять, що сорти сої різних груп стиглості мають різну здатність до симбіозу із бульбочковими бактеріями за однакових умов вирощування. Завдяки застосуванню інокулянтів найбільші прирости урожайності сої відмічено у сорту пізньостиглої групи (16,2 %), найменші – середньостиглої (8,7 %) [165].

Сортимент сої в Україні є достатнім. Створенням нових і удосконаленням існуючих в Україні сортів займаються такі наукові установи, як Інститут зрошуваного землеробства НААН, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Інститут олійних культур НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Інститут сільського господарства Степу НААН та ряд інших [54, 58, 106, 145]. Сорти вітчизняної селекції мають досить високі показники урожайності: для ультраскоростиглих сортів цей показник становить 23–28 ц/га, ранньостиглих – 25–30 ц/га, середньостиглих – 30–40 ц/га і більше [83].

У 2011 році до Державного реєстру сортів рослин України були занесені 114 сортів цієї культури. При цьому виробники сої вирощують сорти різних груп стиглості, як ультраскоростиглі, так і пізньостиглі [87, 125]. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні, у 2020 році зареєстровано 247 сортів сої, 80 % яких припадає на сорти української селекції [68], а у 2021 році до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, занесено 31 середньостиглий сорт і 4 середньопізні сорти сої [164].

Серед 285 сортів сої, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 році [88], більшість не мають попиту виробників через вузьку пластичність і придатність до вирощування лише в умовах конкретних агрокліматичних зон [69, 71, 101]. Дослідження із вивчення сортів сої, яке проводилось на дослідному полі кафедри селекції та насінництва сільськогосподарських культур Вінницького національного аграрного університету впродовж 2009–2010 рр., показало, що створення адаптованих до вирощування для окремих умов сортів є важливою умовою підвищення рівня та стабільності продуктивності рослин сої [120].

Польові дослідження науковців, проведені на полях кафедри рослинництва у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у 2013–2014 рр., свідчать про вплив сортових особливостей на формування показника площі листової поверхні, який формував ранньостиглий сорт Десна. Площа листової поверхні у

сорту Десна у всіх фазах росту і розвитку була на 1,8–2,1 тис. м²/га більшою порівняно з площею листкової поверхні ранньостиглого сорту Либідь [89].

Також слід відзначити, що великий прорив у виробництві відбувся із упровадженням генетично модифікованої сої. Використовуючи цю технологію, були розроблені генетично модифіковані культури, які не тільки стійкі до гербіцидів, а й мають такі корисні властивості, як посухостійкість, затримка дозрівання, стійкість до бактеріальних хвороб, високий рівень олеїнової кислоти та стійкість до шкідників, що сприяло великому попиту у світі [14, 23, 34, 44].

На сьогодні селекціонери досягли значних успіхів у виведенні високотехнологічних, високоврожайних і стійких до хвороб сортів сої. Однак ступінь реалізації їх потенціалу врожайності значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону та технологій вирощування, до яких вони пристосовані [59, 142, 178].

1.3. Особливості живлення та вплив системи удобрення на продуктивність сої

Сучасні інтенсивні сорти сої завдяки постійній розробці та вдосконаленню адаптивних технологій їх вирощування дозволяють досягти стабільно високих урожаїв зерна необхідної якості, адже вони є більш вибагливими до умов живлення і завдяки комплексному підходу до забезпечення їх доступними елементами живлення здатні реалізувати потенційний врожай [134, 178]. Соя є досить вибагливою до умов вирощування, зокрема до елементів живлення, і вирощувати її слід на родючих, забезпечених високим вмістом елементів живлення ґрунтах [6, 25, 46, 115]. Тому одним із дієвих методів підвищення врожаю і його якості є регулювання умов живлення рослин шляхом внесення макро- та мікроелементів у ґрунт та позакоренево. Мінеральне живлення є одним із основних регульованих факторів, які

використовують для цілеспрямованого управління ростом та розвитком рослин у період вегетації рослин, що забезпечує реалізацію цієї мети [65, 76].

Дедалі вагоміше місце в АПК України посідають зернобобові культури. Останнім часом вони набули популярності як важливі поліпшувачі ґрунтів і цінні попередники. Шляхом біологічної азотфіксації бобові культури накопичують у ґрунті 80–150 кг/га азоту, що еквівалентно 200–400 кг/га внесеної аміачної селітри. Бульбочкові бактерії, що розвиваються на коренях рослин цих культур, стають осередками утворення корисної мікрофлори. До їх складу, крім азотфіксуючих бактерій, входить певна кількість вільноживучих мікроорганізмів. Уся ця корисна біота утворюється в прикореневій ділянці. Мікоризоутворюючі гриби також відіграють важливу роль, перетворюючи сполуки фосфору, не доступні рослинам, у засвоювані форми [158]. Наприклад, при введенні в сівозміну зернобобових культур можна очікувати підвищення загальної білкової продуктивності системи посіву [15]. Поживні речовини для рослин сої є основними елементами, які необхідні для росту та розвитку і можуть бути забезпечені природним шляхом – із ґрунту та повітря та штучним – шляхом застосування органічних, мінеральних та бактеріальних добрив [4, 92, 102].

Відомо, що в симбіозі з бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* соя здатна засвоювати молекулярний азот із повітря, задовольняючи 50–70 % своїх потреб у цьому елементі живлення [165]. Потенціал здатності фіксації атмосферного азоту пов'язаний із присутністю ризобій у ґрунті, та через їх обмежену кількість у зоні проростання насіння мають невисоку активність азотфіксації бактерій. Для усунення цієї проблеми та покращення азотфіксуючої здатності обов'язковим етапом підготовки насіння до сівби є інокуляція – нанесення на насіння бобових культур препаратів на основі селекціонованих штамів специфічних ризобій, за допомогою яких поліпшується процес мікробіоценозу із активною участю високоефективних штамів бульбочкових бактерій у ґрунті [49]. Наприклад, дослідженнями

Новицької Н. В. та Джемесюка О. В. в умовах Лісостепу України встановлено, що інокуляція сприяє приросту врожаю до 2–4 ц/га [132].

Для правильного росту і розвитку рослинам сої необхідно всього п'ятнадцять елементів живлення. Виходячи з кількості, необхідної для сільськогосподарських культур, ці поживні речовини можна класифікувати як макроелементи, які потрібні в кількостях $>0,01\%$ – це азот (N), фосфор (P), калій (K), сірка (S), кальцій (Ca) і магній (Mg). Ці макроелементи виконують структурну та функціональну роль у посівах сої. Крім того, рослини сої також потребують інших мікроелементів у кількості $<0,01\%$. Такими мікроелементами є мідь (Cu), залізо (Fe), марганець (Mn), цинк (Zn), бор (B), хлорид (Cl), молібден (Mo) і нікель (Ni). Ці мікроелементи виконують функції ферментативної та клітинної регуляції [21]. При цьому варто розуміти, що жоден із елементів живлення не може бути замінений іншим, адже для кожного елемента відведена окрема роль в рослинному організмі [168].

На початку вегетації, до фази бутонізації та цвітіння, рослини сої споживають незначну кількість азоту, фосфору та калію, проте з фази цвітіння до масового наливу бобів настає час максимального поглинання основних макроелементів [122, 168].

Азот є одним із основних поживних речовин для посівів сої. Він є структурним компонентом молекул хлорофілу та ферментів, який допомагає регулювати фізіологічні процеси в посівах сої. Він необхідний для утворення амінокислот, будівельних блоків білкової макромолекули, і метаболізму вуглеводів у рослинах, що стимулює ріст коренів і поглинання інших поживних речовин. Азот є найбільш необхідним елементом живлення для врожаю сої: посіви потребують 80 кг азоту для формування 1 т. зерна [41]. Для досягнення більшої врожайності в посівах сої необхідна більша кількість азоту, оскільки рослини засвоюють азот як у вегетативній, так і в репродуктивній фазі [39].

Також на сучасному етапі інтенсифікації набуває актуальності питання щодо застосування азотних добрив для бобових культур. Одні науковці стверджують, що бобові потребують великих норм мінерального азоту для

формування високих урожаїв із необхідними якісними показниками, незважаючи на побічний вплив добрив на азотфіксуючу здатність, інші ж наголошують на грамотному підході і внесенні стартових доз (20–30 кг/га д. р.) азотних добрив, які рослини використовують на початкових етапах росту і розвитку до етапу формування і функціонування симбіотичного апарату [99, 139]. Цю теорію не заперечує і Шевніков М. Я. у своїх дослідженнях, спираючись на теорію, що внесення азотних, фосфорних та калійних добрив є «страховим фондом» від можливої нестачі азоту за несприятливих умов для розвитку симбіотичної активності [183].

Дослідження, проведені у зоні Лісостепу України, показують, що спільне використання інокуляції насінневого матеріалу «Ризоторфіном» та мінеральних добрив підвищувало вміст жиру в сухій речовині насіння до 21,4–22,4 %, тоді як бактеріальні добрива підвищували вміст жиру на 18,1 % [183]. Також дворічні дослідження впродовж 2016–2017 рр. в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН доводять ефективність трикратного позакореневого підживлення рослин сої у період вегетації, де прибавка врожаю на сорті Монада становить 0,64 т/га [155]. Аналогічну думку мають вчені цієї ж наукової установи, доводячи у 2011–2013 рр, що проведення позакорневих підживлень 10 % розчином карбаміду сприяє зменшенню собівартості 1 тонни насіння сої і зростанню рівня рентабельності на 29 % [108].

Фосфор є ще одним важливим елементом живлення для рослин сої. Він допомагає зберігати та транспортувати енергію, вироблену під час фотосинтезу, яка використовується для росту, розвитку та розмноження. Це основний компонент АТФ, який підвищує ефективність інших поживних речовин. Внесення фосфорних добрив позитивно впливає на врожайність сої, вміст протеїну, вміст олії, фіксацію азоту, проліферацію коренів, площу листової поверхні та стресостійкість. Рослинам сої потрібно 25 кг фосфору для отримання однієї тонни насіння сої [1, 13]. Дослідження, проведені Дідовичем С. В., Абдурашитовим С. Ф., Блаж С. В., дають можливість зробити висновок, що застосування фосфорних добрив при рядковому внесенні забезпечувало

активний симбіоз рослин сої сорту Діона з бульбочковими бактеріями та популяцією АМ грибів. Така симбіотична активність сприяла підвищенню врожаю зерна на 11,9–20,1 % [90].

Калій є одним із трьох основних макроелементів живлення та ключовим фактором, що контролює продуктивність сільськогосподарських культур. Калій сприяє стійкості рослин до несприятливих умов (високих температур, хвороб, факторів, що провокують вилягання рослин) і засолення, оскільки він є антагоністом натрію і підтримує тургор рослин [10]. Оскільки калій міститься у рослині переважно в іонній формі, він сприяє відтоку поживних речовин у місця запасання, цим самим регулюючи процес фотосинтезу і водний режим.

Дослідженнями у різних агрокліматичних умовах України на посівах сої доведена ефективність застосування мінеральних добрив. За дослідженнями Циганської О. І. і Циганського В. І. встановлено достовірний кореляційний зв'язок між внесеними дозами добрив та висотою рослин сортів сої і максимальну висоту рослин сої 92,5 см сорту Горлиця та 112,1 см сорту Вінничанка, яку досягають на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ [173]. Їх же дослідженнями 2012–2014 рр. на дослідних ділянках Вінницького НАУ було доведено, що внесення повного мінерального удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяло подовженню періоду інтенсивного вегетативного росту рослин сої від фази першої пари справжніх листків до масового цвітіння на 3–5 діб [174].

Дослідженнями Ляшенка В. В., Лотиша І. І. та інших в умовах Лівобережного Лісостепу України встановлено, що внесення азотних добрив у нормах N_{60} та N_{90} на фосфорно-калійному фоні нормою $P_{60}K_{60}$ дає змогу зменшити витрати вологи на формування одиниці врожаю на 34–39 % порівняно з варіантом без добрив [114].

Аналіз отриманих даних Фурмана В. О. в умовах Правобережного Лісостепу України протягом 2013–2016 рр. підтверджують позитивний вплив внесення добрив на формування структури врожаю. Так, за внесення добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{15}$ та оброблення насіння фосфонітрагіном сорти Вільшанка

та Сузір'я забезпечувало формування найбільшої кількості насіння – 24,7–28,8 шт./рослині, кількості насінин на одній рослині – 51,0–56,1 шт./рослині, маси насіння на одній рослині – 7,50–8.11 г, масу 1000 насінин – 147,2 – 144,6 г та відповідно сприяло зростанню приросту врожаю – 44,7–54,0 % порівняно з абсолютним контролем. Така модель технології вирощування є і найбільш економічно та енергетично вигідною: чистий прибуток – 28174–34124 грн, рівень рентабельності – 124 –160 %, коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,20–2,40 [170].

Високий приріст врожаю – 0,98–1,02 т/га було отримано і науковцями в умовах Лісостепу Правобережного впродовж 2013–2015 рр. шляхом основного внесення добрив [76]. Найвищий показник приросту врожаю – 0,47 т/га або 28 % порівняно із контрольним варіантом було отримано і представлено у результатах досліджень у південно-східному Степу України впродовж 2016–2018 рр. за застосування мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{40}K_{40}$ + припосівне внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ [94]. Дослідження науковців в умовах північного Степу України свідчать, що внесення добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ при сівбі збільшило урожайність на 7,2%, що еквівалентно 0,11 т/га зерна [185]. Упродовж 2016–2018 рр. в умовах Полісся України за використання рекомендованої норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та позакореневого підживлення було отримано приріст урожаю 0,97 т/га порівняно з контролем [92].

Як уже зазначалося раніше, рослини сої є вибагливими до поживних елементів і, крім забезпечення основними мікроелементами, для забезпечення реалізації потенційного врожаю необхідно наголошувати на забезпеченні її мікроелементами [6, 28, 46, 51, 115]. Загальновідомо, що мікроелементи важливі для росту та розвитку рослин сої. Їх достатня кількість і доступність є також необхідними умовами ефективної азотфіксації рослинами сої. Вплив мікроелементів на фізіологічні та біохімічні процеси рослин базується на внесенні їх до складу так званих «допоміжних речовин», тобто вітамінів, гормонів, ферментів і коферментів, які беруть участь в обміні речовин. Крім того, мікроелементи є незамінними структурними елементами та беруть участь

у синтезі білків, жирів і вуглеводів, а за оптимального забезпечення ними рослин підвищується стійкість рослин проти несприятливих погодних умов (високих і низьких температур, посух тощо), шкідників та хвороб. Нестача мікроелементів знижує врожайність, спричиняє ураження хворобами, погіршує якість насіння [110, 181]. Варто також наголосити, що надлишок, так само як і нестача, одного з елементів живлення можуть порушувати надходження іншого елемента до тканин та органів рослин [154].

Особливого значення для нормального росту і розвитку сої набувають кальцій, магній, сірка, марганець, молібден, цинк, бор, мідь, залізо та кобальт [56]. Без них рослинний організм не може нормально розвиватися, адже всі вони є незамінними компонентами вітамінів, ферментів, гормонів та інших фізіологічно активних речовин і беруть участь у процесах синтезу білків, вуглеводів, жирів, вітамінів, під впливом яких збільшується вміст хлорофілу в листках, зростає ефективність процесу фотосинтезу, посилюється асиміляційна діяльність рослини тощо [129].

Кальцій є елементом зі структурною функцією, що впливає на цілісність плазматичної мембрани та клітинної стінки та на активність ферментів, таких як активація кальмодуліну, який є важливим вторинним елементом для кількох фізіологічних процесів. Подібно бору, кальцій є важливою поживною речовиною для розвитку пилкових трубок і проростання пилкових зерен, що важливо для запліднення, поглинання та формування плодів [18, 35]. Кальцій також виконує функцію захисту цілісності клітинних мембран, зниження проникності мембран і запобігання витоку іонів, викликаного біотичним і абіотичним стресом [31]. Також цінність внесення кальцієвих добрив та вапнування полягає в усуненні надлишкової кислотності, яка є лімітуючим фактором, що обмежує формування урожаю на 20–40 %. І пов'язано це може бути насамперед із функціонуванням симбіотичного апарату [144]. За результатами досліджень із використанням нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М, що містить карбонатів кальцію – 20 % та магнію – 0,5 % і забезпечує меліоративний ефект, було доведено його ефективність та

отримано максимальну біологічну врожайність сої сорту Ментор – 4,38 т/га, приріст якої склав 72,5 % [137].

Магній. Магній є важливим елементом для рослин, будучи складовою молекули хлорофілу, бере участь у фосфорилуванні, транслокації фотоасимілятів та в активації багатьох ферментів, таких як глутатіонсинтетаза та фосфоенолпіруват карбоксилаза. Дефіцит магнію значно впливає на ріст сільськогосподарських культур і врожайність у районах інтенсивного сільськогосподарського виробництва [43]. Слід зазначити, що Mg в основному надходить вапнуванням, яке може не забезпечувати рослини достатньою кількістю цього елемента. Позакореневе обприскування магнієм є засобом усунення дефіциту магнію в посівах. Окрім того, цей елемент є особливо важливим для засвоєння азоту, фосфору і калію у підвищених нормах. Позакореневе внесення поживних речовин може бути гарною стратегією для підвищення врожайності, допомоги в насиченні ґрунту та отримання реакції за короткий проміжок часу [17, 26, 152]. Застосування магнію в бакових сумішах у поєднанні з азотними добривами підвищує ефективність фотосинтезу шляхом послаблення їх стресового впливу, нейтралізує шкідливий вплив біурету в карбаміді, що сприяє підвищенню врожайності та збільшенню маси зерна [3].

Сірка входить до складу вітамінів і амінокислот, а отже, і білків. Наявність сірки необхідна для біосинтезу білка в насінні, що позитивно впливає не лише на кількість, а й на якість сирого протеїну в зібраному врожаї, особливо у сої [5, 28]. Соя належить до культур, середньовимогливих до сірки та магнію, винесення яких з урожаєм становить близько 20–40 кг. Численні дослідження свідчать про сильну взаємодію між сіркою та азотом як необхідними поживними речовинами для синтезу амінокислот, що утворюють білки. Сірка відіграє особливу роль в обміні азоту в рослині, а дефіцит сірки призводить до зниження утилізації азоту з добрива. Сірка є активатором процесів, що регулюють метаболізм вуглецю і азоту в рослині, і таким чином збільшує швидкість перетворення азоту, який поглинає рослина, у білок. Рослини, які добре забезпечені азотом і сіркою, збільшують кількість азоту, що

входить до органічних структур. Сірка також бере участь у фіксації атмосферного азоту ризобіями та у відновленні нітратів до аміаку [5, 24, 152]. В умовах Лісостепу західного на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті внаслідок синергетичної взаємодії елементів живлення $P_{60}K_{60}+N_{60}+Mg_{20}+S_{30}$ та мікроелементів було отримано прибавку врожайності гороху на 1, 75 т/га порівняно з контролем [50].

Марганець є незамінним елементом рослин, що входить до складу структури білків і ферментів. Його дефіцит спричиняє пошкодження хлоропластів, впливаючи на фотоліз води у фотосистемі II, яка постачає електрони, необхідні для фотосинтезу [19, 38]. У сільському господарстві альтернативною практикою постачання марганцю і відновлення симптомів рослин через дефіцит поживних речовин є позакореневе підживлення. Якщо позакореневе підживлення не проводиться, поглинання елемента залежить виключно від коренів рослин і наявності поживних речовин у ґрунті [8, 30, 40].

Молібден позитивно впливає на симбіотичну активність, адже бульбочкові бактерії потребують його у процесах азотного обміну та інших метаболічних процесах [11]. Дослідження Нагорного В. І. та Мурач О. М в умовах Лісостепу доводять ефективність сумісного застосування Фумару, Ризогуміну та молібдену для обробки насіння, що дало змогу отримати середню урожайність 2,79 т/га за 2006–2010 досліджувані роки [130]. В умовах теплиці на території Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України на рослинах сої сорту Артеміда доведено ефективність передпосівної обробки насіння сої нанохелатами молібдену, що виконувала регуляторну функцію щодо рослинного метаболізму, сприяла зростанню стійкості до негативної дії інфікування фітопатогенами за умов комбінованого стресу, спричиненого підвищеними температурами і фітопатогенним інфікуванням [85].

Цинк має багатосторонню функцію в рослинному організмі, що доведена різними агрохімічними дослідженнями. Цей елемент бере участь в окисно-відновних реакціях, є обов'язковим компонентом ферментів, хлорофілу та

впливає на синтез вітамінів, аскорбінової кислоти, сухих речовин, сахарози та крохмалю, чим збільшує загальний вміст білкових речовин та вуглеводів у рослині. Багатьма дослідженнями доведена залежність вмісту білка від наявності цинку, показник якого зменшується за нестачі цього елемента. Крім того, застосування добрив на основі цинку сприяє стійкості рослин до несприятливих умов (посухи, заморозки тощо), що є необхідним у сучасних умовах змін клімату [113, 122, 168].

Бор є незамінним елементом у процесах обміну речовин, що відбуваються в рослинному організмі, і потрібен упродовж усього періоду вегетації. Він бере участь у вуглеводному обміні, стимулюючи синтез і транспорт вуглеводів, фітогормонів та аскорбінової кислоти до різних органів рослини, чим регулює синтез стимуляторів та інгібіторів росту рослин [168]. Завдяки цьому елементу швидше настає фаза цвітіння, краще проходять процеси запліднення і плодоношення рослин, тим самим підвищується насіннева продуктивність рослин [133, 143, 156]. Також бор є важливим мікроелементом для бобових культур і в симбіозі із кальцієм посилює процеси утворення та функціонування бульбочкових бактерій [66, 179]. Дослідження, проведені у 2017–2018 рр. у Західному Поліссі України, дають підставу стверджувати, що застосування препаратів з підвищеним вмістом бору (Вуксал Оіл Сід) забезпечують формування і реалізацію високого рівня врожаю сої – 3,45 т/га у сорту Ментор [78].

Мідь бере участь в утворенні хлорофілу і входить до складу багатьох ферментів у рослинному організмі. Він є важливим мікроелементом для бобових культур, адже бере участь у процесах симбіотичної фіксації азоту [29]. Цей елемент бере участь у окисно-відновних реакціях, сприяє утворенню лігніну в клітинних стінках, що забезпечує опору для вертикального утримання рослин. Особливо важливою його функцією є формування життєздатного пилку та утворення насіння. Як і будь-який мікроелемент, мідь підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, що виникають у процесі вегетації сої [7].

Кобальт є незамінним елементом для бобових через його необхідність для мікроорганізмів, що фіксують атмосферний азот. Дослідження, проведені в Хмельницькій області впродовж 2015–2017 років, показали позитивний вплив сумісної дії обробки насінневого матеріалу інокулянтами і препаратом Вуксал КоМо 15, що сприяє отриманню дружніх сходів, активізації роботи процесів нітроредуктази та зняттю гербіцидного навантаження на рослини сої сортів Максус, Кордоба і Саска [167]. Також за результатами іноземних досліджень доведено, що застосування обробки кобальтом позитивно вплинуло на кількість та масу бобів у Вики посівної [27].

Одним із основних правил застосування добрив під сільськогосподарські культури є правильно встановлена їх норма, що підтверджено рядом досліджень [75, 112, 180]. Існують різні методи встановлення норм добрив, серед яких найточнішим є балансовий метод [84]. Він ураховує вміст поживних речовин у ґрунті, винос поживних речовин та коефіцієнти їх використання рослиною із ґрунту, добрив [64].

Науковцями в умовах Правобережного Лісостепу України було доведено вплив оптимальної норми добрив на площу листової поверхні за 2012–2016 рр. Таким чином, сумісна дія інокулянту та мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у сортів Вільшанка та Сузір'я сприяла формуванню максимальної площі листової поверхні – 44,9–46,4 тис. м²/га та максимальний вміст суми фотосинтетичних пігментів (хлорофілів a+b) – на рівні 2,52–2,75 мг/г сирої маси [169].

За дослідженнями Гамаюнової В. В. та Казанок О. О. у південній частині України впродовж 2007–2009 рр. на варіантах із оптимальним зрошенням та розрахунковою нормою внесення добрив сформувалася найбільша урожайність: у сорту Діона – 26,4 ц/га та в сорту Аполлон – 24,1 ц/га, що на 16,7–24,1 ц/га більше порівняно з контролем [79]. До того ж аналіз даних цих самих досліджень показав, що внесення розрахункової норми добрив у поєднанні із підживленням забезпечувало збільшення вмісту білка в сортів

Діона та Аполлона в середньому на 1,5–1,6 %, проте дещо зменшило вміст жиру на 0,6–0,9 % [80].

Забезпечення рослин мікроелементами може відбуватися різними способами, та ґрунт є основним джерелом мікроелементів для рослинного організму, хоча різні ґрунти мають неоднаковий їх вміст. За сучасних інтенсивних технологій вирощування запаси елементів живлення знизилися через те, що прогресивні сорти сільськогосподарських культур виносять їх значну частину з ґрунту [73, 166]. Також у сучасних реаліях доведено низьку ефективність внесення мікродобрив безпосередньо в ґрунт. Через низький вміст поживних речовин в ґрунті при малих дозах внесення неорганічні солі швидко взаємодіють із ґрунтовим розчином, поглинаючись обмінною та хімічною вбирними здатностями, суттєво зменшується їх доступність [113]. Кращу ефективність буде мати у такому разі внесення добрив локальним припосівним способом. При цьому є необхідними дані про вміст тих чи інших мікроелементів в ґрунті, оскільки ефективність їх прямо залежить від типу ґрунтів та культури, яка буде вирощуватися на полі. Такий метод буде набагато ефективнішим, аніж внесення мікродобрив в основний обробіток ґрунту, адже дозволяє забезпечити внесення мікроелементів безпосередньо в зону кореня рослин, які будуть ефективно його використовувати на початкових етапах органогенезу, а також зекономити витрати при використанні мікродобрив [74]. Ще однією причиною зниження вмісту поживних речовин є забруднення навколишнього середовища, наприклад вплив солей та нафтопродуктів, взаємовплив вмісту поживних елементів у ґрунті можуть бути причиною витіснення поживних елементів із ґрунтового середовища [146].

Саме тому поряд із внесенням мікродобрив у ґрунт є й більш ефективні способи використання – обробка посівного матеріалу та позакореневе підживлення. З огляду на це в Україні значно поширені мікродобрива для позакореневого підживлення і популярність їх у рази вище, ніж у неорганічних солей. Вони здатні швидко брати участь у біохімічних процесах рослинних організмів із високим ступенем засвоєння і низькою утилізацією [111]. Таким

чином, перевага такого типу внесення полягає в тому, що поживні речовини поглинаються безпосередньо листям, що вимагає низьких норм для забезпечення адекватного балансу поживних речовин і уникнення втрат, які зазвичай відбуваються через внесення в ґрунт [8]. Використання позакореневого живлення макро- і мікроелементами на основі хелатів дає можливість більш повно використовувати потенціал сучасних сортів інтенсивної сої через спорідненість органічного компонента із рослинним організмом, що запобігає виникненню фітотоксичності, сприяючи покращеному живленню рослин під час критичних періодів, зокрема під час формування генеративних органів. Це сприяє підвищенню ефективності фотосинтезу та симбіотичної фіксації азоту, а також зменшенню осипання квіток та плодоношення і, як результат, – збільшенню урожайності зерна сої [20, 94, 113, 140].

На ранніх стадіях росту рослин коренева система може бути недостатньо розвиненою для поглинання достатньої кількості поживних речовин із ґрунту, і в таких умовах позакореневе внесення добрив може бути хорошим варіантом для забезпечення рослин такими основними поживними речовинами, як калій і фосфор [36]. Польові дослідження, проведені у Північному Лісостепу України науковцями впродовж 2009–2011 рр., показали, що найкращі умови для формування максимального рівня врожайності сої сорту Омега Вінницька (на рівні 3,33 т/га) сформувалися на варіантах, де було забезпечено внесення мінеральних добрив дозою $N_{30}P_{45}K_{60}$ у поєднанні з підживленням рослин азотом дозою N_{15} у фазі бутонізації та комплексною обробкою насіння Рексоліном і інокулянтом у день сівби [136].

За оприлюдненими науковими працями Шепілової Т. П. та Курцева В. О. у Кіровоградській області впродовж 2006–2008 рр. підтверджено позитивний вплив мікродобрив на масу рослин і насіння, кількість вузлів, бобів та насіння на рослині. Водночас застосування мікроелементів підвищувало урожайність зерна – прибавка до контролю варіювала від 0,02 до 0,15 т/га [184].

Аналогічною є ситуація і в дослідженнях науковців південного Степу України, де при застосуванні $N_{15}P_{15}K_{15}$ та Нано-мінераліс було сформовано найбільші показники висоти та маси рослини – 79,8 см і 54,0 г відповідно, при цьому кількість бульбочкових бактерій була меншою в середньому на 6,9 %. Також було сформовано і більшу кількість бобів (23,8 шт.), масу насіння (4,17 г), що більше за контроль на 23,3 та 16,8 % відповідно та приріст врожаю – 0,18 т/га (11,0 %) [185].

Крім основних макро- та мікроелементів, до складу сучасних препаратів для позакореневого підживлення можуть входити і додаткові складники: органічні сполуки, фітогормони та амінокислоти [109].

Амінокислоти – органічні хімічні сполуки, які є будівельними блоками білків і попередниками фітогормонів, що виконують структурні, метаболічні та транспортні функції в рослинах [32]. Вони підвищують ефективність метаболізму в рослинному організмі, чим стимулюють підвищення врожаю і його якості, підвищують толерантність рослин та відновлення після абіотичних стресів, полегшують засвоєння поживних речовин, їх переміщення та використання [9], поліпшують процеси дихання рослин, фотосинтезу, синтезу білків [16].

Ще однією перевагою препаратів для позакореневого підживлення є використання їх у бакових сумішах. Такі дослідження проводилися на полях Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у 2013–2014 рр. із сумісним застосуванням гербіцидів та комплексного мікродобрива, де було зафіксовано зменшення стресового впливу на рослини [187]. Поєднання застосування гербіцидів із концентрованим молібденовим мікродобривом Квантум – Хелат Молібдену забезпечило кращі умови для росту й розвитку рослин сої, зростання маси 1000 насінин на 2 г порівняно з контролем та вмісту білків та олії на 0,6 % у дослідженнях, що проводилися впродовж 2019–2021 рр. у Вінницькому національному аграрному університеті [135].

Висновки до розділу 1

1. Соя – цінна технічна культура, що забезпечує продовольчу безпеку світу. Унікальністю сої є здатність до формування трьох урожаїв – зерна, білка та олії впродовж одного вегетаційного періоду, чим вирішується проблема нестачі харчових продуктів в умовах постійно зростаючої чисельності людства. Чітко простежується тенденція до збільшення посівних площ в світі, Україні та Сумській області, чим забезпечується ріст виробництва зерна і зміцнення економіки країни і світу загалом.

2. Висока урожайність зерна сої необхідної якості – основна мета сучасних науковців та сільськогосподарських виробників, при цьому сорт є одним із найдешевших способів її реалізації. Саме завдяки сорту можна досягти високих валових зборів шляхом підвищення урожайності. Незважаючи на те, що сучасні сорти реалізують свій потенціал усього на 60 %, завдяки вітчизняній селекції створено широкий вибір пластичних сортів різних груп стиглості, які підходять для вирощування у різних агрокліматичних зонах та технологій вирощування.

3. Сучасні інтенсивні сорти є досить вибагливими до елементів технології вирощування культури, а саме до забезпечення їх поживними речовинами. Макро- та мікроелементи є невід’ємною частиною рослинного організму, і тому мінеральне живлення є одним із основних регульованих факторів, використовуваних для цілеспрямованого управління ростом та розвитком рослин у період вегетації рослин, що забезпечує реалізацію потенціалу сої. Завдяки сучасним досягненням науки та виробництва на сьогодні ринок пропонує широкий асортимент мінеральних добрив та препаратів для позакореневого підживлення. Вони різняться за своїм складом і здатні ефективно поглинатися рослиною та забезпечувати її необхідними елементами впродовж усього періоду вегетації, підвищуючи стійкість до несприятливих умов та шкочинних організмів, що є досить актуальним в умовах змін клімату.

Список використаних джерел до Розділу 1

1. Adeli A., Sistani K. R., Rowe D. E., Tewolde H. Effects of broiler litter on soybean production and soil nitrogen and phosphorus concentrations. *Agronomy Journal*. 2005. vol. 97, no. 1, P. 314–321.
2. Andriy Melnyk, Yuriy Romanko, Anhelina Dudka, Vika Chervona, Maxim Brunyov, Evhen Sorokolit. Ecological elasticity of soy varieties' performance according to climatic factors in Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. Volume 11, No. 2. C. 91–99. <https://doi.org/10.17930/AGL2022212>
3. Ba, Q., Zhang, L., Chen, S., Li, G., & Wang, W. (2020). Effects of foliar application of magnesium sulfate on photosynthetic characteristics, dry matter accumulation and its translocation, and carbohydrate metabolism in grain during wheat grain filling. *Cereal Research Communications*. 2020. 48(2) P. 157–163. <https://doi.org/10.1007/s42976-020-00026-z>
4. Bagale S. Nutrient management for soybean crops. *International Journal of Agronomy*. 2021. Volume 2021. P. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/3304634>
5. Barczak, B.; Knapowski, T.; Kozera, W.; Ralcewicz, M. Effects of sulphur fertilisation on the content and uptake of macroelements in narrow-leaf lupin. *Rom. Agric. Res.* 2014, 31, 1–7.
6. Biel, W.; Gawęda, D.; Łysoń, E.; Hury, G. The effect of variety and agrotechnical factors on nutritive value of soybean seeds. *Acta Agrophs.* 2017, 24, 395–404.
7. Broadley M., Brown P., Cakmak I., Rengel Z., Zhao F. Function of nutrients: micronutrients. In: Marschner P, editor. *Mineral nutrition of higher plants*. 3rd ed. San Diego: Elsevier; 2011. P. 191–248.
8. Cakmak I., Yazici A., Tutus Y., Ozturk, L. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in non-glyphosate resistant soybean. *European Journal of Agronomy*, 2009. v. 31. P. 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.07.001>

9. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014. 383. P. 3–41.
10. Capula-Rodríguez R., Valdez-Aguilar L.A., Cartmill D.L., Cartmill A.D., Alia-Tejacal I. Supplementary calcium and potassium improve the response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to simultaneous alkalinity, salinity, and boron stress *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 2016. 47 (4). P. 505–511.
11. Cardoso B.M., Lazarini E., Moreira A., Moraes L. A. C., Santos F. L. D., Dameto L. S. Effect of foliar molybdenum application on seed quality of soybean cultivars. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2021. 52, № 6, P. 666–672. <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1862164>
12. Cassman KG, Grassini P. A global perspective on sustainable intensification research. *Nature Sustainability*. 2020. № 3 P. 262–268. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0507-8>
13. Chaudhary M. I., Adu-Gyamfi J. J., Saneoka H. The effect of phosphorus deficiency on nutrient uptake, nitrogen fixation and photosynthetic rate in mashbean, mungbean and soybean. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2008. vol. 30, no. 4. P. 537–544.
14. Chrispeels M. J. Global production and consumption of genetically engineered crops. *J. Huazhong Agric. Univ*. 2014. 4. P. 120–132.
15. Costa M.P., Reckling M., Chadwick D., Rees R.M., Saget S., Williams M., Styles D. Legume-modified rotations deliver nutrition with lower environmental impact. *Front. Sustain. Food Syst*. 2021. 5. P. 113.
16. Davies P.J. The plant hormones: Their nature, occurrence, and functions. In: Davies P.J. (ed.): *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction and Action. 3rd Edition. Dordrecht, Springer Science + Business Media B.V.* 2010. P. 1–15.
17. Fageria, N.K.; Barbosa Filho, M.P.; Moreira, A.; Guimarães, C.M. Foliar fertilization of crop plants. *Journal of Plant Nutrition*. 2009. v.32, P. 1044–1064. <https://doi.org/10.1080/01904160902872826>
18. Faquin V. Nutrição Mineral de Plantas. *Lavras, Brazil: Editora UFLA/FAEPE*. 2005. 183.

19. Fernández, V.; Sotiropoulos, T.; Brown, P. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo. *São Paulo: Abisolo*. 2015. 150p.
20. Gonzalez D., Novillo J., Rico M.I., Alvarez J.M. Leaching and efficiency of six organic zinc fertilizers applied to navy bean crop grown in a weakly acidic soil of Spain. *J. Agric. Food Chem.* 2008. Vol. 56(9), P. 3214–3221.
21. Hellal F. A., Abdelhamid M. T. Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max* L.) production. *Acta Biológica Colombiana*. 2013. vol. 18, no. 2, P. 239–250.
22. Himowitz, T., Singh, R.J. Systematics and speciation. In: Soybeans: Improvement, Production and Utilization. 2nd edition Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA; 1987.
23. Ichim M.C. The Romanian experience and perspective on the commercial cultivation of genetically modified crops in Europe. *Transgenic Res.* 2019. 28. P. 1–7.
24. Jamal, A.; Saleem Fazli, I.; Ahmad, S.; Abdin, M.Z.; Yun, S.J. Effect of nitrogen and sulphur application on nitrate reductase and ATP-sulphurylase activities in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 2006, 51, 298–302.
25. Jarecki, W.; Bobrecka-Jamro, D. Effect of fertilization with nitrogen and seed inoculation with *Nitragina* on seed quality of soya bean (*Glycine max* (L) Merrill). *Acta Sci. Pol. Agric.* 2015, 14, 51–59.
26. Jezek, M.; Geilfus, C.-M.; Bayer, A.; Mühling, K.-H. Photosynthetic capacity, nutrient status, and growth of maize (*Zea mays* L.) upon MgSO₄ leaf-application. *Frontiers in Plant Science*, 2015. v.5, art. 781. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00781>
27. Kandil H. Effect of cobalt fertilizer on growth yield and nutrients status of faba bean (*Vicia faba* L.) plants. *J. of Appl. Sci. Research.* 2007. 3 (9). P. 867–872.
28. Kozłowska-Strawska, J.; Badora, A. Selected problems of sulfur management in crops. *Pol. J. Nat. Sci.* 2013, 28, 309–316.

29. Lantican, M. A., Pringali, P. L., Rajaram, S., Are marginal wheat environments catching up. *CYMMIT World Wheat Overview and Outlook*. 2001. Part 2. P. 39–44.
30. Lima D.V., Kliemann H.J., Moraes M.F., Leandro W.M. Effect of liming and manganese rates on soybean mineral nutrition in the region of Rio Verde-GO, Brazil. *Agricultural Research in the Tropics*. 2004. 34(2). P. 65–73.
31. Lin K. H., Chiou, Y. K., Hwang, S. Y., Chen, L. F. O., and Lo, H. F. Calcium chloride enhances the antioxidative system of sweet potato (*Ipomoea batatas*) under flooding stress. *Ann. Appl. Biol.* 2008. 152, 157–168. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2007.00211.x>
32. Liu X.Q., Ko K.Y., Kim S.H., Lee K.S. Effect of amino acid fertilization on nitrate assimilation of leafy radish and soil chemical properties in high nitrate soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2008. 39. P. 269–281.
33. López-López, A., Rosenblueth, M., Martínez, J., Martínez-Romero, E., Rhizobial symbioses in tropical legumes and non-legumes. *Soil Biology and Agriculture in the Tropics*. Springer, Berlin. 2010. Heidelberg, P. 163–184.
34. Lua M., Jina Y., Weber B.B., Goodman, R.E. A comparative study of human IgE binding to proteins of a genetically modified (GM) soybean and six non-GM soybeans grown in multiple locations. *Food Chem. Toxicol.* 2018. 112. P. 216–223.
35. Malavolta E, Vitti G C, Oliveira S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. *Piracicaba, Brazil: POTAFOS*. 1997.
36. Mallarino A. P., Haq M. U., Wittry D., Bermudez M. Variation in soybean response to early season foliar fertilization among and within fields *Agron. Agronomy journal.* 2001. 93 (6). P. 1220–1226. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.1220>
37. Marcela C. P., Mohammad M. The importance of soybean production worldwide. *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production*. Soybean Production. 2016. Volume 1. P. 1–26.

38. Moreira, A.; Malavolta, E.; Heinrichs, R.; Tanaka, R.T. Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2003. v.38. P. 95–101. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000100013>
39. Ohyama T., Tewari K., Ishikawa S. Role of Nitrogen on growth and seed yield of soybean and a new fertilization technique to promote nitrogen fixation and seed yield. *InTech*. 2017. P. 153–185. <https://doi.org/10.5772/66743>
40. Pasković, I.; Ćustić, M.H.; Pecina, M.; Bronić, J.; Ban, D.; Radić, T.; Pošćić, F.; Špika, M. J.; Soldo, B.; Palčić, I.; Ban, Sg. Manganese soil and foliar fertilization of olive plantlets: the effect on leaf mineral and phenolic content and root mycorrhizal colonization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019. v.99. P.360–367. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9196>
41. Pedrozo A., Girelli N. J. de Oliveira, Alberton O. Biological nitrogen fixation and agronomic features of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) crop under different doses of inoculant. *Acta Agronómica*, 2018. vol. 67, no. 2, PP. 297–302.
42. Rodríguez-Navarro, D.N., Oliver, I.M., Contreras, M.A., Ruiz-Sainz, J.E., Soybean interactions with soil microbes, agronomical and molecular aspects. *Agron. Sustain. Dev.* 2011.31, P. 173–190.
43. Römheld, V.; Kirkby, E.A. Magnesium functions in crop nutrition and yield. Cambridge: International Fertiliser Society. 2007. P.151–171.
44. Shukla M., Al-Busaidi K.T., Trivedi, M., Tiwari R.K. Status of research, regulations and challenges for genetically modified crops in India. *GM Crops Food*. 2018. 9. P. 173–188.
45. Swain S. N. et al. Biodegradable soy-based plastics: opportunities and challenges. *Journal of Polymers and the Environment*. 2004. T. 12. (1). C. 35–42.
46. Tyagi, S.D.; Khan, M.H.; Teixeira Da Silva, J.A. Yield stability of some soybean genotypes across diverse environments. *Int. J. Plant Breed*. 2011, 5, 37–41.
47. Yao L. The current situation and development trend of China's soybean industry in the context of trade disputes between China and the United States *Chinese Oils and Fats*. 2020. 45 (2). P. 10–14.

48. Адамень Ф. Ф. Некоторые научно обоснованные результаты исследований по густоте стояния растений сои и способ сева в условиях Крыма. *Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносинах*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 11–14 грудня. Вінниця. 1995. С. 341–342.

49. Алексеев О. О. азотфіксація як вагомий чинник підвищення продуктивності сої. *Сучасні агротехнології: тенденції та інновації*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Вінниця, 17 –18 листопада 2015 року. Вінниця. 2015. С. 240–243.

50. Андрушко М. О., Лихочвор В. В.. Особливості росту і розвитку гороху під впливом різних видів та норм мінеральних добрив. *Topical issues of the development of modern science. In: 4th International scientific and practical conference (11–13 december). Publishing House «ACCENT». Sofia. Bulgaria. 2019. P. 962–972.*

51. Артеменко С. Три кроки до успішного вирощування сої. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 72–76.

52. Артеменко С. Ф. Соя – альтернативний попередник кукурудзі на силос під озиму пшеницю. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 39–44

53. Бабич А. О. Селекція і зональне розміщення сої в Україні. *Збірник наук. праць СГП – НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С. 12–22

54. Бабич А. О. Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К. : Аграрна наука, 2011. 548 с.

55. Бабич А. О. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56.

56. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : Урожай, 1993. 429 с.

57. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв’язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С.12–26.

58. Бабич А. О., Бахмат М. І., Бахмат О. М. Соя : агроекологічні основи вирощування, переробки і використання. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. 268 с.

59. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я. та ін. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.

60. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я., Венедіктов О. М., Серветник О. В., Лохова В. І. Вплив способу передпосівної обробки насіння на урожайність сортів сої різних груп стиглості. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 68. С. 48–52.

61. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Рослинний білок і соєвий пояс України. *Вісник аграрної науки*. 1992. № 7. С. 3–7.

62. Бабич А. О., Побережний М. С., Бабич-Побережна А. А. Зернобобові культури у світовій економіці і розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Том 2. С. 95–99.

63. Бабич А. О. Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К.: Аграрна наука. 2011. 548 с.

64. Балюк С. А., Греков В. О., Лісовий М. В., Комариста А. В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. Х., 2011. 29 с.

65. 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*. 2017. Вип. 26, ч. I. С. 9–16.

66. Бахмат О., Федорук І. Вплив поєднання процесу інокуляції, застосування мікродобрив та інсектицидно-фунгіцидного препарату на технологію вирощування сортів сої за різними групами стиглості в умовах

Лісостепу Західного. *Наука XXI ст.: Виклики та перспективи*. 2021. С. 97–108.
<https://doi.org/10.37406/sXXI sr.2021.v2.97>

67. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С. 41–45

68. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. №1. С. 135–140.

69. Білявська Л. Г. Аспекти адаптивної селекції сої в умовах зміни клімату. *Корми і кормовиробництво*. 2008. № 61. С. 10–16.

70. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Гарбузов Ю. Є. Нові селекційні форми сої для кормовиробництва. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 3. С. 58–65.

71. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість тривалості вегетаційного періоду у колекційних зразків сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 85–92.

72. Білявська Л. Г. Сучасні напрями та завдання в селекції сої. *Вісник ПДАА*. 2009. № 2. С. 38–40.

73. Бреус Д. С. Ретроспективний аналіз змін родючості ґрунтів в зоні Степу України. *Acta Carpathica*. 2022. 1. С. 64–73. <https://doi.org/10.32782/2450-8640.2022.1.8>

74. Брошак І., Дайчак В. Оптимізація способів внесення мікродобрив у ґрунт. *ББК 65.9 (4Укр)–55 I 73*. 2014. С. 20–23.

75. Вега Н., Полюхович М. Вплив норм мінеральних добрив на зміну площі асиміляційної поверхні ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія*. 2018. 22 (2). С. 134–136.
<https://doi.org/10.31734/agronomy2018.02.134>

76. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Plant and soil science*. 2020. Vol. 11. № 1. С. 13–22.

77. Гаврилюк Л., Безноско І., Кічігін О. Вплив біопрепарату філазоніт на показники якості насіння сої. *Екологобезпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції. 2022. С. 42–44.
78. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Формування врожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 113–122.
79. Гамаюнова В. В., Казанок О. О. Вплив умов вирощування на врожайність сортів сої в південній зоні України. *Таврійський науковий вісник*. 2010. 73. С. 24–28.
80. Гамаюнова В. В., Казанок О. О. Вплив умов вирощування на показники якості зерна сої сортів Діона та Аполлон в умовах півдня України. *Наукові праці. Екологія*. 2011. 140 (152). С. 42–44.
81. Глупак З. І. Урожайність і якість сої сортів ранньостиглої групи в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія. Агронія і біологія*. 2013. 11 (26). С. 100–103.
82. Голик Л. М. Новий зимостійкий сорт пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 6. С. 11.
83. Городиська І. М., Ліщук А. М., Монарх В. В. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. *Сільське господарство і лісництво*. 2018. №9. С. 89–101.
84. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник /Г. М. Господаренко. К.: Аграрнаосвіта, 2013. 406 с.
85. Гуляєва Г. Б., Токовенко І. П., Гнатюк Т. Т., Богдан М. М., Патица В. П. Фізіолого-біохімічні зміни рослин сої за впливу фітопатогенних мікроорганізмів та передпосівної обробки насіння нанохелатами молібдену. *Фізіологія рослин і генетика*. 2022. Т. 54. № 2. С. 123–133. <https://doi.org/10.15407/frg2022.02.123>

86. Данкевич Є. М. Міжгалузева інтеграція як важлива передумова формування «Кукурудзяно-соєвого пояса» Полісся. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2012. № 2(2). С. 124–132.

87. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2011 році. State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2011 : (витяг станом на 15.04.11) /Держ. служба з охорони прав на сорти рослин ; голов. ред. С. І. Мельник; редкол.: З. Б. Києнко [та ін.]. Офіц. вид. К. : Алефа, 2011. 300 с.

88. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ, 2021. 523 с.

89. Джемесюк О. В., Новицька Н. В., Свистунова І. В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листкової поверхні посівів сої. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 207–211.

90. Дідович С. В., Абдурашитов С. Ф., Блажук С. В. Вплив мінеральних фосфорних добрив на ефективність симбіозу сої з ризобіями й ендомікоризними грибами. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2009. С. 139–142.

91. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Коваль Г. В. Соя – культура унікальних можливостей. *Трофологія (вчення про закономірності живлення біоти та правильного харчування людей) – новітній міждисциплінарний напрям в Україні*: матер. Всеукр. конф., м. Житомир 25–26 квітня 2019 р. Житомир. 2019. С. 85–90.

92. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти*. 2019, № 1 (74). С. 33–39. DOI: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-33-39>

93. Дригола К. В., Вертелецька О. М., Бойко В. В. Агропромисловий комплекс України в контексті виходу на міжнародний ринок. *Економічний простір*. 2019. №146. С. 5–46. <https://doi.org/10.30838/P.ES.2224.040719.5.529>

94. Дудкіна А. П., Бондарєва О. Б. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої в умовах південно-східного Степу України. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 133–143. DOI: <https://doi.org/10.31073/mvis201908-11>
95. Електронний ресурс / Режим доступу: <http://faostat.fao.org>.
96. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Випуск 116 (1). С. 54–63.
97. Забарна Т. А., Пелех Л. В. Продуктивність сортів сої залежно від впливу ґрунтового-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України. *Slovak International Scientific Journal*. 39. С. 6–11.
98. Заболотний Г. М., Мазур В. А., Циганська О. І., Дідур І. М., Циганський В. І., Панцирева Г. В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. К.: ФОП Корзун Д. Ю., 2020. 276 с.
99. Заболотний Г. М., Циганський В. І., Циганська О. І. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу : *збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип.4. С. 66–71.
100. Загальне землеробство : підручник /за ред. В. О. Єщенка. К.: Вища освіта, 2004. 336 с.
101. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 34–40.
102. Івасюк М. В., Бахмат М. І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 2022 (37), С. 51–57. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>
103. Ільків Л. А. Соевиробництво в Україні: ризики та перспективи. *Integration of scientific and modern ideas into practice: proceedings of the VIII*

International Scientific and Practical Conference, Stockholm, Sweden, 15–18 november 2022. Stockholm. 2022. P. 127–130.

104. Казакова І. В., Кондратюк Н. В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі. *Ефективна економіка*. 2015. № 5. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2015_5_38

105. Кернасюк Ю. Ринок сої: розвиток, тенденції і прогнози, 2017 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/8978-rynoksoi-rozvytok-tendentsii-i-prohnozy.html>

106. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н., Посилаєва О. О., Чернишенко П. В. Соя (*Glycine max (L.) Merr.*): монографія / НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва . 2016. 400 с.

107. Кірілеско О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 127 – 132.

108. Колісник С. І., Кобак С. Я., Венедіктов О. М., Опанасенко Г. В. Формування продуктивності сортів сої залежно від рівнів мінерального живлення в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С.134–142.

109. Кравченко М. Й., Дудка А. А., Романько А. Ю., Кравченко О. М. Класифікація сучасних добрив на посівах сої для позакореневого підживлення. *Гончарівські читання* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Суми, 24-25 травня 2019 р.) Суми, 2019. С. 158–159.

110. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф., Писаренко П. В. Ефективні елементи технології вирощування сої в умовах північного Степу. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2014. № 3. С. 11–15.

111. Кудлай І., Осипчук А., Осипчук О. Технологічні прийоми вирощування сої. *Тваринництво України*. 2013. № 5. С. 11–16.

112. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С.51–57. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.06>
113. Логінова І. В., Білера Н. М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія. Агронімія*. 2014. 195(1). С. 71–78.
114. Ляшенко В. В., Лотиш І. І., Тараненко А. О., Крикунова В. Ю., Кундиус К. О. Вплив азотних добрив на урожайність та якість насіння сої. *Вісник ПДАА*. 2019. № 4. С.58–65.
115. Мазур В. А. та ін. Новітні агротехнології в рослинництві: підручник. Вінниця: ФОП Рогальська Ю, 2017. 588 с.
116. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Верхолук С. Д. Технологічність, екологічність та продуктивність середньоранньостиглих сортів сої. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2022. № 1 (95). С. 1–16.
117. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №18. С. 5–17.
118. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві: монографія. Вінниця: «Нілан-ЛТД». 2021. 220 с.
119. Мазур О. В. Гетерозис, ступінь домінування ознак зернової продуктивності сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. 5 С. 91–98.
120. Мазур О. В., Шерепітко В. В. Генотипні відмінності сортів рослин сої за мінливістю кількісних ознак в умовах дослідного посіву ВНАУ : *збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Випуск 9 (49). С. 159–165.

121. Марченко Т. Ю. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах зрошення півдня України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. 3. С. 75–78.
122. Марчук І. Сучасні добрива – на варті врожаю. *Пропозиція*. 2009. № 4. С. 42–45.
123. Мелехова Н. А., Салєба Л. В. Дослідження процесів переробки сої методом екстрагування. *Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка харчовій та косметичній промисловості: збірник матеріалів ІХ міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 18–19 листопада 2021*. С. 259–260.
124. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 113. С. 85–91.
125. Михайлов В. Г., Щербина О. З., Романюк Л. С., Стариченко В. М. Характеристика скоростиглих і середньостиглих сортів сої для зони Лісостепу і Полісся України. *Сортовивчення та сортознавство*. 2011. Вип. 100. С. 306–314.
126. Михайлов В. Г., Щербина О. З., Романюк П. С., Стариченко В. М. Характеристика скоростиглих і середньостиглих сортів сої для зони Лісостепу і Полісся України. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 306–314.
127. Міленко О. Г. Зміна тривалості періоду вегетації та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 1–2. С. 165–171.
128. Мірзоєва Т. В., Логвин І. М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2013. Вип. 181(2). С. 242–247.
129. Москалець В. В., Шинкаренко В. К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 3. 20 с.

130. Нагорний В. І., Мурач О. М. Вплив азотфіксуючого препарату, стимулятора росту і молібдену на продуктивність сої в північно-східному Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2011. Випуск 4. С. 77–81.

131. Нагорний В. І. Вплив строків і способів сівби на урожайність сортів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 91–95.

132. Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 43–47. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.1-2.09>

133. Новохацький М. Л., Бондаренко О. Л. Потреба сої в мікродобривах та доцільність їх застосування. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : збірник наукових праць*. 2018. Вип. 22 (36). URL: http://www.ndipvt.com.ua/zbirnyk_2018_31.html

134. Огурцов Є. М. Соя у Східному Лісостепу України. Х., 2008. 270 с.

135. Окрушко С. Є. Оцінка впливу гербіцидів та удобрення на забур'яненість і урожайність сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 114–127. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-8>

136. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2012. (11). С. 68–69.

137. Панасюк Р., Панасюк О., Дацко Т., Борисюк В. Особливості формування продуктивності сої залежно від удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2019. (23), С. 88–92.

138. Пасько В. Ф. Регіональні особливості сільськогосподарського землекористування агрохолдингів України. Реєстраційне посвідчення в УкрІНТЕІ МОН № 777 від 18 грудня 2019 р. 2020. С. 146.

139. Патика В. П. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 3–11.

140. Петриченко В. Ф. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування. *Аграрний тиждень*. 2010. № 09 (135). С. 12.
141. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С 3–11.
142. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.
143. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя: монографія. Вінниця: «Діло», 2016. 400 с.
144. Польовий В., Кулик С. Особливості розвитку рослин сої залежно від удобрення та післядії вапнування в умовах західного Полісся України. *Редакційна колегія*. 2018. 37. С. 37–39.
145. Попов С. І., Матушкін В. О., Божко М. Ф. та ін. Сорти сої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва та технологія вирощування. Харків : Магда ЛТД, 2002. 20 с.
146. Пукіш А. В., Сидоренко О. І., Мандрик О. М., Тирлич В. В. Вплив нафтового забруднення на вміст поживних речовин у ґрунті. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2021. 31(4) С. 88–92. <https://doi.org/10.36930/40310414>
147. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. *Наук. пр. Полтавської державної аграрної академії. Серія. Економічні науки*. 2011. Вип. 2 (2). С. 215–220.
148. Рибальченко А. М. Особливості формування сортових ресурсів та урожайності сої в Україні. *Вісник ПДАА*. 2022. № 3. С. 18–25.
149. Романько А. Ю. Динаміка виробництва сої в Україні та на Сумщині. *Гончарівські читання : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. м. Суми, 25–26 травня 2017 р. Суми, 2017. С. 127–128.
150. Романько А. Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. № 2 (33). С. 120–123.

151. Романько Ю. О. Вплив строків сівби на продуктивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2010. Випуск 4 (19). С. 87–94.
152. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]/В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук. Львів : Укр. технології, 2010. 1088 с.
153. Рябуха С. С., Чернишенко П. В., Серікова Л. Г., Святченко С. І. Особливості формування біохімічного складу насіння сучасних сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2018. Випуск 114. С. 71–78. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.152139>
154. Сенченко Н. К. Функціональна діагностика як інструмент оптимізації мінерального живлення рослин. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. Випуск 9 (30). С. 136–141.
155. Сереветник О. В. Ефективність застосування позакореневих підживлень азотним добривом карбамід у системі удобрення сої. *Корми і кормовиробництво*. 2017. 84. С. 120–125.
156. Сереветник О. В. Ефективність застосування мікроелементів на посівах сої. *Селекція, генетика та технологія вирощування сільськогосподарських культур : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (с. Миронівка, 20 квітня 2018 р.) С. 78–79.
157. Січкач В. І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115
158. Січкач В. І., Лаврова Г. Д., Коруняк О. П. Виділення з колекції сої джерел ознак, необхідних для створення сортів харчового використання. *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2007. Вип. 9(49). С. 189–196.
159. Січкач В. І. Шляхи підвищення урожаю сої в зоні Степу. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С.14–18.

160. Статистичний збірник «Рослинництво України» за 2020 рік. К.: Державна служба статистики України, 2021. 183 с. Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_rosl_zb.htm
161. Статистичні дані. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
162. Стрижак А. М. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва насіння сої в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 99. С. 141–147.
163. Технічні культури: навчальний посібник /О. Г. Жатов., С. М. Каленська, А. В. Мельник та ін. Суми: Університетська книга, 2013. 359 с.
164. Ткачук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньопізнньостиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 24. С. 5–15.
165. Толкачов М. З. Вплив різних форм і доз мінеральних азотних добрив на симбіотичну азотфіксацію та продуктивність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 55–62.
166. Фатеев А. І., Пащенко Я. В. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України. Харків, 2003. 117 с.
167. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 178–192. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-161-2-178-184>
168. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Макрушин та ін. Вінниця: Нова книга, 2006. 416 с.
169. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Фотосинтетична та насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП*. 2022. № 6/100. С. 1–12. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.002>
170. Фурман О. В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормо виробництво*. 2021. 91. С. 82–92. <http://dx.doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202191-07>

171. Хорсун І. А. Гетерозис, ступінь домінування та успадковуваність господарсько цінних ознак в гібридних популяціях сої. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С.183–191.
172. Цехмейструк М. Г., Шеляків В. О., Шевніков М. Я., Литвиненко О. С. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.05>
173. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 15 С. 83–93.
174. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на показник коефіцієнту збереження рослин. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 13. С. 105–118.
175. Цицюра Т. В., Темченко І. В., Барвінченко С. В. Оцінка пластичності та стабільності показників якості насіння сортів сої різного еколого-географічного походження. *Корми і кормовиробництво*. 2021. № 92. С.104–115. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10>
176. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 1. С. 13–18.
177. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. *Вісник аграрної науки*. 2017. 1. С. 71–77.
178. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2016. 82. С 69–77.
179. Чумак А. Бор у вирощуванні сої. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 88–89.
180. Шваб С. Б. продуктивність льону олійного залежно від норм висіву та мінеральних добрив в умовах Полісся України. *Вісник ДАУ*. 2007. № 2. С. 31–36.

181. Шевніков М. Я. Наукові основи вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Полтава: «ПП Крюков», 2007. С. 93–100.
182. Шевніков М. Я. Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу лівобережної частини Лісостепу України. *ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 9–12
183. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 25–29.
184. Шепілова Т. П., Курцев В. О. Вплив мікродобрив на продуктивність рослин сої. *Корми і кормовиробництво*. 2010. 66. С. 115–119.
185. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 37–42.
186. Шовкова О. В. Продуктивність сортів сої ранньостиглої групи в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 113–118. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.13>
187. Шувар А. М. Вплив гербіцидів та мікродобрива на продуктивність льону-довгунцю. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. 65. С. 145–155.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження відбулося в рамках наукової теми «Особливості формування продуктивності зернобобових культур в умовах Лісостепу та Степу України» (№ державної реєстрації 0117U006536). Основні елементи дослідження пройшли виробничу перевірку та впровадження в господарствах Сумської області, зокрема у ФГ «Тімченко» та ТОВ «Угроїдський цукровий завод» на загальній площі 110 га.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

У Сумській області природно-кліматичні умови сприяють нормальному росту та розвитку бобових культур завдяки таким важливим факторам, як високий рівень родючості ґрунтів, їх задовільна водопроникність і повітропроникність, а також достатня кількість опадів і відповідний температурний режим [15].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибоко середньогумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах. Вміст гумусу за Тюрнімом 4,1–4,5 % (високий); рН сольове 6,0–6,2 (близькі до нейтральних та нейтральні). Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 135 мг/кг (низький), рухомих сполук P_2O_5 і K_2O за Чириковим – 207 мг/кг (дуже високий) та 78 мг/кг (середній) відповідно. Групування ґрунтів за властивостями (ступенем кислотності та лужності, вмістом гумусу та вмістом елементів живлення) визначали згідно з ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту показники родючості ґрунтів».

Інформація про основні метеорологічні дані була отримана від Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (с. Сад – розташування за 5 км від дослідного поля).

За даними, отриманими від наукової установи (Метеостанція ІСГПС НААН), найбільша середня багаторічна кількість опадів за період вегетації фіксується у липні – 76,0 мм та червні – 67,0 мм. Дещо менша кількість опадів

випадає у травні та серпні – 54,0–57,0 мм. Вересень відзначається найменшою кількістю опадів – 50,0 мм. Середня багаторічна температура за вегетаційний період сої має найвищі показники у липні – 20,2°C, серпні – 19,2°C та червні – 18,8°C. Менші показники температурного режиму сформувалися на початку вегетації у травні – 15,6°C та кінці вегетації – у вересні – 13,4°C (рис. 2.1).

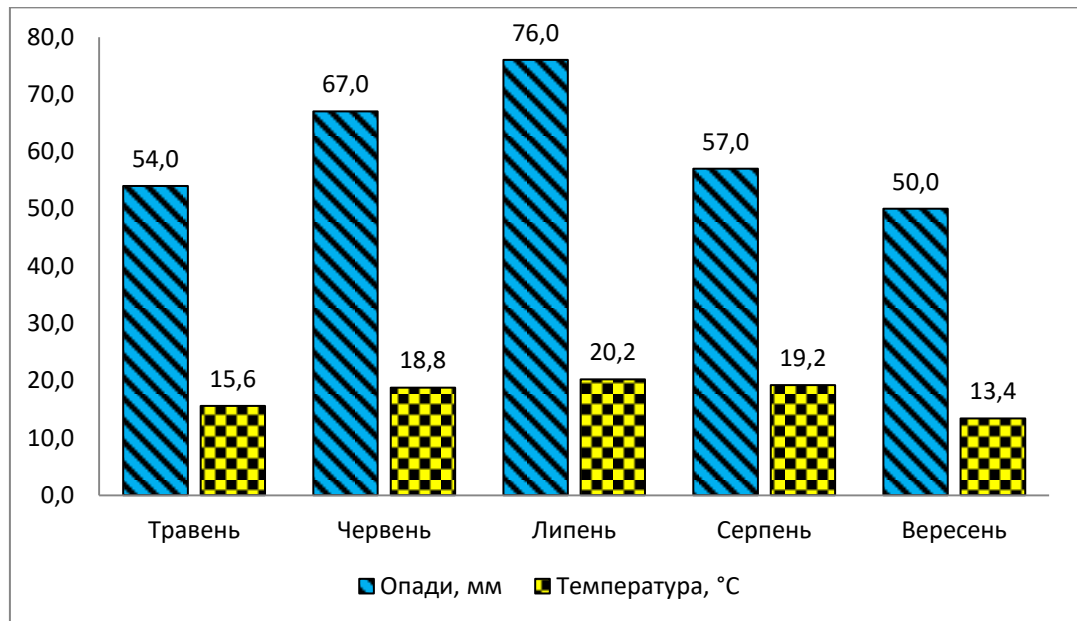


Рис. 2.1. Характеристика середніх багаторічних метеорологічних показників опадів (мм) та температури (°C)

За період вегетації сої у 2019 році (рис. 2.2) простежувалася тенденція дефіциту опадів майже за всіма місяцями порівняно із середніми багаторічними. Зокрема, значний дефіцит опадів було виявлено у червні (16,8 мм) та серпні (4,5 мм), що на 50,2–52,5 мм менше, ніж середнє багаторічне, що могло впливати на загальне зниження продуктивності рослин сої порівняно із 2020 роком. Найбільша кількість опадів спостерігалася у липні (57,4 мм), що 18,6 мм менше від середніх багаторічних показників у цьому місяці. Загалом кількість опадів за вегетаційний період варіювала в межах від 4,5 до 53,4 мм. Температура повітря за цей період, на відміну від опадів, перевищувала середні багаторічні показники на 2,1–4,3°C і варіювала в межах від 15,5 до 23,0°C. При цьому найвищий показник температури спостерігався у серпні (23,0°C), та липні (22,5°C). Середні показники температури

вегетаційного періоду були у червні ($21,2^{\circ}\text{C}$) та травні ($19,9^{\circ}\text{C}$). Найнижчий температурний режим характеризувався найнижчим показником ($15,5^{\circ}\text{C}$). Сума активних температур – $3037,4^{\circ}\text{C}$, сума опадів – $162,9$ мм.

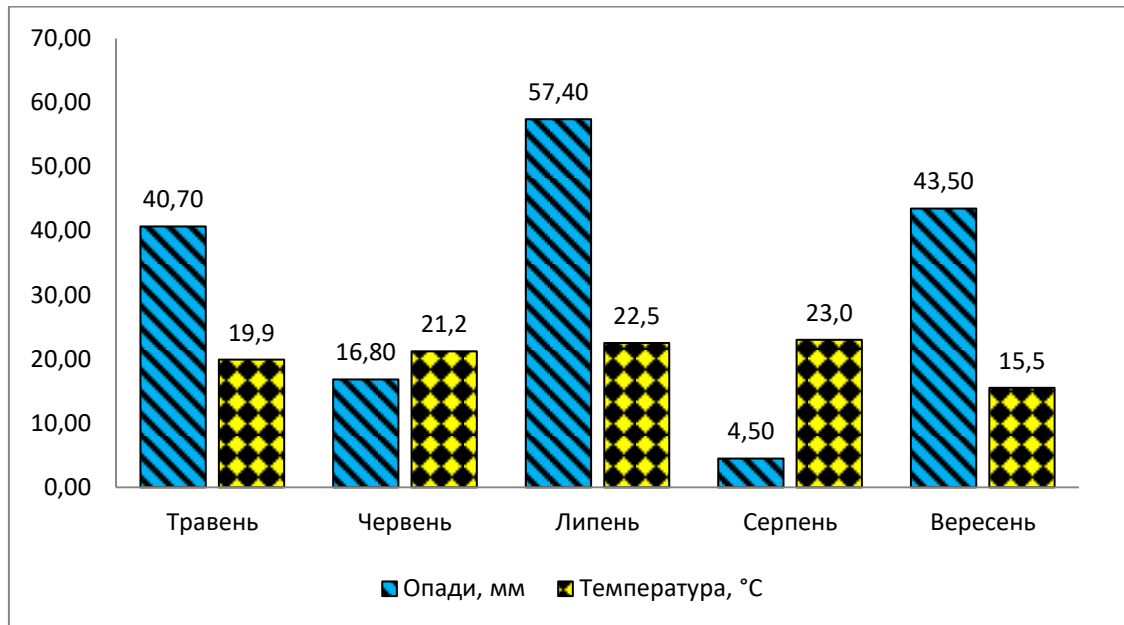


Рис. 2.2. Характеристика погодних умов вегетаційного періоду 2019 р. опадів (мм) та температури ($^{\circ}\text{C}$)

Вегетаційний період 2020 року був більш сприятливий для формування продуктивності сої порівняно із 2019 роком (рис. 2.3). У травні випала найбільша кількість опадів ($93,2$ мм) за роки досліджень, що на $39,2$ мм перевищило середнє багаторічне. За іншими ж місяцями порівняно із середніми багаторічними зафіксовано дефіцит опадів у середньому на $6,90$ – $56,1$ мм. Найменша кількість опадів, як і у 2019 році, спостерігалася у серпні – усього $0,9$ мм за середнього багаторічного $57,0$ мм. Температура перевищувала середні багаторічні за всіма місяцями в середньому на $1,7$ – $4,2^{\circ}\text{C}$, крім травня, в якому температура була меншою на $1,2^{\circ}\text{C}$ за середню багаторічну. Загалом температура варіювала в межах від $13,5$ – $23,3^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур – $2976,1^{\circ}\text{C}$, сума опадів – $232,3$ мм.

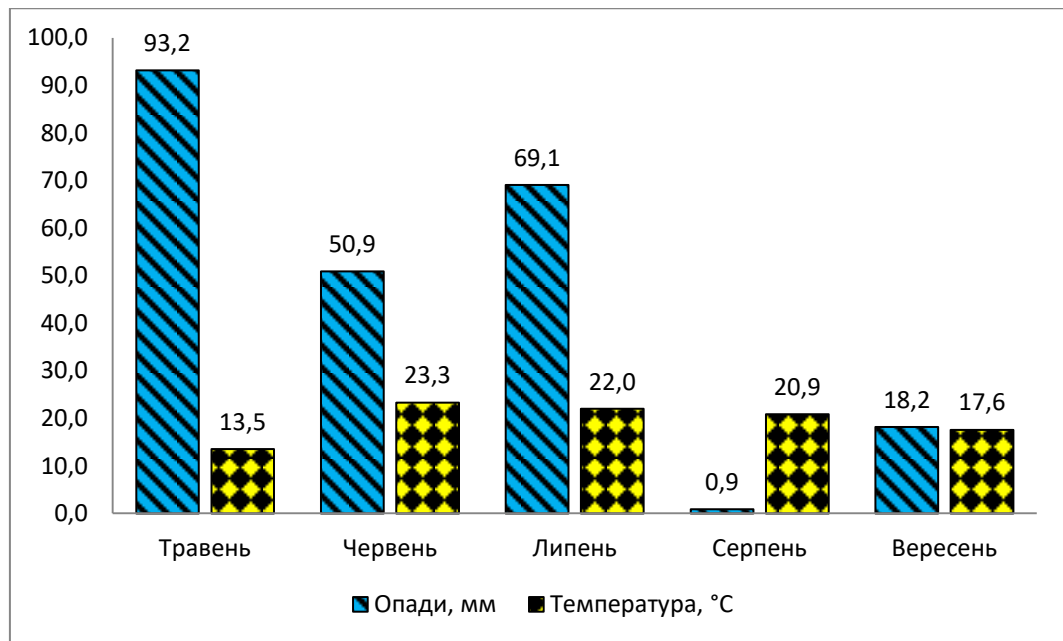


Рис. 2.3. Характеристика погодних умов вегетаційного періоду 2020 р
опадів (мм) та температури (°C)

За аналізом погодних умов вегетаційного періоду 2021 року виявлено, що цей рік був найменш сприятливим для формування врожайності сої порівняно із попередніми (рис. 2.4). Така ситуація була зумовлена надмірною кількістю опадів у травні та червні (34,9–114,3 мм) та наближеним температурним режимом до середнього багаторічного (15,5–21,4°C), що сповільнило сходи та запізнення із проходженням основних фаз вегетації. Цьому також могли посприяти посушливі погодні умови у липні – випало всього 7 мм опадів (на 69 мм менше від середнього багаторічного), температура трималася на рівні 25,0°C (більше на 4,8°C від середнього багаторічного). Серпень та вересень характеризувався більш наближеними умовами до середнього багаторічного – кількість опадів варіювала в межах 41,6–59,7 мм, температура – 12,8–22,3°C. Сума активних температур – 2949,9°C, сума опадів – 378,5 мм.

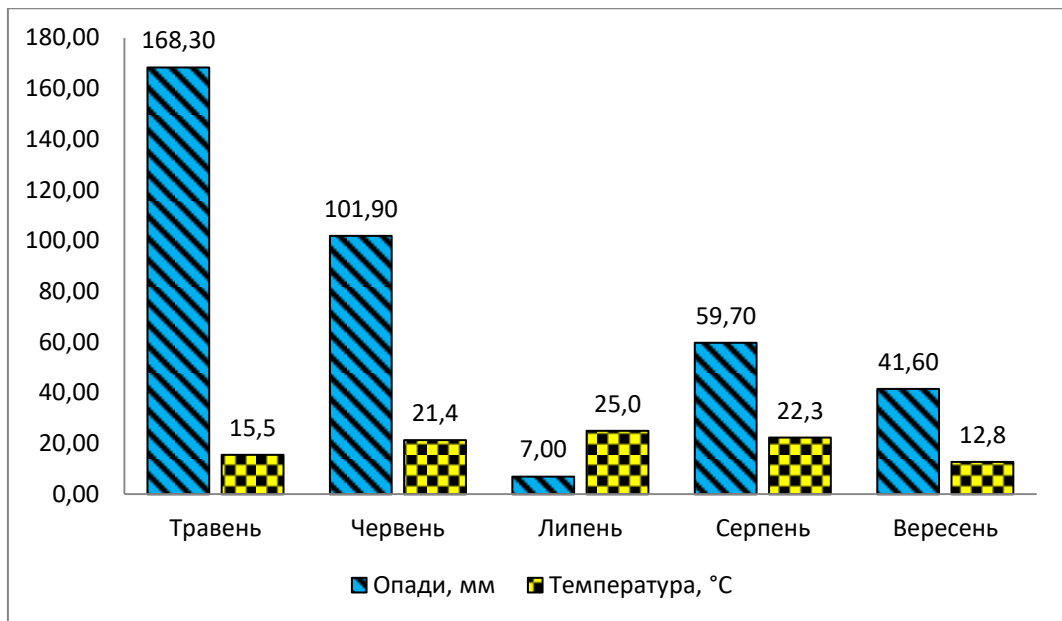


Рис. 2.4. Характеристика погодних умов вегетаційного періоду 2021 р.
опадів (мм) та температури (°C)

Для більш об'єктивної оцінки погодних умов було розраховано коефіцієнт суттєвості відхилень. Результати розрахунків досліджуваних років наведено в табл. 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1

Коефіцієнти суттєвості відхилень кількості опадів від середніх багаторічних за місяці в роки проведення досліджень (травень–вересень, 2019–2021 рр.)

Опади	Середнє багаторічне, мм	S	Середнє за місяцями, мм	Рік			
				2019	2020	2021	Середнє за роки
Травень	54	70,2	100,7	-0,19	0,56	1,63	0,67
Червень	67	36,5	56,5	-1,38	-0,44	0,96	-0,29
Липень	76	41,5	44,5	-0,45	-0,17	-1,66	-0,76
Серпень	57	44,4	21,7	-1,18	-1,26	0,06	-0,80
Вересень	50	19,4	34,4	-0,34	-1,64	-0,43	-0,80
Сума за вегетацію	304	212	257,8	-0,71	-0,59	0,11	-0,40

Аналіз коефіцієнтів суттєвості відхилень кількості опадів від середніх багаторічних показав, що умови досліджуваних років були наближеними до звичайних. Недостатніми за рівнем зволоження були 2019 ($K_c=-0,71$) та 2020 ($K_c=-0,59$) роки. Найбільший дефіцит вологи був у червні ($K_c=-1,38$), серпні ($K_c=-1,18$) 2019 року та в серпні ($K_c=-1,26$), вересні ($K_c=-1,64$) 2020 року. Більший режим зволоження мав 2021 рік ($K_c=0,11$). Таку тенденцію зумовила надмірна кількість опадів у травні ($K_c=1,63$) та червні ($K_c=0,96$).

Також було розраховано коефіцієнти суттєвості відхилень від середніх багаторічних за значеннями середньомісячних температур (табл. 2.2). Порівняно із забезпеченістю опадами температурний режим досліджуваних місяців не мав суттєвих відхилень.

Таблиця 2.2

Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних температур від середніх багаторічних за місяці в роки проведення досліджень (травень–вересень, 2019–2021 рр.)

Температура	Середнє багаторічне, мм	S	Середнє за місяцями, мм	Рік			
				2019	2020	2021	Середнє за роки
Травень	15,6	37,8	16,3	0,11	-0,06	0,00	0,02
Червень	18,8	45,0	22,0	0,05	0,10	0,06	0,07
Липень	20,2	52,8	23,2	0,04	0,03	0,09	0,06
Серпень	19,2	34,9	22,1	0,11	0,05	0,09	0,08
Вересень	13,4	34,8	15,3	0,06	0,12	-0,02	0,05
Сума за вегетацію	87,2	205,3	98,9	0,08	0,05	0,04	0,06

Умови всіх років були близькими до звичайних ($K_c=0,04-0,08$), а позитивне значення коефіцієнта свідчить про чітку тенденцію до підвищення температури порівняно із середніми багаторічними. Лише температурний режим травня 2020 року мав найнижчі показники коефіцієнта ($K_c=-0,06$), що

свідчить про меншу температуру порівняно із середніми багаторічними у цьому місяці.

Більш традиційною для вітчизняних науковців є характеристика режиму зволоження за використання гідротермічного коефіцієнта (ГТК) Селянинова (табл. 2.3). Аналіз ГТК за досліджувані роки показав, що за зволоженням 2019 та 2020 роки – сухі (ГТК=0,5–0,8). 2021 рік – нормальний (ГТК 1,2).

Таблиця 2.3

Сума активних температур, сума опадів та гідротермічний коефіцієнт за роки досліджень (травень–вересень, 2019–2021 рр.)

Рік	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм	ГТК	Рік за зволоженням
2019	3037,4	162,9	0,54	Сухий
2020	2976,1	232,3	0,78	Сухий
2021	2949,9	378,5	1,28	Нормальний
Середнє багаторічне (1989–2019)	2568,0	294,0	1,21	Нормальний

Аналіз погодних умов показав, що зона північно-східного Лісостепу України є сприятливою для вирощування зернобобових культур, зокрема сої, і отримання високих урожаїв необхідної якості [15].

2.2. Схема досліду та методики проведення досліджень

Експериментальна частина дослідження була виконана на дослідних полях ННВК Сумського національного аграрного університету, розташованих у Лісостеповій природно-кліматичній зоні, впродовж з 2019–2021 років. Метою проведення досліджень є виявлення сортових особливостей сої, визначення ефективності використання мінеральних добрив та препаратів для позакореневого живлення в умовах північно-східного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності рослин сої залежно від сорту, застосування мінеральних добрив та препаратів для позакореневого підживлення, погодних умов.

Предмет дослідження – сорти сої Ліссабон, Кіото, Діадема Поділля; норми внесення мінеральних добрив (контроль, розрахована та рекомендована), добрива для позакореневого підживлення, погодні умови, продуктивність та якість насіння, економічна та енергетична ефективність.

За темою дисертаційної роботи проведено трифакторний польовий дослід.

Схема досліду. Фактор А – сорти сої (Ліссабон, Кіото, Діадема Поділля); фактор В – різні норми добрив: контроль (без застосування добрив); розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$), рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$); фактор С – позакореневе підживлення: варіант 1 (контроль); варіант 2 (Вуксал Мікроплант – 2 л/га, Вуксал Комбі Плюс – 3 л/га та Вуксал Аміноплант – 2 л/га); варіант 3 (Басфоліар 36 Екстра – 3 л/га, Солю Бор – 1,5 л/га та Басфоліар 6-12-6 – 3 л/га); варіант 4 (Yara Vita Molytrac 250 – 0,5 л/га, Yara Vita Brassitrel Pro – 3 л/га та Yara Vita Universal Bio – 3 л/га); варіант 5 (Аміно Ксеріон – 0,5 кг/га).

Параметри досліду: $l_a = 3$, $l_b = 3$; $l_c = 5$; $n=3$, площа облікової ділянки 21 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень.

Технологія вирощування була загальноприйнятою для Лісостепу України, крім елементів, які вивчалися.

Попередник – зернові колосові. Після збору попередника – обробіток дисковими боронами АГ–2,4. Калійні добрива вносили в основний обробіток ґрунту. Основний обробіток ґрунту – зяблева оранка плугом ПЛН 3-35. Після настання фізичної стиглості ґрунту проводили «закриття вологи» важкими боронами БЗТС-1.0. Добрива вносили розкидним способом у передпосівну культивуацію, яку проводили агрегатом КПС-2.4.

Спосіб сівби – звичайний рядковий з міжряддям 15 см [20]. Норма висіву – 650 тис. шт./га. Сівбу проводили селекційною сівалкою КЛЕН–1.5. Глибина

сівби – 4 см. Строки сівби – I декада травня за настання температури ґрунту 10–12°C.

Догляд за посівами полягав у прикочуванні посівів агрегатом ККШ–6 та внесенні ґрунтових гербіцидів: Зенкор Ліквід з нормою внесення на важких ґрунтах – 0,7 л/га. За потреби на дослідних ділянках проводили обприскування посівів грамініцидом Ачіба – 1 л/га проти однорічних злакових бур'янів. Обробку препаратами проводили за допомогою спеціально розробленого обприскувача Штайге (Steige) у фазі: третього трійчастого листка (ВВСН 13), початок цвітіння (ВВСН 61), кінець цвітіння (ВВСН 69) з нормою виліву – 300 л/га. Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості комбайном Майсей Фергюсон (Massey Fergusson).

Відповідно до завдань дисертаційної роботи були проведені такі обліки та спостереження:

– аналіз погодних умов і рівень їхньої мінливості за період 2019–2021 рр. порівняно із середніми багаторічними показниками проводився на основі критеріїв коефіцієнта суттєвості (істотності) відхилень (K_c).

Визначається за формулою:

$$K_c = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma},$$

де K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень;

X_i – елементи поточної погоди;

\bar{X} – середня багаторічна величина;

σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:

$K_c = 0-1$ – умови, близькі до звичайних;

$K_c = 1-2$ – умови, що сильно відрізняються від середніх багаторічних;

$K_c = >2$ – умови, наближені до рідких.

– гідротермічний коефіцієнт зволоження (ГТК) Г. Т. Селянінова, ГТК – показник зволоженості території. Визначається за формулою:

$$ГТК = \frac{\sum K}{\sum T} \cdot 10,$$

де $\sum K$ – суми опадів, мм, за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С;

$\sum t$ – суми температур, °С, за період із середньодобовими температурами повітря вище 10 °С.

Якщо ГТК: до 0,4 – гостро посушливий; 0,41–0,70 – дуже посушливий; 0,71–1,00 – посушливий; 1,01–1,30 – слабо посушливий; 1,31–1,60 – оптимальний; >1,6 – перезволожений;

– перед сівбою в орному шарі ґрунту (0–30) визначали вміст азоту – за методом Корнфілда та рухомі форми фосфору та калію за Чириковим [2, 18];

– фенологічні спостереження проведені під час основних фаз росту та розвитку рослин згідно з протоколом «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Додатково для визначення мікростадій та стадій розвитку сої використовувалася шкала ВВСН. [1, 4];

– площу листків сої визначали за допомогою методу «висічок» А. О. Ничипоровича [21, 25]. Метод базується на вимірюванні цієї площі та маси 50 зрізаних листків, а також маси листкової поверхні в усіх зразках у лабораторних умовах на розрізаних рослинах. Далі проводили розрахунки за відповідною формулою:

$$S = \frac{P \cdot S_1 \cdot n}{P_1},$$

де S – загальна площа листків, см²; S_1 – площа однієї висічки, см²; P – загальна маса листків, г; P_1 – маса висічок, г; n – число висічок, шт.;

– вміст хлорофілів у листках встановлювали шляхом приготування спиртового розчину та його подальшого аналізу за допомогою спектрофотометра ULAB 102;

– структуру врожаю аналізували згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Вміст олії та білка

визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора CapNir 2700 (SupNir 2750).

– аналіз експериментальних даних виконували шляхом використання кореляційних та дисперсійних методів [14, 19]. Для цього використовували програмний комплекс Agrostat та програму Excel.

– Економічну оцінку досліджуваних факторів проводили відповідно до методики обчислення економічної ефективності в аграрному секторі на основі ціни на товарну сою та компоненти технології вирощування (насіння, паливно-мастильні матеріали, захисні засоби, добрива), які встановлені на жовтень 2021 року. Визначали витрати на один гектар, собівартість однієї тонни споживання, чистий прибуток та рівень рентабельності. Для оцінки енергетичних аспектів використовували методи, розроблені А. К. Медведовським, П. І. Іваненком та ін. [17].

2.3. Матеріали для проведення досліджень

Оскільки нині в країні зареєстровано багато оригінаторів сортів сої, для досліджень було використано сорти як української, так і закордонної селекції. Усі вони занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [7]. У досліджах було використано такі **сорти сої**:

Ліссабон. Оригінатор і виробник сорту: «Заатбау Лінц». Ранньостиглий сорт сої (кількість діб вегетації становить 95–105 діб), що має хороший потенціал урожайності (35–45 ц/га) і високі показники якості зерна (вміст білка – 39,1–42,2 %, вміст жиру – 20,6–22,1 %). Він є генетично чистим сортом, що має високу стабільність та якість зерна, стійкість до вилягання та обсіпання – 9 балів. Висота рослин сорту варіює в межах 67,7–90 см, висота кріплення нижнього бобу – 12–15 см, що робить його повністю придатним до механізованого збирання. Має високу посухостійкість та стійкість до поширених хвороб (7–8 балів). Насіння має світлий колір зародка. Маса 1000 насінин – 150–180 г. Є пластичним сортом. Рекомендовані зони

виращування – Полісся, Лісостеп, Степ. Рекомендована густина перед збиранням – 600–700 тис. шт./га. У Державному Реєстрі з 2014 року [7, 8, 22].

Кіото. Оригінатор і виробник: «Семенсес Прогрейн ІНК». Ранньостиглий сорт сої (кількість діб вегетації становить 110–128 діб) із високим потенціалом урожайності (до 26,6 ц/га у Лісостеповій зоні). Стійкий до поширених хвороб (9 балів), посухи (8,8 бала), вилягання і обсіпання (8 балів). Є придатним до прямого посіву. Висота рослин варіює в межах 69,4–80,1 см залежно від зони виращування. Має високі показники якості зерна: маса 1000 насінин – 154,6–178,0 г; вміст білка – 40,0–41,2 %; вміст жиру – 20,0–21,5 %. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов виращування (особливо до різких змін погоди) і придатний до виращування в Поліссі, Лісостепу, Степу. Зареєстрований в Державному Реєстрі із 2014 року [7, 11, 16, 22].

Діадема Поділля. Оригінатор і виробник: «Інститут кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України». Країна створення – Україна. Ранньостиглий сорт сої створений методом самозапилення. Вегетаційний період становить 105–115 днів. Має високу стійкість: до поширених хвороб – 9 балів, вилягання та осипання – 8,7–9 балів, засухи – 7,5–9 балів. Висота рослин – 65,1–75,9 см. Маса 1000 насінин – 145,1–178,9 г. Вміст білка – 39,4–41,1 %. Вміст жиру – 20,4–21,9 %. Урожайність: Степ – 18,0 ц/га, Лісостеп – 21,8 ц/га, Полісся – 21,6 ц/га. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов виращування і придатний до виращування у Степу, Лісостепу та Поліссі. Внесений до Державного Реєстру у 2015 році [7, 16, 23].

Для досліджень було використано такі **мінеральні добрива:**

Нітроамофоска (Марка 16:16:16). Складне комплексне азотно-фосфорно-калійне добриво. Містить у своєму складі 16 % N, 16 % P₂O₅ та 16 % K₂O. Джерелом калію у цьому добриві є сульфат калію, тому воно вважається безхлорним і підходить для культур, чутливих до хлору. Є фізіологічно нейтральним добривом. Оптимальне для внесення під більшість культур та для різних типів ґрунтів.

Суперфосфат потрійний. Просте фосфорне добриво. Містить 45–48 % P_2O_5 . Добриво розчинне у воді і добре засвоюється рослинами. За зовнішніми ознаками подібний до суперфосфату гранульованого: гранули розміром від 1 до 4 мм темно-сірого або світло-сірого кольору.

Калімаг ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$). Просте калійне добриво, що містить 18–20 % – K_2O ; 8–9 % – MgO . Добриво має вигляд гранул. Завдяки збагаченню каїніту гранули добрива мають сірий колір. За ефективністю близький до калімагnezії і підходить для культур, чутливих до хлору.

Схемою досліду було передбачено застосування варіантів внесення **добрив для позакореневого підживлення** різних виробників.

Тому другим варіантом позакореневого підживлення посівів сої є лінійка препаратів Вуксал, які виробляються виключно в Німеччині на замовлення ТОВ «УніферХ Інтернешнл ГмбХ» [10]. Вуксали є універсальними препаратами для оптимізації живлення рослин через вміст широкого спектра поживних речовин для забезпечення фізіологічних потреб рослинного організму в процесі вегетації. Перевагою цих препаратів є можливість використання їх у бакових сумішах, вони сумісні із більшістю пестицидів. Кожен продукт містить у своєму складі прилипач, потужний хелатизатор EDTA, сурфант, рН-коректор, реактиватор в'язкого осаду та активізатор. Ці компоненти сприяють рівномірному нанесенню, утриманню та проникненню компонентів бакових сумішей через листову пластину, запобігають утворенню нерозчинних сполук елементів живлення, змиванню дощем і випаровуванню крапель робочого розчину під час обприскувань за підвищених температур, здатні працювати незалежно від початкового рН води. Ефект від внесення препаратів можна візуально спостерігати вже через 48 годин після внесення, адже сукупність цих властивостей продукує швидке засвоєння елементів живлення, прискорення метаболічних процесів у рослині тощо.

Застосовані препарати для позакореневого підживлення в межах варіантів:

Вуксал Мікроплант. Комплексне добриво для позакореневого підживлення, що має високий вміст необхідних мікроелементів для попередження їх дефіциту в процесі вегетації сільськогосподарських культур. Рекомендований до застосування на культурах, які вирощують за інтенсивними технологіями. Вміст елементів живлення: азот загальний – 78 г/л, калій – 157 г/л, магній – 47 г/л, сірка – 202,5 г/л, бор (у формі борату) – 4,7 г/л, мідь – 7,9 г/л, залізо – 15,7 г/л, марганець – 23,6 г/л, молібден – 0,15 г/л, цинк – 15,7 г/л. Слід відзначити, що катіони металів є повністю хелатованими. Застосування цієї суспензії оптимізує проходження фотосинтезу, білковий обмін та водний баланс. Фізико-хімічні властивості: густина – 1,57 г/см³, рН – 6.4. Норма внесення: 0,5–2 л/га.

Вуксал Комбі Плюс містить у своєму складі азот загальний – 150 г/л, калій – 300 г/л, магній – 30 г/л, бор (у формі борату) – 20 %, мідь – 0,75 г/л, залізо – 0,3 г/л, марганець – 2,25 г/л, молібден – 0,015 г/л, цинк – 0,75 г/л. Завдяки підвищеному вмісту калію він ідеально підходить для підживлення калієфільних культур. Сприяє стійкості рослин проти стресу, спричиненого дією високих температур та дефіцитом вологи, дією патогенних організмів. Оптимізує процеси фотосинтезу та накопичення цукрів. Позитивно впливає на запилення та зав'язування плодів. Фізико-хімічні властивості: густина – 1,50 г/см³, рН – 6.8. Норма внесення: 2–4 л/га.

Вуксал БІО Аміноплант є стимулятором-антистресантом через широкий спектр речовин, що містяться у його складі. Перевагою цього препарату є наявність амінокислот та біологічно активних речовин рослинного походження (загальний вміст – 141,8 г/л), які підвищують стійкість рослин до стресів, спричинених дією пестицидів. До складу входять: аланін, аргінін, аспарагінова кислота, цистин, глютамінова кислота, гліцин, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, валін, орнітин, фенілаланін, пролін, серин, треонін, триптофан, тирозин, гамма-аміномасляна кислота, ауксин, фітинова кислота, інозитол, холін, мікроелементи, вітаміни (В1, В2, В3), нікотинова кислота, біотин та фолієва кислота. Додатково містять: азот загальний – 22,7 %, фосфор (у формі

фосфату) – 22,7 %, калій – 22,7 %. Комплекс схвалений для органічного сільського господарства, зокрема в Німеччині (сертифікат FiBL) та Україні (сертифікат Органік Стандарт). Фізико-хімічні властивості: густина – 1,13 г/см³, рН – 4.0. Норма внесення: 0,5–3 л/га.

Третім варіантом для позакореневого підживлення було обрано препарати компанії фірми «АДОБ», що випускаються за ліцензією фірми BASF (Польща). Добрива мають 100 % хелатизацію речовинами (ЕДТА, ДТПА, ХБЕТ, ІДХ), що сприяє повній доступності елементів живлення для рослини [13]. Препарати містять комплекси макро- та мікроелементів з метою забезпечення ними рослин у критичні фази їх росту і розвитку.

Басфоліар 36 Екстра – багатокомпонентне, рідке добриво для позакореневого живлення сільськогосподарських культур, а також плодових і овочевих культур. Добриво має у своєму складі 36,6 % азоту, 4,3 % магнію, 1,35 % марганцю, 0,2 % міді, 0,027 % заліза, 0,027 % бору, 0,013 % цинку та 0,0067 % молібдену. Мікроелементи хелатизовані за допомогою сучасного агента ІДХА, який біологічно розкладається впродовж 28 днів. Завдяки цьому мікроелементи легко і швидко потрапляють до організму рослини. Препарат поліпшує обмінні процеси і має позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, покращує їх життєздатність і стійкість до захворювань та інших несприятливих чинників, що виникають у процесі вегетації (холод, рясні опади або посуха). Рекомендований для профілактики, а також для застосування за наявності симптомів нестачі мікроелементів і азоту. Підвищує кількість і якість врожаю.

Басфоліар 6–12–6 – комплексне, багатокомпонентне, рідке добриво з підвищеним вмістом фосфору (14,4 %). Крім фосфору, містить мікроелементи – азот та калій (по 7,2 %), магній (0,012 %) та мікроелементи: марганець (0,012 %), бор (0,012 %), цинк (0,06 %), мідь (0,012 %), молібден (0,006 %) і залізо (0,012 %). Мікроелементи, за винятком молібдену і бору, хелатизовані за допомогою сучасного, біологічно розкладного агента ІДХА. Рекомендується застосовувати для позакореневого підживлення сільськогосподарських (особливо кукурудзи, сої та соняшнику), овочевих та плодових культур.

Забезпечує поживними речовинами в процесі вегетації і сприяє своєчасному розвитку наземної частини рослин і кореневої системи, а також підвищенню якості й кількості врожаю.

СОЛЮ В. Однокомпонентне добриво з високим вмістом бору – 15 % і азоту. Рекомендується застосувати як для профілактики дефіциту бору, так і за наявності ознак нестачі цього елемента на сільськогосподарських культурах, а також у плодівництві і овочівництві. Позакореневе підживлення цим продуктом рекомендують проводити на цукрових буряках, ріпаку та інших хрестоцвітих культурах, бобових, соняшнику, а також зерняткових і кісточкових плодівих. Особливо рекомендується для застосування за низького вмісту елемента в ґрунті. За використання збільшується кількість пилку, тим самим збільшується кількість зернин у кошику, бобах і стручках. Стимулює цвітіння і утворення плодів, а також покращує зберігання. Рекомендується проводити декілька обробок через слабе переміщення бору в рослині.

Четвертий варіант застосування позакореневого підживлення – добрива серії ЯраВіта компанії ТОВ «Яра Україна» [9]. Продукти мають рідку форму та доступні для рослин елементи живлення. Виготовляються із високоякісної сировини, не містять важких металів. Різний розмір частинок забезпечує поступове надходження елементів живлення в рослину і безпеку в роботі. Вміст прилипачів запобігає змиванню препаратів із рослин, а через вміст змочувачів у складі відбувається рівномірний розподіл по поверхні листка, що виключає опіки рослини. Стабілізатор дозволяє робити розчин високої концентрації і зберігати його стабільність впродовж довготривалого періоду. Зручна упаковка полегшує застосування.

ЯраВіта Брасітрел Про – це збалансована комбінація основних мікроелементів, особливо підходить для олійних і зернобобових культур. Містить: азот загальний – 4,5 %, кальцій – 8,1 %, магній – 7,7 %, бор – 3,9 %, марганець – 4,6 %, молібден – 0,3 %. Чистота сировини, з якої виготовляють цей продукт, робить його безпечним для внесення та гарантує, що отримана продукція буде відповідати всім вимогам. Контрольований розмір частинок

забезпечує швидке поглинання продукту рослинами і тривалий ефект живлення. Це знижує необхідність для повторного застосування, заощаджуючи час і гроші. Сумісний із більшістю пестицидів, що дозволяє використовувати препарат у баковій суміші. Густина продукту – 1,54 г/л. Норма витрати: 1–4 л/га. Витрата води: 200 л/га. Рекомендується застосовувати за появи належної листової поверхні та в фазу бутонізації.

ЯраВіта Молітрак 250 є простим у користуванні концентрованим рідким добривом, що містить у своєму складі молібден (15,3 %) та фосфор (15,3 %). Можливе використання невеликої норми внесення (зазвичай усього 0,25 л/га) через невисокі вимоги рослин до молібдену. Рідка формуляція продукту дозволяє легко виміряти та змішати продукт у резервуарі обприскувача. Густина продукту – 1,61 г/л. Норма витрати препарату на сої – 0,2–0,5 л/га. Витрата води – 200 л/га. Рекомендується застосовувати за висоти культури 5–15 см і за потреби повторити з інтервалом 10–14 днів.

ЯраВіта Універсал Біо має збалансовану комбінацію макро-, мікроелементів та екстракту морських водоростей, яка підходить для широкого спектра сільськогосподарських культур. Вміст поживних речовин: азоту загального – 8,5 %, фосфору – 3,4 %, калію – 6 %, бору – 0,02 %, міді – 0,1 %, марганцю – 0,11 %, молібдену – 0,003 %, цинку – 0,06 %. Можна застосовувати у бакових сумішах спільно з багатьма агрохімікатами, дозволяючи легко інтегрувати продукт у системи захисту рослин. Водорості, що містяться в складі продукту, сприяють антистресовому ефекту. Продукт містить компоненти, які посилюють його дію. Рекомендується застосовувати на таких культурах, як зернові, кукурудза, ріпак, соняшник, соя, картопля, капуста, цукровий буряк. Норма препарату на сої: 2–5 л/га. Витрата води: 200 л/га.

П'ятим препаратом для позакореневого підживлення є **Аміно Ксеріон**, виробником якого є компанія АДАМА (Ізраїль) [12]. Продукт містить 80 % вільних L-амінокислот: аланін – 4,19 %, лейцин – 6,94 %, аргінін – 5,55 %, лізин – 1,62 %, аспарагінова кислота – 6,27 %, метіонін – 0,56 %, валін – 5,26 %, пролін – 9,41 %, гістидин – 0,46 %, серин – 11,05 %, гліцин – 6,82 %, тирозин –

0,55 %, глутамінова кислота – 9,21 %, треонін – 4,28 %, фенілаланін – 4,36 %, ізолейцин – 3,44 %, цистеїн – 1,19 %. Завдяки такому вмісту амінокислот застосування препарату є ефективним інструментом протидії абіотичним стресам: високі та низькі температури, сильна інсоляція, нестача вологи, повітряна посуха, нестача живлення. Амінокислоти-осмоліти, яких у складі продукту близько 33,8 %, допомагають рослинам подолати осмотичний стрес, який є основним чинником зниження продуктивності рослин.

Усі застосовані препарати є зареєстрованими та дозволеними до поширення в Україні [6].

Висновки до розділу 2

1. Умови проведення досліджень характеризуються типовими метеорологічними параметрами для північно-східного Лісостепу України, які сприяють успішному вирощуванню сої на цій території. Погодні умови, які склалися впродовж дослідних вегетаційних періодів, дали можливість провести всебічну та об'єктивну оцінку різних сортів сої, аналізуючи їх за комплексом господарсько-цінних ознак, адаптивних характеристик, продуктивності та якості зерна.

2. Для проведення досліджень були використані різні сорти рослин, які походили від різних оригінаторів та були внесені до Державного реєстру сортів рослин, рекомендованих до використання в Україні. Ці сорти мають різні морфологічні ознаки, біологічні особливості та рівень толерантності до умов вирощування. Такий підхід дозволяє об'єктивно оцінити ступінь реалізації біологічного потенціалу кожного зі сортів.

3. Методики, використані під час проведення досліджень, створили передумови для якісного теоретичного обґрунтування аналізу отриманих за результатами польових та лабораторних дослідів.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Meier, U. Growth Stages of Mono and Dicotyledonous Plants. BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Bonn. 2001. 158 s.
2. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії: навч. посібник / І. М. Карасюк, О. М. Геркіял, М. В. Недвига та ін., за ред. І. М. Карасюка. К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2001. 192 с.
3. Величко В., Мартин А.; Новаковська І. Моніторинг ґрунтів України – проблеми землевпорядного, ґрунтознавчого та наукового забезпечення. *Вісник аграрної науки*, 2020, 98.7: 5–16. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-01>
4. Волкодав В. В. Методика сортовипробування с.-г. культур /В. В. Волкодав, А. В. Андрущенко, А. В. Пількевич. К., 2000. 100 с.
5. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник /Г. М. Господаренко. К.: Аграрнаосвіта, 2013. 406 с.
6. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Наказ № 135 від 15.02.2022 року).
7. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики України, Державна служба з охорони прав на сорти рослин (Витяг станом на 07.09.2019 року). Видання офіційне. Київ, 2019. 468 с.
8. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.snprk.com.ua/ua/soy/lisabon/>
9. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.yara.ua/contentassets/86fa8bd95d064239b10439b727a92273/yara_catalog-2021_web-min.pdf/

10. Електронний ресурс. Режим доступу:
http://uniferx.com/assets/files/ua/catalog/wuxal_2022_uniferh_ua_f.pdf
11. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://cutt.ly/Awjh3pTD>
12. Електронний ресурс. Режим доступу:
<https://www.adama.com/ukraine/ua/crop-protection/others/aminoxerion>
13. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.agro-him.companу/wp-content/uploads/adob_catalog.pdf
14. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костоґриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник /за ред. В.О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
15. Кравченко З. П., Адаменко Т. І. Агрокліматичний довідник по Сумській області. Довідникове видання. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2012. 176 с.
16. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В. Сортові ресурси сої в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2023. 220 с.
17. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
18. Методи аналізу ґрунтів і рослин : навч. посіб. / С. Ю. Булигін, С. А. Балюк, А. Д. Міхновська та ін. Х., 1999. 157 с.
19. Методика наукових досліджень в агрономії [текст]: навч. посіб. /В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут. [та ін.]. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
20. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України /В. М. Зубець та ін.; за ред. В. М. Зубця. К. : Логос, 2004. 776 с.
21. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. Современные проблемы фотосинтеза. М. : МГУ, 1973. С. 5–28.
22. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень /Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, Український інститут експертизи сортів рослин. 2014. Вип. 4, ч. 1. 506 с.

23. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень /Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, Український інститут експертизи сортів рослин. 2015. Вип. 1, ч. 2 (спецвипуск). 1026 с.
24. Писаренко В. М. Інтегрований захист рослин /В. М. Писаренко, М. А. Піщаленко, Г. Д. Поспелова та ін. Полтава, 2020. 245 с.
25. Савченко П. В., Кожушко Н. С. Методи визначення площі листкової поверхні рослини картоплі. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2013. 11 (26). С. 191–195.

РОЗДІЛ 3

РІСТ ТА РОЗВИТОК СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

Досить актуальними питаннями в сільськогосподарській науці є ріст і розвиток рослин, адже вони відображають взаємодію рослинного організму із навколишнім середовищем. Застосування і втілення різних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур дають можливість регулювати умови росту і розвитку рослин, тим самим впливаючи на величину і якість врожаю.

3.1. Сортові особливості формування морфологічних параметрів рослин сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення

Висота рослин є важливою селекційною ознакою, пов'язаною з основними біологічними і морфологічними особливостями рослин сої. Від цього показника залежить продуктивність посіву, адже стебло є органом, який транспортує та перетворює органічні та мінеральні речовини, що впливає і на врожайність культури [17]. Окрім стебла, вищі рослини сої мають глибшу кореневу систему і здатні ефективніше використовувати вологу та поживні речовини із глибших шарів ґрунту, що є досить актуальним в умовах змін клімату [9]. Наукові праці дослідників свідчать, що застосування добрив має позитивний вплив на показник висоти рослин сої порівняно із варіантами, де добрива не вносилися [5].

За результатами аналізу висоти рослин сої було встановлено, що за фактором А в середньому за 2019–2021 рр. найвищі рослини були у сорту Кіото – 72,5 см. Дещо нижчі показники висоти формував сорт Ліссабон – 65,6 см (табл. 3.1.). Нижчі рослини у середньому було сформовано у сорту Діадема Поділля – 63,2 см.

Внесення добрив (фактор В) істотно вплинув на формування висоти рослин сої у фазу «кінець цвітіння». Так, за внесення добрив висота рослин збільшувалася в середньому на 6,6–9,7 см більше, ніж на варіантах без внесення добрив. Найвищі рослини у розрізі фактора сформувалися за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 71,4 см, чому могла посприяти вища норма азотних добрив. Дещо нижчі рослини формувалися за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 68,3 см. Найнижчі рослини формувалися на варіантах без внесення добрив – 61,7 см.

За фактором С відмічено збільшення висоти на 1,7–2,4 см порівняно з контролем. Найвищі рослини формувалися за застосування Вуксалу Мікропланту + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант, Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – 67,7–67,8 см. Дещо нижчі рослини були за застосування Аміно Ксеріону – 67,1 см. Найнижчі рослини формувалися на контрольному варіанті – 65,4 см.

Таблиця 3.1.

Сортові особливості формування висоти рослин сої на кінець цвітіння залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННБК Сумського НАУ), см

Сорти (фактор А)	Позакоренево підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	58,8	64,8	68,7	65,6	65,4
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	60,9	67,0	70,9		67,7
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	60,9	67,0	70,2		67,8
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	60,7	67,1	70,8		67,7
	Аміно Ксеріон	60,4	66,4	69,8		67,1

Продовження таблиці 3.1.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	64,8	72,6	75,3	72,5	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	66,6	74,8	77,1		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	66,9	75,1	78,2		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	66,2	74,9	77,8		
	Аміно Ксеріон	65,8	74,7	76,9		
Діадема Поділля	Контроль	56,7	61,9	65,2	63,2	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	59,9	64,4	67,5		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	59,4	64,8	67,7		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	59,0	64,6	67,6		
	Аміно Ксеріон	58,4	63,8	67,2		
Середнє, фактор В		61,7	68,3	71,4		
НІР05 для фактора АВС						1,1

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що найбільший вплив на формування рослин сої мали сортові особливості – 41,93 % та внесення добрив – 43,90 % (рис. 3.1). Менший вплив на висоту рослин мали погодні умови (у нашому разі на діаграмі «інші») – 10,97 %. Мінімальний вплив мав фактор С (добрива для позакореневого підживлення) – 2,13 %.

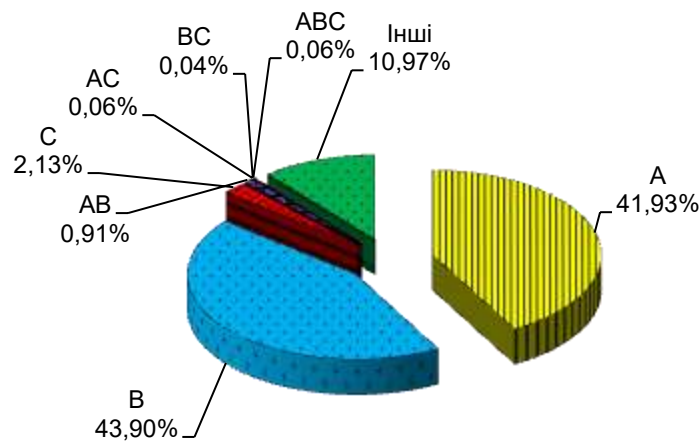


Рис. 3.1. Частка впливу факторів на формування висоти рослин сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Фотосинтез – основний процес перетворення неорганічних сполук в органічні, який є джерелом живлення зелених рослин [23]. Перебіг фотосинтезу зумовлюється функціонуванням фотосинтетичного апарату. Між фотосинтетичною активністю і величиною врожайності с.-г культур існує позитивна кореляція [28]. Площа листової поверхні є важливим показником, який може свідчити про реакцію рослин на агротехнічні прийоми [6, 21].

За результатами досліджень, проведених упродовж 2019–2021 років, виявлено, що в середньому серед досліджуваних сортів (фактор А) вищий показник площі листової поверхні на кінець цвітіння було сформовано у сорту Ліссабон – 32,7 тис. м²/га (табл. 3.2.). Рослини сорту Кіото формували дещо меншу площу листової поверхні – 31,7 тис. м²/га. Найменший показник площі листової поверхні було сформовано сортом Діадема Поділля – 29,4 тис. м²/га.

За фактором В «норма мінеральних добрив» відмічено суттєве підвищення цього показника – на 7,3–8,7 тис. м²/га порівняно із варіантами, де мінеральні добрива не вносили. Найбільший показник площі листової поверхні було сформовано за внесення розрахункової норми внесення мінеральних

добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 34,6 тис. $m^2/га$. У середньому дещо меншу площу листової поверхні (33,2 тис. $m^2/га$) було сформовано на варіантах внесення рекомендованої норми внесення добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Істотно меншу площу листової поверхні було сформовано на ділянках (варіантах) без внесення добрив – 25,9 34,6 тис. $m^2/га$.

У розрізі фактора С (позакореневе підживлення) встановлено позитивний вплив на розвиток асиміляційної поверхні (на 2,6–4,6 тис. $m^2/га$ порівняно з контролем). Найбільшу площу листової поверхні було отримано за застосування Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант – 32,6 тис. $m^2/га$ та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 – 32,5 тис. $m^2/га$. Дещо меншу площу листової поверхні було сформовано за застосування ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – 31,8 тис. $m^2/га$ та Аміно Ксеріон – 31,0 тис. $m^2/га$. Найменші показники площі листової поверхні мали варіанти без застосування позакореневих підживлень – 28,4 тис. $m^2/га$.

Таблиця 3.2.

Сортові особливості формування площі листової поверхні рослин сої на кінець цвітіння залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), тис. $m^2/га$

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	26,1	33,2	31,4	32,7	28,4
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	29,0	37,2	35,5		32,6
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	28,9	36,8	35,2		32,5
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	28,2	36,5	34,7		31,8
	Аміно Ксеріон	27,3	36,1	34,4		31,0

Продовження таблиці 3.2.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрих (фактор С)			Середнє	
		без добрих (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	24,0	31,5	30,4	31,7	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	27,6	36,2	35,3		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	27,8	36,3	35,5		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	26,6	35,4	34,8		
	Аміно Ксеріон	25,6	34,4	33,6		
Діадема Поділля	Контроль	21,1	29,7	28,2	29,4	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	24,6	34,7	33,2		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	24,5	34,6	33,1		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	24,3	33,7	31,8		
	Аміно Ксеріон	23,5	32,9	30,9		
Середнє, фактор В		25,9	34,6	33,2		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,9

Загалом показники площі листової поверхні варіювали в межах від 21,1 до 37,2 тис. м²/га (НІР₀₅ для фактора АВС – 0,9).

За дослідженнями Фурмана В. А та інших, проведеними у 2013–2016 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України, проведення інокуляції насіння та внесення мінеральних добрив (N₃₀P₆₀K₆₀) в основне удобрення + N₁₅ у підживлення в фазі бутонізації) мав позитивний вплив на формування та продуктивність фотосинтетичного апарату. Площа листової поверхні – 44,9–46,4 тис. м²/га [28].

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 3.2) виявлено, що на показники площі листової поверхні (кінець цвітіння) найбільший вплив мав фактор В «норма добрив» – 60,06 %. Менший вплив було розраховано для фактора С «позакореневе підживлення» – 11,47 %. Приблизно однаковий вплив мали фактор А – 9,19 % та умови року («інші») – 9,22 %. Взаємодія факторів АВС становила 0,12 %.

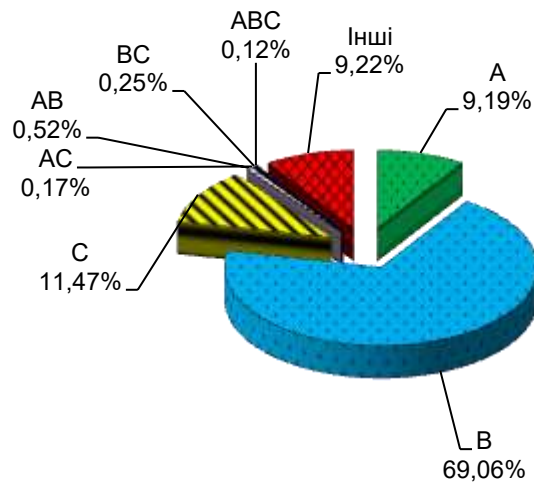


Рис. 3.2. Частка впливу факторів на формування площі листової поверхні рослин сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Продуктивність посівів тісно пов'язана із вмістом хлорофілу в листках і проходженням процесу фотосинтезу загалом [23]. Основним елементом продуктивного функціонування і компонентами фотосинтетичного апарату є хлорофіли *a* і *b*. Ці пігменти є постачальниками енергії для рослин і беруть участь у фотохімічних реакціях, поглинанні сонячного світла і перетворенні його в хімічну енергію органічних речовин [13, 27]. Оскільки хлорофіли *a* і *b* поглинають сонячне світло на різних довжинах хвиль, вони безпосередньо впливають на фотосинтетичну здатність рослин [1].

Середні показники вмісту хлорофілів *a+b* у рослинах сої у розрізі фактора А становили 2,08 мг/г сирової маси (табл. 3.3). У порядку зростання середнього

вмісту хлорофілів сорти ранжувались: Кіото – 1,98 мг/г сирої маси; Ліссабон – 2,09 мг/г сирої маси; Діадема Поділля – 2,15 мг/г сирої маси.

За рівнем реакції на зміни фону живлення (фактор В) суттєве підвищення вмісту хлорофілів a+b в рослинах сої було відмічено за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) 2,36 мг/г сирої маси, що на 0,91 мг більше, ніж за внесення добрив. Дещо менший вміст хлорофілів було сформовано посівами за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 2,02 мг/г сирої маси. Найнижчі показники вмісту хлорофілів було відмічено на варіантах, де добрива не застосовувалися, – 1,45 мг/г сирої маси.

За фактором С «позакореневе підживлення» було відмічено незначне варіювання показників вмісту хлорофілів на варіантах застосування добрив для позакореневого підживлення – 2,10–2,13 мг/г сирої маси, що більше за контрольний варіант (1,93 мг/г сирої маси) на 0,17–0,20 мг/г сирої маси.

Таблиця 3.3.

Сортові особливості формування вмісту хлорофілів a+b у рослинах сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННБК Сумського НАУ), мг/г сирої маси

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	1,45	2,02	2,36	2,09	1,93
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,66	2,22	2,55		2,13
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	1,65	2,17	2,58		2,11
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	1,61	2,21	2,51		2,10
	Аміно Ксеріон	1,63	2,16	2,57		2,10

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	1,36	1,95	2,21	1,98	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,54	2,16	2,40		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	1,51	2,11	2,45		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	1,46	2,14	2,44		
	Аміно Ксеріон	1,49	2,14	2,41		
Діадема Поділля	Контроль	1,53	2,10	2,42	2,15	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,75	2,29	2,62		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	1,70	2,23	2,57		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	1,67	2,26	2,62		
	Аміно Ксеріон	1,64	2,31	2,59		
Середнє, фактор В		1,45	2,02	2,36		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,03

У межах дослідження вміст хлорофілів *a+b* в рослинах сої варіював від 1,36 до 2,62 мг/г сирої маси. НІР₀₅ для фактора АВС – 0,03.

Позитивний вплив рекомендованої норми добрив на вміст хлорофілів *a* і *b* може пояснюватися найвищою нормою азоту серед досліджуваних варіантів (60 кг по д. р.), адже відомо, що вміст хлорофілу в листі добре корелює з урожайністю за різних агрометеорологічних умов і рівнів мінерального живлення [22]. Схожі результати досліджень було отримано і Новицькою Н. В., у яких за використання інокуляції насіння і залежно від доз азоту спостерігали

збільшення вмісту хлорофілу а на 64 %, але за норми N_{180} без внесення добрив спостерігали зниження цього показника на 30 % [20].

Найбільша частка впливу за результатами дисперсійного аналізу (рис. 3.3) припадає на фактор В «норма добрив» – 71,58 %. Дещо менший вплив має фактор А «сорти» та фактор С «позакореневе підживлення» – 11,04–11,49 %. Найменший рівень впливу припадає у цьому разі на умови року – 4,25 %. Взаємодія факторів АВС – 0,53 %.

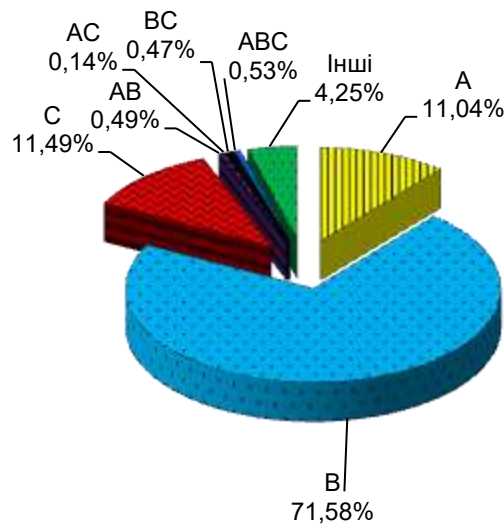


Рис. 3.3. Частка впливу факторів на вмісту хлорофілів a+b у рослинах сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Одним із найважливіших показників придатності до механізованого збирання сої є висота кріплення нижнього бобу, адже за низького його розташування може втрачатися значна кількість врожаю при збиранні комбайном – 15–20 % [17]. Саме тому для сучасних сортів сої рекомендованою висотою кріплення нижніх бобів є висота не менше 12 см від поверхні ґрунту. Висота кріплення нижніх бобів тісно корелює із висотою рослин, і зменшення ширини міжрядь при сівбі сої також сприяє збільшенню висоти цього показника [8, 18].

За результатами досліджень (табл. 3.4) можна спостерігати, що висота кріплення нижнього бобу варіювала несуттєво (11,0–13,5 см). У розрізі фактора А провідну позицію займає сорт Ліссабон за висоти кріплення нижнього бобу 12,6 см, що варіювала в межах сорту від 11,6 до 13,5 см. Дещо меншу висоту сформував сорт Діадема Поділля – 12,2 см (від 11,7 до 12,7 см). Найменший показник мав сорт Кіото – 11,7 см (від 11,0 до 1,3 см).

За фактором В «норма добрив» середня висота кріплення нижнього бобу за варіантами: без добрив – 11,7 см, розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 12,2 см, рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 12,5 см. Внесення добрив зумовило збільшення цього показника в середньому на 0,6–0,8 см порівняно із контрольними варіантами.

За позакореневого підживлення (фактор С) сумісна дія добрив майже однаково підвищувала показник висоти кріплення нижнього бобу (на 0,5–0,6 см) порівняно із контрольним варіантом (11,7 см). $НІР_{05}$ для фактора АВС – 0,4 см.

Таблиця 3.4.

Сортові особливості формування висоти кріплення нижнього бобу рослин сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННБК Сумського НАУ), см

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	11,6	12,0	12,3	12,6	11,7
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	11,8	12,7	13,1		12,2
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	12,3	13,2	13,3		12,3
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	12,4	13,1	13,5		12,3
	Аміно Ксеріон	12,3	12,9	12,8		12,2

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	11,0	11,4	11,7	11,7	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	11,3	11,7	12,3		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	11,4	11,6	12,3		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	11,3	11,8	12,1		
	Аміно Ксеріон	11,4	11,9	11,8		
Діадема Поділля	Контроль	11,7	11,9	12,1	12,2	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	11,9	12,4	12,6		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	11,8	12,3	12,4		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	11,9	12,3	12,7		
	Аміно Ксеріон	12,0	12,2	12,4		
Середнє, фактор В		11,7	12,2	12,5		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,4

Серед досліджуваних факторів найбільший вплив мали сортові особливості (фактор А) – 32,2 %. Дещо меншим впливом характеризувалися: внесення різних норм добрив (фактор В) – 21,59 % та погодні умови (в нашому випадку «інші») – 28,85 %. Позакореневе підживлення (фактор С) мало менш суттєвий вплив – 9,48 %. Вплив взаємодії факторів був також незначним і варіював у межах 1,14–3,60 %.

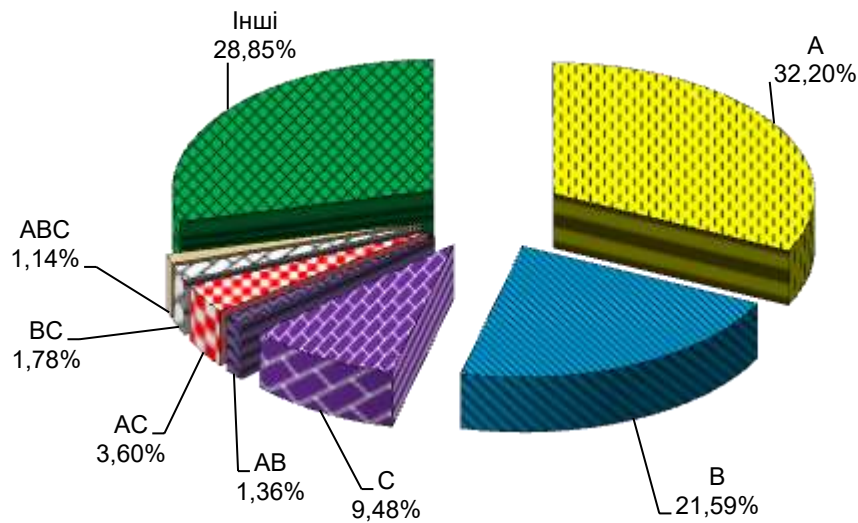


Рис. 3.4. Частка впливу факторів на формування висоти кріплення нижнього бобу на рослинах сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Дослідження різних науковців доводять, що на висоту кріплення нижніх бобів впливають генетичні особливості сорту та технологічні прийоми як, наприклад, ширина міжрядь: менша ширина міжрядь – вищий показник кріплення нижнього бобу [15, 17, 18].

3.2. Сортові особливості формування симбіотичного апарату рослин сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення

Попри значні досягнення науковців у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур основні дослідження і спостереження фокусувалися на вивченні розвитку надземної частини рослин. Проте коренева система є не менш важливим показником адаптації та розвитку рослин, їх живлення [7], що позначається і на формуванні урожайності культур, і недостатнє її вивчення полягає у складності спостережень за нею впродовж періоду вегетації [24]. Для фіксації впливу застосування різних прийомів

технології вирощування науковці часто використовують показники сирої маси кореневої системи сої [16, 25].

Дослідження показали, що в середньому по досліді рослини сої у фазу цвітіння формували масу сирої кореневої системи близько 4,70 г, яка варіювала в межах 4,16–5,34 г (табл. 3.5). Маса кореневої системи в розрізі фактора А формувалася так: для сорту Ліссабон – 4,91 г, Кіото – 4,82 г, Діадема Поділля – 4,37 г.

Отримані нами дані свідчать, що внесення добрив (фактор В) позитивно впливало на формування кореневої системи рослин сої. Максимальну масу сирого кореня було розраховано на варіантах із рекомендованою нормою мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 4,95 г. Дещо меншу кореневу систему формували рослини за розрахункової норми добрив – 4,84 г. Найменшу масу було сформовано рослинами на варіантах без внесення мінеральних добрив, що на 0,53–0,64 г менше порівняно з удобреними варіантами.

Таблиця 3.5.

Сортові особливості формування маси кореневої системи рослин сої у фазу цвітіння залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), г

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	4,44	4,83	4,88	4,91	4,48
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	4,77	5,16	5,24		4,86
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	4,74	5,07	5,18		4,82
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	4,70	5,12	5,16		4,80
	Аміно Ксеріон	4,48	4,92	4,99		4,55

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	4,10	4,71	4,85	4,82	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	4,51	5,17	5,34		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	4,53	5,15	5,30		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	4,48	5,11	5,28		
	Аміно Ксеріон	4,16	4,79	4,91		
Діадема Поділля	Контроль	3,81	4,35	4,38	4,37	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	4,07	4,63	4,83		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	4,02	4,59	4,81		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	4,04	4,57	4,72		
	Аміно Ксеріон	3,84	4,39	4,46		
Середнє, фактор В		4,31	4,84	4,95		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,16

За застосування позакореневого підживлення (фактор С) відмічено збільшення маси кореневої системи порівняно із контрольними варіантами в середньому на 0,07–0,38 г. Максимальну масу кореневої системи, яка суттєво не відрізнялася, було зафіксовано за застосування Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант – 4,86 г, Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 – 4,82 г та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – 4,80 г. Суттєво не змінювалася вага кореневої системи

сої за застосування Аміно Ксеріону (4,55 г) порівняно із контролем (4,48 г). HP_{05} для фактора ABC – 0,16 г.

Проведений нами дисперсійний аналіз виявив, що найбільший вплив (35,84 %) мав фактор В «норми добрив» (рис. 3.5). Дещо менший вплив на формування маси кореневої системи мали фактор А «сорти» – 26,24 % та «інші» (у нашому разі – погодні умови) – 24,76 %. Вплив взаємодії факторів був незначним і варіював у межах 0,14–1,42 %. Водночас слід відзначити незначний вплив фактора С «позакореневе підживлення» – 10,98 %.

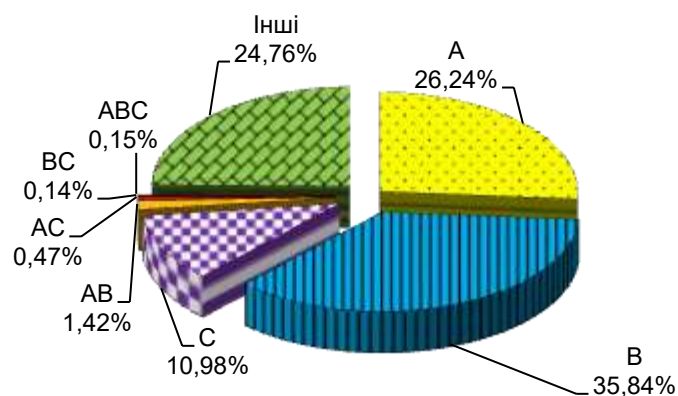


Рис. 3.5. Частка впливу факторів на формування маси кореневої системи рослин сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Загальновідомо, що внесення фосфорно-калійних добрив сприяє кращому росту та розвитку кореневої системи і позитивно впливає на кількість корневих бульбочок [27, 32], чим можна пояснити збільшення маси кореневої системи сої на варіантах із внесенням добрив. У дослідженнях Нагорного В. І. у північно-східному Лісостепу впродовж 2008–2009 рр. спостерігається тенденція до збільшення маси сирого кореня на фоні внесення добрив ($P_{60}K_{60}$) на 0,5–3 г порівняно із контролем залежно від сорту (1,1–2,4 г) [19].

Важливою біологічною особливістю рослин сої, як і інших бобових культур, є біологічна фіксація азоту з атмосфери завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*. Завдяки цьому рослини сої можуть засвоювати молекулярний азот із повітря в обмін на продукти фотосинтезу [3].

Таким чином, соя може фіксувати близько 90–240 кг азоту з атмосферного повітря [2]. За сприятливих умов на кореневій системі однієї рослини сої може утворюватися в середньому від 21–80 бульбочок [4], а для отримання високого врожаю необхідною є кількість не менше 25–50 бульбочок [26].

Для виявлення впливу сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення на симбіотичну активність визначили кількість та масу бульбочок на одній рослині сої у фазу цвітіння (табл. 3.6–3.7).

За результатами отриманих даних досліджень встановлено, що за фактором А «сорт» більшу кількість бульбочкових бактерій формував сорт Ліссабон – 36,4 шт. У середньому за варіантами дещо меншу кількість бульбочкових бактерій сформовано в сорту Діадема Поділля – 34,3 шт. Найменшу кількість бульбочкових бактерій було розраховано в сорту Кіото – 30,0 шт. Середня кількість бульбочкових бактерій, яку формували сорти, – 33,5 шт. і варіювала вона в межах від 26,9 до 41,1 шт.

Наразі серед науковців немає єдиної думки щодо внесення мінеральних добрив, особливо азотних, під сою. Наприклад, Нагорний В. І. у своїх працях доводить негативний вплив внесення азотних добрив під сою, де зі збільшенням норми азотних добрив зменшується кількість і маса бульбочкових бактерій [19]. Праці Шевнікова М. Я., Дідори В. Г., Ступніцької О. С., навпаки, спираються на теорію і доводять, що внесення азотних, фосфорних та калійних добрив може підвищувати кількість і масу бульбочкових бактерій за несприятливих умов і є «страховим фондом» за несприятливих умов розвитку симбіотичної активності [10, 11, 31]. Чинчик О. С. фіксує збільшення кількості бульбочкових бактерій за внесення мінеральних добрив починаючи із фази цвітіння і збільшення їх сирої маси із фази цвітіння–наливу зерна залежно від сорту [29, 30]. Також Заболотний Г. М., Циганський В. І., Циганська О. І. фіксують підвищення динаміки активного симбіотичного потенціалу сортів сої за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ порівняно із контрольними варіантами [14].

За результатами наших досліджень внесення різних норм добрив (фактор В) позитивно вплинуло на формування кількості бульбочкових бактерій. Все ж

більшою кількістю бульбочкових бактерій характеризувалися варіанти за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 36,3 шт., що на 4,8 шт. більше, ніж без внесення добрив (31,5 шт.). Внесення рекомендованої норми ($N_{60}P_{60}K_{60}$) сприяло несуттєвому підвищенню кількості бульбочкових бактерій порівняно із контролем на 1,4 шт. більше (32,9 шт.) і підтверджує теорію вищезгаданих науковців.

У розрізі фактора С «позакореневе підживлення» максимальну кількість бульбочкових бактерій було сформовано за внесення добрив Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант – 35,5 шт. та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 – 34,9 шт. Децю меншу кількість формували варіанти ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (34,9 шт.) та Аміно Ксеріон (32,4 шт.). На контрольному варіанті (без застосування добрив для позакореневого підживлення) зафіксовано найменшу кількість бульбочкових бактерій – 31,7 шт. HP_{05} для фактора АВС – 0,7 шт.

Таблиця 3.6.

Сортові особливості формування кількості бульбочкових бактерій на одній рослині сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), шт.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	32,6	36,4	33,3	36,4	31,7
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	36,2	41,1	37,3		35,3
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	35,8	40,8	37,1		34,9
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	34,3	39,1	35,7		33,5
	Аміно Ксеріон	33,3	38,3	34,5		32,4

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	26,9	31,2	26,9	30,0	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	29,3	34,9	31,0		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	28,9	34,9	30,1		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	26,9	33,3	29,1		
	Аміно Ксеріон	26,2	31,5	28,8		
Діадема Поділля	Контроль	30,7	35,0	32,2	34,3	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	33,9	38,3	35,5		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	33,8	37,6	35,2		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	32,3	36,5	34,0		
	Аміно Ксеріон	30,9	35,5	32,5		
Середнє, фактор В		31,5	36,3	32,9		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,7

За результатами дисперсійного аналізу розраховано частку впливу факторів (рис. 3.6). Виявлено, що найбільший вплив на кількість бульбочкових бактерій мали сортові особливості (фактор А) – 38,8 %, умови року (інші) – 26,3 % та норми добрив (фактор В) – 22,8 %. Менший вплив розраховали для позакореневого підживлення (фактор С) – 10,8 %. Взаємодія факторів АВС – 0,29 %.

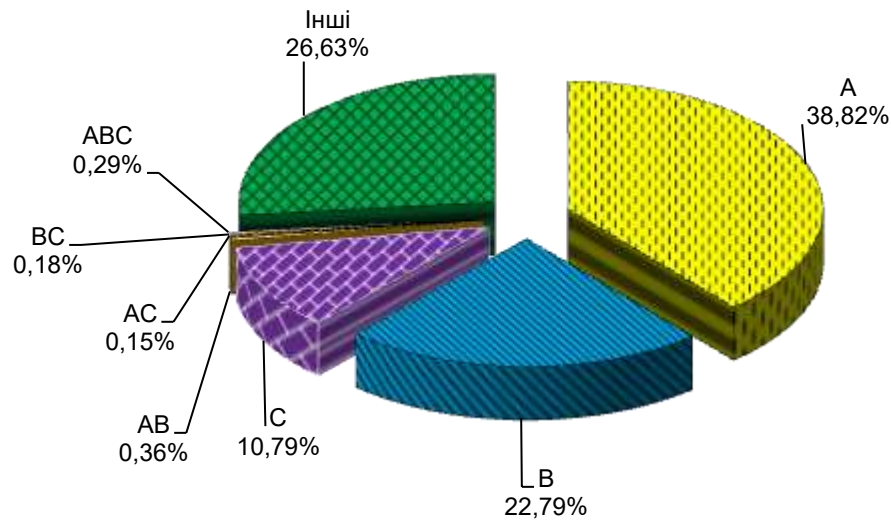


Рис. 3.6. Частка впливу факторів на формування кількості бульбочкових бактерій на одній рослині сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Маса бульбочкових бактерій є не менш важливим показником, як і їх кількість [11]. За результатами аналізу маси бульбочкових бактерій з однієї рослини у фазу цвітіння в межах фактора А було встановлено найбільшу масу формував сорт Діадема Поділля – 0,72 г. Середню масу серед досліджуваних сортів було сформовано сортом Кіото – 0,64 г. Найменшими показниками маси бульбочок характеризувався сорт Ліссабон – 0,53 г. Середня маса бульбочкових бактерій, яку формували сорти у межах досліду, – 0,63 г.

Удобрення сортів сої (фактор В) також позитивно вплинуло на формування маси бульбочкових бактерій, як і їх кількості: для розрахункової норми рекомендованої норми ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 0,70 г, рекомендованої ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 0,63 г, що в середньому більше на 0,07–0,13 г порівняно з варіантами, де добрива не вносилися (0,57 г).

Несуттєвий вплив відмічено за застосування позакореневого підживлення, який за внесення добрив для позакореневого підживлення в середньому підвищував масу бульбочок усього на 0,02–0,06 г. Достовірність різниці не підтверджена і за результатами дисперсійного аналізу (НІР₀₅ для фактора АВС = 0,02 г).

Таблиця 3.7.

Сортові особливості формування маси бульбочкових бактерій на одній рослині сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), г

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	0,43	0,57	0,49	0,53	0,60
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	0,49	0,61	0,54		0,64
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	0,50	0,63	0,55		0,66
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	0,47	0,60	0,53		0,63
	Аміно Ксеріон	0,45	0,58	0,50		0,62
Кіото	Контроль	0,55	0,68	0,61	0,64	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	0,60	0,73	0,65		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	0,62	0,73	0,67		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	0,59	0,71	0,64		
	Аміно Ксеріон	0,56	0,70	0,62		

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Діадема Поділля	Контроль	0,62	0,74	0,71	0,72	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	0,66	0,79	0,72		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	0,75	0,81	0,73		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	0,65	0,78	0,70		
	Аміно Ксеріон	0,63	0,76	0,72		
Середнє, фактор В		0,57	0,70	0,63		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,02

Проведений нами дисперсійний аналіз виявив, що найбільший вплив (52,7 %) мав фактор А «сорт» (рис. 3.7).

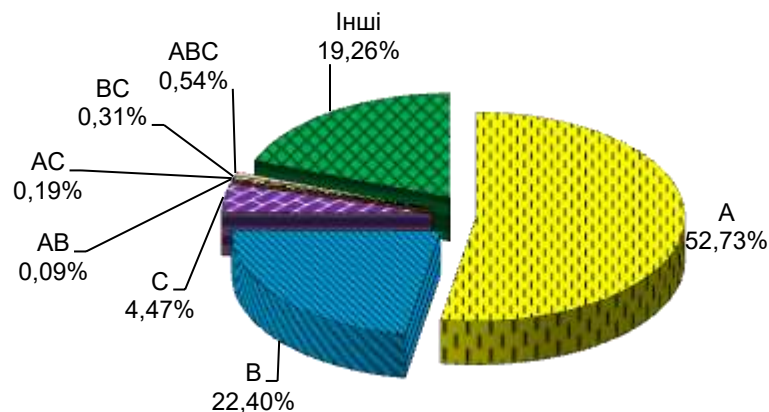


Рис. 3.7. Частка впливу факторів на формування маси бульбочкових бактерій на одній рослині сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Дещо менший вплив на формування маси бульбочкових бактерій на одній рослині мали фактор В «норми добрив» – 22,4 % та погодні умови року (19,3 %), що відображено на діаграмі як «інші». Незначний вплив мав фактор С «позакореневе підживлення» – 4,5 %. Вплив взаємодії факторів був також незначним і варіював у межах 0,09–0,54 %.

Висновки до розділу 3

1. За результатами досліджень встановлено, що найвищі рослини були за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$): у сорту Ліссабон за підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (70,9 см) та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (70,8 см); у сорту Кіото – за внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (78,2 см) та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (77,8 см); у сорту Діадема Поділля – за внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (67,7 см), ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (67,2 см).

2. Внесення добрив та позакореневе підживлення підвищували основні фотосинтетичні показники. Максимальну площу листової поверхні (34,6 тис. $m^2/га$) було отримано за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) за позакореневого живлення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6: у сорту Ліссабон – 37,2 та 36,8 тис. $m^2/га$ відповідно; у сорту Кіото – 36,2 та 36,3 тис. $m^2/га$; Діадема Поділля – 34,7 та 34,6 тис. $m^2/га$.

3. Виявлено, що внесення добрив та позакореневе підживлення позитивно вплинули на вміст хлорофілів а+в у листках сої. Найбільший вміст хлорофілу було сформовано у сортів за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) у середньому – 2,36 мг/г сирої маси. Максимальні значення вмісту хлорофілів було зафіксовано: у сорту Ліссабон за внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (2,58 мг/г) та Аміно Ксеріон (2,57 мг/г); у сорту Кіото – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (2,45 та 2,44 мг/г); сорту Діадема Поділля – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (2,62 мг/г).

4. Визначено, що за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та комплексного застосування для позакореневого підживлення формувалися більші показники висоти кріплення нижнього бобу, зокрема: у сорту Ліссабон та Діадема Поділля (за внесення ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо) 13,5 та 12,7 см відповідно; Кіото (Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6) – 12,3 см.

5. Максимальну масу сирої кореневої системи у фазу цвітіння було отримано за внесення рекомендованої норми внесення добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) та комплексного застосування позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант: у сорту Ліссабон – 5,24 г; Кіото – 5,34 г; Діадема Поділля – 4,83 г.

6. Найвним є позитивний ефект на кількість бульбочкових за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) у середньому 36,3 шт. на одній рослині. Максимальну масу бульбочкових бактерій отримано за застосування позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сорту Ліссабон – 41,1 шт., Кіото – 34,9 шт., Діадема Поділля – 38,3 шт.

7. Виявлено найвищу ефективність внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) та позакореневого підживлення добривами Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 на масу сирих бульбочкових бактерій у сорту Ліссабон – 0,63 г, Кіото – 0,73 г та Діадема Поділля – 0,81 г.

Список використаних джерел до Розділу 3

1. Croft H., Chen J. M., Luo X., Bartlett P., Chen B., Staebler R. M. Leaf chlorophyll content as a proxy for leaf photosynthetic capacity. *Glob Change Biol* 2017. 23 (9). P. 3513–3524. <https://doi.org/10.1111/gcb.13599>
2. Franche C. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and nonleguminous plants / C. Franche, K. Linolstrom and C. Elmerich. Springer Science Business Media B. V. 2008. № 321(35). 59 p. P. 18.
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво*. 2012. № 71. С. 12–25.
4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука. 2011. 548 с.
5. Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононеко С. М., Коровніченко С. Г. Вплив мінерального живлення на продуктивність сої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 35–44.
6. Гавій В. М., Приплавко С. О. Формування асиміляційного апарату озимої пшениці сорту Ювівата за дії синтетичних регуляторів росту. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія. Біологія*. 2019. 1. С. 116–120.
7. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення соєю з ґрунту й добрив. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2020. Вип. 88. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss89-07>.
8. Григорчук Н. Ф. Використання сої в питаннях модернізації посівних площ. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 162–166.
9. Гунтянський Р. А. Конкурентоспроможність сортів сої з різною тривалістю вегетаційного періоду у відношенні до бур'янів. *Селекція і насінництво*. 2008. Вип. 95. С. 266–272.
10. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 23–28.

11. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. 94 (4). С. 33–37. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201604-08>
12. Єременко О. А., Капінос М. В., Капінос М. В. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність сортів гороху посівного в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.6>
13. Заболотна А. В., Заболотний О. І., Розборська Л. В., Жияк І. Д., Даценко А. А. Вміст пігментів і чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи за використання регуляторів росту рослин. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2021. 4 (46). С. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.2>
14. Заболотний Г. М., Циганський В. І., Циганська О. І. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип.4. С. 66–71.
15. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво*. 2011, (69). С. 74–78.
16. Конончук О. Б., Пида С. В., Пономаренко С. П. Ростові процеси та бобово-ризобіальний симбіоз сої культурної за передпосівної обробки насіння рістрегуляторами Регоплант і Стімпо. *Агробіологія*. 2012. (9). С. 103–106.
17. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Клубук В. В., Марченко Т. Ю. Прояв і мінливість ознак «висота рослин» і «висота кріплення нижнього бобу» у сортів та гібридів сої різних груп стиглості при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2013. № 83. С. 67–74.
18. Мазур В. А., Ткачук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 23. С. 96–11. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-4-8>

19. Нагорний В. І. Урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від норм азотних добрив в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник СНАУ*. 2010. Вип. 4 (19). С. 115–120.
20. Новицька Н. В. Наукові основи формування продуктивності культур та якості насіння в Правобережному Лісостепу України: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук. Київ. 2021. 48 с.
21. Пида С. В., Тригуба О. В., Григорюк І. П. Дія бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин на фотосинтетичний апарат люпину білого (*Lupinus albus*). *Біоресурси і природокористування*. 2014. Том 6. № 1–2. С. 12–18.
22. Прядкіна Г. О. Фізіологічні основи підвищення продуктивності рослин озимої пшениці. К.: ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2014. 192 с.
23. Рудник-Іващенко О. І. Вміст хлоропластів у листках рослин проса та їх роль у процесі фотосинтезу. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. 3 (19). С. 1–7. <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-3/10roimpp.pdf>
24. Тищенко О. Д., Тищенко А. В., Пілярська О. О., Куц Г. М. Особливості морфології кореневої системи у популяції люцерни. *Зрошуване землеробство*. 2019. Випуск 72. С. 118–121. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25>
25. Турецька М. Вплив інокуляції та добрива «Байкал М-1у» на ріст і продуктивність сої культурної в умовах західного Лісостепу України. *Студентський науковий вісник*. 2012. №29. С. 62–65.
26. Турін Є. М. Ефективність різних штамів бульбочкових бактерій на сої сорту Одеська 150. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 4. С. 34–36.
27. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Макрушин та ін. Вінниця: Нова книга, 2006. 416 с.
28. Фурман В. А., Фурман О. В., Свистунова І. В. Фотосинтетична та насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах

Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 6/100. С. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.06.002>

29. Чинчик О. С. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах сої за різного рівня мінерального живлення. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. 1 (26). С. 202–209.

30. Чинчик О. С. Динаміка формування кількості та маси бульбочок і урожайність зерна сої залежно від удобрення в умовах південної частини Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. 14 С. 383–386.

31. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 25–29.

32. Шепілова Т. П. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. 13. С. 117–123.

РОЗДІЛ 4

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

Нині у світі гострою є проблема дефіциту білка та жиру для забезпечення високоякісними та збалансованими харчовими продуктами населення, чисельність якого постійно зростає. Соя є важливою стратегічною зернобобовою культурою, адже її зерно має у своєму складі високий вміст білка та жиру [14, 32]. Також ця культура є гарним попередником і незамінним компонентом сівозмін через її здатність до накопичення біологічного азоту в ґрунті та цінним джерелом кормів для галузі тваринництва [34, 38]. Саме тому площі під соєю збільшуються як у світі загалом, так і в Україні зокрема [33].

Упровадження нових технологій вирощування сільськогосподарських культур є одним із головних напрямів інтенсифікації виробництва, що спрямовані на реалізацію природнього потенціалу урожайності культур. Особливо це питання набуває актуальності за сучасних умов змін клімату та екологізації в сільському господарстві, і тому головними напрямками ефективного виробництва для науковців є добір сортів сої із високим потенціалом продуктивності необхідної якості і впровадження та удосконалення існуючих технологій вирощування культур [2, 18, 36].

Одними із основних засобів підвищення урожайності зерна сої високої якості є використання добрив. Частка впливу на урожайність від внесення добрив становить близько 30 %, сортів – 20 %, засобів захисту та погодних умов – 15 %, обробітку ґрунту – 10 % [32].

4.1. Сортіві особливості формування показників структури врожаю сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення

Величина показників структури врожаю та їх поєднання залежить від параметрів росту і розвитку рослин у процесі вегетації, фотосинтетичної діяльності, азотфіксуючої здатності тощо [29]. Тому оптимальне співвідношення показників структури врожаю на фоні впровадження сучасних елементів технології вирощування дозволяє формувати високу продуктивність посіву [20].

Проведені нами дослідження упродовж 2019–2021 рр. дали змогу оцінити вплив внесення різних норм добрив та позакореневого підживлення за такими елементами структури врожаю, як кількість бобів та насіння на одній рослині, маса насіння з однієї рослини.

Кількість бобів на рослині сої та кількість насінин у плоді є важливим показником продуктивності й елементом структури врожаю [22, 24, 30].

За результатами трирічних досліджень [22, 24] нами встановлено, що серед сортів (фактор А) найбільшу кількість бобів на одній рослині формували сорт Кіото – 22,8 шт. Дещо меншою кількістю бобів на одній рослині були сорти Ліссабон – 20,6 шт. та Діадема Поділля – 19,5 шт. Середня кількість бобів на одній рослині в межах дослідження становила 21,0 шт. (табл. 4.1).

Внесення різних норм добрив (фактор В) суттєво вплинуло на кількість плодів на рослині. Найбільшу кількість бобів у досліджуваних сортах було зафіксовано за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 24,0 шт., і варіювала вона в межах від 18,5 до 27,5 шт. на одній рослині. Дещо меншу кількість бобів (22,7 шт.) було сформовано за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 17,1–26,2 шт. на одній рослині. Найменшу кількість бобів (16,2 шт.) зафіксовано на варіантах без внесення добрив – 13,6–19,0 шт, що на 6,5–7,8 шт. менше порівняно із варіантами за внесення різних норм добрив.

Серед досліджуваних варіантів позакореневого підживлення (фактор С) найбільшу кількість бобів було сформовано за внесення добрив Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 – 22,3 шт. та Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант – 22,0 шт. Дещо менші показники кількості бобів на одній рослині було зафіксовано за внесення ЯраВіта

Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – 21,4 шт. та Аміно Ксеріон – 21,0 шт. Найменшу кількість бобів серед досліджуваних варіантів було сформовано варіантами без застосування позакореневого підживлення – 18,1 шт. Загалом за застосування добрив для позакореневого підживлення кількість бобів збільшувалася в середньому на 2,9–4,2 шт. Кількість бобів на одній рослині варіювала в межах від 13,6 до 27,5 шт. за НІР₀₅ для фактора АВС = 0,7 шт.

Таблиця 4.1.

Сортові особливості формування кількості бобів на одній рослині сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННБК Сумського НАУ), шт.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	14,3	20,1	19,2	20,6	18,1
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	16,7	24,8	23,7		22,0
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	16,5	24,7	23,6		22,3
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	16,2	24,1	23,1		21,4
	Аміно Ксеріон	15,7	23,6	22,8		21,0
Кіото	Контроль	15,9	22,6	21,2	22,8	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	18,5	26,9	25,5		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	19,0	27,5	26,2		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	18,0	26,5	25,1		
	Аміно Ксеріон	17,7	26,1	24,9		

Продовження таблиці 4.1.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Діадема Поділля	Контроль	13,6	18,5	17,1	19, 5	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	15,5	24,2	22,6		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	15,5	24,4	22,8		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	15,1	23,3	21,8		
	Аміно Ксеріон	14,7	22,7	21,1		
Середнє, фактор В		16,2	24,0	22,7		
НІР05 для фактора АВС						0,7

Результати розрахованого нами дисперсійного аналізу показали, що найбільший вплив на кількість бобів на одній рослині мав фактор В (норми добрив) – 70,35 % (рис. 4.1). Дещо менший вплив мали фактор А (сортові особливості) – 10,91 % та фактор С (позакореневе підживлення) – 13,77 %. Частка впливу умов року (інші) становить 3,31 %. Частка взаємодії факторів була несуттєвою і варіювала в межах від 0,10 до 1,32 %.

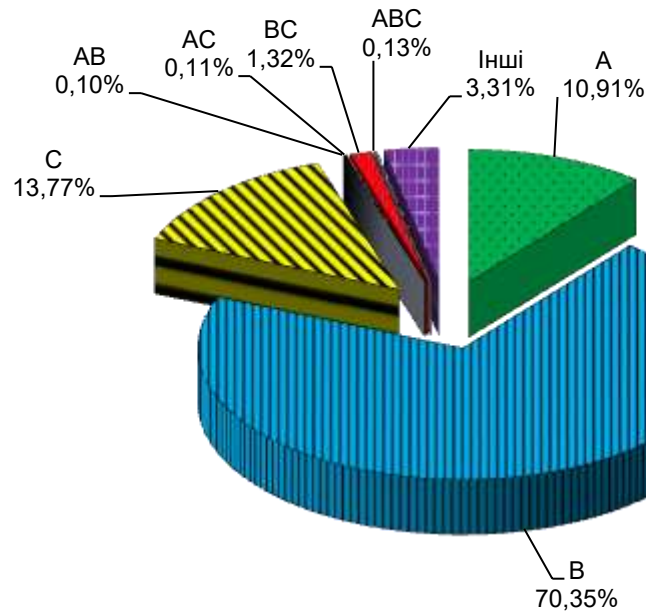


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на формування кількості бобів на одній рослині сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

За результатами трирічних досліджень встановлено [22–24], що елементи технології вирощування впливали на кількість насіння з однієї рослини. Також доведено, що кількість насіння з однієї рослини сої закономірно залежала від кількості бобів з однієї рослини. У розрізі досліджуваних сортів (фактор А) найбільшим показником кількості насіння відзначився сорт Кіото, який сформував у середньому 48,5 шт. насінин на одну рослину (табл. 4.2). Дещо нижчий показник структурного елемента врожайності мав сорт Ліссабон – 42,8 шт. І найнижчим показником характеризувалися рослини сорту Діадема Поділля (38,6 шт). У середньому за роки досліджень одна рослина сформувала 43,3 шт. насінин і варіювала вона в межах від 26,5 до 58,5 шт. насінин.

За фактором В (норми добрив) максимальну кількість (49,2 шт.) насіння отримано на варіанті розрахункової норми внесення мінеральних добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$), яка варіювала в межах 40,6–58,5 шт. Рекомендована норма ($N_{60}P_{60}K_{60}$) внесення добрив обумовила формування середньої кількості насіння

47,3 шт./рослину. Варіант без внесення мінеральних добрив характеризувався найнижчим показником кількості насіння (33,4 шт.). Застосування різних норм мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості насіння в середньому для сорту Кіото на 15,3–17,5 шт., або на 28,9–31,7 % порівняно з варіантами без внесення добрив, сорту Ліссабон – 14,0–15,2 шт., або 29,7–31,4 %, Діадема Поділля – 12,5–14,8 шт. або 29,7–33,4 %. Загалом внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості насіння на 13,6–16,4 шт./рослину або 30,3–31,6 %.

Таблиця 4.2.

Сортові особливості формування кількості насіння на одній рослині сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННБК Сумського НАУ), шт.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	29,6	40,6	39,6	42,8	36,9
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	34,8	51,2	49,6		45,6
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	34,6	51,1	49,6		46,1
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	33,7	49,6	48,5		44,3
	Аміно Ксеріон	32,8	48,7	47,9		43,4
Кіото	Контроль	33,5	47,8	45,3	48,5	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	39	57,1	54,9		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	40,1	58,5	56,5		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	38	56,3	54		
	Аміно Ксеріон	37,3	55,3	53,4		

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрих (фактор С)			Середнє	
		без добрих (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Діадема Поділля	Контроль	26,5	35,8	33,8	38,6	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	30,8	47,8	45,4		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	30,9	48,2	45,8		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	30	45,5	43		
	Аміно Ксеріон	29,2	44,1	41,7		
Середнє, фактор В		33,4	49,2	47,3		
НІР05 для фактора АВС						1,4

За фактором С (позакореневе підживлення) чітко простежується тенденція до збільшення кількості насіння (45,6 та 46,1 шт.) на варіантах за комплексного застосування добрив Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6. Дещо меншу кількість насіння (44,3 та 43,4 шт.) отримано на варіантах за внесення ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо та Аміно Ксеріон. Істотний недобір кількості насіння на одній рослині (36,9 шт.) отримано на варіантах, де позакореневе підживлення не застосовувалося. Застосування препаратів для позакореневого підживлення сприяло збільшенню кількості насіння в сорту Кіото на 6,5–9,3 шт. (13,3–18,3 %), Ліссабон – 6,5–9,5 шт. (15,1–19,1 %), Діадема Поділля – 6,3–9,6 шт. (16,5–23,1 %) порівняно із варіантами без позакореневого підживлення.

Вплив досліджуваних факторів на формування кількості насіння на рослинах сої мав свої особливості, які представлені результатами дисперсійного аналізу (рис. 4.2).

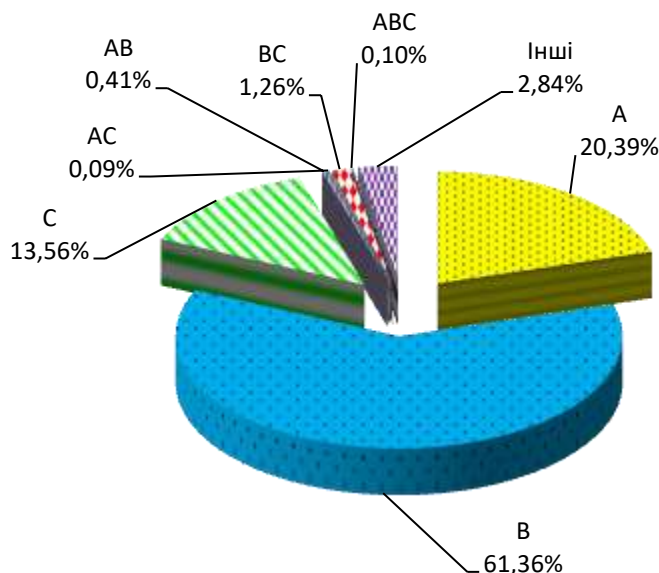


Рис. 4.2. Частка впливу факторів на формування кількості насіння на одній рослині сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Частка впливу фактора А «сорт» становила 20,39 %. Водночас фактор В «норми добрив» мав найбільшу частку впливу – 61,36 %. Частка впливу фактора С «позакоренеve підживлення» на кількість насіння була на рівні 13,56 %. За результатами проведеного аналізу фактор «погодні умови» мав вплив усього на 2,84 %. HP_{05} за фактором ABC = 1,4 шт.

Маса насіння з однієї рослини (індивідуальна продуктивність рослин) сої є одним із головних елементів структури врожаю, на який селекціонери першочергово звертають увагу, оскільки він показує вплив досліджуваних факторів на реалізацію біолого-генетичного потенціалу і формування зернової продуктивності сортів сої [28, 44].

Серед досліджуваних сортів [22–24] максимальну масу насіння з однієї рослини (6,6 г) сформовано в сорту Ліссабон, на рівні середнього значення (6,4 г) у сорту Кіото. Істотно меншою масою (6,0 г) характеризувалося насіння сорту Діадема Поділля (табл. 4.3).

Слід відзначити, що за фактором В (норми добрив) високі показники маси насіння (7,24 та 7,01 г) було отримано за внесення розрахункової ($N_{30}P_{60}K_{90}$) та

рекомендованої ($N_{60}P_{60}K_{60}$) норм мінеральних добрив. На варіанті без внесення добрив маса насіння характеризувалася найнижчим показником – 4,83 г, що на 2,17–2,44 г менше за варіанти із застосуванням добрив. Прибавка до маси насіння з однієї рослини від застосування мінеральних добрив у середньому становила для сорту Ліссабон – 2,19–2,43 г або 30,12–32,31 %, Кіото – 2,29–2,47 г або 32,1–33,7 %, Діадема Поділля – 2,03–2,42 г або 30,8–34,7 %. Загалом внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню маси насіння на 2,2–2,4 г, або 31,2–32,9 %.

Таблиця 4.3.

Сортові особливості формування маси насіння на одній рослині сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), г

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	4,43	6,15	5,94	6,63	5,28
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	5,46	8,10	7,81		6,83
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	5,35	7,98	7,71		6,81
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	5,21	7,80	7,57		6,57
	Аміно Ксеріон	5,02	7,57	7,41		6,36
Кіото	Контроль	4,15	6,23	5,95	6,44	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	5,15	7,72	7,55		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	5,22	7,80	7,67		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	4,97	7,56	7,39		
	Аміно Ксеріон	4,80	7,30	7,19		

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Діадема Поділля	Контроль	3,97	5,52	5,17	6,04	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	4,86	7,64	7,22		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	4,79	7,58	7,19		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	4,67	7,20	6,80		
	Аміно Ксеріон	4,48	6,92	6,52		
Середнє, фактор В		4,84	7,27	7,01		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,2

За фактором С у розрізі досліджуваних варіантів позакореневого підживлення в середньому більш ефективно вплинули на формування продуктивності варіанти внесення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6, на яких сформувалося 6,84 та 6,81 г насіння на рослині. За застосування ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо та Аміно Ксеріон індивідуальна продуктивність сортів була дещо нижчою – 6,57 і 6,36 г відповідно. Найменшу масу насіння зафіксовано на контролі без позакореневих підживлень (5,28 г), що на 1,08–1,56 г менше порівняно із застосуванням підживлень у період вегетації. Внесення препаратів для позакореневого підживлення збільшувало масу насіння: у сорту Ліссабон на 1,2–1,6 г, або 17,41–22,72 %, Кіото – 1,0–1,4 г, або 15,3–21,0 %, Діадема Поділля – 1,1–1,7 г, або 18,0–25,68 % порівняно із контролем. НІР₀₅ для фактора АВС = 0,2 г.

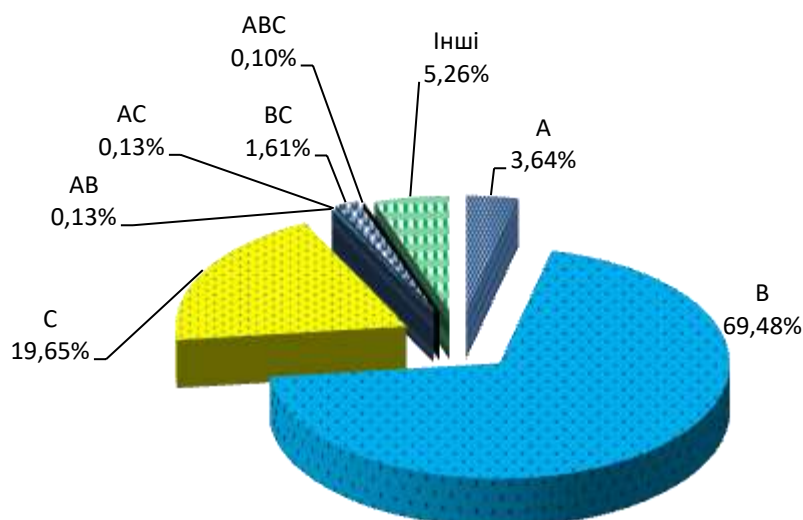


Рис. 4.3. Частка впливу факторів на формування маси насіння з однієї рослини сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Частку впливу факторів на масу насіння з однієї рослини сої залежно від сортових особливостей, норм добрив та позакореневих підживлень наведено на рис. 4.3. За роки досліджень фактор А «сорт» впливав лише на 3,64 %. Значно більший вплив (69,48 %) мав фактор В «норма мінеральних добрив». Частка впливу фактора С (позакоренеve підживлення) була на рівні 19,65 %. Фактор «погодні умови» мав вплив усього на 3,64 %. HP_{05} за фактором ABC = 0,2 г.

Найвищий рівень продуктивності сорту сої Терек було досягнуто за комплексного застосування обробки насіння Рексоліном та підживлення рослин у період вегетації Брасітрелом: кількість бобів на рослині – 15,7–16,5 шт., кількість насінин у бобі – 1,90–1,95 шт., кількість насінин з однієї рослини – 29,8–32,2 г, маса насіння з однієї рослини – 5,58–6,01 г, маса 1000 насінин – 182,5–185,2 г. Такий підхід дозволив отримати урожайність зерна 2,99 т/га на цих варіантах упродовж 2013–2015 рр. на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і АПВ НААН України [44].

4.2. Сортові особливості формування врожайності сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення

Урожайність сої є вагомим показником, на який впливають елементи технології вирощування, зокрема внесення добрив та позакореневе підживлення [19, 39]. Слід зазначити, що за фактором А більш урожайним (2,9 т/га) був сорт Ліссабон (табл. 4.4.). На рівні середнього значення (2,8 т/га) отримано врожай у сорту Кіото (2,8 т/га). Істотно меншу врожайність насіння отримано за використання посівного матеріалу сорту Діадема Поділля (2,7 т/га) [23].

Внесення добрив (фактор В) більш ефективно вплинуло на підвищення рівня врожайності рослин сої досліджуваних сортів. Так, максимальну врожайність (3,2 т/га) отримано за внесення розрахункової норми добрив. Дещо менший врожай (3,1 т/га) зібрано на варіантах за внесення рекомендованої норми добрив. Істотний недобір урожайності (2,2 т/га) отримано на варіантах без внесення добрив. Загалом внесення різних норм мінеральних добрив сприяло збільшенню урожайності насіння в середньому для сорту Ліссабон на 0,83–0,98 т/га, або на 26,3–29,6 %, сорту Кіото – 0,94–1,03 т/га, або 30,1–32,0 %, Діадема Поділля – 0,85–1,01 т/га, або 29,3–33,1 % порівняно з варіантами без внесення добрив. У розрізі фактора внесення різних мінеральних добрив відмічено збільшення урожайності зерна на 0,9–1,0 т/га, або 29,7–31,2 %.

За фактором позакореневе підживлення (фактор С) встановлено, що максимальну врожайність забезпечили 2 та 3 варіанти позакореневого підживлення – 2,96 та 2,95 т/га відповідно. Дещо менший урожай (2,79–2,87 т/га) сформовано на 4 та 5 варіантах. Мінімальну врожайність (2,49 т/га) реалізовано на 1 варіанті (без внесення препаратів). Застосування препаратів для позакореневого підживлення сприяло прибавці урожайності зерна у сортів у середньому на 0,3–0,5 т/га, або 12,5–15,5 %.

Таблиця 4.4.

Сортові особливості формування врожайності сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), т/га

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	2,21	3,02	2,86	2,95	2,54
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,50	3,45	3,30		2,96
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	2,46	3,40	3,27		2,95
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,39	3,38	3,22		2,87
	Аміно Ксеріон	2,31	3,34	3,19		2,79
Кіото	Контроль	2,02	2,88	2,75	2,85	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,34	3,34	3,26		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	2,37	3,37	3,29		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,25	3,29	3,21		
	Аміно Ксеріон	2,16	3,17	3,11		
Діадема Поділля	Контроль	1,81	2,73	2,57	2,66	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,16	3,22	3,07		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	2,14	3,19	3,07		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,09	3,09	2,91		
	Аміно Ксеріон	2,02	3,02	2,83		
Середнє, фактор В		2,21	3,02	2,86		
НІР05 для фактора АВС						0,08

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 4.4.) вплив фактора А становив 6,02 %, фактора С – 9,68 %. У цей самий час слід відзначити досить великий вплив фактора В – 76,89 %. Погодні умови мали вплив на рівні 6,64 %. HP_{05} за фактором $ABC = 0,08$ т/га.

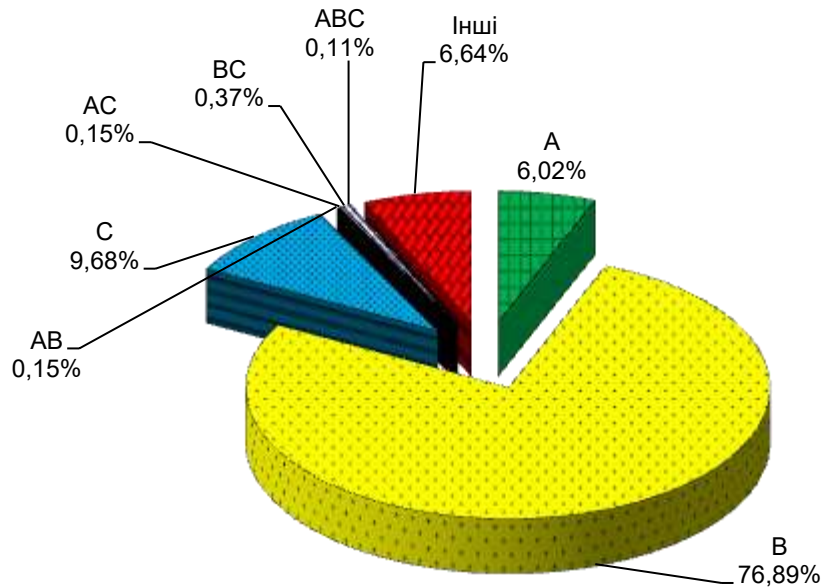


Рис. 4.4. Частка впливу факторів на формування урожайності сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

У різних ґрунтово-кліматичних зонах України науковими дослідженнями доведена ефективність внесення мінеральних добрив на посівах сої. Зокрема, результати досліджень у південно-східному Степу України впродовж 2016–2018 рр. свідчать про доцільність застосування мінеральних добрив у нормі $N_{20}P_{40}K_{40}$ + припосівне внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$, що забезпечує найбільший приріст урожаю – 0,47 т/га, або 28 %, порівняно із контрольним варіантом [26]. Аналогічна ситуація склалася і в умовах Лісостепу Правобережного, де науковці впродовж 2013–2015 рр. отримували 0,98–1,02 т/га приросту врожаю за рахунок основного внесення добрив [16]. Сумісне використання

рекомендованої норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та позакореневого підживлення дало змогу отримати додаткових 0,97 т/га приросту врожаю порівняно з контрольним варіантом упродовж 2016–2018 рр. в умовах Полісся України [19].

Також дослідження науковців із різних регіонів держави відмічають і позитивний ефект від застосування позакореневих підживлень в період вегетації. Так, сумісне використання інокуляції насіння в день сівби Легум Фіксом та позакореневе підживлення у фазах ВВСН 60–66 добривом Вуксал Оіл Сід сортів Кассіді та ЕС Ментор в умовах Західного Полісся забезпечує формування урожайності на рівні 3,06–3,11 т/га [17].

Дослідження, проведені у Правобережному Лісостепу України впродовж 2017–2018 років, доводять позитивний вплив двократного застосування Вуксалу Мікропланту для сортів Мерлін та Кент на формування найвищих показників насінневої продуктивності та урожайності, величина якої становила 2,75 та 3,00 т/га відповідно [27].

Оприлюднені результати п'ятирічних досліджень (2017–2021 рр.) у Правобережному Лісостепу України дають підставу стверджувати про доцільність проведення передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ (2 л/т) сумісно із двократним проведенням позакореневих підживлень органомінеральним добривом Хелпрост соя (2,5 л/га), що забезпечило максимальну врожайність зерна в досліді (3,31 т/га), яка перевищувала контроль на 34,0 % [21].

Оракул Мультикомплекс і регулятор росту Вимпел–2 у застосуванні для обробки насіння та у період вегетації у ФГ «Надія» Полтавської області забезпечили прирост врожаю порівняно з контролем на 26,2 % та підвищення продуктивності у 2021 році [35].

Дослідження науковців умов зрошення в південному Степу України впродовж 2018–2019 рр. виявили, що максимальну урожайність (3,27–5,41 т/га) формували варіанти, де застосовувались обробка насіння та позакореневе підживлення препаратом «5 Елемент» на сортах Панна та Святогор [15].

4.3. Сортові особливості формування якості зерна сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення

Одним із важливих показників якості зерна сої є його крупність, яка визначається масою 1000 шт. зерен, що значною мірою залежить від кількості бобів та насіння на одній рослині [42].

За результатами дослідження встановлено, що сорти (фактор А) формували різну масу 1000 шт. зерен, яка в середньому становила 148,4 г і варіювала в межах від 133,6 до 160,8 г. Найбільш виповнене насіння спостерігалось в сорту Діадема Поділля – 156,3 г. Дещо меншу масу 1000 шт. зерен формували сорт Ліссабон – 154,5 г. Найменш виповнене насіння серед досліджуваних сортів формували сорт Кіото – 134,6 г.

Внесення добрив (фактор В) також впливало на показник маси 1000 зерен. У середньому маса збільшувалася на 3,0–3,4 г порівняно із варіантами без внесення добрив. Найбільш виповнене насіння було отримано на варіантах внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 149,7 г. Дещо меншу масу 1000 шт. зерен формували варіанти за удобрення рекомендованою нормою ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 149,3 г, що всього на 0,4 г менше порівняно із попереднім варіантом. Найменшу масу 1000 шт. було розраховано на варіантах без внесення добрив – 146,3 г.

За позакореневого підживлення (фактор С) спостерігалось підвищення показника маси 1000 зерен у середньому на 2,6–6 г порівняно із варіантами без позакореневого підживлення. Найбільш крупне насіння було сформовано за комплексного застосування Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (150,9 г), ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (149,7 г) та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (149,1 г). Дещо меншу масу цього якісного показника розраховано за внесення Аміно Ксеріон – 147,5 г. На варіантах без застосування позакореневого

підживлення зафіксовано найменшу масу 1000 зерен – 144,9 г. $НІР_{05}$ для фактора АВС = 1,69 г.

Таблиця 4.5.

Сортові особливості формування маси 1000 зерен сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), г

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	149,6	152,2	150,4	154,5	144,9
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	156,2	157,9	156,6		150,9
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	154,5	156,1	155,2		149,1
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	154,0	157,0	155,6		149,7
	Аміно Ксеріон	152,4	155,0	154,1		147,5
Кіото	Контроль	126,2	132,5	134,4	134,6	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	133,6	138,6	139,1		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	132,1	135,8	138,0		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	132,6	136,8	138,5		
	Аміно Ксеріон	131,1	133,7	135,6		

Продовження таблиці 4.5.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Діадема Поділля	Контроль	150,6	155,2	153,3	156, 3	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	157,2	160,8	158,5		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	155,2	158,2	157,0		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	155,9	159,2	157,4		
	Аміно Ксеріон	153,8	157,2	155,0		
Середнє, фактор В		146,3	149,7	149,3		
НІР05 для фактора АВС						1,69

Варто відмітити досить велику частку впливу на масу 1000 шт. зерен (рис. 4.5) сортових особливостей (фактор А) – 86,67 % та низький вплив норм добрив (фактор В) – 2,03 % і позакореневого підживлення – 3,81 %. Такий розподіл впливу факторів може бути зумовлений збільшенням кількості бобів та насіння на одній рослині на фоні удобрення, що і могло спричинити досить високий вплив сортових особливостей на крупність насіння. Схожі висновки було отримано й іншими науковцями України та світу [7, 9, 37], і деякі з них стверджують, що маса 1000 шт. коливається у вузьких межах та є генетично обумовленим показником [43]. Частка впливу погодних умов (інші) – 6,52 %.

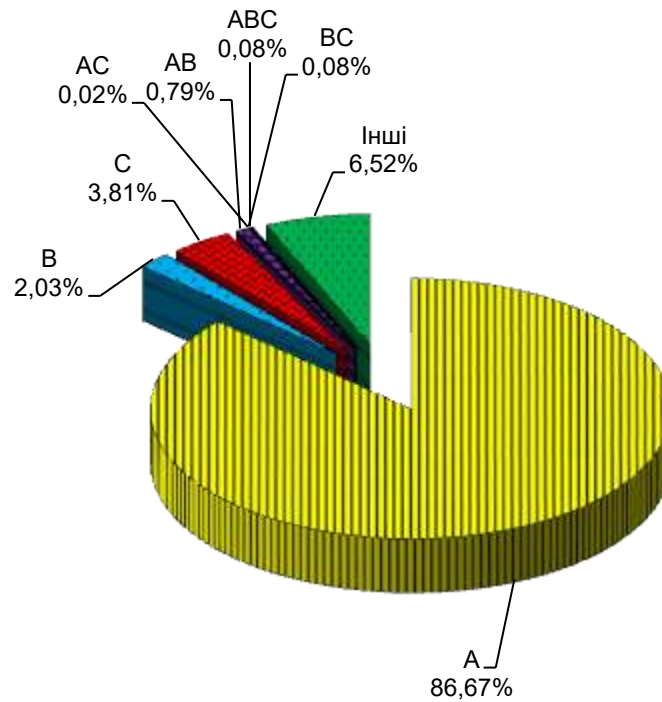


Рис. 4.5. Частка впливу факторів на формування маси 1000 зерен сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Соя є важливою технічною культурою і порівняно з іншими бобовими культурами має високу якість білка, що робить її незамінною у харчовій промисловості [5, 8]. Вона містить у своєму складі близько 40 % білка і 20 % жиру, що обумовлює її високий попит у світі [3].

Соевий білок є єдиним білком рослинного походження, який містить у своєму складі 8 незамінних та 10 замінних амінокислот, що беруть участь в утворенні білків в організмі людей і тварин, також він є гарним джерелом аргініну та гліцину, які є важливими поживними речовинами в циклі сечовини та синтезі колагену. Переважно соєві білки складаються із водорозчинних глобулінів (60–81 %), альбумінів (8–25 %) та важкорозчинної фракції глобулінів (3–27 %). Соевий білок прийнято вважати за стандарт рослинних білків (за даними ФАО ООН) [11, 13, 25, 31, 40].

За даними наших досліджень встановлено, що серед сортів (фактор А) найбільший вміст білка мав сорт Кіото – 40,8 % (табл. 4.6). Децю менший вміст

білка в зерні був притаманний для сорту Діадема Поділля – 39,4 %. Найменшим вмістом білка характеризувався сорт Ліссабон 38,7 %. Загалом середній вміст білка в зерні сої варіював у межах від 37,1 до 41,5 %.

Удобрення позитивно позначилося на накопиченні білка в зерні сої. У середньому за внесення добрив вміст білка збільшився на 0,7–1,1 % порівняно з неудобреними варіантами. Найбільший вміст білка (40,1 %) було сформовано зерном, зібраним на варіантах за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$). Менший вміст білка (39,7 %) було сформовано за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Найменший вміст білка (39,0 %) спостерігався на варіантах без внесення добрив.

За позакореневого підживлення (фактор С) вміст білка в зерні підвищувався на 0,7–1 % порівняно з варіантами, де підживлень не проводили. Серед варіантів застосування добрив для позакореневого підживлення суттєвої різниці не виявлено. HP_{05} для фактора АВС = 1,06 %.

Таблиця 4.6.

Сортові особливості формування білка в насінні сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), %

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив ($N_0P_0K_0$)	розрахункова ($N_{30}P_{60}K_{90}$)	рекомендована ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	37,1	38,3	38,4	38,7	38,9
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	38,2	38,9	38,9		39,8
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	38,5	39,9	39,4		39,8
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	38,0	39,4	39,0		39,6
	Аміно Ксеріон	38,5	39,5	38,8		39,9

Продовження таблиці 4.6.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Кіото	Контроль	39,7	40,6	40,5	40,8	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	40,2	40,8	41,0		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	40,2	41,7	40,9		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	40,4	41,0	40,6		
	Аміно Ксеріон	40,8	41,4	41,5		
Діадема Поділля	Контроль	38,1	39,1	38,6	39,4	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	39,7	40,8	40,2		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	38,7	39,7	39,4		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	38,4	40,3	39,5		
	Аміно Ксеріон	39,2	40,4	39,4		
Середнє, фактор В		39,0	40,1	39,7		
НІР05 для фактора АВС						1,06

Проведений нами дисперсійний аналіз демонструє очевидний вплив погодних умов (інші) на вміст білка в зерні сої – 64,2 %. Деяко менший, але значний вплив на накопичення білка в зерні мали сорти (фактор А) – 22,2 %. Вплив норм добрив (фактор В) та позакореневого підживлення (фактор С) становив 6,32 % та 4,22 % відповідно. Частка впливу взаємодії факторів варіювала від 0,25 до 1,86 %.

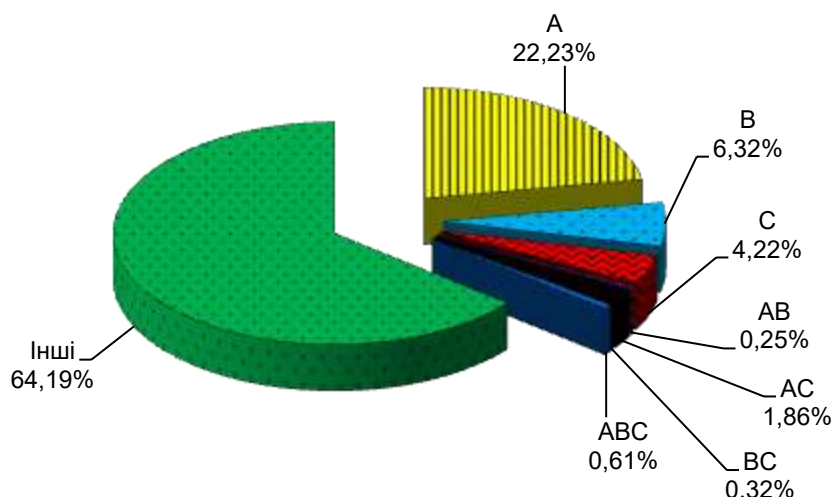


Рис. 4.6. Частка впливу факторів на формування вмісту білка в зерні сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Цінність зерна сої залежить від вмісту в ньому жиру та її жирнокислотного складу, адже соєва олія широко використовується в харчовій промисловості [4].

За фактором А (сорти) встановлено, що в середньому сорти Ліссабон та Діадема Поділля формували однаковий вміст жиру – 19,2 та 19,1 % відповідно. Нижчим вмістом жиру в зерні характеризувався сорт Кіото – 18,4 %. Вміст жиру за досліджувані роки варіював у межах від 17,7 до 19,8 %.

За фактором В (норми добрив) виявлено незначний вплив на накопичення жиру в зерні сої – на 0,4–0,8 % більше порівняно із контрольними варіантами. Найвищий вміст жиру зафіксовано за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) – 19,5 %. Дещо нижчий вміст жиру був у варіантів за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 18,9 %. Найменший вміст жиру відмічено на варіантах без внесення добрив – 18,5 %.

За фактором С (позакореневе підживлення) виявлено незначне підвищення вмісту жиру в зерні сої – на 0,3–0,4 % порівняно із варіантами без застосування добрив для позакореневого підживлення. Зокрема, однаково

більший вміст жиру зафіксовано за застосування Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – по 19,0 % відповідно. За внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо було отримано по 18,9 % жиру в зерні. Найменший вміст зерна відмічено на контрольних варіантах – 18,6 %. $НІР_{05}$ для фактора АВС = 0,35 %.

Таблиця 4.7.

Сортові особливості формування жиру в насінні сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (середнє за 2019–2021 рр., ННВК Сумського НАУ), %

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Ліссабон	Контроль	18,5	19,3	18,9	19,2	18,6
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	19,1	19,8	19,4		19,0
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	18,8	19,7	19,1		18,9
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	18,9	19,6	19,5		19,0
	Аміно Ксеріон	18,8	19,6	19,5		18,9
Кіото	Контроль	17,7	18,5	18,1	18,4	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	18,1	18,9	18,4		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	18,2	18,4	18,5		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	18,0	19,0	18,6		
	Аміно Ксеріон	17,9	18,7	18,3		

Продовження таблиці 4.7.

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)			Середнє	
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розраху- нкова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендо- вана (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	фактор А	фактор С
Діадема Поділля	Контроль	18,2	19,2	18,9	19,1	
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	18,6	19,5	19,1		
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	18,8	19,6	19,2		
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	18,8	19,6	19,2		
	Аміно Ксеріон	18,8	19,3	19,2		
Середнє, фактор В		18,5	19,3	18,9		
НІР ₀₅ для фактора АВС						0,35

За результатами дисперсійного аналізу виявлено суттєвий вплив на вміст жиру сортових особливостей (фактор А) – 38,1 %, внесення добрив (фактор В) – 27,34 % та погодних умов (інші) – 25,47 %. Незначний вплив на вміст жиру мало позакореневе підживлення (фактор С) – 5,85 %. Взаємодія факторів АВС – 1,75 %.

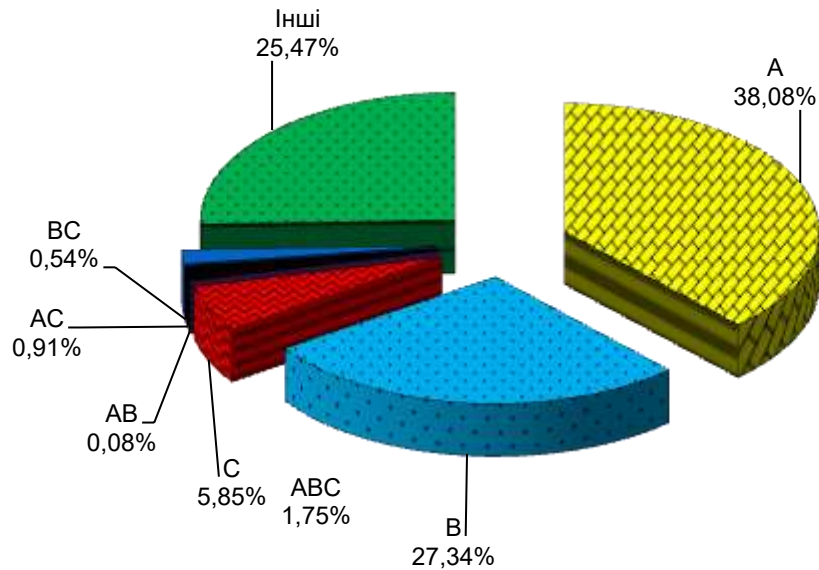


Рис. 4.7. Частка впливу факторів на формування вмісту жиру в зерні сої залежно від сортових особливостей, норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення, %

Багато досліджень було проведено для встановлення зв'язку між цими факторами та накопиченням білка та жиру в зерні сої [2, 10]. Так, за результатами досліджень українських науковців було встановлено, що на вміст сирого протеїну в насінні досліджуваних сортів найбільшу частку впливу мали фактори зони вирощування – 31 % та сорту – 25 %. Також визначено, що фактор зони вирощування впливав на вміст олії в сої на 25 %, а сорту – на 21 % [41].

Дослідження показали, що між вмістом білка в насінні та олії існує зворотний зв'язок, що ускладнює підвищення рівня білка без зниження задовільного рівня олії в насінні [6, 12].

Висновки до розділу 4

1. Виявлено, що внесення добрив та позакореневе підживлення позитивно впливали на кількість бобів на одній рослині. Максимальну кількість бобів на одній рослині (24,0 шт.) було сформовано на фоні розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (22,0 шт.) та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (22,3 шт.): у сорту Ліссабон – 24,8 та 24,7 шт. відповідно, Кіото – 26,9 та 27,5 шт., Діадема Поділля – 24,2 та 24,4 шт.

2. Установлено, що кількість насіння закономірно залежала від кількості бобів на одній рослині. Найбільшу кількість насіння (49,2 шт.) було розраховано на фоні розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (45,6 шт.) та Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (46,1 шт.): у сорту Ліссабон – 51,2 та 51,1 шт. відповідно, Кіото – 57,1 та 58,5 шт., Діадема Поділля – 47,8 та 48,2 шт.

3. За внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) зафіксовано найбільші показники продуктивності рослин сої (7,27 г): у сорту Ліссабон – 7,81 г та Діадема Поділля – 7,64 г за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; Кіото – 7,80 г за застосування Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

4. Отримано максимальну врожайність сої (3,02 т/га) на фоні внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$): за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сорту Ліссабон – 3,45 т/га та Діадема Поділля – 3,22 т/га, що на 1,24–1,41 т/га більше порівняно з абсолютним контролем; за застосування добрив Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 у сорту Кіото – 3,37 т/га, що на 1,35 т/га більше порівняно з абсолютним контролем.

5. Внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) позитивно вплинуло на масу 1000 шт. зерен сої, де в середньому було сформовано масу 149,7 г. Максимальну масу 1000 зерен було сформовано сортами за

позакореневого підживлення комплексом Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант: на фоні розрахункової норми добрив у сортів Ліссабон – 157,9 г та Діадема Поділля – 160,8 г та на фоні рекомендованої – у сорту Кіото – 139,1 г.

6. За результатами біохімічного аналізу виявлено, що найвищий вміст білка (40,1 %) мало насіння, зібране на варіантах внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$): сорту Ліссабон – 39,9 % та Кіото – 41,7 % за позакореневого підживлення добривами Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; Діадема Поділля – 40,8 % за підживлення комплексом Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант.

7. Максимальні показники вмісту жиру в зерні сої (19,3 %) було зафіксовано на варіантах внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$): у сорту Ліссабон за позакореневого підживлення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант – 19,8 %; Кіото за підживлення добривами ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – 19,0 %; Діадема Поділля за підживлення комплексами Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо – по 19,6 %.

Список використаних джерел до розділу 4

1. Andriy Melnyk, Yuriy Romanko, Anhelina Dudka, Vika Chervona, Maxim Brunyov, Evhen Sorokolit. Ecological elasticity of soy varieties' performance according to climatic factors in Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. Volume 11, No. 2. C. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.17930/AGL2022212>
2. Assefa Y , Bajjalieh N , Archontoulis S , Casteel S , Davidson D , Kovács Péc. Spatial characterization of soybean yield and quality (amino acids, oil, and protein) for the United States. *Sci Rep*. 2018. 8 (1). P. 1–11 . DOI: <https://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-32895-0>
3. Banaszkiwicz T. Nutritional value of soybean meal. *Soybean Nutr*. 2011. 12. P. 1–20.
4. Carrera C.S., Dardanelli J.L. Water deficit modulates the relationship between temperature and unsaturated fatty acid profile in soybean seed oil. *Crop Sci*. 2017. 57. P. 3179–3189. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.04.0214>
5. Chatterjee K., Gleddy S., Xiao C. W. Bioactive soybean peptides and their functional properties. *Nutrients*. 2018. 10 (9). P. 1211.
6. Chung J., Babka H. L., Graef G. L., Staswick P. E., Lee DJ , Cregan P. B., Shoemaker R. C. , Specht J. E. Seed protein, oil and yield QTL in linkage group I soybean. *Crop Sci*. 2003. 43. P. 1053–1067.
7. Egli D. B. Variation in leaf starch and sink limitations during seed filling in soybean. *Crop Science*. 1999. 39. P. 1361–1368.
8. Juyande H. Soy products as healthy and functional food. *Middle East J. Sci. res*. 2011. 7 (1). P. 71–80.
9. Kantolic A. G. Development and seed number in indeterminate soybean as affected by timing and duration of exposure to long photoperiods after flowering. *Annals of Botany*. 99. 2007. P. 925–933.
10. Lee S.J., Yan W., Ahn J. K., Chung I. M. The effect of year, site, genotype and their interaction on different soybean isoflavones . *Field crops Res*. 2003. 81 (2–3). P. 181–92.

11. Sa A., Moreno Y., Carciofi B. Food processing to improve digestibility of vegetable proteins. *Crete. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020. 60 (20). P. 3367–3386.
12. Wilcox, Jr.; Shibles, R. M. Relationships between soybean seed quality traits. *Crop Sci.* 2001. 41 P. 11–14.
13. Авраменко С., Манько К., Шелякін В. Удобрення сої: нові підходи. *Пропозиція.* 2016. № 4. С. 66–70.
14. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт.* 2019. № 10. С. 41–45.
15. Боровик В. О., Біднина І. О., Біляєва І. М., Шкода О. А. Мікродобриво як фактор прискорення зростання та розвитку рослин на посівах нових сортів сої в умовах зрошення. *Аграрні інновації.* 2020. (2). С. 89–95. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.2.14>
16. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *PLANT AND SOIL SCIENCE.* 2020. Vol. 11, № 1. С. 14–22. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr2020.01.013>
17. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В., Мартинов О. М. Урожай і якість зерна сої під впливом інокуляції та позакореневого підживлення. *Таврійський науковий вісник.* 2020. № 111. С. 44–48. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.5>
18. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Грабовська Т. О., Лозінський М. В., Козак Л. А. Порівняльна оцінка урожайності та якісних показників сортів сої за традиційної та органічної технологій вирощування. *Зернові культури.* 2023. Том 7. № 1. С. 113–122. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0266>
19. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти.* 2019. 1 (74). С. 33–39 DOI: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-33-39>

20. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. 94 (4). С. 33–37. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201604-08>
21. Дідур І. М. Вплив обробки насіння та позакоренових підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. 2023. 1 (51). С. 37–43. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.5>
22. Дудка А. А., Бруньов М. І., Сороколіт Є. М. Вплив системи удобрення на продуктивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків 29–30 листопада 2022 р.)*. Харків, 2022. С.119.
23. Дудка А. А., Мельник А. В. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від норм добрив та позакоренового підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія. Агронія і біологія*. 2023. 2 (52). С. 28–37. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.4>
24. Дудка А. А., Романько Ю. О. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.11>
25. Дудка А. А., Бруньов М. І., Сороколіт Є. М., Червона В. О., Лі Жуйцзе. Сортіві особливості формування показників якості зерна сої в умовах лівобережного Лісостепу України. *Гончарівські читання : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Суми, 25 травня 2023 р.)*. Суми, 2023. С. 96.
26. Дудкіна А. П., Бондарева О. Б. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої в умовах південно-східного Степу України. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 133–143. DOI: <https://doi.org/10.31073/mvis201908-11>

27. Забарна Т. А., Пелех Л. В. Продуктивність сортів сої залежно від впливу ґрунтового-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 39. С. 6–11.

28. Заболотний Г. М., Циганський В. І., Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив та мікродобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. *Агробіологія*, 2015. (2). С. 130–133.

29. Каленська С. М., Лопатько К. Г., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при 179 вирощуванні сої [Електронний ресурс]. *Наукові доповіді Наукового вісника НУБіП*. 2011. № 5 (27). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11ksm.pdf.

30. Каленська С. М., Новицька Н. В., Барзо І. Т. Економічна ефективність вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Молодий вчений*. 2014. № 10 (13). С. 18–20.

31. Кобак С. Я., Колісник С. І., Сереветник О. В. Найбільш поширені хвороби сої та ефективність препаратів компанії BASF для їх контролю. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 10. С. 46–47.

32. Козючко А. Г., Гавій В. М. Біохімічні показники зерна сої за передпосівної обробки насіння комбінаціями метаболічно активних речовин. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2022. Випуск 2 (48). С. 90–95. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.13>

33. Коробко А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 125–134.

34. Коць С. Я. Біологічна фіксація азоту: досягнення та перспективи розвитку. *Фізіологія рослин та генетика*. 2021. 53.2. С. 128–159. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.128>

35. Ласло О. О., Мельничук А. В. Ефективність застосування регулятора Вимпел-2 та комплексного мікродобрива у посівах сої. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С.24–29. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.02>

36. Мазур В. А., Гончарук І. В., Дідур І. М., Панцирева Г. В., Телекало Н. В., Купчук І. М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: Нілан ЛТД, 2021. 180 с.
37. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошуваних землях Півдня України : автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Херсон. 2018. 23 с.
38. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 3–11.
39. Присяжнюк О. І.; Григоренко С. В. Урожайність сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 151–157. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.20>
40. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) /В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посилаєва, П. В. Чернишенко: монографія /НААН, Інститут рослинництва ім. ВЯ Юр'єва. Х., 2016. 400 с.
41. Топчій О. В., Присяжнюк Л. М., Іваницька А. П., Щербиніна Н. П., Кієнко З. Б. Вплив факторів вирощування на показники продуктивності сої [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Вивчення та охорона сортів рослин*. 2020. 16 (1). С. 78–89. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201269>
42. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 25–29.
43. Шовкова О. В. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та мінерального живлення в умовах лівобережної частини Лісостепу України : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Харків. 2021. 22 с.
44. Шовкова О. В., Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України. електрон. наук. фахове вид.* 2020. № 2 (84). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.015>

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ**5.1. Економічна ефективність вирощування сої залежно від сорту та комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення**

Виклики сьогодення, з якими доводиться стикатися аграріям під час вирощування та реалізації продукції рослинництва, спонукають економічно оцінювати кожен елемент удосконалення технологій вирощування. Адже забезпечення мінімальних матеріальних витрат є одним із пріоритетних завдань, так само як і отримання максимального виходу продукції з посівної площі [1].

Більшість професіоналів різних галузей наголошують не лише на економічній перспективності розвитку ринку сої та її похідних продуктів, а й на соціальній значущості цієї культури. Остання забезпечується тим, що насіння сої містить до 40 % білка та близько 20 % олії, що дозволяє їй посісти провідне місце доступного (дешевого) білка для харчування людей у країнах із низьким рівнем доходу [2].

Оцінити економічну ефективність вирощування сої дозволяють основні показники: рентабельність та маса прибутку. Оскільки саме вони сприяють формуванню правильного уявлення про вигідність виробництва с.-г продукції в умовах господарства, тому що застосування певних елементів технології вирощування призведе до підвищення собівартості і, як наслідок, – збитків.

Розрахунок показників економічної ефективності вирощування сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України проводили на основі складених технологічних карт вирощування згідно з актуальними цінами на матеріальні

ресурси та оплату праці станом на 2021 рік. Ціна реалізації зерна сої на жовтень 2021 року становила 15 750 грн/т.

Деталізовані розрахунки економічної ефективності вирощування досліджуваних сортів сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення подані в додатках В.1–В.3. Показники умовно чистого прибутку з одиниці площі за вирощування досліджуваних сортів сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1.

Прибуток за вирощування досліджуваних сортів сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення (за цінами на жовтень 2021 рр.), грн/га

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)		
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)
Ліссабон	Контроль	25 888	30 263	28 564
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	26 055	32 577	31 032
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	28 798	35 167	33 928
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	26 381	33 516	31 818
	Аміно Ксеріон	25 779	33 528	31 982
Кіото	Контроль	23 299	28 441	27 203
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	23 927	31 215	30 743
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	27 743	35 032	34 560
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	24 559	32 461	31 989
	Аміно Ксеріон	23 804	31 246	30 326
Діадема Поділля	Контроль	20 292	26 353	24 655
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	21 379	29 588	28 042
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	24 428	32 484	31 399
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	22 318	29 606	27 601
	Аміно Ксеріон	21 869	29 158	26 999

З таблиці бачимо, що всі варіанти дослідів економічно ефективні (згідно з показником умовно чистого прибутку), саме тому нижче наведено характеристику щодо кожного з досліджуваних факторів.

Щодо досліджуваних сортів сої, то найвищі показники умовно чистого прибутку, які знаходились в межах 25 779–35 167 грн/га, було отримано за вирощування сорту Ліссабон. Інші сорти забезпечили нижчі результати. Так, сорт Кіото мав рівень умовно чистого прибутку 23 299–35 032 грн/га, а сорт Діадема Поділля – 20 292–32 484 грн/га.

Позакореневе підживлення забезпечило ріст прибутку порівняно з контрольним варіантом, де обробка відбувалася чистою водою. Так, найвищі значення прибутку були розраховані за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та знаходились в межах для сорту Ліссабон – 28 798–35 167 грн/га, для сорту Кіото – 27 743–35 032 грн/га, для сорту Діадема Поділля – 24 428–32 484 грн/га.

Щодо норми внесення мінеральних добрив, то найвищі рівні умовно чистого прибутку було забезпечено за розрахункової норми внесення добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$), і вони становили для сорту Ліссабон – 35 167 грн/га, для сорту Кіото – 35 032 грн/га, для сорту Діадема Поділля – 32 484 грн/га.

Отже, максимальне значення умовно чистого прибутку було досягнуто шляхом вирощування сої сорту Ліссабон за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та розрахункової норми ($N_{30}P_{60}K_{90}$) внесення мінеральних добрив.

Для аналізу економічної та господарської діяльності с.-г підприємства застосовують показник – рентабельність. Вона визначається як відношення прибутку та витрат. Рентабельність є відносним показником, що дозволяє оцінити ефективність того чи іншого елемента технології [4].

Рівень рентабельності за вирощування досліджуваних сортів сої залежно від норм добрив та позакореневого підживлення за цінами на жовтень 2021 року наведено в табл. 5.2.

**Рівень рентабельності за вирощування досліджуваних сортів сої
залежно від норм добрив та позакореневого підживлення
(за цінами на жовтень 2021 рр.), %**

Сорти (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Норма мінеральних добрив (фактор С)		
		без добрив (N ₀ P ₀ K ₀)	розрахункова (N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀)	рекомендована (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)
Ліссабон	Контроль	290	175	173
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	196	150	148
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	290	191	193
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	234	170	168
	Аміно Ксеріон	243	176	175
Кіото	Контроль	274	168	169
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	185	146	149
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	289	194	200
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	226	168	172
	Аміно Ксеріон	233	167	163
Діадема Поділля	Контроль	247	158	156
	Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	169	140	138
	Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	263	183	185
	ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	211	155	151
	Аміно Ксеріон	220	158	154

З даних таблиці бачимо, що абсолютно всі варіанти досліджу є ефективними в економічному аспекті, навіть контрольні варіанти забезпечили високі показники рентабельності.

Рівні рентабельності змінювались залежно від вирощуваного сорту сої. Так, за вирощування сорту Ліссабон рентабельність знаходилась в межах 150–190 %, для сорту Кіото – 146–289 % та сорту Діадема Поділля – 138–263 %.

Норма внесення мінеральних добрив прямо вплинула на рентабельність вирощування сої, адже добрива – це додаткові витрати, які за необґрунтованого використання не дають прибутку, який би міг покрити витрати. Саме тому високі рівні рентабельності (247–290 %) було розраховано для варіантів без внесення мінеральних добрив.

Застосування позакореневого підживлення викликало додаткові витрати, які збільшили собівартість одиниці продукції та знизили рентабельність. Позакореневе внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 забезпечило максимальні значення рентабельності як для сорту Ліссабон 191–290 %, так і для сортів Кіото 194-289 % та Діадема Поділля – 183–263 %. Також рентабельність 290 % було отримано для контрольного варіанта, що пояснюється відсутністю додаткових витрат на мікродобрива.

Отже, щодо рентабельності, то ефективним виявилось вирощування сої сорту Ліссабон без внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення, а також за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та відсутності внесення мінеральних добрив. Але, як було зазначено раніше, для того щоб сформулювати уявлення про економічний ефект загалом, варто звертати увагу на масу прибутку з одиниці площі, оскільки він є кінцевим фінансовим результатом діяльності аграрних підприємств.

Зважаючи на це, отримання максимального прибутку забезпечить вирощування сої сорту Ліссабон за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та розрахункової норми ($N_{30}P_{60}K_{90}$) внесення мінеральних добрив. Саме тому на рис. 5.1 показана структура витрат для цього варіанта.

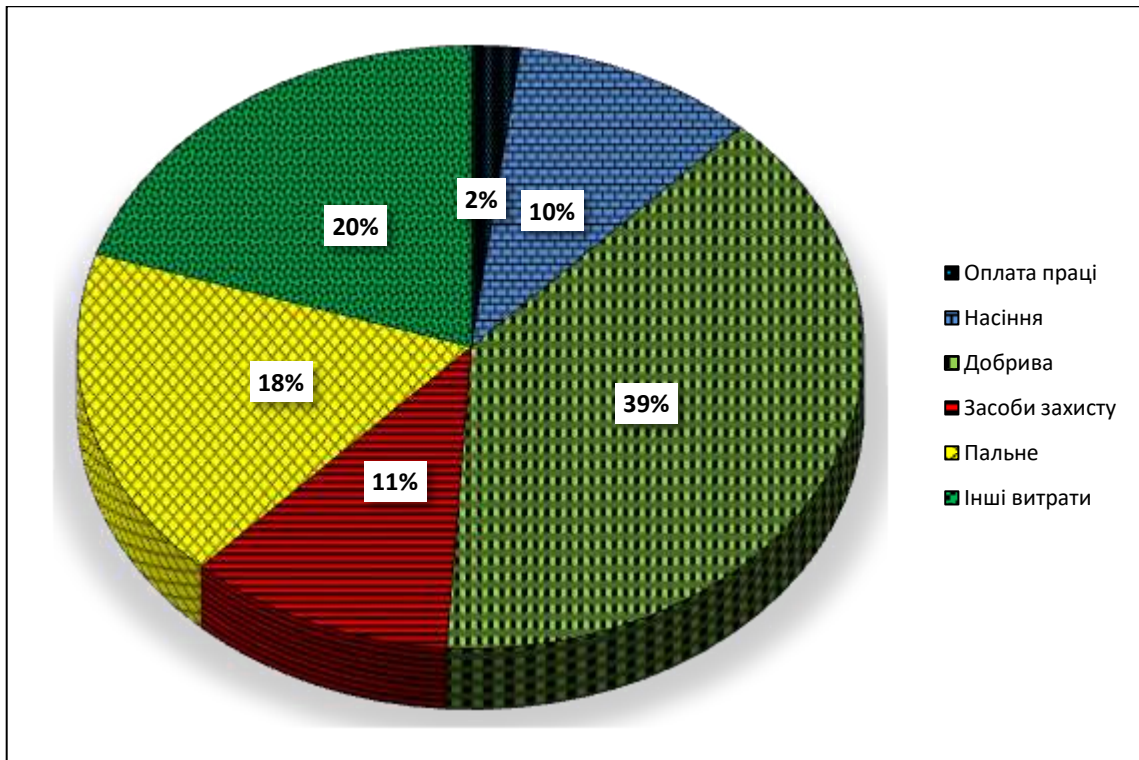


Рис. 5.1. Структура витрат на 1 га, %

З рисунка бачимо, що найбільші видатки було затрачено на добрива – 39 %, паливно-мастильні матеріали – 18 % та засоби захисту рослин – 11 %. Значна частина витрат припадає на інші витрати, що складаються з амортизаційних відрахувань і загальних витрат на утримання і ремонт необоротних активів загальнопромислового призначення тощо.

5.2. Енергетична ефективність вирощування сої залежно від сорту та комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення

Оцінка вдосконалених елементів технології з погляду енергетичної ефективності має низку переваг перед економічною оцінкою, оскільки вона не залежить від кон'юнктури ринку і політики ціноутворення, а дає змогу енерговитрати на виробництво виразити в єдиних одиницях – джоулях [6].

Оцінити той чи інший елемент технології вирощування щодо енергоощадності можна шляхом відношення енергії, акумульованої в урожаї,

до сукупної енергії, витраченої на вирощування і збирання врожаю. Цей показник має назву коефіцієнт енергетичної ефективності [5].

Розрахунки енергетичних показників (додатки Г.1–Г.3) свідчать про те, що всі досліджувані фактори прямо впливали на показники енергетичної ефективності технології вирощування сої. Коефіцієнт енергоефективності абсолютно всіх варіантів досліду показує, що вони є енергетично ефективними, оскільки його значення більше 1.

Оцінка енергетичної ефективності вирощування сої сорту Ліссабон залежно від комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення у вигляді стовпчикової діаграми (рис. 5.2).

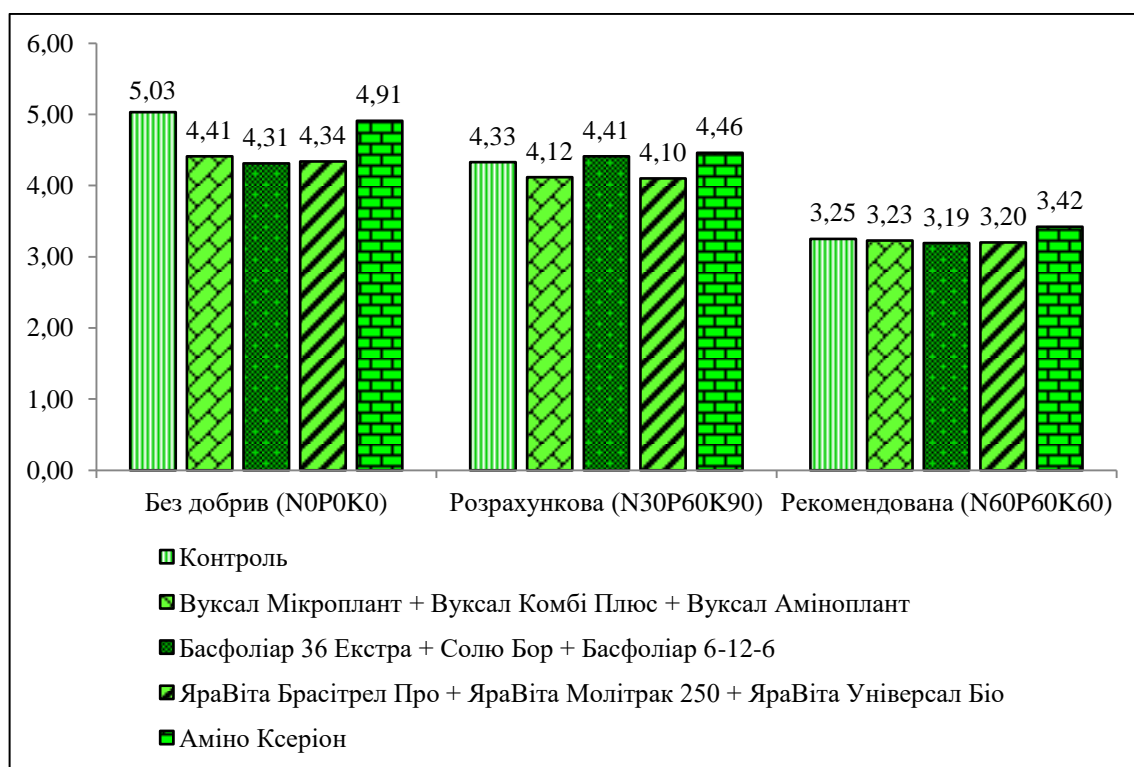


Рис. 5.2. Коефіцієнти енергетичної ефективності вирощування сої сорту Ліссабон залежно від комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення

За вирощування сорту Ліссабон коефіцієнт енергетичної ефективності змінювався залежно від досліджуваних факторів. Так, максимальне значення 5,01 було розраховано для варіанта без комплексного застосування мінеральних

добрив та без позакореневого підживлення, а мінімальний – 3,19 за рекомендованої норми внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

За вирощування сорту Кіото залежно від комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення було отримано такі коефіцієнти енергетичної ефективності (рис. 5.3):

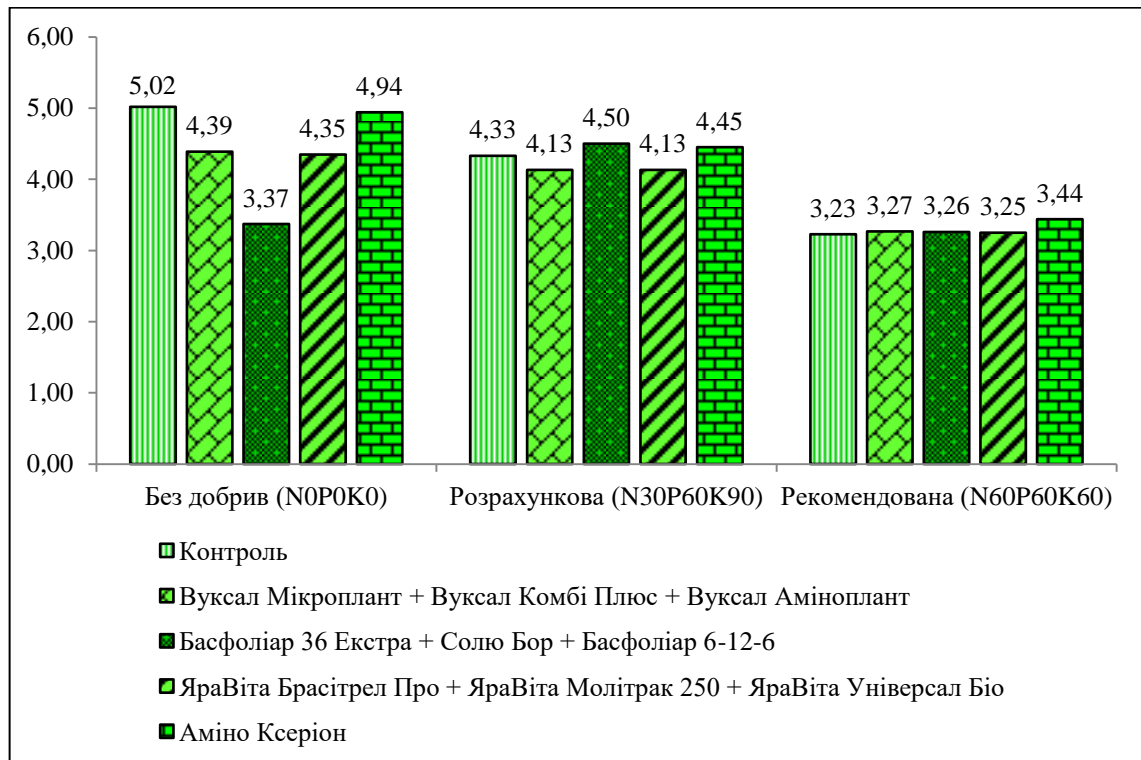


Рис. 5.3. Коефіцієнти енергетичної ефективності вирощування сої сорту Кіото залежно від комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення

Для сорту Кіото найвище значення К_е 5,02 було зафіксовано для варіанта без комплексного застосування мінеральних добрив та без внесення позакореневого підживлення, як і для попереднього досліджуваного сорту сої. Щодо найнижчого значення коефіцієнта, то він був зафіксований за рекомендованої норми комплексного застосування мінеральних добрив та контрольного варіанта позакореневого внесення.

Рівні коефіцієнта енергетичної ефективності за вирощування сої сорту Діадема Поділля залежно від комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення зображено на рис. 5.3.

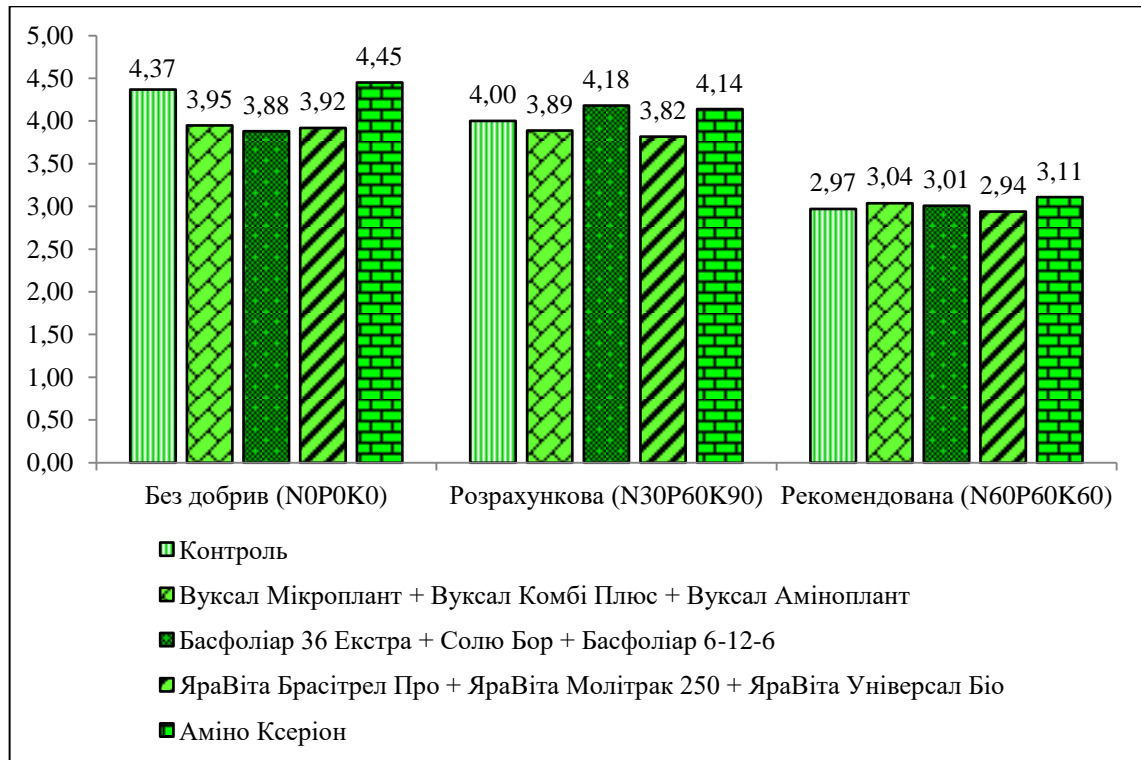


Рис. 5.4. Коефіцієнти енергетичної ефективності вирощування сої сорту Діадема Поділля залежно від комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення

За вирощування сої сорту Діадема Поділля максимальний $K_{ee}=4,45$ за відсутності комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого внесення Аміно Ксеріону. Мінімальний коефіцієнт енергоефективності 2,94 було розраховано за рекомендованої норми комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення ЯраВіта Брасітрел Про+ЯраВіта Молітрак 250+ЯраВіта Універсал Біо.

Отже, після проведеного аналізу енергетичної ефективності була визначена загальна тенденція щодо формування значення K_{ee} . Так, за відсутності комплексного застосування добрив та без позакореневого підживлення було отримано найвище значення енергоощадності. Пояснити це можна тим, що комплексне застосування мінеральних добрив та

позакореневого підживлення істотно збільшувало витрати енергії через високу енергоємність добрив. Питома вага комплексних мінеральних добрив варіювала в межах 27,9–38,7 %, а позакореневого підживлення 4,0–27,1 %.

Висновки до розділу 5

Оцінивши ефективність вирощування сої залежно від сорту, комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення з економічного та енергетичного погляду, отримали такі висновки:

1. Вирощування сої в умовах північно-східного Лісостепу України є вигідним в економічному та енергетичному контексті. Про це свідчать розраховані економічні показники (маси прибутків і рівні рентабельності) та коефіцієнти енергетичної ефективності.

2. За вирощування сої залежно від сорту, комплексного застосування мінеральних добрив і позакореневого підживлення максимальний рівень рентабельності 290 % було отримано за вирощування сорту Ліссабон без внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення, а також за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

3. Максимальну масу прибутку з одиниці площі (35 167 грн/га) було отримано при вирощуванні сої сорту Ліссабон за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 за розрахункової норми ($N_{30}P_{60}K_{90}$) внесення мінеральних добрив.

4. Розрахована структура витрат за вирощування сої розподілилась так: витрати на оплату праці в середньому для всіх варіантів дослідження становлять $\approx 2-4\%$; насіння $\approx 7-17\%$ (вітчизняне) та $8-21\%$ (іноземне); засоби захисту $\approx 9-23\%$; пальне $\approx 15-35\%$; інші витрати $\approx 20\%$. Внесення мінеральних добрив розрахунковою нормою ($N_{30}P_{60}K_{90}$) (36–41%), $N_{60}P_{60}K_{60}$ (35–45 %).

5. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 3,37-5,03$) для всіх сортів забезпечили такі фактори, як відсутність комплексного внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення. Комплексне внесення добрив забезпечило зниження енергетичної ефективності, оскільки істотно збільшило витрати енергії через високу енергоємність добрив.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства. Вища школа, 1994. С. 136–153.
2. Тимченко В. Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свинарство [Електронний ресурс]: *Аграрний сектор України*. Режим доступу: <http://agroua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/>
3. Рентабельність. Юридична енциклопедія : [у 6 т.] /ред. кол.: Ю. С. Шемшученко та ін.. К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 2003. Т. 5 : П – С. 736 с. – ISBN 966-7492-05-2.
6. Медведовський О. К., Іваненко П. І Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
7. Тараріко Ю. О. Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації. К.: Нора-прінт, 2001. 60 с.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і вирішення наукового завдання щодо вдосконалення технології вирощування сої в умовах північно-східного Лісостепу України, в основу якого покладено вивчення сортових особливостей формування продуктивності рослин сої за внесення різних норм добрив та позакореневого підживлення. Отримані результати 2019–2021 років досліджень дозволяють зробити такі висновки:

1. Застосування різних норм добрив та позакореневого підживлення сприяло збільшенню морфологічних параметрів рослин сої. Найбільші показники висоти рослин сої було отримано на варіантах за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$): у сорту Ліссабон за підживлення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант (70,9 см); у сорту Кіото – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (78,2 см); у сорту Діадема Поділля – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 (67,7 см), ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо (67,2 см). Максимальна висота кріплення нижнього бобу була виявлена на фоні рекомендованої норми внесення добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$): у сортів Ліссабон (13,5 см) та Діадема Поділля (12,7 см) за позакореневого підживлення ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; Кіото (по 12,3 см) за внесення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант та добрив Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

2. Установлено, що удобрення позитивно вплинуло на показники фотосинтетичної діяльності. Максимальну площу листової поверхні (34,6 тис. $m^2/га$) розраховано за розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) та позакореневого живлення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сорту Ліссабон – 37,2 тис. $m^2/га$; у сорту Кіото – 36,3 тис. $m^2/га$; Діадема Поділля – 34,7 тис. $m^2/га$. Найбільшим вмістом хлорофілів а+b характеризувалися варіанти за внесення рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$): у сортів Ліссабон (2,58 мг/г сирової маси) та Кіото (2,45 мг/г) за

підживлення добривами Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; Діадема Поділля (2,62 мг/г) за застосування Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант.

3. Виявлено позитивний вплив внесення добрив на формування симбіотичного апарату сої. Найвищими показниками маси сирової кореневої системи характеризувалися сорти: Ліссабон – 5,24 г, Кіото – 5,34 г, Діадема Поділля – 4,83 г на фоні рекомендованої норми добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант. За внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$) підвищувалися кількість і маса бульбочкових бактерій. Найбільшу кількість бульбочок формували сорти Ліссабон – 41,1 шт., Кіото – 34,9 шт. та Діадема Поділля – 38,3 шт. за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант. Найбільшу масу бульбочкових бактерій з однієї рослини формували сорти Ліссабон – 0,63 г, Кіото – 0,73 г та Діадема Поділля – 0,81 г за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

4. Простежується чітка тенденція до збільшення показників індивідуальної продуктивності рослин сої за внесення добрив та позакореневого підживлення. Максимальну кількість бобів та насіння отримано на фоні розрахункової норми внесення добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$): у сорту Ліссабон (24,8 та 51,2 шт. відповідно) за внесення добрив Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; у сорту Кіото (27,5 та 58,5 шт.) та Діадема Поділля (24,4 та 48,2 шт.) за застосування комплексу Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6. Найбільшу масу зерна з однієї рослини отримано на фоні $N_{30}P_{60}K_{90}$ за позакореневого підживлення: Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сортів Ліссабон (7,81 г) та Діадема Поділля (7,64 г). У сорту Кіото (7,80 г) за підживлення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

5. Вищу врожайність сортів сої отримано на фоні розрахункової норми внесення добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$): за позакореневого підживлення комплексом

Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сортів Ліссабон – 3,45 т/га та Діадема Поділля – 3,22 т/га. У сорту Кіото – 3,37 т/га за підживлення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6.

6. Внесення добрив позитивно вплинуло на показники якості зерна. Найбільшу масу 1000 шт. зерен сформовано за позакореневого підживлення добривами Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант: у сорту Ліссабон – 157,9 г та Діадема Поділля – 160,8 г за розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$). У сорту Кіото – 139,1 г за вищенаведеного комплексного підживлення на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

7. Найвищим вмістом білка та жиру вирізнялися варіанти на фоні розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$). Зокрема, вміст білка у сортів Ліссабон (39,9 %) та Кіото (41,7 %) за підживлення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; у сорту Діадема Поділля (40,8 %) за внесення Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант. Максимальні показники вмісту жиру в зерні сої (19,3 %) зафіксовано на варіантах за внесення розрахункової норми добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$): на варіантах застосування Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант у сорту Ліссабон – 19,8 %; за внесення комплексу ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо у сорту Кіото – 19,0 %; Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо у сорту Діадема Поділля – по 19,6 %.

8. З огляду на велику вартість та енергоємність добрив, максимальний рівень рентабельності (290 %) та Кее (4,31–5,03) отримано за вирощування сої сорту Ліссабон без внесення мінеральних добрив та позакореневого підживлення. Водночас найвищі значення прибутку (35 167 грн/га) розраховано за вирощування сорту Ліссабон за позакореневого внесення Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 на фоні мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{90}$.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою стабілізації виробництва зерна сої, збереження родючості ґрунту та отримання максимального прибутку в умовах північно-східного Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному з низьким вмістом гідролізованого азоту, дуже високим вмістом рухомого фосфору та середнім вмістом рухомого калію впроваджувати такі складники технології вирощування:

- висівати більш інтенсивний сорт Ліссабон;
- вносити мінеральні добрива нормою ($N_{30}P_{60}K_{90}$);
- проводити позакореневе підживлення добривами за схемою: Басфоліар 36 Екстра (ВВСН 13) + Солю Бор (ВВСН 60)+ Басфоліар 6-12-6 (ВВСН 69).

ДОДАТКИ

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Висота рослин (см) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	608269,6		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	57,22	62,4	56,9	176,5	58,8
		c2	59,31	65,2	58,1	182,7	60,9
		c3	59,20	64,4	59,2	182,8	60,9
		c4	59,20	64,4	58,6	182,2	60,7
		c5	58,93	63,5	58,9	181,3	60,4
	b2	c1	63,22	68,6	62,7	194,4	64,8
		c2	65,82	70,2	65,1	201,1	67,0
		c3	65,10	71,3	64,7	201,1	67,0
		c4	65,45	70,9	64,9	201,3	67,1
		c5	64,32	70,3	64,6	199,3	66,4
	b3	c1	66,82	72,8	66,5	206,1	68,7
		c2	69,20	75,2	68,3	212,8	70,9
		c3	68,90	73,9	67,9	210,7	70,2
		c4	69,31	74,6	68,6	212,5	70,8
		c5	68,12	74,0	67,3	209,5	69,8
A2	b1	c1	63,66	67,9	62,9	194,5	64,8
		c2	66,33	68,6	64,7	199,7	66,6
		c3	65,10	69,8	65,9	200,8	66,9
		c4	66,10	68,5	64,1	198,7	66,2
		c5	64,52	69,0	64,0	197,5	65,8
	b2	c1	71,82	75,3	70,8	217,9	72,6
		c2	74,55	76,2	73,6	224,4	74,8
		c3	74,20	77,6	73,6	225,4	75,1
		c4	73,66	76,7	74,4	224,8	74,9
		c5	73,12	77,7	73,3	224,1	74,7
	b3	c1	74,33	78,2	73,3	225,8	75,3
		c2	77,12	79,1	75,0	231,2	77,1
		c3	77,40	80,8	76,4	234,6	78,2
		c4	76,89	79,7	76,8	233,4	77,8
		c5	75,86	80,2	74,7	230,7	76,9
A3	b1	c1	56,33	58,5	55,2	170,0	56,7
		c2	59,12	61,7	59,0	179,8	59,9
		c3	58,40	60,9	58,8	178,1	59,4
		c4	58,90	60,2	57,9	177,0	59,0
		c5	57,12	59,9	58,2	175,2	58,4
	b2	c1	61,44	63,6	60,7	185,7	61,9
		c2	64,01	65,9	63,2	193,1	64,4
		c3	64,40	66,3	63,6	194,3	64,8
		c4	63,25	66,7	64,0	193,9	64,6
		c5	62,90	65,4	63,2	191,5	63,8
	b3	c1	64,55	66,8	64,1	195,5	65,2
		c2	67,22	68,2	67,1	202,5	67,5
		c3	66,40	69,8	66,9	203,1	67,7
		c4	66,99	68,7	67,2	202,9	67,6
		c5	66,15	69,1	66,2	201,5	67,2
			2971,96	3138,66	2951,19	9061,81	67,12

Продовження Додатка А.1

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	Sy	5011,3	134				
Погоди	Sp	469,4	2				
Варіантів	Cv	4461,8	44	101,4	111,3	1,51	
	Ca	2101,1	2	1050,6	1153,0	3,10	
	Cb	2200,0	2	1100,0	1207,2	3,10	
	Cc	106,8	4	26,7	29,3	2,48	
	Cab	46	4	11,4	12,5	2,48	
	Cac	3,1	9	0,3	0,4	1,99	
	Cbc	1,8	8	0,2	0,3	2,05	
	Cabc	3,2	16	0,2	0,2	1,76	
	Похибки	Cz	80,2	88	0,9		

t_{05}	1,99
----------	------

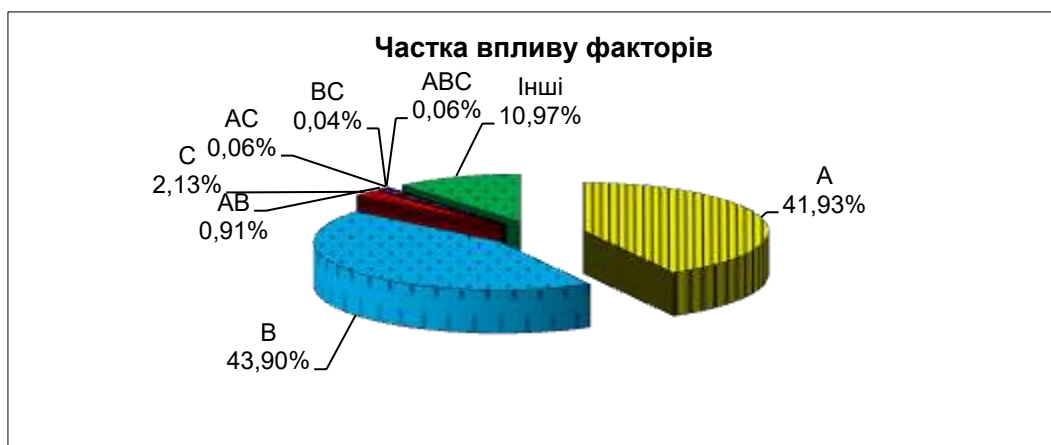
Точність досліджу:	0,8%
--------------------	------

HP_{05ABC}	1,1	HP_{05A}	0,28	HP_{05B}	0,28	HP_{05C}	0,37
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
41,9%	43,9%	2,1%	0,9%	0,1%	0,0%	0,1%	11,0%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив ($N_{30}P_{60}K_{90}$); b3 – рекомендована норма добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Площа листової поверхні (тис. м²/га)

сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Рo	No	Kst		
3	3	5	3	135	131828,4		
Варіанти			Повторення, Рo			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	24,88	28,6	24,8	78,3	26,1
		c2	28,75	30,6	27,7	87,0	29,0
		c3	28,51	30,8	27,5	86,8	28,9
		c4	27,55	30,3	26,9	84,7	28,2
		c5	26,91	29,0	25,9	81,8	27,3
	b2	c1	32,83	35,9	30,8	99,5	33,2
		c2	36,88	39,6	35,2	111,7	37,2
		c3	36,12	39,2	35,0	110,3	36,8
		c4	35,94	38,9	34,8	109,6	36,5
		c5	35,22	38,6	34,5	108,4	36,1
	b3	c1	30,74	34,5	29,0	94,2	31,4
		c2	35,06	38,1	33,3	106,5	35,5
		c3	34,91	37,5	33,1	105,5	35,2
		c4	34,35	37,3	32,4	104,0	34,7
		c5	34,13	37,0	32,1	103,3	34,4
A2	b1	c1	23,96	25,0	23,0	71,9	24,0
		c2	27,22	29,0	26,7	82,9	27,6
		c3	27,46	29,1	26,8	83,4	27,8
		c4	26,22	27,5	25,9	79,7	26,6
		c5	25,12	26,7	24,9	76,8	25,6
	b2	c1	30,86	33,7	29,9	94,4	31,5
		c2	35,39	38,5	34,7	108,6	36,2
		c3	35,41	38,7	34,9	109,0	36,3
		c4	34,71	37,4	34,1	106,2	35,4
		c5	33,63	36,7	33,0	103,3	34,4
	b3	c1	29,69	33,0	28,6	91,3	30,4
		c2	34,95	36,9	34,0	105,9	35,3
		c3	35,11	37,1	34,2	106,4	35,5
		c4	34,07	36,6	33,8	104,5	34,8
		c5	33,43	35,3	32,1	100,8	33,6
A3	b1	c1	20,86	22,9	19,4	63,2	21,1
		c2	24,48	26,3	23,1	73,9	24,6
		c3	24,37	26,3	23,0	73,6	24,5
		c4	24,25	26,0	22,8	73,0	24,3
		c5	23,89	24,7	21,9	70,5	23,5
	b2	c1	29,91	30,1	29,1	89,1	29,7
		c2	35,18	35,3	33,7	104,2	34,7
		c3	34,99	35,2	33,5	103,7	34,6
		c4	33,75	34,0	33,2	101,0	33,7
		c5	32,88	33,0	32,8	98,6	32,9
	b3	c1	28,71	29,0	26,8	84,6	28,2
		c2	33,64	33,8	32,1	99,5	33,2
		c3	33,56	33,7	32,2	99,4	33,1
		c4	32,06	32,2	31,1	95,4	31,8
		c5	30,93	31,3	30,5	92,7	30,9
			1393,47	1480,64	1344,52	4218,63	31,25

Продовження Додатка А.2

Джерела варіації	Сума квадратів	Степінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				$F_{ф}$	F_{05}		
Загальна	Sy	2818,9	134				
Погоди	Sp	211,3	2				
Варіантів	Cv	2558,8	44	58,2	105,0	1,51	
	Ca	258,9	2	129,5	233,8	3,10	
	Cb	1946,8	2	973,4	1757,5	3,10	
	Cc	323,3	4	80,8	146,0	2,48	
	Cab	15	4	3,7	6,6	2,48	
	Cac	4,7	9	0,5	0,9	1,99	
	Cbc	7,0	8	0,9	1,6	2,05	
	Cabc	3,4	16	0,2	0,4	1,76	
	Похибки	Cz	48,7	88	0,6		

t_{05}	1,99
----------	------

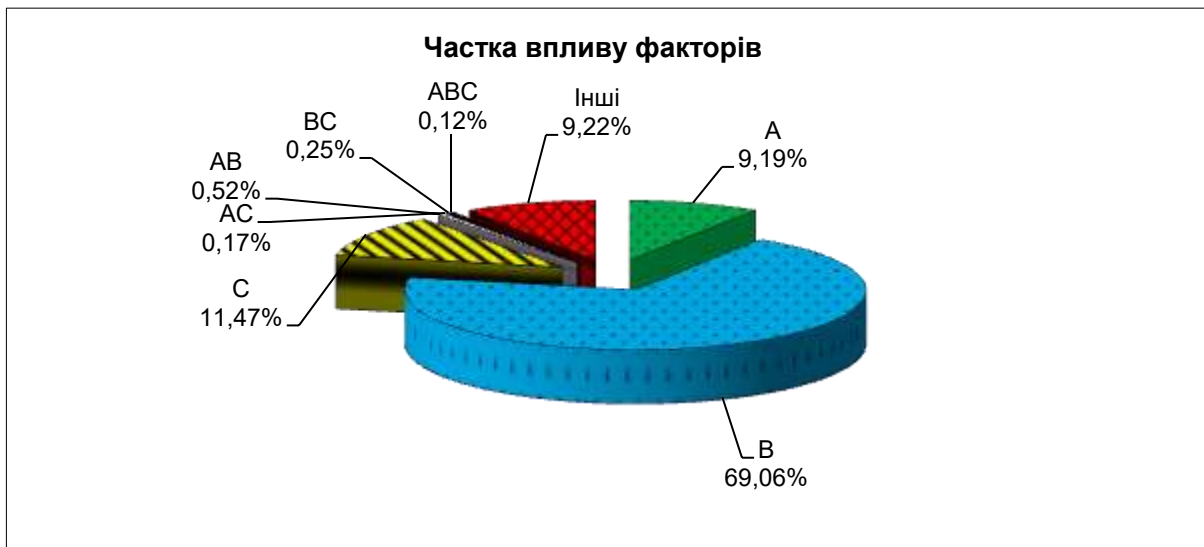
Точність досліджу:	1,4%
--------------------	------

$HIP_{05}ABC$	0,9	$HIP_{05}A$	0,22	$HIP_{05}B$	0,22	$HIP_{05}C$	0,28
---------------	-----	-------------	------	-------------	------	-------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
9,2%	69,1%	11,5%	0,5%	0,2%	0,2%	0,1%	9,2%

100,0%



Примітка:

A1 – Лісабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Вміст хлорофілу (мг/г сирової маси) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Рo	No	Kst				
3	3	5	3	135	538,0				
Варіанти			Повторення, Рo			Сума	Середнє		
La	Lb	Lc	I	II	III				
A1	b1	c1	1,64	1,67	1,59	4,9	1,6		
		c2	1,87	1,87	1,78				
		c3	1,86	1,89	1,76				
		c4	1,78	1,83	1,75				
		c5	1,84	1,86	1,73				
	b2	c1	1,91	1,95	1,83			5,7	1,9
		c2	2,11	2,17	2,02			6,3	2,1
		c3	2,09	2,09	1,99			6,2	2,1
		c4	2,12	2,10	2,04			6,3	2,1
		c5	2,03	2,08	2,01			6,1	2,0
	b3	c1	2,07	2,10	2,02			6,2	2,1
		c2	2,27	2,29	2,21			6,8	2,3
		c3	2,29	2,35	2,20			6,8	2,3
		c4	2,21	2,24	2,19			6,6	2,2
		c5	2,30	2,30	2,22			6,8	2,3
A2	b1	c1	1,55	1,58	1,50	4,6	1,5		
		c2	1,76	1,73	1,66				
		c3	1,76	1,70	1,62				
		c4	1,68	1,66	1,58				
		c5	1,72	1,66	1,63				
	b2	c1	1,82	1,87	1,79			5,5	1,8
		c2	2,00	2,09	2,03			6,1	2,0
		c3	1,93	2,03	2,02			6,0	2,0
		c4	2,04	2,06	1,96			6,1	2,0
		c5	2,02	2,06	1,97			6,1	2,0
	b3	c1	1,92	1,96	1,86			5,7	1,9
		c2	2,09	2,11	2,09			6,3	2,1
		c3	2,17	2,20	2,08			6,5	2,2
		c4	2,15	2,15	2,12			6,4	2,1
		c5	2,12	2,14	2,06			6,3	2,1
A3	b1	c1	1,72	1,75	1,67	5,1	1,7		
		c2	1,94	1,99	1,87				
		c3	1,89	1,94	1,81				
		c4	1,90	1,88	1,78				
		c5	1,88	1,84	1,75				
	b2	c1	1,99	2,02	1,93			5,9	2,0
		c2	2,23	2,20	2,08			6,5	2,2
		c3	2,15	2,14	2,05			6,3	2,1
		c4	2,17	2,18	2,06			6,4	2,1
		c5	2,21	2,25	2,12			6,6	2,2
	b3	c1	2,12	2,17	2,08			6,4	2,1
		c2	2,32	2,39	2,25			7,0	2,3
		c3	2,29	2,30	2,22			6,8	2,3
		c4	2,35	2,35	2,27			7,0	2,3
		c5	2,31	2,32	2,23			6,9	2,3
			90,54	91,48	87,47	269,50	2,00		

Продовження Додатка А.3

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	Sy	6,0	134				
Погоди	Sp	0,2	2				
Варіантів	Cv	5,8	44	0,1	190,8	1,51	
	Ca	0,7	2	0,3	484,1	3,10	
	Cb	4,3	2	2,2	3137,7	3,10	
	Cc	0,7	4	0,2	251,7	2,48	
	Cab	0	4	0,0	10,7	2,48	
	Caс	0,0	9	0,0	1,4	1,99	
	Cbc	0,0	8	0,0	5,2	2,05	
	Cabc	0,0	16	0,0	2,9	1,76	
	Похибки	Cz	0,1	88	0,0		

t_{05}	1,99
----------	------

Точність дослідю:	0,8%
-------------------	------

HP ₀₅ ABC	0,03	HP ₀₅ A	0,01	HP ₀₅ B	0,01	HP ₀₅ C	0,01
----------------------	------	--------------------	------	--------------------	------	--------------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
11,0%	71,6%	11,5%	0,5%	0,1%	0,5%	0,5%	4,3%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Висота кріплення нижнього бобу (см) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	19918,0		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	11,20	12,3	11,2	34,7	11,6
		c2	11,50	12,5	11,3	35,3	11,8
		c3	12,16	12,8	12,0	37,0	12,3
		c4	12,10	13,1	11,9	37,1	12,4
		c5	12,00	13,1	11,8	36,9	12,3
	b2	c1	11,38	12,7	11,8	35,9	12,0
		c2	12,30	13,6	12,1	38,0	12,7
		c3	12,96	13,9	12,8	39,7	13,2
		c4	12,90	13,6	12,7	39,2	13,1
		c5	12,80	13,4	12,6	38,7	12,9
	b3	c1	12,10	12,7	12,2	37,0	12,3
		c2	12,90	13,7	12,5	39,2	13,1
		c3	13,05	13,9	13,0	40,0	13,3
		c4	13,30	14,2	13,1	40,6	13,5
		c5	12,73	13,7	12,0	38,4	12,8
A2	b1	c1	10,90	11,2	10,8	32,9	11,0
		c2	11,40	11,5	11,0	33,9	11,3
		c3	11,60	11,2	11,4	34,2	11,4
		c4	11,10	11,4	11,3	33,8	11,3
		c5	11,50	11,9	10,9	34,3	11,4
	b2	c1	11,30	11,8	11,1	34,1	11,4
		c2	11,40	11,9	11,8	35,1	11,7
		c3	11,90	12,4	10,4	34,7	11,6
		c4	11,70	11,9	11,7	35,3	11,8
		c5	12,15	12,0	11,6	35,7	11,9
	b3	c1	11,59	12,0	11,5	35,1	11,7
		c2	11,95	13,2	11,9	37,0	12,3
		c3	12,28	12,8	11,9	37,0	12,3
		c4	11,90	12,3	12,2	36,4	12,1
		c5	11,68	12,0	11,7	35,4	11,8
A3	b1	c1	11,70	11,8	11,7	35,2	11,7
		c2	11,95	12,0	11,8	35,8	11,9
		c3	12,05	11,5	11,9	35,4	11,8
		c4	11,76	11,7	12,2	35,6	11,9
		c5	11,88	11,8	12,2	35,9	12,0
	b2	c1	11,90	11,8	12,1	35,8	11,9
		c2	12,40	12,4	12,4	37,2	12,4
		c3	12,52	11,9	12,4	36,8	12,3
		c4	12,14	12,1	12,6	36,8	12,3
		c5	12,06	12,1	12,5	36,7	12,2
	b3	c1	12,13	12,0	12,1	36,3	12,1
		c2	12,72	12,4	12,6	37,7	12,6
		c3	12,45	12,2	12,6	37,2	12,4
		c4	12,60	12,5	12,9	38,0	12,7
		c5	12,26	12,2	12,8	37,2	12,4
			542,25	559,00	538,55	1639,80	12,15

Продовження Додатка А.4

Джерела варіації	Сума квадратів	Степінь волі	Середній квадрат	Відношення		
				F_{ϕ}	F_{05}	
Загальна	Sy	62,6	134			
Погоди	Sp	5,3	2			
Варіантів	Cv	44,6	44	1,0	7,0	1,51
	Ca	20,2	2	10,1	69,4	3,10
	Cb	13,5	2	6,8	46,5	3,10
	Cc	5,9	4	1,5	10,2	2,48
	Cab	1	4	0,2	1,5	2,48
	Cac	2,3	9	0,3	1,7	1,99
	Cbc	1,1	8	0,1	1,0	2,05
	Cabc	0,7	16	0,0	0,3	1,76
	Похибки	Cz	12,8	88	0,1	

t_{05}	1,99
----------	------

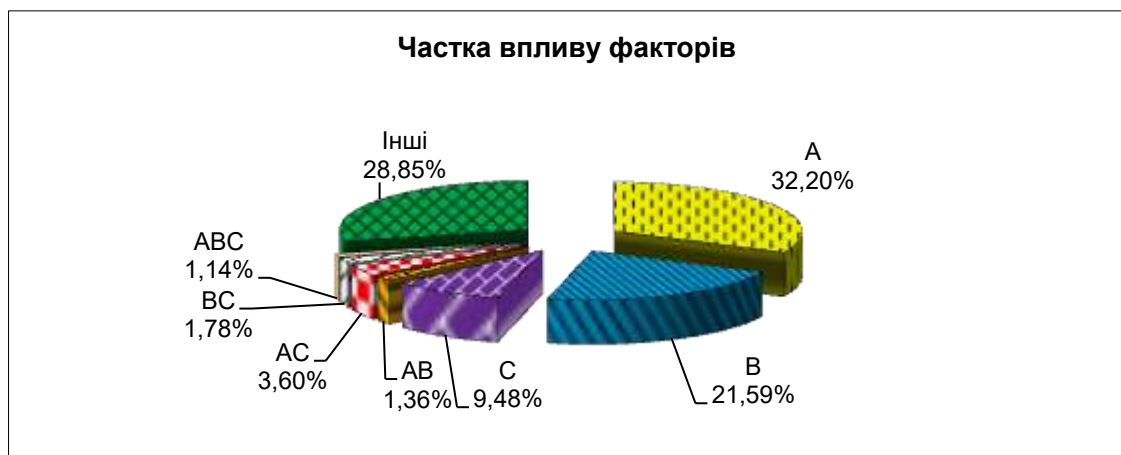
Точність дослідю:	1,8%
-------------------	------

$HP_{05}ABC$	0,4	$HP_{05}A$	0,11	$HP_{05}B$	0,11	$HP_{05}C$	0,15
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
32,2%	21,6%	9,5%	1,4%	3,6%	1,8%	1,1%	28,8%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Маса кореневої системи (г) сої
залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	2984,1		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	4,25	4,78	4,28	13,3	4,4
		c2	4,65	5,10	4,55	14,3	4,8
		c3	4,62	5,06	4,54	14,2	4,7
		c4	4,57	5,06	4,48	14,1	4,7
		c5	4,34	4,80	4,30	13,4	4,5
	b2	c1	4,80	5,28	4,42	14,5	4,8
		c2	5,04	5,66	4,79	15,5	5,2
		c3	4,97	5,55	4,68	15,2	5,1
		c4	5,03	5,56	4,76	15,4	5,1
		c5	4,91	5,35	4,51	14,8	4,9
	b3	c1	4,84	5,17	4,62	14,6	4,9
		c2	5,17	5,62	4,94	15,7	5,2
		c3	5,10	5,55	4,90	15,6	5,2
		c4	5,12	5,51	4,86	15,5	5,2
		c5	4,93	5,28	4,75	15,0	5,0
A2	b1	c1	4,06	4,29	3,95	12,3	4,1
		c2	4,41	4,72	4,39	13,5	4,5
		c3	4,33	4,80	4,45	13,6	4,5
		c4	4,38	4,77	4,30	13,5	4,5
		c5	4,02	4,35	4,11	12,5	4,2
	b2	c1	4,60	5,08	4,45	14,1	4,7
		c2	5,04	5,56	4,91	15,5	5,2
		c3	4,99	5,58	4,88	15,5	5,2
		c4	4,95	5,48	4,90	15,3	5,1
		c5	4,68	5,18	4,50	14,4	4,8
	b3	c1	4,78	5,23	4,53	14,5	4,8
		c2	5,24	5,68	5,09	16,0	5,3
		c3	5,18	5,62	5,09	15,9	5,3
		c4	5,14	5,68	5,03	15,9	5,3
		c5	4,85	5,24	4,63	14,7	4,9
A3	b1	c1	3,74	4,05	3,65	11,4	3,8
		c2	4,05	4,35	3,81	12,2	4,1
		c3	4,01	4,32	3,72	12,1	4,0
		c4	4,05	4,29	3,78	12,1	4,0
		c5	3,90	4,00	3,63	11,5	3,8
	b2	c1	4,50	4,30	4,25	13,1	4,4
		c2	4,71	4,67	4,52	13,9	4,6
		c3	4,75	4,58	4,45	13,8	4,6
		c4	4,52	4,70	4,50	13,7	4,6
		c5	4,45	4,35	4,36	13,2	4,4
	b3	c1	4,39	4,47	4,27	13,1	4,4
		c2	4,92	4,92	4,66	14,5	4,8
		c3	4,80	4,95	4,67	14,4	4,8
		c4	4,85	4,80	4,50	14,1	4,7
		c5	4,47	4,53	4,39	13,4	4,5
			209,09	223,87	201,75	634,71	4,70

Продовження Додатка А.5

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	Sy	29,4	134				
Погоди	Sp	5,6	2				
Варіантів	Cv	22,1	44	0,5	27,1	1,51	
	Ca	7,7	2	3,9	208,2	3,10	
	Cb	10,5	2	5,3	284,4	3,10	
	Cc	3,2	4	0,8	43,6	2,48	
	Cab	0	4	0,1	5,6	2,48	
	Cac	0,1	9	0,0	0,8	1,99	
	Cbc	0,0	8	0,0	0,3	2,05	
	Cabc	0,0	16	0,0	0,2	1,76	
	Помилки	Cz	1,6	88	0,0		

t_{05}	1,99
----------	------

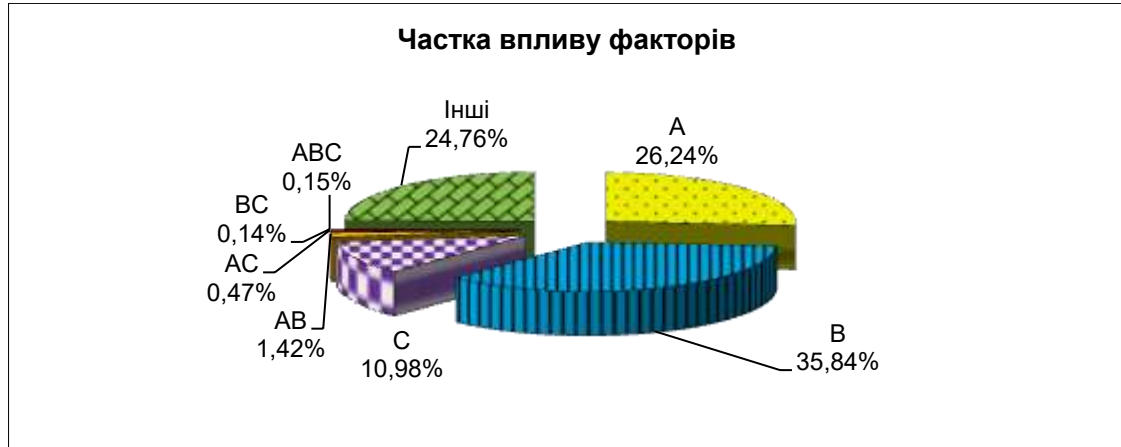
Точність дослідів:	1,7%
--------------------	------

$HP_{05}ABC$	0,16	$HP_{05}A$	0,04	$HP_{05}B$	0,04	$HP_{05}C$	0,05
--------------	------	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
26,2%	35,8%	11,0%	1,4%	0,5%	0,1%	0,2%	24,8%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Кількість бульбочкових бактерій на
одній рослині (шт) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого
підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	151933,5		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	31,31	35,5	30,9	97,7	32,6
		c2	34,59	39,0	35,0	108,6	36,2
		c3	33,52	38,9	34,9	107,4	35,8
		c4	33,01	37,7	32,3	103,0	34,3
		c5	32,11	36,3	31,6	100,0	33,3
	b2	c1	35,06	39,4	34,7	109,1	36,4
		c2	39,46	43,9	40,0	123,4	41,1
		c3	39,19	43,5	39,6	122,3	40,8
		c4	37,80	42,2	37,5	117,4	39,1
		c5	36,67	41,5	36,7	114,8	38,3
	b3	c1	32,10	36,1	31,7	99,9	33,3
		c2	35,59	40,1	36,1	111,8	37,3
		c3	35,13	39,8	36,2	111,2	37,1
		c4	34,20	38,8	34,1	107,0	35,7
		c5	33,21	37,4	32,9	103,4	34,5
A2	b1	c1	26,18	29,9	24,7	80,7	26,9
		c2	28,06	32,2	27,7	88,0	29,3
		c3	26,91	32,3	27,6	86,8	28,9
		c4	25,25	30,3	25,2	80,7	26,9
		c5	24,61	28,9	25,2	78,7	26,2
	b2	c1	29,52	35,4	28,9	93,7	31,2
		c2	32,83	38,8	33,1	104,8	34,9
		c3	32,93	38,4	33,5	104,8	34,9
		c4	31,89	37,2	30,8	99,9	33,3
		c5	28,83	35,8	29,8	94,5	31,5
	b3	c1	26,34	30,2	24,3	80,8	26,9
		c2	29,55	35,0	28,4	92,9	31,0
		c3	28,51	33,9	28,1	90,4	30,1
		c4	27,35	32,0	27,8	87,2	29,1
		c5	27,34	30,9	28,3	86,5	28,8
A3	b1	c1	29,34	33,6	29,0	92,0	30,7
		c2	32,10	36,8	32,9	101,8	33,9
		c3	31,72	36,7	33,1	101,5	33,8
		c4	30,80	34,5	31,6	96,8	32,3
		c5	29,90	33,4	29,3	92,6	30,9
	b2	c1	33,77	38,0	33,3	105,1	35,0
		c2	36,44	41,1	37,4	114,9	38,3
		c3	36,57	39,7	36,7	112,9	37,6
		c4	35,55	38,4	35,7	109,6	36,5
		c5	34,80	37,7	34,0	106,4	35,5
	b3	c1	30,44	35,3	30,7	96,5	32,2
		c2	32,98	38,6	34,9	106,5	35,5
		c3	33,13	38,3	34,2	105,6	35,2
		c4	32,04	37,1	32,9	102,0	34,0
		c5	30,89	35,5	31,0	97,4	32,5
			1439,52	1645,56	1443,83	4528,91	33,55

Продовження Додатка А.6

Джерела варіації	Сума квадратів	Супінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	S_y	2437,8	134				
Погоди	S_p	616,0	2				
Варіантів	S_v	1788,6	44	40,7	108,0	1,51	
	S_a	946,3	2	473,1	1257,3	3,10	
	S_b	555,6	2	277,8	738,2	3,10	
	S_c	263,0	4	65,7	174,7	2,48	
	S_{ab}	9	4	2,2	5,8	2,48	
	S_{ac}	3,7	9	0,4	1,1	1,99	
	S_{bc}	4,3	8	0,5	1,4	2,05	
	S_{abc}	7,1	16	0,4	1,2	1,76	
	Похибки	S_z	33,1	88	0,4		

t_{05}	1,99
----------	------

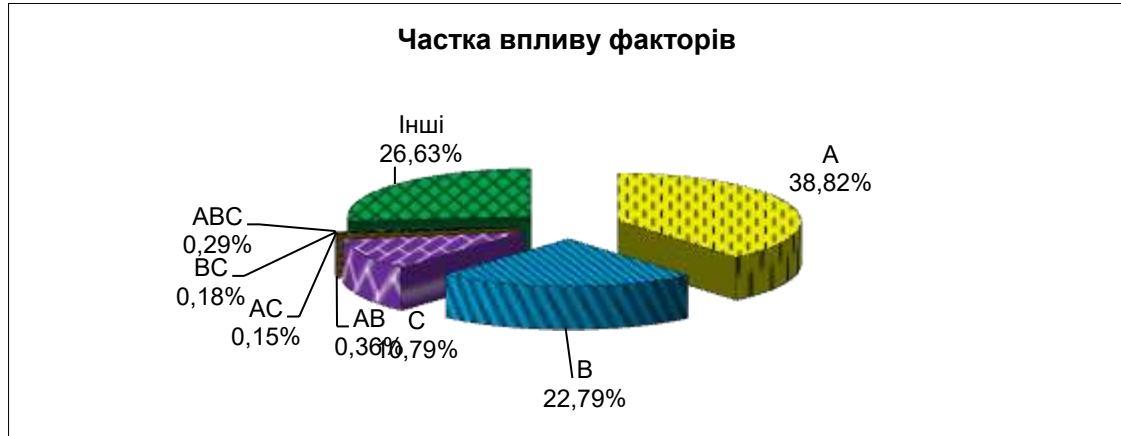
Точність дослідів:	1,1%
--------------------	------

HP_{05ABC}	0,7	HP_{05A}	0,18	HP_{05B}	0,18	HP_{05C}	0,23
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
38,8%	22,8%	10,8%	0,4%	0,2%	0,2%	0,3%	26,6%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Маса бульбочкових бактерій на
одній рослині (г) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого
підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	53,7		
Варіанти	Повторення, Po			Сума	Середнє		
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	0,41	0,5	0,4	1,3	0,4
		c2	0,46	0,6	0,5	1,5	0,5
		c3	0,48	0,6	0,5	1,5	0,5
		c4	0,46	0,5	0,4	1,4	0,5
		c5	0,43	0,5	0,4	1,4	0,5
	b2	c1	0,55	0,6	0,5	1,7	0,6
		c2	0,59	0,7	0,6	1,8	0,6
		c3	0,61	0,7	0,6	1,9	0,6
		c4	0,60	0,7	0,6	1,8	0,6
		c5	0,56	0,7	0,5	1,8	0,6
	b3	c1	0,46	0,6	0,4	1,5	0,5
		c2	0,52	0,6	0,5	1,6	0,5
		c3	0,53	0,6	0,5	1,7	0,6
		c4	0,52	0,6	0,5	1,6	0,5
		c5	0,47	0,6	0,5	1,5	0,5
A2	b1	c1	0,52	0,6	0,5	1,7	0,6
		c2	0,57	0,7	0,6	1,8	0,6
		c3	0,59	0,7	0,6	1,8	0,6
		c4	0,56	0,7	0,6	1,8	0,6
		c5	0,54	0,6	0,5	1,7	0,6
	b2	c1	0,66	0,7	0,6	2,0	0,7
		c2	0,72	0,8	0,7	2,2	0,7
		c3	0,73	0,8	0,7	2,2	0,7
		c4	0,70	0,8	0,7	2,1	0,7
		c5	0,67	0,8	0,7	2,1	0,7
	b3	c1	0,58	0,7	0,6	1,8	0,6
		c2	0,63	0,7	0,6	2,0	0,7
		c3	0,64	0,7	0,6	2,0	0,7
		c4	0,61	0,7	0,6	1,9	0,6
		c5	0,60	0,7	0,6	1,9	0,6
A3	b1	c1	0,60	0,7	0,6	1,9	0,6
		c2	0,64	0,7	0,6	2,0	0,7
		c3	0,83	0,8	0,6	2,2	0,7
		c4	0,64	0,7	0,6	2,0	0,7
		c5	0,62	0,7	0,6	1,9	0,6
	b2	c1	0,73	0,8	0,7	2,2	0,7
		c2	0,78	0,8	0,7	2,4	0,8
		c3	0,79	0,9	0,8	2,4	0,8
		c4	0,77	0,8	0,7	2,3	0,8
		c5	0,75	0,8	0,7	2,3	0,8
	b3	c1	0,76	0,7	0,6	2,1	0,7
		c2	0,70	0,8	0,7	2,2	0,7
		c3	0,71	0,8	0,7	2,2	0,7
		c4	0,68	0,8	0,7	2,1	0,7
		c5	0,77	0,7	0,7	2,2	0,7
			27,72	31,06	26,40	85,18	0,63

Продовження Додатку А.7

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення		
				F_{ϕ}	F_{05}	
Загальна	Sy	1,5	134			
Погоди	Sp	0,3	2			
Варіантів	Cv	1,2	44	0,0	66,5	1,51
	Ca	0,8	2	0,4	956,1	3,10
	Cb	0,3	2	0,2	406,2	3,10
	Cc	0,1	4	0,0	40,6	2,48
	Cab	0	4	0,0	0,8	2,48
	Cac	0,0	9	0,0	0,8	1,99
	Cbc	0,0	8	0,0	1,4	2,05
	Cabc	0,0	16	0,0	1,2	1,76
	Похибки	Cz	0,0	88	0,0	

t_{05}	1,99
----------	------

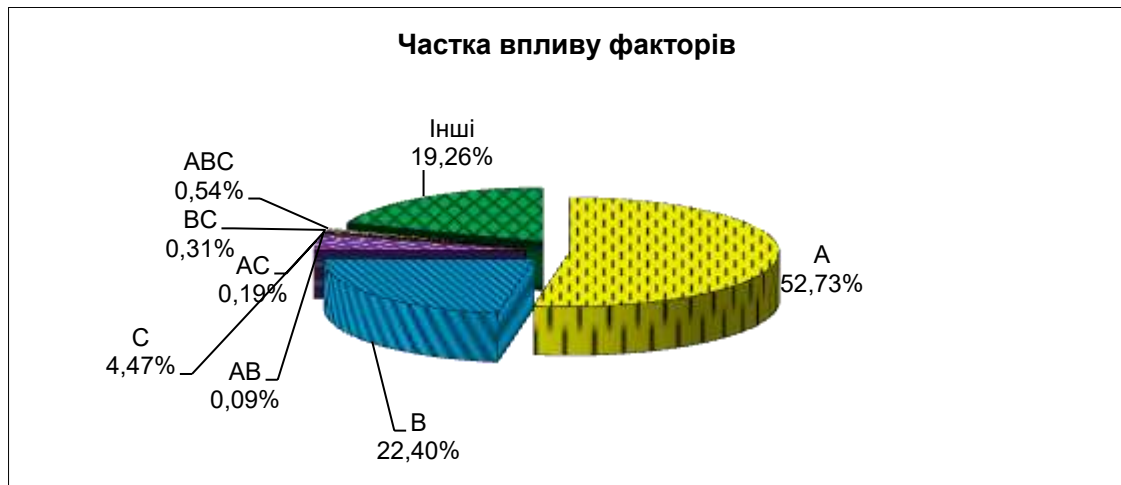
Точність дослідів:	1,9%
--------------------	------

$HP_{05}ABC$	0,02	$HP_{05}A$	0,01	$HP_{05}B$	0,01	$HP_{05}C$	0,01
--------------	------	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
52,7%	22,4%	4,5%	0,1%	0,2%	0,3%	0,5%	19,3%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1 – контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Додаток Б.1

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Кількість бобів на одній рослині (г)
сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	59347,1		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	13,88	15,0	14,0	42,8	14,3
		c2	16,69	17,3	16,0	50,0	16,7
		c3	16,45	17,0	16,1	49,6	16,5
		c4	15,98	16,8	15,7	48,5	16,2
		c5	15,46	16,6	15,1	47,2	15,7
	b2	c1	19,44	21,8	19,1	60,4	20,1
		c2	24,24	26,5	23,6	74,3	24,8
		c3	23,87	26,3	24,0	74,2	24,7
		c4	23,31	25,8	23,1	72,2	24,1
		c5	22,70	25,2	22,8	70,7	23,6
	b3	c1	18,63	21,2	17,9	57,7	19,2
		c2	23,29	25,5	22,4	71,2	23,7
		c3	23,27	25,4	22,3	70,9	23,6
		c4	22,63	24,9	21,9	69,4	23,1
		c5	22,39	24,5	21,5	68,5	22,8
A2	b1	c1	15,80	16,3	15,6	47,8	15,9
		c2	17,87	19,0	18,5	55,4	18,5
		c3	18,36	19,6	18,9	56,9	19,0
		c4	17,35	18,6	18,0	54,0	18,0
		c5	17,18	18,3	17,6	53,1	17,7
	b2	c1	21,87	23,7	22,3	67,9	22,6
		c2	26,01	27,8	26,8	80,6	26,9
		c3	26,46	28,5	27,5	82,5	27,5
		c4	25,43	27,5	26,6	79,5	26,5
		c5	25,05	27,1	26,1	78,2	26,1
	b3	c1	20,85	22,0	20,7	63,5	21,2
		c2	25,02	26,5	25,1	76,6	25,5
		c3	25,55	27,0	26,2	78,7	26,2
		c4	24,25	26,1	25,0	75,3	25,1
		c5	24,14	25,7	24,7	74,6	24,9
A3	b1	c1	13,56	14,1	13,1	40,8	13,6
		c2	15,44	15,9	15,0	46,4	15,5
		c3	15,58	16,1	14,9	46,6	15,5
		c4	15,01	15,6	14,6	45,2	15,1
		c5	14,72	15,2	14,3	44,2	14,7
	b2	c1	18,52	18,3	18,7	55,5	18,5
		c2	24,58	23,7	24,2	72,5	24,2
		c3	24,55	24,1	24,5	73,1	24,4
		c4	23,22	23,1	23,5	69,8	23,3
		c5	22,54	22,5	22,9	68,0	22,7
	b3	c1	17,40	17,2	16,9	51,5	17,2
		c2	22,98	22,7	22,3	67,9	22,6
		c3	23,07	23,0	22,5	68,5	22,8
		c4	21,73	21,9	21,7	65,3	21,8
		c5	21,01	21,3	21,1	63,4	21,1
			927,32	978,06	925,14	2830,52	20,97

Продовження Додатка Б.1

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	S_y	2245,5	134				
Погоди	S_p	39,9	2				
Варіантів	S_v	2171,3	44	49,3	126,2	1,51	
	S_a	244,9	2	122,5	313,3	3,10	
	S_b	1579,6	2	789,8	2020,4	3,10	
	S_c	309,3	4	77,3	197,8	2,48	
	S_{ab}	2	4	0,6	1,5	2,48	
	S_{ac}	2,4	9	0,3	0,7	1,99	
	S_{bc}	29,7	8	3,7	9,5	2,05	
	S_{abc}	3,0	16	0,2	0,5	1,76	
	Похибки	S_z	34,4	88	0,4		

t_{05}	1,99
----------	------

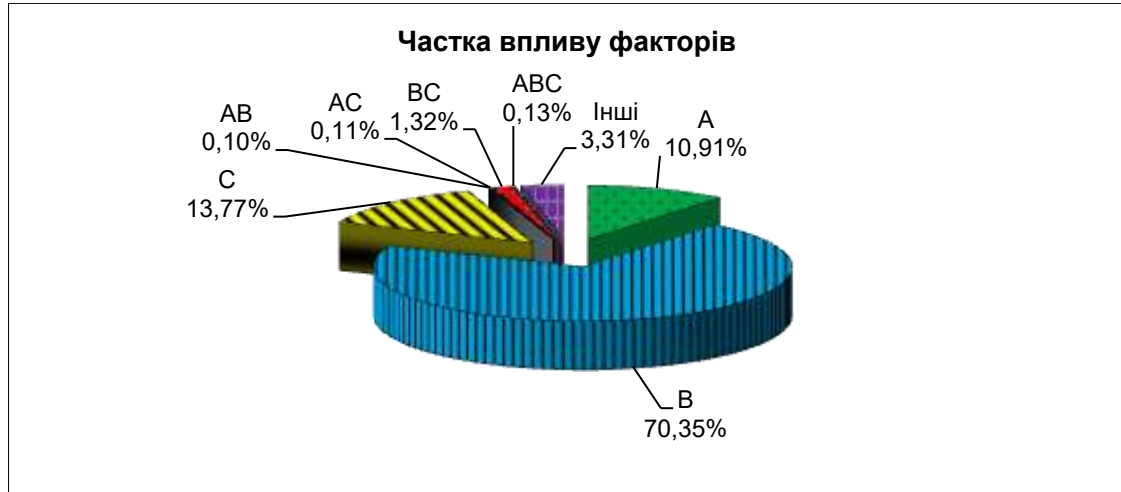
Точність дослідю:	1,7%
-------------------	------

HP_{05ABC}	0,7	HP_{05A}	0,19	HP_{05B}	0,19	HP_{05C}	0,24
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
10,9%	70,3%	13,8%	0,1%	0,1%	1,3%	0,1%	3,3%

100,0%



Примітка:

A_1 – Ліссабон; A_2 – Кіото; A_3 – Діадема Поділля.

b_1 - контроль; b_2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b_3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c_1 – контроль, c_2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c_3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c_4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c_5 – Аміно Ксеріон

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Кількість насіння на одній рослині (шт.) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Рo	No	Kst		
3	3	5	3	135	252816,0		
Варіанти			Повторення, Рo			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	28,17	32,0	28,5	88,7	29,6
		c2	34,54	36,9	33,1	104,5	34,8
		c3	34,12	36,3	33,3	103,7	34,6
		c4	33,04	35,9	32,2	101,1	33,7
		c5	31,83	35,5	31,0	98,3	32,8
	b2	c1	39,70	44,0	38,1	121,9	40,6
		c2	50,69	54,7	48,3	153,7	51,2
		c3	49,80	54,3	49,1	153,2	51,1
		c4	48,59	53,1	47,2	148,9	49,6
		c5	47,28	52,1	46,6	146,0	48,7
	b3	c1	39,00	42,9	36,9	118,8	39,6
		c2	49,28	52,6	46,9	148,8	49,6
		c3	49,37	52,7	46,7	148,8	49,6
		c4	48,00	51,5	46,0	145,5	48,5
		c5	47,57	50,9	45,4	143,8	47,9
A2	b1	c1	33,12	34,3	33,0	100,4	33,5
		c2	37,87	40,1	39,0	116,9	39,0
		c3	38,89	41,3	40,0	120,2	40,1
		c4	36,80	39,2	38,0	114,0	38,0
		c5	36,53	38,3	37,1	111,9	37,3
	b2	c1	46,38	49,9	47,1	143,4	47,8
		c2	55,40	59,5	56,4	171,4	57,1
		c3	56,41	60,9	58,2	175,5	58,5
		c4	54,33	58,7	56,0	169,0	56,3
		c5	53,59	57,8	54,6	166,0	55,3
	b3	c1	44,73	46,2	45,1	136,0	45,3
		c2	53,80	56,7	54,2	164,8	54,9
		c3	55,03	57,8	56,7	169,5	56,5
		c4	52,40	55,7	54,0	162,1	54,0
		c5	52,22	55,1	53,0	160,3	53,4
A3	b1	c1	26,24	27,8	25,5	79,5	26,5
		c2	30,82	31,8	29,8	92,4	30,8
		c3	31,11	32,0	29,6	92,7	30,9
		c4	29,92	31,1	28,9	89,9	30,0
		c5	29,30	30,1	28,2	87,6	29,2
	b2	c1	35,96	35,5	35,9	107,4	35,8
		c2	48,89	47,1	47,4	143,3	47,8
		c3	48,73	47,8	48,0	144,6	48,2
		c4	45,47	45,3	45,7	136,5	45,5
		c5	44,06	44,0	44,4	132,4	44,1
	b3	c1	34,13	33,9	33,3	101,3	33,8
		c2	45,98	45,5	44,6	136,1	45,4
		c3	46,17	46,0	45,1	137,3	45,8
		c4	42,84	43,2	43,0	129,0	43,0
		c5	41,40	42,2	41,7	125,2	41,7
			1919,49	2020,01	1902,60	5842,10	43,27

Продовження Додатка Б.2

Джерела варіації	Сума квадратів	Степінь волі	Середній квадрат	Відношення		
				F_{ϕ}	F_{05}	
Загальна	Sy	10927,5	134			
Погоди	Sp	179,1	2			
Варіантів	Cv	10617,4	44	241,3	162,2	1,51
	Ca	2228,5	2	1114,2	748,8	3,10
	Cb	6704,7	2	3352,3	2252,8	3,10
	Cc	1481,2	4	370,3	248,9	2,48
	Cab	45	4	11,1	7,5	2,48
	Cac	10,3	9	1,1	0,8	1,99
	Cbc	137,5	8	17,2	11,5	2,05
	Cabc	10,7	16	0,7	0,5	1,76
	Похибки	Cz	130,9	88	1,5	

t_{05}	1,99
----------	------

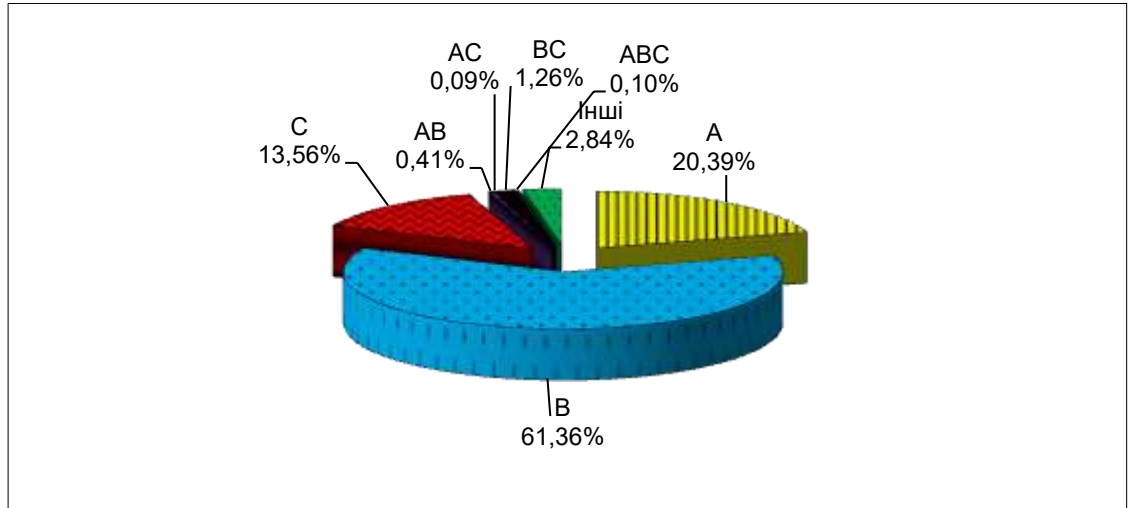
Точність дослідів:	1,6%
--------------------	------

$HP_{05}ABC$	1,4	$HP_{05}A$	0,36	$HP_{05}B$	0,36	$HP_{05}C$	0,47
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
20,4%	61,4%	13,6%	0,4%	0,1%	1,3%	0,1%	2,8%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Маса насіння на одній рослині (г) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	5477,9		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	4,22	4,9	4,2	13,3	4,4
		c2	5,41	5,8	5,1	16,4	5,5
		c3	5,28	5,7	5,1	16,1	5,4
		c4	5,12	5,6	4,9	15,6	5,2
		c5	4,84	5,5	4,7	15,0	5,0
	b2	c1	5,98	6,8	5,7	18,5	6,2
		c2	8,02	8,7	7,6	24,3	8,1
		c3	7,77	8,6	7,6	23,9	8,0
		c4	7,63	8,4	7,4	23,4	7,8
		c5	7,37	8,2	7,2	22,7	7,6
	b3	c1	5,82	6,5	5,5	17,8	5,9
		c2	7,67	8,4	7,4	23,4	7,8
		c3	7,62	8,3	7,2	23,1	7,7
		c4	7,43	8,1	7,2	22,7	7,6
		c5	7,29	8,0	7,0	22,2	7,4
A2	b1	c1	4,17	4,4	4,0	12,5	4,2
		c2	5,01	5,5	5,0	15,5	5,2
		c3	5,06	5,6	5,0	15,6	5,2
		c4	4,83	5,3	4,8	14,9	5,0
		c5	4,72	5,0	4,7	14,4	4,8
	b2	c1	6,01	6,5	5,8	18,3	6,1
		c2	7,61	8,2	7,4	23,3	7,8
		c3	7,64	8,3	7,6	23,5	7,8
		c4	7,41	8,1	7,3	22,8	7,6
		c5	7,14	7,9	7,0	22,0	7,3
	b3	c1	5,89	6,3	5,7	17,8	5,9
		c2	7,42	8,0	7,3	22,7	7,6
		c3	7,51	8,0	7,5	23,0	7,7
		c4	7,18	7,8	7,2	22,2	7,4
		c5	7,10	7,6	6,9	21,6	7,2
A3	b1	c1	3,95	4,3	3,7	11,9	4,0
		c2	4,85	5,2	4,5	14,6	4,9
		c3	4,83	5,1	4,4	14,4	4,8
		c4	4,67	5,0	4,4	14,0	4,7
		c5	4,54	4,7	4,2	13,4	4,5
	b2	c1	5,50	5,7	5,4	16,6	5,5
		c2	7,80	7,8	7,4	23,0	7,7
		c3	7,65	7,7	7,4	22,7	7,6
		c4	7,16	7,4	7,1	21,6	7,2
		c5	6,87	7,1	6,8	20,7	6,9
	b3	c1	5,25	5,3	5,0	15,5	5,2
		c2	7,36	7,4	6,9	21,7	7,2
		c3	7,31	7,4	6,9	21,6	7,2
		c4	6,82	7,0	6,6	20,4	6,8
		c5	6,50	6,7	6,3	19,6	6,5
			283,22	303,16	273,57	859,95	6,37

Продовження Додатка Б.3

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	Sy	231,4	134				
Погоди	Sp	10,1	2				
Варіантів	Cv	219,2	44	5,0	212,8	1,51	
	Ca	8,4	2	4,2	179,7	3,10	
	Cb	160,7	2	80,4	3434,0	3,10	
	Cc	45,5	4	11,4	485,6	2,48	
	Cab	0	4	0,1	3,2	2,48	
	Cac	0,3	9	0,0	1,4	1,99	
	Cbc	3,7	8	0,5	19,9	2,05	
	Cabc	0,2	16	0,0	0,6	1,76	
	Похибки	Cz	2,1	88	0,0		

t_{05}	1,99
----------	------

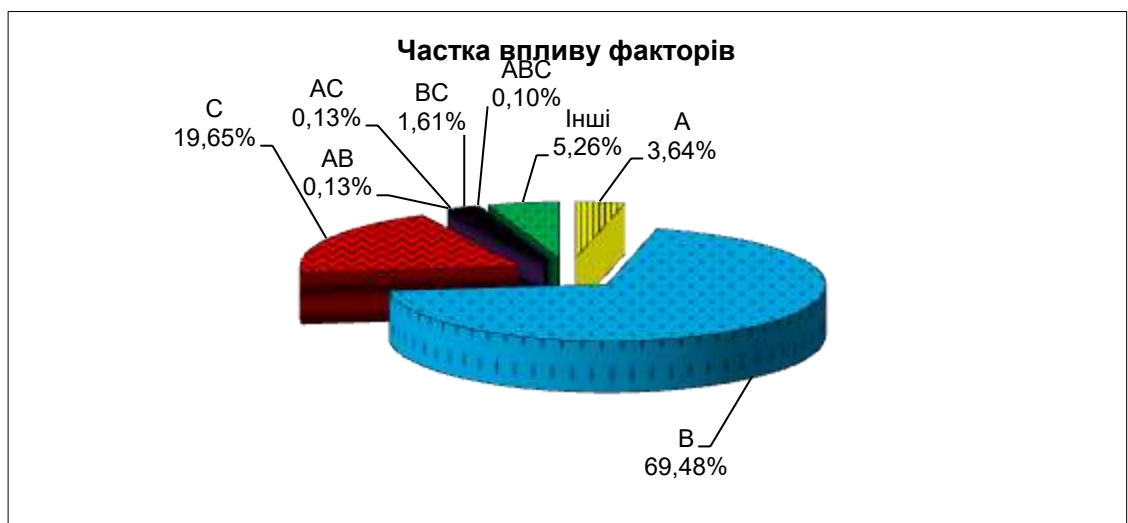
Точність дослідю:	1,4%
-------------------	------

$HP_{05}ABC$	0,2	$HP_{05}A$	0,05	$HP_{05}B$	0,05	$HP_{05}C$	0,06
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
3,6%	69,5%	19,6%	0,1%	0,1%	1,6%	0,1%	5,3%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1- контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Дисперсійний аналіз (трифакторний). Урожайність (т/га) сої залежно від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення

La	Lb	Lc	Рo	No	Kst				
3	3	5	3	135	1075,5				
Варіанти			Повторення, Рo			Сума	Середнє		
La	Lb	Lc	I	II	III				
A1	b1	c1	2,11	2,44	2,10	6,6	2,2		
		c2	2,43	2,70	2,35				
		c3	2,40	2,62	2,34				
		c4	2,36	2,57	2,24				
		c5	2,27	2,46	2,20				
	b2	c1	2,98	3,27	2,81			9,1	3,0
		c2	3,42	3,68	3,26			10,4	3,5
		c3	3,33	3,63	3,23			10,2	3,4
		c4	3,30	3,60	3,23			10,1	3,4
		c5	3,26	3,54	3,21			10,0	3,3
	b3	c1	2,79	3,15	2,64			8,6	2,9
		c2	3,25	3,56	3,09			9,9	3,3
		c3	3,24	3,49	3,07			9,8	3,3
		c4	3,19	3,45	3,01			9,7	3,2
		c5	3,17	3,43	2,97			9,6	3,2
A2	b1	c1	2,02	2,12	1,94	6,1	2,0		
		c2	2,31	2,46	2,26				
		c3	2,33	2,50	2,28				
		c4	2,24	2,33	2,17				
		c5	2,12	2,26	2,12				
	b2	c1	2,84	3,07	2,74			8,7	2,9
		c2	3,27	3,55	3,19			10,0	3,3
		c3	3,28	3,59	3,23			10,1	3,4
		c4	3,22	3,49	3,17			9,9	3,3
		c5	3,10	3,39	3,01			9,5	3,2
	b3	c1	2,73	2,88	2,64			8,2	2,7
		c2	3,24	3,41	3,13			9,8	3,3
		c3	3,27	3,44	3,16			9,9	3,3
		c4	3,14	3,36	3,12			9,6	3,2
		c5	3,10	3,26	2,96			9,3	3,1
A3	b1	c1	1,80	1,94	1,68	5,4	1,8		
		c2	2,13	2,33	2,02				
		c3	2,13	2,32	1,98				
		c4	2,05	2,25	1,95				
		c5	2,09	2,09	1,89				
	b2	c1	2,75	2,77	2,67			8,2	2,7
		c2	3,27	3,26	3,14			9,7	3,2
		c3	3,21	3,25	3,09			9,6	3,2
		c4	3,07	3,14	3,06			9,3	3,1
		c5	3,02	3,05	2,99			9,1	3,0
	b3	c1	2,62	2,63	2,46			7,7	2,6
		c2	3,12	3,12	2,96			9,2	3,1
		c3	3,11	3,12	2,99			9,2	3,1
		c4	2,93	2,96	2,84			8,7	2,9
		c5	2,83	2,91	2,74			8,5	2,8
			125,87	133,83	121,34	381,03	2,82		

Продовження Додатка Б.4

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення			
				F_{ϕ}	F_{05}		
Загальна	Sy	32,9	134				
Погоди	Sp	1,8	2				
Варіантів	Cv	30,7	44	0,7	151,0	1,51	
	Ca	2,0	2	1,0	214,2	3,10	
	Cb	25,3	2	12,6	2736,6	3,10	
	Cc	3,2	4	0,8	172,3	2,48	
	Cab	0	4	0,0	2,7	2,48	
	Cac	0,0	9	0,0	1,2	1,99	
	Cbc	0,1	8	0,0	3,3	2,05	
	Cabc	0,0	16	0,0	0,5	1,76	
	Похибки	Cz	0,4	88	0,0		

t_{05}	1,99
----------	------

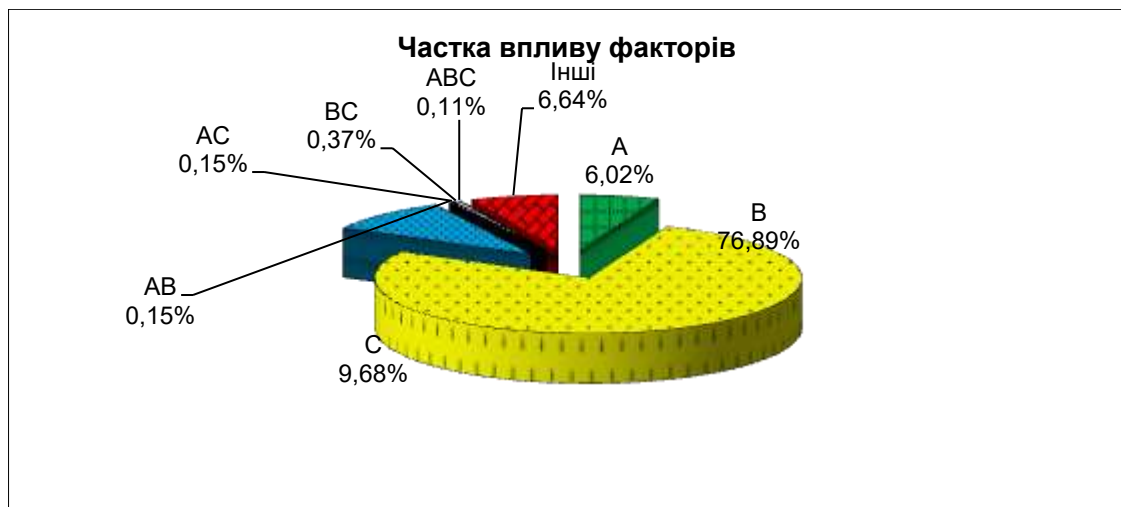
Точність дослідю:	1,4%
-------------------	------

$HIP_{05}ABC$	0,08	$HIP_{05}A$	0,02	$HIP_{05}B$	0,02	$HIP_{05}C$	0,03
---------------	------	-------------	------	-------------	------	-------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
6,02%	76,89%	9,68%	0,15%	0,15%	0,37%	0,11%	6,64%

100,00%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1 – контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Маса 1000 шт зерен (г) сої залежно
від сорту, норм добрив та позакореневого підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	2974730,2		
Варіанти	Повторення, Po					Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	149,79	152,3	146,8	448,9	149,6
		c2	156,20	157,6	154,8	468,6	156,2
		c3	154,21	156,3	152,9	463,4	154,5
		c4	154,45	156,0	151,6	462,0	154,0
		c5	151,67	155,1	150,5	457,3	152,4
	b2	c1	151,60	154,1	150,9	456,7	152,2
		c2	158,15	159,0	156,5	473,6	157,9
		c3	155,46	157,7	155,2	468,3	156,1
		c4	156,98	158,6	155,5	471,0	157,0
		c5	154,48	156,7	153,7	464,9	155,0
	b3	c1	149,85	152,3	149,0	451,2	150,4
		c2	155,34	158,3	156,3	469,9	156,6
		c3	154,30	156,5	154,8	465,6	155,2
		c4	154,50	157,1	155,3	466,9	155,6
		c5	152,90	155,7	153,6	462,2	154,1
A2	b1	c1	126,86	128,8	122,8	378,5	126,2
		c2	134,34	137,2	129,3	400,8	133,6
		c3	132,47	136,0	127,9	396,4	132,1
		c4	133,12	135,9	128,7	397,7	132,6
		c5	134,08	132,9	126,4	393,4	131,1
	b2	c1	135,83	134,7	127,1	397,6	132,5
		c2	140,19	141,1	134,4	415,7	138,6
		c3	137,39	138,9	131,1	407,4	135,8
		c4	139,20	139,0	132,2	410,4	136,8
		c5	135,63	136,4	129,1	401,2	133,7
	b3	c1	134,87	137,8	130,7	403,3	134,4
		c2	138,91	142,4	136,2	417,4	139,1
		c3	138,47	141,6	134,0	414,1	138,0
		c4	138,54	141,6	135,3	415,4	138,5
		c5	135,13	139,5	132,3	406,9	135,6
A3	b1	c1	151,21	154,6	146,1	451,9	150,6
		c2	157,17	162,1	152,2	471,5	157,2
		c3	156,11	158,6	150,9	465,5	155,2
		c4	156,19	159,5	152,0	467,7	155,9
		c5	154,88	157,3	149,1	461,3	153,8
	b2	c1	153,96	159,9	151,7	465,6	155,2
		c2	159,24	166,1	157,2	482,5	160,8
		c3	157,72	162,4	154,6	474,7	158,2
		c4	158,18	163,8	155,5	477,5	159,2
		c5	156,96	161,3	153,3	471,5	157,2
	b3	c1	153,85	155,9	150,2	459,9	153,3
		c2	159,34	161,0	155,2	475,6	158,5
		c3	157,48	159,8	153,6	470,9	157,0
		c4	158,61	160,3	153,3	472,2	157,4
		c5	155,25	157,9	151,9	465,0	155,0
			6691,06	6807,37	6541,26	20039,68	148,44

Продовження Додатка Б.5

Джерела варіації	Сума квадратів	Степінь волі	Середній квадрат	Відношення		
				F_{ϕ}	F_{05}	
Загальна	Sy	15058,6	134			
Погоди	Sp	791,0	2			
Варіантів	Cv	14077,2	44	319,9	147,8	1,51
	Ca	13051,3	2	6525,6	3015,2	3,10
	Cb	306,2	2	153,1	70,7	3,10
	Cc	573,5	4	143,4	66,2	2,48
	Cab	120	4	29,9	13,8	2,48
	Cac	2,8	9	0,3	0,1	1,99
	Cbc	11,5	8	1,4	0,7	2,05
	Cabc	12,3	16	0,8	0,4	1,76
	Похибки	Cz	190,5	88	2,2	

t_{05}	1,99
----------	------

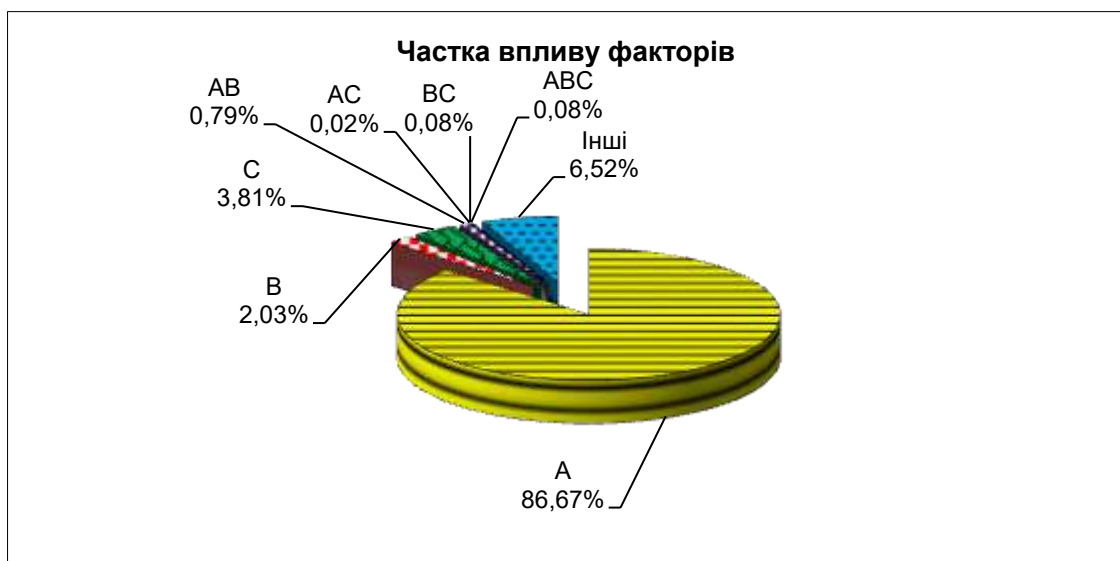
Точність дослідю:	0,6%
-------------------	------

$HP_{05}ABC$	1,7	$HP_{05}A$	0,44	$HP_{05}B$	0,44	$HP_{05}C$	0,56
--------------	-----	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
86,67%	2,03%	3,81%	0,79%	0,02%	0,08%	0,08%	6,52%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1 – контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Вміст білка (%) сої залежно від
сорту, норм добрив та позакореневого підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst		
3	3	5	3	135	212038,3		
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє
La	Lb	Lc	I	II	III		
A1	b1	c1	35,77	37,4	38,0	111,2	37,1
		c2	36,97	38,1	39,6	114,7	38,2
		c3	36,36	39,2	39,9	115,4	38,5
		c4	35,84	40,0	38,3	114,1	38,0
		c5	36,56	39,7	39,3	115,6	38,5
	b2	c1	36,96	40,5	37,6	115,0	38,3
		c2	37,34	41,0	38,5	116,8	38,9
		c3	38,53	42,4	38,9	119,8	39,9
		c4	38,02	41,7	38,5	118,2	39,4
		c5	38,01	40,6	39,8	118,4	39,5
	b3	c1	37,53	39,8	37,8	115,2	38,4
		c2	37,55	40,1	39,0	116,6	38,9
		c3	37,75	41,2	39,3	118,2	39,4
		c4	37,59	39,9	39,4	117,0	39,0
		c5	37,75	40,2	38,3	116,3	38,8
A2	b1	c1	37,93	41,0	40,1	119,0	39,7
		c2	38,61	41,1	40,7	120,5	40,2
		c3	38,68	41,5	40,6	120,7	40,2
		c4	38,08	42,8	40,4	121,2	40,4
		c5	40,06	42,1	40,3	122,4	40,8
	b2	c1	38,80	43,2	39,8	121,8	40,6
		c2	39,14	43,1	40,3	122,5	40,8
		c3	39,98	44,3	40,7	125,0	41,7
		c4	40,71	43,4	39,0	123,1	41,0
		c5	40,66	43,8	39,8	124,3	41,4
	b3	c1	39,08	43,1	39,3	121,5	40,5
		c2	40,10	43,4	39,5	123,0	41,0
		c3	40,03	43,3	39,4	122,8	40,9
		c4	39,32	42,3	40,2	121,8	40,6
		c5	40,24	43,3	40,9	124,4	41,5
A3	b1	c1	37,77	39,2	37,2	114,2	38,1
		c2	38,57	40,0	40,5	119,0	39,7
		c3	37,92	39,4	38,8	116,1	38,7
		c4	37,72	40,0	37,4	115,1	38,4
		c5	38,45	40,3	38,9	117,6	39,2
	b2	c1	38,65	41,6	37,2	117,4	39,1
		c2	40,09	42,2	40,2	122,4	40,8
		c3	38,49	42,1	38,4	119,0	39,7
		c4	39,15	42,3	39,3	120,8	40,3
		c5	40,18	42,5	38,5	121,3	40,4
	b3	c1	36,43	39,9	39,3	115,7	38,6
		c2	37,43	41,2	41,9	120,5	40,2
		c3	37,85	40,3	40,0	118,2	39,4
		c4	36,98	41,6	40,0	118,6	39,5
		c5	37,85	40,8	39,4	118,1	39,4
			1723,48	1856,64	1770,13	5350,25	39,63

Продовження Додатка Б.6

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення		
				F_{ϕ}	F_{05}	
Загальна	Sy	432,1	134			
Погоди	Sp	202,9	2			
Варіантів	Cv	154,7	44	3,5	4,2	1,51
	Ca	96,0	2	48,0	56,8	3,10
	Cb	27,3	2	13,7	16,1	3,10
	Cc	18,2	4	4,6	5,4	2,48
	Cab	1	4	0,3	0,3	2,48
	Cac	8,0	9	0,9	1,1	1,99
	Cbc	1,4	8	0,2	0,2	2,05
	Cabc	2,7	16	0,2	0,2	1,76
	Похибки	Cz	74,4	88	0,8	

t_{05}	1,99
----------	------

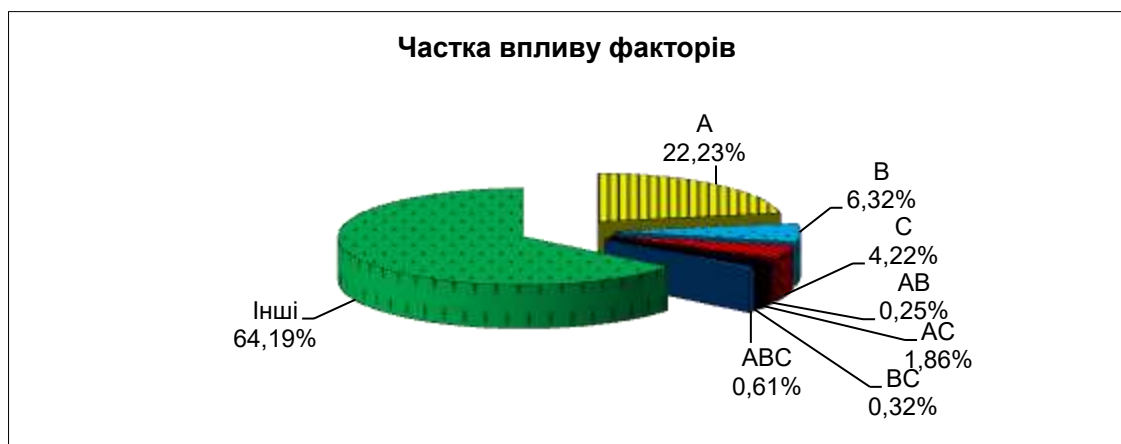
Точність дослідю:	1,3%
-------------------	------

$HP_{05}ABC$	1,06	$HP_{05}A$	0,27	$HP_{05}B$	0,27	$HP_{05}C$	0,35
--------------	------	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
22,2%	6,3%	4,2%	0,3%	1,9%	0,3%	0,6%	64,2%

100,0%



Примітка:

A1 – Лісабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1 – контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

**Дисперсійний аналіз (трифакторний). Вміст жиру (%) сої залежно від
сорту, норм добрив та позакореневого підживлення**

La	Lb	Lc	Po	No	Kst				
3	3	5	3	135	48152,1				
Варіанти			Повторення, Po			Сума	Середнє		
La	Lb	Lc	I	II	III				
A1	b1	c1	18,55	18,04	18,85	55,4	18,5		
		c2	19,21	18,85	19,12			57,2	19,1
		c3	19,18	18,38	18,94			56,5	18,8
		c4	19,17	18,22	19,17			56,6	18,9
		c5	18,54	18,64	19,24			56,4	18,8
	b2	c1	19,93	18,87	19,21			58,0	19,3
		c2	20,24	20,05	19,22			59,5	19,8
		c3	19,98	19,63	19,62			59,2	19,7
		c4	20,16	19,27	19,41			58,8	19,6
		c5	19,93	19,37	19,54			58,8	19,6
	b3	c1	19,36	18,21	19,20			56,8	18,9
		c2	19,88	18,89	19,48			58,3	19,4
		c3	19,08	18,38	19,75			57,2	19,1
		c4	19,40	19,56	19,65			58,6	19,5
		c5	19,40	19,30	19,71			58,4	19,5
A2	b1	c1	18,34	17,76	17,11	53,2	17,7		
		c2	18,39	18,15	17,63			54,2	18,1
		c3	18,37	18,13	17,97			54,5	18,2
		c4	18,38	18,04	17,62			54,1	18,0
		c5	18,36	17,84	17,39			53,6	17,9
	b2	c1	18,79	18,44	18,24			55,5	18,5
		c2	19,18	18,96	18,52			56,7	18,9
		c3	18,97	18,11	18,21			55,3	18,4
		c4	18,99	19,00	19,03			57,0	19,0
		c5	18,87	18,63	18,60			56,1	18,7
	b3	c1	18,05	17,96	18,36			54,4	18,1
		c2	18,46	18,44	18,42			55,3	18,4
		c3	18,55	18,02	18,84			55,4	18,5
		c4	18,73	18,25	18,72			55,7	18,6
		c5	18,34	18,30	18,38			55,0	18,3
A3	b1	c1	18,62	17,94	17,96	54,5	18,2		
		c2	18,96	18,45	18,32			55,7	18,6
		c3	18,75	18,66	18,95			56,4	18,8
		c4	19,06	18,25	19,08			56,4	18,8
		c5	18,74	18,51	19,25			56,5	18,8
	b2	c1	19,51	18,79	19,43			57,7	19,2
		c2	19,62	18,99	19,83			58,4	19,5
		c3	19,80	18,90	20,16			58,9	19,6
		c4	19,90	19,08	19,81			58,8	19,6
		c5	19,57	18,85	19,58			58,0	19,3
	b3	c1	19,09	18,74	18,80			56,6	18,9
		c2	19,20	19,07	19,02			57,3	19,1
		c3	19,48	19,04	19,07			57,6	19,2
		c4	19,59	18,99	19,09			57,7	19,2
		c5	19,28	19,00	19,23			57,5	19,2
			859,95	838,95	850,73	2549,62	18,89		

Продовження Додатка Б.7

Джерела варіації	Сума квадратів	Степінь волі	Середній квадрат	Відношення		
				F_{ϕ}	F_{05}	
Загальна	Sy	52,1	134			
Погоди	Sp	4,9	2			
Варіантів	Cv	38,8	44	0,9	9,3	1,51
	Ca	19,8	2	9,9	104,6	3,10
	Cb	14,2	2	7,1	75,1	3,10
	Cc	3,0	4	0,8	8,0	2,48
	Cab	0	4	0,0	0,1	2,48
	Cac	0,5	9	0,1	0,6	1,99
	Cbc	0,3	8	0,0	0,4	2,05
	Cabc	0,9	16	0,1	0,6	1,76
	Похибки	Cz	8,3	88	0,1	

t_{05}	1,99
----------	------

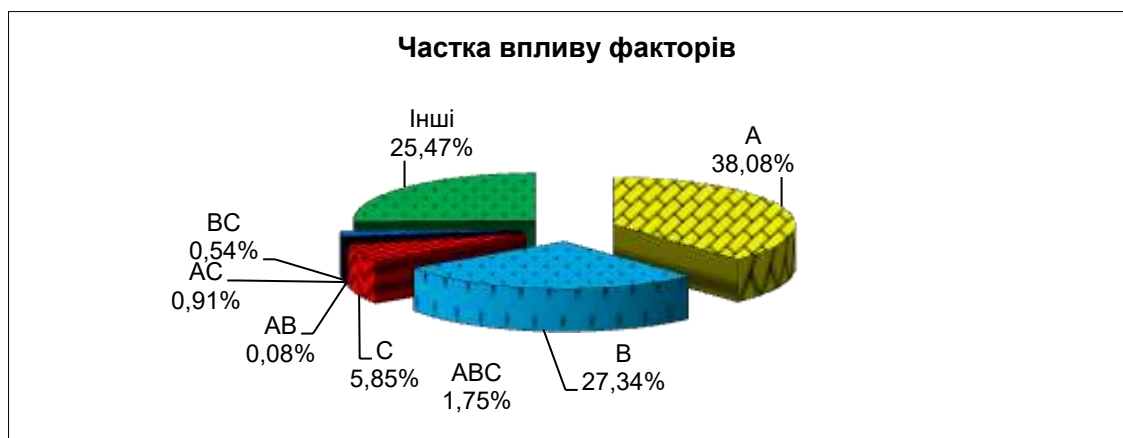
Точність дослідів:	0,9%
--------------------	------

$HP_{05}ABC$	0,35	$HP_{05}A$	0,09	$HP_{05}B$	0,09	$HP_{05}C$	0,12
--------------	------	------------	------	------------	------	------------	------

Частка дії фактора:

A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Інші
38,1%	27,3%	5,8%	0,1%	0,9%	0,5%	1,7%	25,5%

100,0%



Примітка:

A1 – Ліссабон; A2 – Кіото; A3 – Діадема Поділля.

b1 – контроль; b2 – розрахункова норма добрив (N30P60K90); b3 – рекомендована норма добрив (N60P60K60).

c1 – контроль, c2 – Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант; c3 – Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6; c4 – ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо; c5 – Аміно Ксеріон

Економічна ефективність вирощування сої												
позакореневе підживлення (фактор В)	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
Ліссабон (без добрив) фактор С												
Контроль	22,1	338,0	1 860		1 984	2 954	1 784	8 920	34 808	403,60	25 888	290
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	25,0	360,1	1 860	3 424	1 984	3 028	2 664	13 320	39 375	532,80	26 055	196
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	24,6	357,1	1 860	739	1 984	3 018	1 989	9 947	38 745	404,35	28 798	290
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	23,9	351,7	1 860	1 814	1 984	3 000	2 252	11 262	37 643	471,20	26 381	234
Аміно Ксеріон	23,1	345,6	1 860	1 314	1 984	2 979	2 121	10 604	36 383	459,03	25 779	243
Ліссабон (розрахункова норма мін. добрив) фактор С												
Контроль	30,2	399,8	1 860	6 437	1 984	3 161	3 460	17 302	47 565	572,91	30 263	175
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	34,5	432,7	1 860	9 861	1 984	3 271	4 352	21 760	54 338	630,74	32 577	150
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	34,0	428,8	1 860	7 176	1 984	3 258	3 677	18 383	53 550	540,69	35 167	191
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	33,8	427,3	1 860	8 251	1 984	3 253	3 944	19 719	53 235	583,40	33 516	170
Аміно Ксеріон	33,4	424,3	1 860	7 751	1 984	3 243	3 815	19 077	52 605	571,18	33 528	176
Ліссабон (рекомендована норма мін. добрив) фактор С												
Контроль	28,6	387,6	1860	5833	1984	3120	3296	16481	45045	576,24	28564	173
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	33	421,2	1860	9257	1984	3232	4189	20943	51975	634,64	31032	148
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	32,7	418,9	1860	6572	1984	3225	3515	17574	51503	537,45	33928	193
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	32,2	415,1	1860	7647	1984	3212	3779	18897	50715	586,88	31818	168
Аміно Ксеріон	31,9	412,8	1860	7147	1984	3204	3652	18260	50243	572,41	31982	175

Економічна ефективність вирощування сої												
позакореневе підживлення (фактор В)	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
Кіото (без добрив) фактор С												
Контроль	20,2	323,5	1 600		1 984	2 905	1 703	8 516	31 815	421,57	23 299	274
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	23,4	347,9	1 600	3 424	1 984	2 987	2 586	12 928	36 855	552,50	23 927	185
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	23,7	350,2	1 600	739	1 984	2 995	1 917	9 585	37 328	404,42	27 743	289
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	22,5	341,1	1 600	1 814	1 984	2 964	2 176	10 879	35 438	483,49	24 559	226
Аміно Ксеріон	21,6	334,2	1 600	1 314	1 984	2 941	2 043	10 216	34 020	472,98	23 804	233
Кіото (розрахункова норма мін. добрив) фактор С												
Контроль	28,8	389,1	1 600	6 437	1 984	3 125	3 384	1 6919	45 360	587,46	28 441	168
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	33,4	424,3	1 600	9 861	1 984	3 243	4 278	2 1390	52 605	640,41	31 215	146
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	33,7	426,6	1 600	7 176	1 984	3 250	3 609	1 8046	53 078	535,49	35 032	194
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	32,9	420,4	1 600	8 251	1 984	3 230	3 871	1 9357	51 818	588,34	32 461	168
Аміно Ксеріон	31,7	411,3	1 600	7 751	1 984	3 199	3 736	1 8682	49 928	589,33	31 246	167
Кіото (рекомендована норма мін. добрив) фактор С												
Контроль	27,5	379,2	1 600	5 833	1 984	3 092	3 222	16 110	43 313	585,81	27 203	169
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	32,6	418,2	1 600	9 257	1 984	3 222	4 120	20 602	51 345	631,95	30 743	149
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	32,9	420,4	1 600	6 572	1 984	3 230	3 452	17 258	51 818	524,55	34 560	200
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	32,1	414,3	1 600	7 647	1 984	3 209	3 714	18 568	50 558	578,45	31 989	172
Аміно Ксеріон	31,1	406,7	1 600	7 751	1 984	3 184	3 731	18 657	48 983	599,90	30 326	163

Економічна ефективність вирощування сої												
позакореневе підживлення (фактор В)	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
Діадема Поділля (без добрив) фактор С												
Контроль	18,1	307,5	1 430		1 984	2 851	1 643	8 216	28 508	453,92	20 292	247
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	21,6	334,2	1 430	3 424	1 984	2 941	2 528	12 641	34 020	585,24	21 379	169
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	21,4	332,7	1 430	739	1 984	2 936	1 855	9 277	33 705	433,49	24 428	263
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	20,9	328,8	1 430	1 814	1 984	2 923	2 120	10 600	32 918	507,16	22 318	211
Аміно Ксеріон	20,2	323,5	1 430	1 314	1 984	2 905	1 989	9 946	31 815	492,36	21 869	220
Діадема Поділля (розрахункова норма мін. добрив) фактор С												
Контроль	27,3	377,7	1 430	6 437	1 984	3 087	3 329	16 644	42 998	609,67	26 353	158
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	32,2	415,1	1 430	9 861	1 984	3 212	4 225	21 127	50 715	656,13	29 588	140
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	31,9	412,8	1 430	7 176	1 984	3 204	3 552	17 759	50 243	556,70	32 484	183
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	30,9	405,2	1 430	8 251	1 984	3 179	3 812	19 061	48 668	616,86	29 606	155
Аміно Ксеріон	30,2	399,8	1 430	7 751	1 984	3 161	3 681	18 407	47 565	609,50	29 158	158
Кіото (рекомендована норма мін. добрив) фактор С												
Контроль	25,7	365,5	1 430	5 833	1 984	3 046	3 165	15 823	40 478	615,67	24 655	156
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	30,7	403,7	1 430	9 257	1 984	3 174	4 062	20 310	48 353	661,57	28 042	138
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6	30,7	403,7	1 430	6 572	1 984	3 174	3 391	16 954	48 353	552,25	31 399	185
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	29,1	391,4	1 430	7 647	1 984	3 133	3 646	18 231	45 833	626,51	27 601	151
Аміно Ксеріон	28,3	385,3	1 430	7 147	1 984	3 112	3 515	17 573	44 573	620,96	26 999	154

позакоренеve підживлення (фактор В)	Структура витрат, %, соя								Енергетика, соя								
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактор и і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожає м, Мдж	Затрати на 1 ц	Ксе
	Лісабон (без добрив) фактор С								Лісабон (без добрив) фактор С								
Контроль	3,79	20,85	0,00	22,24	33,11	20,00	100,00	1317		844	2057	2123	1437	7777	39095	352	5,03
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,70	13,96	25,71	14,90	22,73	20,00	100,00	1490	1798	844	2155	2123	1625	10034	44225	401	4,41
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	3,59	18,70	7,43	19,95	30,34	20,00	100,00	1466	1926	844	2141	2123	1599	10099	43517	411	4,31
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	3,12	16,52	16,11	17,62	26,64	20,00	100,00	1424	1669	844	2117	2123	1554	9731	42279	407	4,34
Аміно Ксеріон	3,26	17,54	12,39	18,71	28,10	20,00	100,00	1377	385	844	2090	2123	1502	8321	40864	360	4,91
	Лісабон (розрахункова норма мін. добрив) фактор С								Лісабон (розрахункова норма мін. добрив) фактор С								
Контроль	2,31	10,75	37,20	11,47	18,27	20,00	100,00	1800	3285	844	2330	2123	1963	12345	53424	409	4,33
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,99	8,55	45,32	9,12	15,03	20,00	100,00	2056	5083	844	2475	2123	2243	14823	61031	430	4,12
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	2,33	10,12	39,04	10,79	17,72	20,00	100,00	2026	3985	844	2458	2123	2210	13646	60146	401	4,41
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,17	9,43	41,84	10,06	16,50	20,00	100,00	2014	4954	844	2451	2123	2197	14584	59792	431	4,10
Аміно Ксеріон	2,22	9,75	40,63	10,40	17,00	20,00	100,00	1991	3670	844	2438	2123	2171	13236	59085	396	4,46
	Лісабон (рекомендована норма мін. добрив) фактор С								Лісабон (рекомендована норма мін. добрив) фактор С								
Контроль	2,35	11,29	35,39	12,04	18,93	20,00	100,00	1705	6774	844	2276	2123	1859	15580	50593	545	3,25
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,01	8,88	44,20	9,47	15,43	20,00	100,00	1967	8572	844	2424	2123	2145	18075	58377	548	3,23
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	2,38	10,58	37,40	11,29	18,35	20,00	100,00	1949	8700	844	2414	2123	2126	18155	57846	555	3,19
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,20	9,84	40,47	10,50	17,00	20,00	100,00	1919	8443	844	2397	2123	2093	17819	56962	553	3,20
Аміно Ксеріон	2,26	10,19	39,14	10,87	17,55	20,00	100,00	1901	7159	844	2387	2123	2074	16488	56431	517	3,42

позакоренеve підживлення (фактор В)	Структура витрат, %, соя								Енергетика, соя								
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожає м, Мдж	Затрати на 1 ц	Кєє
	Кіото (без добрив) фактор С								Кіото (без добрив) фактор С								
Контроль	3,80	18,79	0,00	23,30	34,11	20,00	100,00	1204		844	1993	1769	1313	7123	35734	353	5,02
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,69	12,38	26,48	15,35	23,10	20,00	100,00	1395	1798	844	2101	1769	1521	9427	41395	403	4,39
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	3,65	16,69	7,71	20,70	31,24	20,00	100,00	1413	1926	844	2111	1769	1541	9603	41925	405	4,37
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	3,14	14,71	16,67	18,24	27,24	20,00	100,00	1341	1669	844	2070	1769	1463	9156	39803	407	4,35
Аміно Ксеріон	3,27	15,66	12,86	19,42	28,79	20,00	100,00	1287	385	844	2040	1769	1404	7730	38210	358	4,94
	Кіото (розрахункова норма мін. добрив) фактор С								Кіото (розрахункова норма мін. добрив) фактор С								
Контроль	2,30	9,46	38,05	11,73	18,47	20,00	100,00	1716	3285	844	2283	1769	1872	11769	50947	409	4,33
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,98	7,48	46,10	9,28	15,16	20,00	100,00	1991	5083	844	2438	1769	2171	14296	59085	428	4,13
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	2,36	8,87	39,77	10,99	18,01	20,00	100,00	2009	3985	844	2448	1769	2191	13245	59615	393	4,50
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,17	8,27	42,63	10,25	16,69	20,00	100,00	1961	4954	844	2421	1769	2139	14087	58200	428	4,13
Аміно Ксеріон	2,20	8,56	41,49	10,62	17,12	20,00	100,00	1889	3670	844	2380	1769	2061	12613	56077	398	4,45
	Кіото (рекомендована норма мін. добрив) фактор С								Кіото (рекомендована норма мін. добрив) фактор С								
Контроль	2,35	9,93	36,21	12,32	19,19	20,00	100,00	1639	6774	844	2239	1769	1788	15052	48648	547	3,23
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,03	7,77	44,93	9,63	15,64	20,00	100,00	1943	8572	844	2411	1769	2119	17658	57669	542	3,27
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	2,44	9,27	38,08	11,50	18,71	20,00	100,00	1961	8700	844	2421	1769	2139	17833	58200	542	3,26
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,23	8,62	41,18	10,68	17,28	20,00	100,00	1913	8443	844	2394	1769	2087	17450	56785	544	3,25
Аміно Ксеріон	2,18	8,58	41,55	10,63	17,06	20,00	100,00	1854	7159	844	2360	1769	2022	16007	55016	515	3,44

позакоренеve підживлення (фактор В)	Структура витрат, %, соя								Енергетика, соя								
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактор и і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожає м, Мдж	Затрати на 1 ц	Кєє
	Діадема Поділля (без добрив) фактор С								Діадема Поділля (без добрив) фактор С								
Контроль	3,74	17,41	0,00	24,15	34,70	20,00	100,00	1079		844	1922	2300	1177	7321	32019	404	4,37
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	2,64	11,31	27,09	15,69	23,26	20,00	100,00	1287	1798	844	2040	2300	1404	9673	38210	448	3,95
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	3,59	15,41	7,97	21,39	31,65	20,00	100,00	1275	1926	844	2033	2300	1391	9769	37857	457	3,88
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	3,10	13,49	17,11	18,72	27,58	20,00	100,00	1246	1669	844	2016	2300	1359	9433	36972	451	3,92
Аміно Ксеріон	3,25	14,38	13,21	19,95	29,21	20,00	100,00	1204	385	844	1993	2300	1313	8039	35734	398	4,45
	Діадема Поділля (розрахункова норма мін. добрив) фактор С								Діадема Поділля (розрахункова норма мін. добрив) фактор С								
Контроль	2,27	8,59	38,67	11,92	18,54	20,00	100,00	1627	3285	844	2232	2300	1775	12063	48294	442	4,00
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,96	6,77	46,67	9,39	15,20	20,00	100,00	1919	5083	844	2397	2300	2093	14636	56962	455	3,89
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	2,32	8,05	40,41	11,17	18,04	20,00	100,00	1901	3985	844	2387	2300	2074	13491	56431	423	4,18
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,13	7,50	43,29	10,41	16,68	20,00	100,00	1842	4954	844	2353	2300	2009	14301	54662	463	3,82
Аміно Ксеріон	2,17	7,77	42,11	10,78	17,17	20,00	100,00	1800	3670	844	2330	2300	1963	12907	53424	427	4,14
	Діадема Поділля (рекомендована норма мін. добрив) фактор С								Діадема Поділля (рекомендована норма мін. добрив) фактор С								
Контроль	2,31	9,04	36,86	12,54	19,25	20,00	100,00	1532	6774	844	2178	2300	1671	15298	45463	595	2,97
Вуксал Мікроплант + Вуксал Комбі Плюс + Вуксал Аміноплант	1,99	7,04	45,58	9,77	15,63	20,00	100,00	1830	8572	844	2347	2300	1996	17888	54308	583	3,04
Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6- 12-6	2,38	8,43	38,76	11,70	18,72	20,00	100,00	1830	8700	844	2347	2300	1996	18016	54308	587	3,01
ЯраВіта Брасітрел Про + ЯраВіта Молітрак 250 + ЯраВіта Універсал Біо	2,15	7,84	41,94	10,88	17,18	20,00	100,00	1734	8443	844	2293	2300	1892	17505	51478	602	2,94
Аміно Ксеріон	2,19	8,14	40,67	11,29	17,71	20,00	100,00	1687	7159	844	2266	2300	1840	16095	50063	569	3,11

Узгоджено

Проректор з наукової та міжнародної
діяльності, д. е. н., професор

Данько Ю. І.



" 2022 р.

Затверджую

Директор ФГ «Тімченко»,

Тімченко С. В.



" р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: ФГ «Тімченко», Сумська область, Сумський район, село Токарі, вулиця Пушкіна, будинок 1 А

Керівник організації (директор): Тімченко Сергій Володимирович

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність використання посівного матеріалу сортів сої Ліссабон, Кіото, Діадема Поділля.

яка виконана аспіранткою Сумського національного аграрного університету Дудкою Ангеліною Анатоліївною

впровадженні на землях ФГ «Тімченко», Сумський район, Сумська область.

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність використання сортів сої Ліссабон, Кіото, Діадема Поділля в умовах північно-східного Лісостепу України. Встановлено, що найбільш економічно вигідно, з точки зору одержання максимального прибутку з одиниці площі (понад 22 тис. грн.), вирощувати сою сорту Ліссабон.

2. Характеристика масштабу впровадження 50 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах північного Лісостепу України (Сумський район, Сумська область) розраховано найвищу економічну доцільність застосування посівного матеріалу сорту сої Ліссабон.

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво ФГ «Тімченко», Сумська область, Сумський район, село Токарі, вулиця Пушкіна, будинок 1 А.

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з використанням посівного матеріалу сорту Діадема Поділля – 5125 грн/га.

очікуваний – 220,3 тис. грн.

фактичний – 256,25 тис. грн.

6. Питома економічна ефективність впровадження: чистий прибуток на 1 гектар посіву – 22,3 тис. грн./га; розрахунковий рівень рентабельності – 176 %.

7. Соціально-науковий ефект: зростання об'єму сировини для оліє білкового використання та харчової промисловості, покращення кормової бази для тваринництва.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., доцент



Олег ПАСЬКО.

Виконавець, аспірант



Ангеліна ДУДКА

Від підприємства:

Головний бухгалтер



Марина ТИМЧЕНКО

Відповідальний за впровадження,
аспірант

Сергій ТИМЧЕНКО

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно - конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”

Узгоджено

Проректор з наукової та міжнародної
діяльності, д. е. н., професор

Данько Ю. І.



" 2022 р.

Затверджую

Директор ТОВ «Угроїдський
цукровий завод»,

Голуб А. Ф.



" 2022 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: ТОВ «Угроїдський цукровий завод», Полтавська область, Великобагачанський район, смт. Гоголеве, вулиця Ради Європи, будинок 15

Керівник організації (директор): Голуб Андрій Федорович

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність застосування позакореневого підживлення комплексом добрив Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та АміноКсеріон

яка виконана аспіранткою Сумського національного аграрного університету Дудкою Ангеліною Анатоліївною

впровадженні на землях ТОВ «Угроїдський цукровий завод», Полтавська область, Великобагачанський район

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність позакореневого підживлення сорту сої Ліссабон комплексом добрив Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6 та АміноКсеріон. Встановлено, що найбільш економічно вигідно, з точки зору одержання максимального прибутку з одиниці площі (понад 27 тис. грн.), вирощувати сою сорту Ліссабон за обробки рослин Басфоліар 36 Екстра + Солю Бор + Басфоліар 6-12-6

2. Характеристика масштабу впровадження 60 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах Лівобережного Лісостепу України (Полтавська область, Великобагачанський район) встановлений ефективний вплив застосування позакореневого підживлення добривами Басфоліар 36 Екстра (ВВСН 13) + Солю Бор (ВВСН 60) + Басфоліар 6-12-6 (ВВСН 69).

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво ТОВ «Угроїдський цукровий завод», Полтавська область, Великобагачанський район, смт. Гоголеве, вулиця Ради Європи, будинок 15.

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з контролем -4520 грн/га):

очікуваний – 215,3 тис. грн.

фактичний – 271,2 тис. грн.

6. Питома економічна ефективність впровадження: чистий прибуток на 1 гектар посіву – 27,3 грн.; розрахунковий рівень рентабельності – 148 %.

7. Соціально-науковий ефект: підвищення збору врожаю за застосування позакореневого підживлення сучасними мікродобривами, збільшення виробництва продукції харчової промисловості та годівлі тварин.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця.

Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., доцент


 Олег ПАСЬКО.

Виконавець, аспірант

 Ангеліна ДУДКА

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Тетяна СТРЕЛЬЧЕНКО

Відповідальний за впровадження,
агроном

 Андрій ГОЛУБ

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно - конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”