

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

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису
КОЗИРСЬКИЙ ДМИТРО ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК: 633.34:631.5:631.526.3](292.485)(1-15)

ДИСЕРТАЦІЯ
ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ
ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 201 – Агрономія
20 – Аграрні науки та продовольство

Дисертаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Д.В.Козирський

Науковий керівник: **ЧИНЧИК Олександр Сергійович**,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Кам'янець-Подільський, 2024

АНОТАЦІЯ

Козирський Д.В. Обґрунтування окремих технологічних прийомів вирощування сортів сої в умовах Лісостепу західного - Рукопис.

Кваліфікаційна наукова праця на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – «Агрономія». Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», Кам'янець-Подільський, 2024 р.

У дисертаційній роботі висвітлено теоретичне обґрунтування та практичний опис питань росту та розвитку і формування продуктивності сортами сої під впливом інокуляції насіння за взаємодії з мінеральним удобренням та подальшого листкового підживлення в умовах Лісостепу західного України.

Проведені дослідження показали суттєву залежність тривалості вегетаційного періоду від погодних умов року. Так, погодні умови 2021 року спричинили найтриваліший вегетаційний період у сортів сої, а у 2020 році обумовлювали найменшу тривалість вегетації цієї зернобобової культури. Встановлено, що за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ найменший вегетаційний період був у скоростиглого сорту сої Самородок і тривав 101 добу. Довшим вегетаційний період виявився у скоростиглого сорту сої Рогізнянка і в середньому тривав 113 діб. Ранньостиглі сорти сої Орфей та Тріада мали середню тривалість вегетаційного періоду 112 та 122 доби. У середньоранніх сортів Еввідіка та Аратта вегетаційний період становив 113 та 127 діб відповідно. У середньостиглих сортів Азимут та Аврора вегетаційний період становив 118 та 121 добу відповідно. Інокуляція насіння перед сівбою Ризоактивом продовжило період вегетації сорту сої Самородок на одну добу, а сортів Рогізнянка, Тріада, Орфей, Аратта, Еввідіка, Азимут та Аврора – на дві доби. В середньому за три роки досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу західного на фоні внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$, оброблення насіння Ризоактивом та

позакореневого підживлення Фульвогуміном найдовший вегетаційний період був у сорту сої Аратта і тривав 130 діб.

Інокуляція насіння Ризоактивом та листові підживлення посівів Фульвогуміном змінювали тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої лише на 1–3 доби. Досліджувані сорти значно відрізнялися за часом настання та швидкістю проходження фаз росту і розвитку рослин сої. Оскільки ступінь відповідності чинників росту і розвитку оптимальній величині значно змінюється залежно від фенологічної фази, то з метою стабільного виробництва сої доцільно вирощувати декілька сортів різних груп стиглості.

У середньому за 2019–2022 рр. високий показник польової схожості насіння був виявлений у сортів сої Рогізнянка, Самородок, Тріада, Орфей, Азимут. Найсприятливіші умови для росту, розвитку та збереження максимальної кількості рослин сої на одиниці площі впродовж вегетаційного періоду склалися у варіанті з інокуляцією насіння біопрепаратом та двох листових підживлень посівів Фульвогуміном.

За результатами досліджень встановлено, що най тривалішим (130 діб) серед досліджуваних сортів сої був вегетаційний період у сорту Аратта за інокуляції насіння Ризоактивом, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та дворазового позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном. Найкоротший вегетаційний період на посіві без оброблення насіння інокулянтном та без проведення листових підживлень виявився у сорту сої Самородок – 101 доба. Саме сортові особливості в умовах проведення досліджень виявилися найбільш вагомим чинником, що впливав на тривалість вегетації сої. Водночас інокуляція насіння Ризоактивом та листові підживлення посівів Фульвогуміном змінювали тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої лише на 1–3 доби.

Найвища польова схожість насіння сої формується в сортів Рогізнянка та Азимут за проведення інокуляції насіння біопрепаратом на основі

Bradyrhizobium japonicum еко/001, еко/002 та еко/003 та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном і становить відповідно 89,3 та 89,4 %.

Найсприятливіші умови для росту, розвитку та збереження максимальної кількості рослин на одиниці площі впродовж вегетаційного періоду складають за обробки насіння біопрепаратами та двох листових підживлень посівів Фульвогуміном. При цьому виділилися сорти сої Азимут та Рогізнянка, що сформували густоту стояння рослин на період збирання 592,6 та 590,2 тис. шт. /га з рівнем виживання відповідно 94,7 та 94,4 %.

В середньому рослини сорту Самородок мали висоту 73,3 см, сорту Тріада – 75,1 см, Орфей – 76,9 см, Еврідіка – 78,7 см. Решта ж сортів мала висоту понад 80 см і в сорту Рогізнянка вона була 80,4 см, в сорту Азимут – 80,5 см, а в сорту Аврора – 87,6 см.

Обробка посівів фульвогуміном забезпечила формування на 2,71 см менш високорослих посівів, що досягається завдяки комплексному впливу добрива в плані поліпшення загального фізіологічного стану рослин. На не бактеризованих варіантах дослідів в середньому отримано висоту 79,5 см, коли за обробки насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 висота зроста на 3,0 см, в середньому.

Досліджувані елементи агротехнології не впливали на зміну висоти прикріплення нижнього бобу, відхилення показника якої не перевищували значення $HP_{0,05}$. Середня висота прикріплення нижнього бобу в сорту Самородок була 13,0 см, Еврідіка – 13,1 см, Тріада – 13,2 см, коли сорти Орфей, Азимут та аврора – мали висоту прикріплення понад 14 см, а в сортів Рогізнянка та Аратта вона була 15,1 та 15,2 см.

В фазу перед збиранням сої, посіви які обробляли позакореневим добривом Фульвогумін формували 4,39 т/га сухої речовини, що на 0,45 т/га більше чим на контролі без позакореневого добрива. Бактеризація насіння ще більш сприяла підвищенню накопичення сухої речовини і в варіантах де проводили інокуляцію Ризоактивом отримано 4,45 т/га, що на 0,58 т/га вище контролю без застосування.

Кращий рівень накопичення сухої речовини на час збирання сої отримано за обробки насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та позакореневого підживлення Фульвогуміном на посівах сортів сої Тріада (5,03 т/га), Азимут (5,01 т/га) та Аврора (5,08 т/га).

Визначено, що закономірності формування площі листя на час цвітіння визначали основні зміни що відбувались з цією ознакою в другій половині вегетації сої. Що засвідчує потребу посівів в забезпеченні якісного догляду саме в першій половині вегетації культури. Тоді як на час побуріння бобів сорт Самородок мав площу листя в 39,1 тис. м²/га, сорти Орфей, Еввідіка та Аратта формували 38,1, 37,8 та 37,6 тис. м²/га. За аналогічних умов такі сорти як Рогізнянка та Тріада мали площу листя в 40,0 та 40,1 тис. м²/га, тоді як кращими по досліді були сорти Азимут та Аврора – 40,5 та 40,8 тис. м²/га.

Встановлено також, що на час побуріння бобів, листкове підживлення добривом Фульвогумін аналогічно фазі цвітіння та утворення бобів зберегло ефект своєї дії і в цю фазу, оскільки площа листя порівняно з варіантами фонового живлення була на 2,49 тис. м²/га більшою. Також інокуляція насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 показала що порівняно до не інокульованих варіантів різниця прибавки становила 2,92 тис. м²/га. Також нами була виявлена ефективність впливу бактеризації насіння та позакореневого підживлення посівів на її показники. При комплексі ж впливу факторів площа листя понад 42 тис. м²/га була отримана в сортів сої Самородок, Тріада та Азимут, при цьому ж кращі показники в досліді мали сорти Рогізнянка – 44,0 тис. м²/га та Аврора – 45,2 тис. м²/га.

Загалом агрозаходи з бактеризації насіння та листової обробки посівів гуматами були ефективні по впливу на зміну фотосинтетичного потенціалу сої в міру своєї дієвості. Тобто, якщо фізіологічно препарат поліпшує загальний стан посівів або ж допомагає рослинам накопичити додатковий азот, то він не може зрівнятись за своїм впливом з внесенням того ж самого

додаткового азоту в вільній формі. Власне аналіз фотосинтетичного потенціалу посівів це і допоміг підтвердити.

В фазу утворення бобів вплив агротехніки в досліді підсилив зміни фотосинтетичного потенціалу посівів, хоча вони не були домінантними чинниками. Так, за контрольного варіанту удобрення отримано ФП 1,11 млн. $\text{м}^2/\text{га}$, коли позакоренева обробка рослин Фульвогуміном забезпечила фотосинтетичний потенціал в 1,20 млн. $\text{м}^2/\text{га}$. Варіанти досліду в яких вирощувались рослини сої без бактеризації насіння мали в середньому фотосинтетичний потенціал в 1,10 млн. $\text{м}^2/\text{га}$, коли ж застосування для обробки біопрепарату на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 виявилось ефективнішим і отримано ФП сої в 1,22 млн. $\text{м}^2/\text{га}$.

В фазу цвітіння посіви сорту Самородок мали накопичення сухої речовини в 1,55 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу, тобто краще по досліді, найменшим воно було в сорту Рогізнянка – 1,12 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу, а сорти Тріада та Аратта мали рівень в 1,26 та 1,25 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу. Решта сортів мали середні показники чистої продуктивності фотосинтезу: Аврора – 1,36, Еввідіка – 1,43, Азимут – 1,43 та Орфей – 1,48 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу. А при сукупній дії факторів досліді було виявлено, що кращими є Самородок та Орфей, чиста продуктивність посівів яких була 1,58 та 1,58 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу.

В другій половині вегетації, чиста продуктивність фотосинтезу теж залежала від впливу факторів досліді, проте, їх роль досить зменшилась, порівняно з попереднім періодом. Так, за позакореневого удобрення різниця в ЧПФ з не удобреними варіантами досліді була 0,05 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу, коли інокуляція сприяла зростанню ознаки на 0,08 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу. Що, є досить незначними відмінностями в накопиченні сухої речовини з огляду на достатньо високу площу листової поверхні.

Листкове підживлення посівів сої добривом Фульвогумін сприяло отриманню на 4,09 шт./рослину більшої кількості бульбочок. Тоді як застосування бактеризації на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 сприяло зростанню кількості бульбочок на

8,35 шт./рослину, проте на контролі без інокуляції їх було 29,5 шт./рослину. Тобто, на ділянках де соя досить часто вирощується підтримується певний аборигенний вид мікроорганізмів в ґрунті, здатний за вирощування сої інокулювати рослини, проте застосування чистих вузькоспеціалізованих штамів мікроорганізмів є більш дієвим способом підвищення ефективності симбіотичних взаємодій.

При застосуванні інокуляції насіння Ризоактивом та позакореневого удобрення Фульвогуміном були кращі умови формування маси бульбочок в сортів Азимут – 1,30, Орфей – 1,31 та Рогізнянка – 1,32 г/рослину. Отже, поліпшення фізіологічного стану рослин завдяки позакореневій обробці їх Фульвогуміном сприяло загалом підвищенню маси бульбочок на 0,20 г/рослину, проте більш дієвою була бактеризація штамми *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003, адже завдяки витісненню аборигенних штамів мікроорганізмів отримано прибавку маси бульбочок в 0,36 г/рослину.

За аналізом впливу факторів визначено, що інокуляція насіння фактично є драйвером змін в кількості колоній активних бульбочкових бактерій на коренях сої (50 %), навіть за сильного впливу погодних умов вегетаційного періоду (33 %) важливість саме інокуляції в правильному старті фотосинтезу за рахунок використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 очевидна. А маса активних бульбочок на коренях рослин ще більш залежить саме від інокуляції насіння (57 %), що підтверджує припущення про те що місцеві аборигенні види не здатні так ефективно співпрацювати з рослинами сої як спеціально відібрані штамми бульбочкових бактерій.

Бактеризація ж насіння суттєво не впливала на зміни кількості бобів на рослинах сої, а в цілому по досліджуваних сортах Самородок мав 12,2 шт./рослину бобів, коли найбільше їх утворювалось на рослинах сорту Рогізнянка – 12,6 шт./рослину. В сортів Тріада та Орфей ми спостерігали

середні кількості бобів в 12,3 шт./рослину, а в Еврідіка, Аратта, Азимут та Аврора – 12,4 шт./рослину.

Листкове підживлення та бактеризація насіння сприяли кращій озерненості сої а не формуванню більшої кількості бобів. Так, саме за підживлення отримано доволі вагому прибавку в кількості насінин в бобі – на 0,97 шт./біб, за 2,98 на контролі, а бактеризація насіння сприяла отриманню також більше на 0,69 шт./біб насінин. Тому, за комплексної обробки інокулянтом та подальшого позакореневого підживлення сорт Аврора мав 5,09, а Орфей – 5,94 шт./біб насінин – найбільше по досліді.

На контролі фонового удобрення кількість насінин становила 39,3 шт./рослину, аналогічно ж варіант де проводили додаткові листові підживлення мав на 5,0 шт./рослину більше насінин. Використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 для бактеризації насіння також сприяло поліпшенню досліджуваної ознаки. При цьому, контрольні варіанти мали в середньому бобів в 37,9 шт./рослину, коли ж прибавка від бактеризації становила 7,86 шт./рослину. Як наслідок – краща кількість насінин на рослині була за поєднання бактеризації та внесення Фульвогуміну в сорту Орфей – 62,57 шт./рослину.

Самородок утворював на одній рослині насінин в середньому 5,69 г, при цьому мінімум по досліді був в сорту Рогізнянка – 5,25 г, а сорти Тріада та Еврідіка мали 5,92 та 5,92 г. Решта сортів, за масою насіння перевищувала значення в 6 г/рослину, так в сорту Орфей отримано 6,08, Аратта – 6,23, Азимут – 6,27 та максимум був в сорту Аврора – 6,50 г/рослину. А краща маса насіння з рослини була отримана у сортів Тріада – 7,12 та Аврора – 7,25 г/рослину, що спостерігалось за комплексного поєднання варіантів досліді.

В середньому по досліді урожайність сої в 2019 році була 3,41 т/га, в 2020 – 3,10, в 2021 – 3,92 а в 2022 – 3,20 т/га. Беззаперечним лідером за щорічним формуванням високого рівня урожайності зерна був сорт Аврора, проте гарний результат в 2019 показував й сорт Тріада, в 2020 році – Азимут

та Тріада, в 2021 – Тріада а в 2022 – Орфей, Азимут та Тріада. Що засвідчує нам індивідуальну сортову реакцію на умови вирощування і важливість адаптації технології під певні сорти та їх поглибленої перевірки в зоні поширення на можливості до формування високого рівня урожайності.

Правильний вибір мінерального живлення для вирощування сої забезпечив загальне стимулювання розвитку рослин без проблем з подальшим утворенням бобово-ризобіального взаємозв'язку та його функціонування з точки зору засвоєння азоту з атмосфери. Що підкреслює роль невеликих стартових доз азотних добрив з позицій кращого розвитку посівів, особливо за комбінування його ще й з листовим підживленням рослин по вегетації. Навіть за максимуму потреби рослин в елементах живлення на час утворення бобів, насіння та наливу насіння – гарний старт їх на початку вегетації формує перевагу в подальшому, завдяки кращій укоріненості, розвитку, роботи бобово-ризобіального апарату, тощо. А тому, на фоні основного удобрення в $N_{30}P_{60}K_{60}$ листове удобрення Фульвогуміном в поєднанні з передпосівною бактеризацією сої позначилось на формуванні високого рівня продуктивності. Без виключення усі сорти сої підвищували рівень урожайності на цих варіантах, тобто ми спостерігали загальне стимулювання рослин в плані прояву реакції за зміною рівня урожайності. Проте, висока урожайність була в сортів Еврідіка – 3,70 т/га, Аратта – 3,76 т/га, Орфей – 4,02 т/га, а кращі за роки досліджень показники урожайності ми визначили в таких сортів сої як: Азимут – 4,11 т/га, Тріада – 4,12 т/га та Аврора – 4,16 т/га.

Вміст білку залежав від варіантів удобрення, за базового ($N_{30}P_{60}K_{60}$) отримано 40,51 %, а листове підживлення Фульвогуміном сприяло отриманню на 1,49 % кращого показника. Аналогічно, на не інокульованих варіантах досліду було визначено вміст білку в зерні сої в 40,89 %, при цьому ж за бактеризації насіння рослини отримували більше азоту впродовж вегетації, тому вміст білку в середньому по досліді зріс на 0,72 %. А тому саме бактеризація насіння Ризоактивом та подальше підживлення посівів за

допомогою застосування Фульвогуміну позитивно вплинуло на зростання вмісту білку в зерні усіх досліджуваних сортів без виключення. При цьому, кращий вміст його спостерігався на посівах сорту Еввідіка – 44,5 %, а понад 43 % білку було в зерні сої Самородок, Рогізнянка, Орфей.

По збору білку, за фонового удобрення ($N_{30}P_{60}K_{60}$) отримано 1,30 т/га білку, коли листкове підживлення Фульвогуміном сприяло отриманню на 0,20 т/га кращого збору. Аналогічно, на не інокульованих варіантах дослідів збір білку з врожаєм сої був 1,29 т/га, при цьому ж за бактеризації насіння рослини отримували більше азоту впродовж вегетації, тому збір білку в середньому по досліді зріс на 0,22 т/га. Оскільки збір білку залежить і від урожайності, то кращими за комплексного застосування бактеризації та листкового підживлення виявились сорти: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора, які мали показник на рівні 1,17, 1,72, 1,70 та 1,77 т/га.

Визначено, що за впливом факторів дослідів на олійність насіння сої більший ефект чинило листкове підживлення, яке сприяло отриманню прибавки в 0,58 % до вмісту, коли інокуляція насіння препаратом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 дозволила отримати прибавку в 0,36 %. А тому ці фактори дослідів в комплексній своїй дії на рослини позначились на формуванні кращого вмісту олії по досліді, який зафіксовано в сорту Орфей – 23,2 %.

Збір олії з зерном сої в сорту Самородок був 0,72 т/га, сорти Рогізнянка та Аратта мали 0,66 та 0,71 т/га, а в сорту Тріада отриманий показник в 0,74, Еввідіка – 0,74 т/га, Орфей – 0,78 т/га. Кращий збір олії ми спостерігали в сортів Аврора – 0,80 т/га та Азимут – 0,81 т/га. По впливу факторів дослідів на збір олії з насінням сої ефективним було поєднання інокуляції насіння препаратом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 з подальшим листковим підживленням посівів Фульвогуміном. Саме комплекс поєднання факторів дослідів забезпечив кращий збір олії з насінням сорту Орфей – 0,93 т/га, а також Тріада, Азимут та Аврора – по 0,92 т/га.

Кращу вартість отриманої продукції забезпечувало комплексне застосування препарату для інокуляції насіння Ризоактив з подальшим листовим підживленням посівів Фульвогуміном, що сприяли отриманню в сорту Орфей – 73,6 тис. грн./га, в сорту Азимут – 75,2, Тріада – 75,4 та Аврора – 76,1 тис. грн./га, коли контроль забезпечував лише 53,0 тис. грн./га.

Поєднання агротехнічного заходу з бактеризації насіння та подальшого позакореневого підживлення сприяло отриманню для сорту Орфей собівартості в 7,0 тис. грн./т, в сорту Азимут отримано 6,9, для сортів Тріада та Аврора – 6,8 та 6,8 тис. грн./га. При цьому ж собівартість контрольних варіантів досліду становила не менше 9,1 тис. грн./т, тобто більш чим на 2 тис. грн./га.

Кращим в плані економічної оцінки ефективності вирощування було поєднання інокуляції насіння з обробкою посівів Фульвогуміном, що сприяло отриманню кращих значень чистого прибутку в сортів сої: Тріада – 47,2 тис. грн./га, Азимут – 47,0 тис. грн./га та Аврора – 47,9 тис. грн./га. Також нами було виявлено що ці ж сорти мали відповідно й кращі показники рівня рентабельності вирощування, а саме – 167,6, 166,8 та 170,1 % відповідно.

Встановлено, що кращі показники по накопиченню енергії з отриманим врожаєм ви мали за вирощування таких сортів як: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора при бактеризації їх насіння перед сівбою та подальших позакорневих обробок. В цьому випадку з вирощеним зерном отримано 110,5, 107,8, 110,2 та 111,6 ГДж/га енергії відповідно. Ці ж сорти мали коефіцієнт енергетичної ефективності в 4,95, 4,87, 4,98 та кращий по досліді показник в 5,02 відповідно.

Ключові слова: сорт, інокуляція насіння, удобрення, площа листя, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал, кількість колоній бульбочкових бактерій, маса колоній бульбочкових бактерій, урожайність, вміст білку, вміст жиру.

Abstract.

Kozyrsky D.V. Justification of certain technological techniques for cultivation of soy varieties in the conditions of the Western Forest-Steppe. – Manuscript.

Qualifying research paper for obtaining the educational and scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 - "Agronomy". Institute of Higher Education "Podilskyi State University", Kamianets-Podilskyi, 2024

The dissertation covered the theoretical justification and practical description of issues of growth and development and formation of productivity of soybean varieties under the influence of seed inoculation in interaction with mineral fertilizer and subsequent foliar fertilization in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine.

The conducted studies showed a significant dependence of the duration of the growing season on the weather conditions of the year. Thus, the weather conditions of 2021 caused the longest growing season for soybean varieties, and the weather conditions of 2020 caused the shortest growing season of this leguminous crop. It was established that with the introduction of $N_{30}P_{60}K_{60}$, the shortest growing season was in the pre-matured soybean variety Samorodok and lasted 101 days. The growing season was longer in the pre-matured soybean variety Rogiznyanka and lasted an average of 113 days. Early ripening soybean varieties Orpheus and Triada had an average duration of the growing season of 112 and 122 days. In mid-early Eurydika and Aratta varieties, the growing season was 113 and 127 days, respectively. In medium-ripe varieties Azimut and Aurora, the growing season was 118 and 121 days, respectively. Pre-sowing seed treatment with Rhizoactive extended the vegetation period of the Nugget soybean variety by one day, and the Rogiznyanka, Triada, Orpheus, Aratta, Eurydika, Azimuth and Aurora varieties by two days. On average, over three years of research, it was established that in the conditions of the Western Forest Steppe against the background of application of $N_{30}P_{60}K_{60}$, seed treatment with Rhizoactive and foliar

fertilization with Fulvohumin, the longest growing season was in the Aratta soybean variety and lasted 130 days.

Seed inoculation with Rhizoactive and foliar top dressing of crops with Fulvohumin changed the duration of the growing season of the studied soybean varieties by only 1–3 days. The studied varieties differed significantly in the time of onset and the speed of passage through the phases of growth and development of soybean plants. Since the degree of compliance of growth and development factors with the optimal value varies significantly depending on the phenological phase, for the purpose of stable production of soybeans, it is advisable to grow several varieties of different maturity groups.

On average, for 2019–2022, a high rate of field seed germination was found in soybean varieties Rogiznyanka, Samorodok, Triada, Orpheus, and Azimuth. The most favorable conditions for the growth, development and preservation of the maximum number of soybean plants per unit area during the growing season were in the variant with seed treatment with biological preparate and two foliar top dressings of crops with Fulvohumin.

According to the research results, it was established that the longest growing season (130 days) among the studied soybean varieties was in the Aratta variety with inoculation of seeds with Rhizoactive, application of mineral fertilizers in a dose of $N_{30}P_{60}K_{60}$ and two-time foliar fertilizing of crops with Fulvohumin. The shortest growing season on sowing without seed treatment with inoculant and without foliar fertilization was found in the Namolodok soybean variety - 101 days. Varietal characteristics in the conditions of the research turned out to be the most important factor affecting the duration of the soybean vegetation. At the same time, seed inoculation with Rhizoactive and foliar top dressing of crops with Fulvohumin changed the duration of the growing season of the studied soybean varieties by only 1–3 days.

The highest field germination of soybean seeds is formed in the Rogiznyanka and Azimut varieties by seed inoculation with a biopreparation based

on *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 and foliar fertilizing of crops with Fulvohumin and is 89.3 and 89.4%, respectively.

The most favorable conditions for the growth, development and preservation of the maximum number of plants per unit area during the growing season are seed treatment with biological preparations and two foliar top dressings of crops with Fulvohumin. At the same time, the Azimut and Rogiznyanka soybean varieties stood out, forming a density of 592.6 and 590.2 thousand plants during the harvesting period. /ha with a survival rate of 94.7 and 94.4%, respectively.

On average, plants of the Nugget variety had a height of 73.3 cm, Triada variety - 75.1 cm, Orpheus - 76.9 cm, Eurydice - 78.7 cm. The rest of the varieties had a height of more than 80 cm, and in the Rogiznyanka variety it was 80, 4 cm, in the Azimut variety - 80.5 cm, and in the Aurora variety - 87.6 cm.

Treatment of crops with Fulvohumin ensured the formation of 2.71 cm less tall crops, which is achieved due to the complex effect of the fertilizer in terms of improving the general physiological state of plants. On the non-bacterized variants of the experiment, an average height of 79.5 cm was obtained, when the seed treatment with a biopreparation based on *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 increased the height by 3.0 cm, on average.

The investigated elements of agrotechnology did not affect changes in the height of attachment of the lower bean, the deviations of which indicator did not exceed the value of NIP0.05. The average height of attachment of the lower bean in the variety Samorodok was 13.0 cm, Eurydika – 13.1 cm, Triada – 13.2 cm, when the varieties Orfey, Azimuth and Aurora had an attachment height of more than 14 cm, and in the Rogiznyanka and Aratta varieties it was 15.1 and 15.2 cm.

In the phase before harvesting soybeans, crops treated with foliar fertilizer Fulvoumin formed 4.39 t/ha of dry matter, which is 0.45 t/ha more than in the control without foliar fertilizer. Bacterization of seeds contributed even more to the increase in the accumulation of dry matter, and in the variants where inoculation with Rhizoactive was carried out, 4.45 t/ha was obtained, which is 0.58 t/ha higher than the control and application.

The best level of accumulation of dry matter at the time of harvesting soybeans was obtained by treating seeds with a biopreparation based on *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 and foliar fertilizing with Fulvohumin on soybean varieties Triada (5.03 t/ha), Azimuth (5.01 t/ha) and Aurora (5.08 t/ha).

It was determined that the regularities of the formation of the leaf area at the time of flowering determined the main changes that occurred with this feature in the second half of the soybean vegetation. Which proves the need for crops to provide high-quality care in the first half of the crop's growing season. While at the time of browning of the beans, the Samorodok variety had a leaf area of 39.1 thousand m²/ha, the Orpheus, Eurydice, and Aratta varieties formed 38.1, 37.8, and 37.6 thousand m²/ha. Under similar conditions, such varieties as Rogiznyanka and Triada had a leaf area of 40.0 and 40.1 thousand m²/ha, while the best varieties according to the experiment were Azimut and Aurora - 40.5 and 40.8 thousand m²/ha.

It was also established that during the browning of beans, foliar fertilizing with Fulvohumin fertilizer, similar to the phase of flowering and formation of beans, preserved the effect of its action in this phase as well, since the leaf area was 2.49 thousand m²/ha more compared to the background feeding options. Also, inoculation of seeds with a biopreparation based on *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 showed that, compared to non-inoculated variants, the increase difference was 2.92 thousand m²/ha. We also found the effectiveness of the effect of seed sterilization and foliar fertilizing of crops on its indicators. With the same combination of factors, the leaf area of more than 42,000 m²/ha was obtained in soybean varieties Samorodok, Triada and Azimut, while the best indicators in the experiment were Rogiznyanka - 44,0 m²/ha and Aurora - 45,2 thousand m²/ha.

In general, agro-measures of seed sterilization and foliar treatment of crops with humates were effective in influencing changes in the photosynthetic potential of soybeans to the extent of their effectiveness. That is, if the drug physiologically

improves the general condition of crops or helps plants to accumulate additional nitrogen, then it cannot compare in its effect with the introduction of the same additional nitrogen in free form. The actual analysis of the photosynthetic potential of the crops helped to confirm this.

In the phase of bean formation, the influence of agricultural technology in the experiment enhanced changes in the photosynthetic potential of crops, although they were not dominant factors. Thus, under the control variant of fertilization, a FP of 1.11 million m^2/ha was obtained, when foliar treatment of plants with Fulvohumin provided a photosynthetic potential of 1.20 million m^2/ha . The variants of the experiment, in which soybean plants were grown without seed sterilization, had an average photosynthetic potential of 1.10 million m^2/ha , while the use of a biological preparation based on *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 for treatment was more effective and obtained FP of soybeans is 1.22 million m^2/ha .

During the flowering phase, crops of the Nugget variety had an accumulation of dry matter of 1.55 g/m^2 per day, that is, better according to the experiment. it was the lowest in the Rogiznyanka variety - 1.12 g/m^2 per day, while the Triada and Aratta varieties had a level of 1.26 and 1.25 g/m^2 per day. The remaining varieties had average indicators of net photosynthesis productivity: Aurora – 1.36, Eurydice – 1.43, Azimuth – 1.43 and Orpheus – 1.48 g/m^2 per day. And with the combined effect of the factors of the experiment, it was found that Nugget and Orpheus were the best, the net productivity of the crops was 1.58 and 1.58 g/m^2 per day.

In the second half of the growing season, the net productivity of photosynthesis also depended on the influence of experimental factors, however, their role was significantly reduced compared to the previous period. Thus, with foliar fertilization, the difference in PPF with non-fertilized variants of the experiment was 0.05 g/m^2 per day, when inoculation contributed to the growth of the trait by 0.08 g/m^2 per day. What, there are quite insignificant differences in the accumulation of dry matter in view of the sufficiently high area of the leaf surface.

Foliar feeding of soybean crops with Fulvohumin fertilizer contributed to obtaining 4.09 units/plant more nodules. While the application of bacterization based on *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 contributed to the increase in the number of nodules by 8.35 pcs./plant, however, on controls without inoculation they were 29.5 pcs./plant. That is, in areas where soybeans are often grown, a certain indigenous type of microorganisms is supported in the soil, capable of inoculating plants during soybean cultivation, but the use of pure highly specialized strains of microorganisms is a more effective way of increasing the efficiency of symbiotic interactions.

When seed inoculation with Rhizoactive and foliar fertilization with Fulvohumin was used, the conditions for the formation of mass of nodules were better in the varieties Azimut - 1.30, Orfey - 1.31 and Rogiznyanka - 1.32 g/plant. Therefore, the improvement of the physiological state of plants due to their foliar treatment with fulvohumin contributed to a general increase in the mass of nodules by 0.20 g/plant, however, bacterization with strains of *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 was more effective, because due to the displacement of indigenous strains of microorganisms an increase in the mass of nodules of 0.36 g/plant was obtained.

Based on the analysis of the influence of factors, it was determined that seed inoculation is actually the driver of changes in the number of colonies of active nodule bacteria on soybean roots (50%), even under the strong influence of weather conditions of the growing season (33%), the importance of inoculation in the correct start of photosynthesis due to the use of strains *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 is obvious. And the mass of active nodules on plant roots is even more dependent on seed inoculation (57%), which confirms the assumption that local native species are not able to cooperate with soybean plants as effectively as specially selected strains of nodule bacteria.

Bacterization of seeds did not significantly affect changes in the number of beans on soybean plants, and in general, according to the studied varieties, Samorodok had 12.2 beans/plant, when the most of them were formed on plants of

the Rogiznyanka variety - 12.6 pieces/plant. In the varieties Triada and Orpheus, we observed an average number of beans of 12.3 pcs./plant, and in Eurydice, Aratta, Azimuth and Aurora - 12.4 pcs./plant.

Foliar top dressing and seed sterilization contributed to better seeding of soybeans and not to the formation of more beans. So, it was due to fertilization that a rather significant increase in the number of seeds in beans was obtained - by 0.97 pcs., compared to 2.98 in the control, and seed sterilization also contributed to obtaining more seeds by 0.69 pcs. Therefore, with complex treatment with inoculant and subsequent foliar fertilization, the Aurora variety had 5.09, and Orpheus - 5.94 pcs. of seeds - the most according to the experiment.

In the control of background fertilization, the number of seeds was 39.3 pcs./plant, similarly, the option where additional foliar fertilization was carried out had 5.0 pcs./plant more seeds. The use of *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 strains for seed sterilization also contributed to the improvement of the studied trait. At the same time, the control variants had an average of 37.9 beans per plant, while the increase from bacterization was 7.86 beans per plant. As a result, the best number of seeds per plant was for the combination of bacterization and application of fulvohumin in the Orpheus variety - 62.57 pcs./plant.

The Samorodok formed an average of 5.69 g of seeds on one plant, while the minimum according to the experiment was in the Rogiznyanka variety - 5.25 g, and the Triada and Eurydika varieties had 5.92 and 5.92 g. The rest of the varieties, in terms of seed weight, exceeded value of 6 g/plant, and in the Orpheus variety 6.08, Aratta – 6.23, Azimuth – 6.27, and the maximum was in the Aurora variety – 6.50 g/plant. And the best weight of seeds per plant was obtained from Triada varieties - 7.12 and Aurora - 7.25 g/plant, which was observed for a complex combination of experiment options.

On average, according to the experiment, the yield of soybeans in 2019 was 3.41 t/ha, in 2020 – 3.10, in 2021 – 3.92, and in 2022 – 3.20 t/ha. The Aurora variety was the undisputed leader in terms of the annual formation of a high level

of grain yield, but the Triada variety also showed good results in 2019, in 2020 - Azimuth and Triad, in 2021 - Triad, and in 2022 - Orpheus, Azimuth and Triad. Which proves to us the individual varietal reaction to growing conditions and the importance of adapting technology to certain varieties and their in-depth verification in the area of distribution for opportunities to form a good level of productivity.

The correct choice of mineral nutrition for growing soybeans provided general stimulation of plant development without problems with the subsequent formation of the legume-rhizobial relationship and its functioning from the point of view of assimilation of nitrogen from the atmosphere. Which emphasizes the role of small doses of starter nitrogen fertilizers from the standpoint of better crop development, especially when combined with foliar feeding of plants during the growing season. Even with the maximum need of plants for nutrients at the time of formation of beans, seeds and pouring of seeds - their good start at the beginning of the growing season forms an advantage in the future, thanks to better rooting, development, work of the legume-rhizobial apparatus, etc. And therefore, against the background of the main fertilizer in $N_{30}P_{60}K_{60}$, foliar fertilization with Fulvohumin in combination with pre-sowing soybean bacteriization affected the formation of a good level of productivity. Without exception, all soybean varieties increased the level of yield on these options, that is, we observed a general stimulation of plants in terms of the response to changes in the level of yield. However, the high yield was in Eurydice varieties - 3.70 t/ha, Aratta - 3.76 t/ha, Orpheus - 4.02 t/ha, and we determined the best yield indicators over the years of research in such soybean varieties as: Azimut – 4.11 t/ha, Triada – 4.12 t/ha and Aurora – 4.16 t/ha.

The protein content depended on the fertilizer options, 40.51% was obtained with the basic ($N_{30}P_{60}K_{60}$), and foliar fertilizing with Fulvohumin contributed to obtaining a 1.49% better indicator. Similarly, on the non-inoculated versions of the experiment, the protein content of soybean grains was determined to be 40.89%, while during the seed germination, the plants received more nitrogen during the

growing season, so the protein content increased by 0.72% on average in the experiment. And that is why it is the bacterization of seeds with Rhizoactiv and the subsequent fertilization of crops with the use of Fulvohumin that positively affected the growth of the protein content in the grain of all studied varieties without exception. At the same time, the best protein content was observed in crops of the Eurydika variety - 44.5%, and more than 43% of the protein was in the grains of Samorodok, Rogiznyanka, Orpheus soybeans.

According to protein collection, 1.30 t/ha of protein was obtained with the background fertilizer ($N_{30}P_{60}K_{60}$), when foliar fertilizing with Fulvohumin contributed to obtaining a better collection by 0.20 t/ha. Similarly, on the non-inoculated versions of the experiment, the protein collection with the soybean crop was 1.29 t/ha, while the plants received more nitrogen during the growing season due to the bacteriization of the seeds, so the protein collection increased by 0.22 t/ha on average in the experiment. Since the collection of protein also depends on the yield, the varieties: Triada, Orpheus, Azimuth and Aurora, which had indicators at the level of 1.17, 1.72, 1.70 and 1.77 t/ha.

It was determined that, according to the influence of experimental factors on the oil content of soybean seeds, foliar feeding had a greater effect, which contributed to an increase of 0.58% in the content, when inoculation of seeds with a preparation containing strains of *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 allowed get an increase of 0.36%. And therefore, these factors of the experiment in their complex effect on the plants affected the formation of the best oil content according to the experiment, which was recorded in the Orpheus variety - 23.2%.

The collection of oil from soybeans in the Samorodok variety was 0.72 t/ha, Rogiznyanka and Aratta varieties had 0.66 and 0.71 t/ha, and in the Triada variety the figure was 0.74, Eurydika – 0.74 t/ha, Orpheus – 0.78 t/ha. We observed the best oil yield in Aurora varieties - 0.80 t/ha and Azimut - 0.81 t/ha. The combination of inoculation of seeds with a drug containing strains of *Bradyrhizobium japonicum* eko/001, eko/002 and eko/003 with subsequent foliar

fertilization of crops with Fulvohumin was effective in terms of the influence of the experimental factors on the collection of oil from soybean seeds. It was the complex combination of research factors that ensured the best collection of oil with seeds of the Orpheus variety - 0.93 t/ha, as well as Triad, Azimuth and Aurora - 0.92 t/ha each.

The better value of the obtained products was provided by the complex application of the preparation for seed inoculation Rhizoaktiv with subsequent foliar feeding of crops with Fulvohumin, which contributed to obtaining in the Orpheus variety - 73.6 thousand UAH/ha, in the Azimut variety - 75.2, Triada - 75.4 and Aurora - 76.1 thousand hryvnias/ha, when control provided only 53.0 thousand hryvnias/ha.

The combination of the agrotechnical measure of seed sterilization and subsequent foliar fertilization contributed to obtaining a cost price of 7.0 thousand UAH/t for the Orpheus variety, 6.9 for the Azimut variety, 6.8 and 6.8 thousand for the Triada and Aurora varieties. hryvnias/hectare At the same time, the cost price of control variants of the experiment was at least 9.1 thousand UAH/t, i.e. more than 2 thousand UAH/ha.

The combination of seed inoculation with the treatment of crops with Fulvohumin was the best in terms of economic evaluation of cultivation efficiency, which contributed to obtaining better values of net profit in soybean varieties: Triada - 47.2 thousand hryvnias/ha, Azimuth - 47.0 thousand hryvnias/ha and Aurora - 47.9 thousand hryvnias/ha. We also discovered that the same varieties had better indicators of the level of profitability of cultivation, namely - 167.6, 166.8 and 170.1%, respectively.

It was established that the best indicators of energy accumulation with the obtained harvest were obtained when growing such varieties as: Triad, Orpheus, Azimuth and Aurora, when their seeds were sterilized before sowing and subsequent foliar treatments. In this case, 110.5, 107.8, 110.2 and 111.6 GJ/ha of energy were obtained with the grown grain, respectively. The same varieties had an

energy efficiency coefficient of 4.95, 4.87, 4.98 and the best experimental indicator of 5.02, respectively.

Key words: *cultivar, seed inoculation, fertilizer, leaf area, net photosynthetic productivity, photosynthetic potential, number of nodule bacteria colonies, mass of nodule bacteria colonies, yield, protein content, fat content.*

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Чинчик О.С., Козирський Д.В. Вплив оброблення насіння інокулянтном та листових підживлень на тривалість вегетаційного та міжфазних періодів сортів сої. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2022. № 1. С. 129–136. doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-129-136
2. Чинчик О.С., Козирський Д.В., Кравченко В.С. Польова схожість насіння та виживання рослин сої залежно від технології вирощування в умовах Лісостепу західного. *Збірник наукових праць Уманського НУС. Агрономія*. 2023. Випуск 102 Частина 1. С. 155-164. doi: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-155-164.
3. Козирський Д.В., Сидорак І.Я. Симбіотична активність та урожайність сої в умовах Лісостепу західного. *Новітні агротехнології*. 2024. <http://jna.bio.gov.ua/article/view/306411>

Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до

WoS, Scopus

4. Yatsenko V., Yatsenko N., Karpenko V., Poltoretskyi S., Lazariev O., Kravchenko V., Chynchyk O., Vyshnevskaya L., Tretiakova S. and Kozyrsky D. Agrobiological assessment of productivity and nitrogen fixation of vegetable soybean (edamame) in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2023. 21(2), 1006–1026, 2023. <https://doi.org/10.15159/AR.23.097>

Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Чинчик О.С., Козирський Д.В. Ефективність листових підживлень посівів сої комплексним добривом фульвогумін. Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення: матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (1-2 липня 2021 р.) / Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Харків, 2021. С. 109

6. Козирський Д., Чинчик О. Вплив використання біопрепаратів на польову схожість насіння та виживання рослин сої в умовах Лісостепу Західного. Матеріали XIII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (06 серпня 2021 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2021. С. 53.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	27
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ, УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ	34
1.1. Сорт як головний елемент технології вирощування сої	34
1.2. Особливості мінерального живлення посівів сої	37
1.3. Формування симбіотичних взаємодій бобово-ризобіального апарату	42
Висновки за розділом 1	48
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови	50
2.2. Схема та методика проведення досліджень	57
2.3. Короткий опис сортів та препаратів	60
Висновки за розділом 2	63
РОЗДІЛ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК СОЇ ЗА ОБРОБЛЕННЯ НАСІННЯ ІНОКУЛЯНТОМ ТА ЛИСТКОВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ	64
3.1. Особливості тривалості вегетаційного та міжфазних періодів різних сортів сої	64
3.2. Особливості формування густоти посівів	69
Висновки за розділом 3	79
РОЗДІЛ 4. ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСІВ ФОТОСИНТЕЗУ ТА СИМБІОТИЧНИХ ВЗАЄМОДІЙ РОСЛИН СОЇ	82
4.1. Фотосинтез сої залежно від сорту, обробки насіння та листкових підживлень	82
4.2. Симбіотична активність посівів сої	94
Висновки за розділом 4	99

РОЗДІЛ 5. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ СОЇ	103
5.1. Структура врожаю сої	103
5.2. Урожай та якість зерна сої	109
Висновки за розділом 5	121
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	125
ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ	
Висновки за розділом 5	133
ВИСНОВКИ	135
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	139
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	140
ДОДАТКИ	172

ВСТУП

Серед усіх зернобобових культур соя (*Glycine max* (L.) Merrill) в умовах України займає лідируючі позиції з року в рік, потіснивши той же самий горох. так, в умовах 2023 року площі зайняті під вирощуванням сої становили 1842 тис. га, коли горох вирощувався на площі в 150,3 тис. га, а сумарно з такими культурами як квасоля, боби кінські, нут, сочевиця, вика люпин займав 206,2 тис. га. Отже, саме завдяки своїй агротехнічній не примхливості та універсальності до переробки соя досягла співвідношення в 8,9 раз за площами.

Соя, на відміну від інших зернобобових, по праву вважається технічною культурою придатною для глибокої переробки. Адже вона переробляється на різноманітні харчові продукти та речовини що використовуються в різних галузях промисловості. Тоді як горох, чи вику можна по суті використовувати лише для приготування їжі і наразі відсутні технології їх глибокого перероблення.

Проте, з точки зору агрономічної ефективності вирощування, урожайність культури в цілому по Україні знаходиться на низькому рівні і в умовах 2023 року вона була 2,59 т/га, так, решта зернобобових сформували урожай на рівні 2,24 т/га, а горох мав в середньому показник в 2,45 т/га. Отже, загалом резерви до отримання кращого рівня урожайності культури є та вони не в повній мірі використовуються наразі у виробничих умовах. Це в тому числі пов'язано і з не правильним вибором сортів та можливостями біокліматичного потенціалу зданими до засвоєння сортами сої що висіваються в регіоні.

Актуальність теми.

В умовах Правобережного Лісостепу України, за останні десятиліття відбулось значні зміни в поширенні сої, площі якої в умовах Хмельницької області в 2023 році склали 210,6 тис. га, а урожайність в минулому році була

2,64 т/га. Тоді як класичну для Хмельниччини культуру горох, в 2023 році, вирощували на площі 2,5 тис/га а середня урожайність її була на рівні 2,59 т/га.

За потенціалу продуктивності понад 4,0 т/га більшість сучасних сортів сої здатні гарно реалізувати свій потенціал в умовах Правобережного Лісостепу України, а зокрема західної його частини, а сорти інтенсивного типу мають потенційну продуктивність понад 6 т/га. Тому питанням сортової агротехніки та вивчення елементів її оптимізації для реалізації максимальної продуктивності сої в умовах західного Лісостепу слід присвятити більш уваги.

Вагомий вклад у вивчення питань ефективного вирощування сої в Україні внесли такі вчені: А.О. Бабич, М.І. Бахмат, В.Ф. Петриченко, С.М. Каленська, В.Г. Михайлов, А.В. Черенков, М.Я. Шевніков, В.В. Лихочвор, О.В. Овчарук, О.М. Бахмат, О.С. Чинчик та ін.

Важливим чинником до стабільного підвищення урожайності сої є комплексні дослідження з біологізації вирощування сортів. Проте, інші дослідники розглядають цей фактор як елемент технології вирощування усіх без виключення сортів сої, а не інтегральну складову взаємодії сорту з навколишнім середовищем. Тому, виникла необхідність вивчення впливу листового підживлення комплексним добривом на ріст і розвиток сортів сої в поєднанні з агротехнічний прийомом бактеризації насіння біопрепаратом на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003.

Листкове підживлення також розглядається зазвичай як фактор що може бути застосований у технології вирощування культури, особливо коли інші елементи агротехніки уже не діють. Проте, встановленню сортових відмінностей комплексної взаємодії з цими факторами технології присвячено досить обмежена кількість наукових праць.

Отже, проблема формування стабільно високого рівня урожайності сортів сої є науково цінною та актуальною проблемою сьогодення, вирішення

якої сприятиме кращій реалізації генетичного потенціалу рослини, підбору до конкретних сортів елементів агротехніки вирощування.

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

Дисертаційна робота виконана в рамках досліджень що проводились як складова тематичних планів Закладу Вищої Освіти «Подільський державний університет» (номер державної реєстрації 0123U104327), та виконувалась в полях ТзОВ «Козацька долина 2006» Дунаєвецький р-н, село Вихрівка, Хмельницької області, в якому аспірант проводив польові дослідження та кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин факультету агротехнологій і природокористування, де проводились лабораторні дослідження.

Мета і завдання дослідження.

Метою досліджень було встановлення кращих сортів сої, та їх реакції на інокуляцію насіння та листкове підживлення з метою одержання стабільно високої урожайності і гарної якості зерна в умовах Правобережного Лісостепу України, а зокрема його західної частини.

Для реалізації поставленої мети були вирішені наступні **завдання**:

- встановити вплив листкового підживлення Фульвогуміном на ріст, розвиток та продуктивність рослин сої;
- оцінити ефективність бактеризації насіння сої Ризоактивом;
- виявити зміни формування фотосинтетичних показників залежно від біологічної реакції сортів сої;
- встановити вплив чинників, що досліджувались, на формування урожайності зерна сої;
- визначити технологічну якість зерна сої залежно від сортових особливостей культури, інокуляції та удобрення;
- провести економічну та енергетичну оцінку дослідженим елементам технології вирощування сої.

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку та формування урожайності сої залежно від сортових особливостей, бактеризації насіння та листової обробки рослин.

Предмет досліджень – елементи технології вирощування сої.

Методи дослідження.

Польовий метод використовувався для спостереження фенологічних змін рослин. Вимірювально-ваговий метод застосовувався для визначення сухої речовини, площі листової поверхні, фотосинтетичних показників, розмірів симбіотичного апарату сої, врожайності та структури врожаю. Біохімічний метод використовувався для встановлення якісних показників врожаю. Математично-статистичний метод дозволив оцінювати відхилення показників отриманих результатів досліджень. Розрахунково-порівняльний метод підтвердив економічну та енергетичну ефективність елементів технології вирощування сої.

Наукова новизна одержаних результатів полягала в тому, що в умовах Лісостепу західного *уперше*:

- проведено дослідження з комплексного оцінювання сортів сої, позакореневого удобрення з використанням хелатних добрив та бакретизації насіння біопрепаратами, що сприяло отриманню ефективної технології вирощування культури з меншим негативним впливом умов навколишнього середовища. Як наслідок – за роки досліджень отримано стабільну врожайність з гарною якістю зерна сої.

Віднайшли удосконалення питання:

- бактеризації насіння біопрепаратом на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003;
- вивчення впливу агрокліматичного потенціалу регіону на формування урожайності сої;

Дістали подальшого розвитку:

- питання економічної та енергетичної оцінки ефективності розроблених елементів технології вирощування сої.

Практичне значення отриманих результатів.

За результатами досліджень запропоновано науково-обґрунтовані рекомендації виробництву щодо удосконалення окремих елементів технології вирощування сої за рахунок добору нових вітчизняних сортів, оптимізації питань їх інокуляції та листового підживлення. Отримані результати досліджень сприятимуть більш ефективному та стабільному вирощуванню сої в умовах Лісостепу західного.

Виробничі випробування відібраних для умов Лісостепу західного сортів сої: Тріада, Азимут та Аврора відбувались в 2023-2024 роках в умовах Фермерське господарство «Борсуки-ДМ» Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Борсуки; ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "ФОРТУНА СВ+" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Івашківці; ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ЧЕРНИШОВА ІВАНА ГАВРИЛОВИЧА Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Антонівка; ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "САД УКРАЇНИ" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, смт. Нова Ушиця4 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ХОРОСТ-ПЛЮС" Хмельницька обл., Ярмолинецький р-н, с. Кадіївка4 ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "КОП-АГРО І К" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Отроків; ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ОКТАВІЯ" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Хребтіїв на площах від 18 до 42 га, та засвідчили додаткову прибавку від рентабельності в порівнянні з рекомендованою технологією на 40-60 %. Що знайшло підтвердження в актах впровадження розміщених в додатках до дисертаційного дослідження.

Особистий внесок здобувача.

Дисертаційна робота є новаторським науковим дослідженням, виконаним здобувачем. Автором були опрацьовані та узагальнені літературні джерела як вітчизняних, так і зарубіжних досліджень за темою дисертації. Розроблено програму науково-дослідних робіт, визначено мету і завдання дослідження, а також методи та методику їх виконання. На основі систематизованого матеріалу обґрунтовано їх практичну доцільність, визначено економічну та енергетичну ефективність, а також розроблено рекомендації для виробництва. Наукові публікації за темою дисертації виконано самостійно та у співавторстві, зокрема із науковим керівником.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення дисертаційної роботи щорічно доповідались на Кафедрі землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин Факультету агротехнологій і природокористування Закладу Вищої Освіти «Подільський державний університет», а також виносились на обговорення в науково-практичних конференціях :

Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення», присвячена ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослиників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (м. Харків, 2021).

XIII Міжнародна наукова конференція «Корми і кормовий білок» (06 серпня 2021 року, м. Вінниця).

Публікації.

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових праць, з них 4 статті (1 в виданні що входить до міжнародних наукометричних баз даних Wos або Scopus) та 2 тези наукових доповідей.

Структура та обсяг роботи.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації – 187 сторінок комп’ютерного тексту, містить 23 таблиці, 6 рисунків, 15 додатків. Список використаної літератури містить 272 літературних джерела за темою дисертаційної роботи, з них 30 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ, УДОБРЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

1.1. Сорт як головний елемент технології вирощування сої

Соя (*Glycine max* (L) Merrill) є унікальною білково-олійною культурою, що вирізняється універсальністю застосування, збалансованим амінокислотним складом білка та його високою функціональною активністю. Проте, в Україні біологічний потенціал продуктивності нових сортів сої поки що реалізується лише на 38-56 %, тоді як мета полягає у досягненні 78-92 % [31; 33; 34].

Головний чинник, який сприяв значному підвищенню продуктивності сої, – це сорт. Останніми роками вітчизняні наукові установи розробили низку високопродуктивних сортів сої, які добре адаптовані до певних природно-кліматичних зон [35; 36; 55].

Правильний вибір сорту часто забезпечує підвищення врожайності культури на 30-60 % та дозволяє мінімізувати негативний вплив ґрунтово-кліматичних умов, дефіциту мінеральних добрив та засобів захисту рослин [38; 56].

Вибір сортів сої для лівобережної частини Лісостепу України здійснювався на основі багаторічних досліджень, оскільки умови зовнішнього середовища різних років значно впливають на продуктивність. Сорти реагували по-різному на комплекс зовнішніх факторів. Ранньостиглі сорти сої мають вищий ступінь реагування на погодні умови порівняно з сортами інших груп. Проте, оскільки соя чутлива до тривалості світлового дня, скоростиглість сорту слід розглядати у відносному значенні, залежно від певної географічної широти. Американські вчені зазначають, що для кожного

градуса (приблизно 160 км по широті) потрібно мати відповідний сорт. Зміна густоти рослин сортів сої впливає на ступінь використання основних життєвих факторів, а їх взаємодія визначає величину врожаю та його структуру [39; 40; 58; 63].

Реакція сортів сої на зовнішні фактори визначає їх пластичність. Високопластичні сорти швидко збільшують досліджувані ознаки при поліпшенні умов вирощування, але так само швидко їх знижують за несприятливих умов. Такі сорти є високоврожайними, придатними для вирощування в сприятливих умовах і чутливими до регульованих факторів довкілля, таких як удобрення, зрошення та застосування хімічних препаратів. Низькопластичні сорти меншою мірою реагують на зміни навколишнього середовища, зберігаючи рівень продуктивності в суворіших умовах. Сорти без генетичного захисту врожаю в стресових умовах різко знижують свою врожайність [41; 42; 59].

Урожайність зерна сої залишається порівняно низькою, і реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів не перевищує 50%. Однією з причин цього є неправильний добір сортів відповідно до зон України, а тим більше для кожної конкретної екологічної зони. Рациональне територіальне розміщення сортових ресурсів сої в Україні повинно формуватися залежно від генотипу та біокліматичного потенціалу регіону. У зоні Полісся та західному регіоні повинні переважати скоростиглі та ранньостиглі сорти сої. Практика вирощування сої показала, що необхідно висівати 2-3 сорти, при цьому повинні переважати сорти, які забезпечують отримання кондиційного насіння. Кожен сорт повинен мати свій регіон вирощування, зазвичай радіусом 110-160 км, де реалізація генетичного потенціалу продуктивності сорту є найвищою [43; 44].

Лише науково-обґрунтований підхід до розміщення та раціонального використання сортових ресурсів в умовах регіонів соєсіяння України із застосуванням сучасних енергоощадних технологій вирощування сприятиме ефективному використанню біокліматичного і ресурсного потенціалу,

реалізації генетичних можливостей сортів та формуванню високопродуктивних агрофітоценозів сої. У 2006 році в Україні сорт Агат займав третє місце за площею посівів, а сорт Артеміда – двадцять п'яте. Поширеність цих сортів у різних ґрунтово-кліматичних зонах країни свідчить про їх екологічну пластичність. У результаті адаптивної селекції сої були виявлені джерела фотоперіодичної нейтральності, холодостійкості, тіньовитривалості та виділені високопродуктивні сорти Агат і Артеміда [45; 61; 62].

Зміна клімату в останні роки призвела до того, що деякі сорти сої сильно страждають від посухи. Тому сільськогосподарським виробникам потрібні сорти, стійкі до різних погодних умов. Одним із шляхів збільшення виробництва зерна сої є створення та впровадження у виробництво більш продуктивних сортів, адаптованих до конкретних кліматичних зон. Для умов західного Лісостепу України найбільш важливими є ранньостиглі та середньоранні сорти [46; 66].

Завдяки плідній праці селекціонерів дев'яти селекційних установ України були створені нові сорти сої з продуктивністю 4-5 т/га. Реалізація генетичного потенціалу цих сортів вимагає розробки та впровадження сучасних технологій вирощування. Для сортів, які формують китицю з 12-14 і більше бобів, необхідний диференційований підхід до мінерального живлення макро- та мікроелементами з урахуванням етапів росту та розвитку рослин. Станом на 2015 рік у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, поступово зростає кількість сортів сої іноземної селекції. Середній рівень урожайності сої у сортовипробуванні становить 2,1-2,4 т/га, максимальний досягає 3,7 т/га, а у виробничих умовах він дещо нижчий [51; 72; 75].

За скоростиглістю всі сорти сої поділяються на: ультраранні (до 85 діб), ранньостиглі (86-105 діб), середньоранні (106-125 діб), середньостиглі (126-135 діб), середньопізні (136-150 діб), пізньостиглі (151-160 діб), дуже пізньостиглі (161-170 діб) та надпізньостиглі (понад 170 діб) [47; 48; 70].

У рослин скоростиглих сортів вегетація в умовах короткого дня призводить до прискорення проходження фенологічних фаз і уповільнення росту, що в результаті формує низькорослі та низькопродуктивні рослини. Натомість пізньостиглі сорти в умовах довгого дня виростають більш високорослими, мають більше вузлів, квіток, бобів і, відповідно, є більш продуктивними. Таким чином, важливою умовою для досягнення високої врожайності насіння сої є вирощування сортів у регіонах, де тривалість дня відповідає їхнім біологічним вимогам [49; 50; 73].

Потенціал урожайності сортів сої вітчизняної селекції досить високий і становить для ультраскоростиглої групи 2,3-2,8 т/га, ранньостиглої – 2,5-3,0 т/га, середньоранньої – 3,0-4,0 т/га, середньостиглої – 4,1-5,0 т/га і більше [74; 82; 87].

Основними критеріями при виборі сорту є тривалість періоду вегетації, врожайність, стійкість до шкідників і хвороб, стійкість до екстремальних умов вирощування, вміст олії понад 20% та сирого протеїну понад 40%. Для забезпечення стабільних врожаїв доцільно вирощувати в кожному господарстві 2-3 сорти, які відрізняються тривалістю вегетаційного періоду та стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища [40; 58; 59].

1.2. Особливості мінерального живлення посівів сої

Соя є вимогливою культурою щодо наявності в ґрунті поживних речовин і потребує збалансованого мінерального живлення. Нестача хоча б одного з елементів може призвести до абортивності квіток, зав'язей та формування малої кількості недостатньо виповненого насіння. Внесення добрив сприяє підвищенню врожайності сої. При вирощуванні сої необхідно враховувати фактичний вміст елементів живлення в ґрунті конкретного поля та необхідну їх кількість для досягнення запланованого врожаю. Багаторічні дослідження показали, що в умовах західного Лісостепу України

максимальна врожайність зерна сої досягається при внесенні добрив у дозі $N_{45}P_{60}K_{60}$ [80; 83; 84].

На початку вегетації, від сходів до фази цвітіння, соя розвивається дуже повільно і використовує незначну кількість поживних речовин. У цей період вона найбільше потребує калію, дещо менше азоту і ще менше фосфору – відповідно 24-26%, 16-17% і 8-12% від загального споживання за вегетацію. Обсяг спожитих макроелементів у цей час не перевищує 9,4%, 6,8% та 4,7%, за даними Бахмата О. М. – 7%, 6% та 10%, а за даними Бабича А. О. – 16,6%, 10,4% та 24,7% [52; 58].

Під час цвітіння, формування та наливу бобів потреба сої в елементах живлення різко зростає, і вона засвоює сумарно 78,4% азоту, 50,0% фосфору та 82,1% калію. У подальшому, від наливу бобів до кінця дозрівання, інтенсивність поглинання макроелементів знижується до 35%, 35% та 25% [85; 86].

За оцінками, для формування 1 т насіння соя витрачає близько 70-100 кг азоту, 18-40 кг фосфору, 25-47 кг калію, 8-10 кг магнію та 20-23 кг кальцію. На практиці ж, соя сорту Київська-27 для формування 1 т насіння і відповідної кількості побічної продукції використовувала 73-79 кг азоту, 23-26 кг фосфору, 30-37 кг калію та 25-27 кг кальцію [88;].

Найбільший винос азоту з урожаєм, порівняно з іншими елементами живлення, пояснюється високим вмістом білка в насінні сої. Обсяг спожитих рослинами сої елементів живлення залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, взаємозв'язку між поживними речовинами, що синтезуються в коренях та листостебловій масі, особливостей росту і розвитку рослин, їх взаємовідносин у фітоценозі та архітектоніки посіву [94; 98; 99].

Встановлено, що при вивченні взаємодії добрив, захисту рослин та значення сівозміни у формуванні приросту врожаю насіння сої, максимальна частка (37,3%) припадає на дію мінеральних добрив. Більшість дослідників погоджується, що азотні добрива під сою необхідно вносити в невеликих дозах (до 30-40 кг/га діючої речовини) [100; 103; 105].

Після себе соя залишає 60-140 кг/га біологічно фіксованого азоту, який засвоюється на 90-100%, тоді як мінеральний азот – лише на 30-50%, а також 19-26 кг/га фосфору та 28-43 кг/га калію. Щодо внесення фосфорних та калійних добрив під сою, єдиної думки немає: одні вчені вважають, що соя може самостійно задовольнити потребу у фосфорі та калії завдяки високій здатності її кореневої системи засвоювати ці елементи з важкодоступних форм у ґрунті. Інші ж вказують на позитивну реакцію сої на внесення фосфорних та калійних добрив [101; 106; 113].

Деякі дослідники рекомендують вирощувати сою без використання азотних добрив, забезпечуючи оптимальні умови для біологічної фіксації азоту з атмосфери. Для цього дуже важливо забезпечити збалансоване фосфорне живлення, оскільки у бобових рослин за нестачі фосфору погано розвивається коренева система та пригнічуються процеси фіксації молекулярного азоту [77; 78; 95].

Препарати на основі фосформобілізуєчих бактерій додатково покращують розчинність фосфатів у ґрунті. Окрім поліпшення фосфорного живлення, ці мікроорганізми виконують захисну функцію: вони згубно впливають на фітопатогенні ґрунтові мікроорганізми та позитивно – на нітрифікуючі бактерії, тим самим покращуючи азотне живлення рослин [79; 96].

Значне збільшення коефіцієнта використання фосфору та калію з добрив та підвищення продуктивності сівозміни через внесення мікродобрив підтверджують необхідність оптимізації живлення рослин за більшою кількістю елементів, яких вони потребують упродовж вегетації. До таких елементів належать, окрім азоту, фосфору та калію, також кальцій, магній, сірка, мідь, цинк, марганець, молібден, бор, кобальт, йод]. Всі зернобобові культури підвищують врожайність зерна при внесенні мікродобрив загалом та молібдену зокрема [97; 102; 108; 112].

Дослідники виявили, що калійні добрива є ефективними при вмісті калію в ґрунті менше ніж 85 кг/га, а фосфорні – при вмісті фосфору менше

ніж 45 кг/га. Внесення P45 сприяло підвищенню врожаю на 0,58 т/га, тоді як застосування лише калійних добрив не впливало на його рівень. За даними Бабича А. О., внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ дозволяло отримати врожайність 1,95 т/га, а застосування $N_{60}P_{90}K_{90}$ – 2,14 т/га [114; 117; 133].

Проблему повного забезпечення рослин доступними формами макро- і мікроелементів під час онтогенезу можна вирішити через застосування в системі удобрення сої багатокомпонентних хелатних позакоренових добрив. Одним із найкращих комплексних добрив для позакоренового підживлення сільськогосподарських культур є Кристалон, коефіцієнт використання рослинами біогенних елементів з якого становить 80-95%. Однак листкове підживлення не замінює основного внесення добрив у ґрунт, а є його ефективним і, в сучасних умовах, фактично обов'язковим доповненням. Високоєфективним також виявилася обробка насіння сої та листкове внесення мікродобрив Реаком [115; 118; 120].

Для досягнення врожайності насіння сої 3,0-3,5 т/га необхідно вносити 60 кг/га д. р. фосфорних і калійних добрив та 30-45 кг/га д. р. азотних добрив навесні. У Північному Лісостепу найефективнішими виявилися норми мінеральних добрив $N_{45}P_{90}K_{90}$ та $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{10}$, які забезпечили врожай сої сорту Устя на рівні 1,84 і 2,14 т/га [119; 122; 135].

Добрива є важливим фактором регулювання фотосинтезу. Внесення азотних, фосфорних і калійних добрив, а також варіації їх співвідношення, значно впливають на інтенсивність фотосинтезу. Нестача будь-якого з цих елементів знижує асиміляцію CO_2 . Позитивний ефект азотних добрив пояснюється їх прямою і побічною дією. Пряма дія полягає у використанні азоту для синтезу амінокислот – продуктів фотосинтезу. Побічна дія полягає в тому, що азот потрібен для синтезу зелених пігментів та білків, які є складовими частинами хлоропластів і каталізаторами реакцій фотосинтезу. Підвищення фотосинтезу, в свою чергу, збільшує поглинання азоту рослинами [121; 123; 144; 145].

Дослідження показали, що внесення добрив у нормі $N_{30}P_{90}K_{30}$ та інокуляція насіння Нітрагіном забезпечують урожай сої на рівні 3,18 т/га. Інші дослідження вказують, що сорти Агат і Київська 27 дають найкращу врожайність при застосуванні мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ на фоні інокуляції насіння Ризоторфіном [124; 125; 146; 147].

Інші дослідження показують, що внесення добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ під посіви сої в умовах правобережного Лісостепу дозволило отримати врожайність сортів Артеміда, Єлена та Київська 98 на рівні 2,55-3,56 т/га без негативного впливу на кількість та масу бульбочок [126; 128; 129; 130].

Застосування добрив у нормі $N_{40}P_{40}K_{40}$ в Лісостепу України забезпечувало приріст врожаю на 0,18 т/га, а збільшення норми азоту до 60 кг/га сприяло приросту на 0,41 т/га. Інші дослідження показують, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ призводило до найбільшого приросту врожайності на 38,4% [148; 149; 151; 152].

При застосуванні високих доз азотних добрив багато вчених спостерігали майже повне пригнічення симбіотичної діяльності бульбочкових бактерій, і приріст врожайності при цьому забезпечувався виключно за рахунок засвоєння рослинами мінерального азоту. Проте, за відсутності умов для активної симбіотичної діяльності, значення азотних добрив істотно зростає, і вносити їх слід у підвищених дозах [185; 193; 207; 209].

За вмістом білка, при застосуванні N_{30} відмічалось його зростання на 8,8%, а при підвищених дозах азотних добрив вміст білка в насінні сої не відрізнявся від контрольного варіанту [186; 187; 188].

На сірих лісових ґрунтах рекомендують вносити $P_{60}K_{90} + N_{45}$, а на чорноземах опідзолених – $N_{30-45}P_{60}K_{45-60}$. На типовому важкосуглинковому чорноземі удобрення $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ дозволило отримати врожай сої сорту Подільська 416 у 3,0 т/га та вихід олії 0,7 т/га [189; 194; 211; 212].

При сівбі сортів інтенсивного типу, інокуляції насіння Ризоторфіном та удобренні у нормі $N_{45}P_{60}K_{60} + N_{30}$ приріст урожаю насіння становив 0,8-1,1 т/га порівняно з контролем. При ознаках азотного голодування варто

провести 1-2 підживлення азотними добривами у нормі N_{30-45} у фазі бутонізації або цвітіння [190; 191; 210; 213].

Фактично, усупереч загальнопоширеній думці про те що соя не потребує застосування добрив – для отримання гарного рівня урожайності культура все рівно потребує макро- та мікроелементів, які вона засвоїть або з ґрунту або з внесених добрив. А якщо притримуватись стратегії нульового застосування добрив, то тим самим ми суттєво збіднюємо наші ґрунти без видимих переваг отримання гарного рівня урожайності сої та наступних культур що вирощуватимуться [192; 195; 196; 215; 217].

1.3. Формування симбіотичних взаємодій бобово-ризобіального апарату

Симбіотична азотфіксація може бути основним джерелом азоту в більшості систем землеробства. Азот має особливе значення для зернобобових, оскільки вони значною мірою фіксують його з повітря за допомогою бульбочкових бактерій. Однак деякі дослідники вважають, що біологічно фіксованого азоту недостатньо для забезпечення максимальної врожайності сої. У таких випадках азотні добрива можуть надавати додатковий азот для досягнення максимального врожаю, коли ґрунт і біологічна азотфіксація не забезпечують достатнього постачання цього елементу. Дефіцит вологи чи низькі температури можуть знизити біологічну азотфіксацію у зернобобових. Проте іноді приріст врожаю від азотних добрив незначний і не може компенсувати витрати на добрива. Деякі дослідники взагалі зазначають відсутність приросту врожаю сої від внесення мінеральних азотних добрив у ґрунт [32; 67; 68; 69; 21; 24; 26; 27].

Симбіотичні азотфіксуючі бульбочкові бактерії переважно належать до родів *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*. Вони є грампозитивними, рухомими аеробами. Для більшості культур бульбочкових бактерій

оптимальне значення рН середовища становить 6,5-7,5, а при рН 4,5-5 і 8 їх ріст призупиняється. Оптимальна температура для більшості культур – близько 24-26°C. При температурі нижче 5°C і вище 37°C їх ріст припиняється. Специфічні органи фіксації азоту – кореневі (рідше стеблові) бульбочки – утворюються в результаті взаємодії бобових рослин з бактеріями родів *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*. Симбіоз бульбочкових бактерій і бобових рослин базується на використанні сигнальних молекул, які виробляються як бактеріями, так і рослинами[131; 134; 139; 141; 28; 29; 30].

Завдяки симбіотичним відносинам з бульбочковими бактеріями соя за період вегетації засвоює близько 70-280 кг/га атмосферного азоту, що задовольняє її потребу в цьому елементі на 50-70%. За оптимальних умов, разом із пожнивними та корневими залишками, соя залишає в ґрунті додатково 25-59 кг/га азоту, значно покращуючи баланс цього елементу в ґрунтах сівозміни, підвищуючи врожайність наступних культур та сприяючи зростанню рентабельності виробництва [136; 137; 140; 142].

Механізми інфікування рослин-господарів ризобіями різноманітні, але найбільш поширений спосіб – проникнення через кореневі волоски, яке завжди передуює їх закручуванню. Клітини бульбочкових бактерій, потрапивши в цитоплазму рослинних клітин, ростуть, діляться, а потім перетворюються на бактероїди. Цей процес завершується приблизно через 3-4 тижні після зараження. Бактероїди в 3-5 разів більші за звичайні клітини, вони не діляться і складають до 50% маси бульбочки. Бульбочкові бактерії в клітинах рослини знаходяться у вакуолях. Тканина бульбочки, заповнена бактероїдами, зазвичай має червонувате забарвлення завдяки пігменту леггемоглобіну, який є одним із найважливіших продуктів симбіозу[197; 214; 219; 221; 18; 19; 20]. В його створенні беруть участь як рослина, так і бактерії. Бульбочки, утворені неактивними бактеріями, містять мало леггемоглобіну і мають зеленуватий колір, тоді як бульбочки, утворені активними штамми, – рожевий. Активні раси бульбочкових бактерій утворюють численні бульбочки на головному корені, тоді як на бокових

коренях їх мало. Зі старінням бульбочки відмирають, і лізис бактероїдів зазвичай співпадає з некрозом бульбочок. Бактерії, що збереглися в нерозвинутих інфекційних нитках, виходять у ґрунт, де можуть існувати без рослини-господаря від 1 до 20 років. Наприклад, дослідження, проведені у штаті Іллінойс (США), показали, що бульбочкові бактерії сої можуть зберігати свою ефективність не менше 10-11 років [143; 150; 154; 155; 156].

Симбіотично фіксований азот, який залишається в ґрунті з кореневими рештками, має тривалий ефект і майже повністю засвоюється рослинами. Водночас коефіцієнт використання азоту з мінеральних добрив рослинами не перевищує 40-60% від загальної внесеної кількості, а решта втрачається різними шляхами: перетворюється в ґрунті до газоподібних сполук, вивітрюється в атмосферу, вимивається з ґрунту та забруднює водоймища[158; 159; 160; 168; 16; 17].

Фіксація атмосферного азоту відбувається тільки в бактероїдах, і близько 90% зв'язаного азоту переходить з них у вигляді іонів амонію в цитоплазму кореня бобової рослини. Передача зв'язаного азоту з тканин бульбочки в надземну частину рослини відбувається, коли бактероїди життєздатні. Частина засвоєного рослиною азоту виділяється корінням у ґрунт з продуктами корневих виділень. Нодуляція також підвищує вміст азоту в тканинах, особливо в корінні та стеблах. У зернобобових культур накопичення азоту тісно пов'язане з накопиченням біомаси рослин [169; 170; 171; 172; 173].

Ризобії активізують процеси фотосинтезу, стимулюють розвиток кореневої системи та підвищують її абсорбуючу здатність, що позитивно впливає на рівень засвоєння рослинами поживних речовин з ґрунту. Вони також забезпечують рослини продуктами біологічної фіксації азоту[174; 176; 178; 179; 180; 11].

Біологічний азот майже втричі дешевший за технічний, і його використання не пов'язане з екологічними проблемами. Вирощування бобових культур сприяє формуванню у ґрунті численних стабільних

популяцій специфічних бульбочкових бактерій. Представники цих популяцій можуть як сприяти засвоєнню молекулярного азоту з атмосфери, так і перешкоджати інтродукованим високоефективним штамам інокулянтам інфікувати рослини та повністю реалізувати свій симбіотичний потенціал[175; 177; 181; 104; 12].

Утворення бульбочок гальмується високим вмістом неорганічного азоту в кореневій зоні бобових культур. Симбіоз бобових рослин з бульбочковими бактеріями є вигідним для рослин лише за умов дефіциту азоту у ґрунті, а за наявності азотовмісних сполук утворення бульбочок не завжди покращує розвиток рослин[182; 198; 200; 201; 14].

Мікробно-рослинна взаємодія не завжди характеризується високою продуктивністю за обсягами фіксованого молекулярного азоту. Причому штами з вузькою сортовою специфічністю проявляються більш ефективно в симбіозі з відповідними сортами сої порівняно зі штамми з менш вираженою специфічністю. За результатами досліджень Патики В. П., бактеризація насіння бобових культур високоефективними штамми бульбочкових бактерій сприяла реалізації симбіотичного азотфіксуючого потенціалу культури на 15-50% [183; 202; 203; 206].

Соя, як високобілкова культура, потребує значної кількості азоту, який часто є обмежуючим фактором для її росту і розвитку. Поповнення цього елемента здійснюється через симбіоз рослини з азотфіксуючими бульбочковими бактеріями. Інтенсивність азотфіксації та продуктивність сої залежать від ґрунтово-кліматичних умов, рівня агротехніки, генетичних особливостей сорту та штаму бульбочкових бактерій [220; 222; 224; 226].

Застосування бактеріальних препаратів сприяє збільшенню розмірів і тривалості функціонування листкового апарату, підвищенню інтенсивності процесів фотосинтезу та азотфіксації, накопиченню органічних речовин, зокрема азотистих сполук, урожаю на 20-35%, вмісту білка в зерні на 5-6%, а також олії, вітамінів тощо [223; 227; 228; 239; 240].

Встановлено, що соя в симбіозі з бульбочковими бактеріями здатна фіксувати значну кількість азоту – від 70 до 200 кг/га. При добрій інокуляції соя засвоює з повітря понад 70% потрібного їй азоту. Важливо поєднувати добір форм сої, які мають підвищену азотфіксуючу здатність, з оцінкою їх фотосинтетичної активності, оскільки зв'язування азоту з повітря потребує значних затрат енергії. Наприклад, внаслідок інокуляції насіння препаратом Оптімайз урожай сої сорту Аполлон збільшувався на 12,6%, а сорту Валюта – на 15% [230; 231; 229; 233].

В умовах Лісостепу передпосівна обробка Ризобіотом забезпечила приріст урожаю до 0,27 т/га або до 10,8%. За даними Чернігівського Інституту АПВ НААН України, приріст урожаю від бактеризації може досягати 1,21 т/га [234; 235; 241; 243].

У досліджах з інокуляцією насіння Ризогуміном на неудобреному фоні приріст урожаю сорту Агат становив 9%, а сорту Артеміда – 7%. Завдяки інокуляції насіння штамом симбіотичних бактерій *Bradyrhizobium Japonicum* 71Т врожайність сої зростала на 0,17-0,23 т/га [236; 245; 247; 4; 10].

Інокуляція насіння сої навіть у надмірно посушливий рік сприяла приросту урожайності на 6,6-28,2%, а в сприятливій за гідротермічними умовами роки інокуляція Ризоторфіном забезпечувала приріст урожаю насіння в межах 0,32-0,46 т/га [248; 256; 260; 266].

Краща прибавка від інокуляції урожайності сої (до 13,5 %) в умовах Лісостепу була отримана за використання найбільш адаптивних штамів бактеріальних препаратів: 634-Б, 71-Т, Х-2 та № 36. А за умов коли вирощують сою на полях де її раніше не висівали, то отримано на 50,0 % менший врожай. Також є дослідження в яких показано, що за інокуляції насіння маса бульбочок зростала до 0,35 г/рослину, а їх кількість досягала 30-38 шт./рослину [249; 257; 261; 267].

Науковці відзначають, що під впливом бактеріального добрива Ризоторфін, порівняно з контролем, вміст олії зріс на 0,9 %, а вміст білка – на 1,6 % у сухій речовині. Тоді як передпосівна обробка насіння сої препаратом

Оптімайз 200 сприяла підвищенню вмісту сирого протеїну та олії у сорту КиВін на 1,9 % та 0,6 %, у сорту Монада – на 1,0 % та 1,1 %, а у сорту Княжна – на 1,2 % та 0,7 %. А в інших дослідженнях обробка штамми бактерій роду *Rhizobium* збільшувала вміст білка на 0,5-3,0 % [250; 259; 262; 265].

Внесення мінеральних добрив та інокуляція бактеріями збільшили площу листової поверхні сорту Фаєтон до 21,53 тис. м²/га, а для сорту Оксана – 21,24 тис. м²/га, коли на контролі було лише 16,12 тис. м²/га в фаху бутонізації. А внесення фосфорно-калійних добрив у дозі $P_{45}K_{60}$ та інокуляція насіння сої сприяли формуванню максимальної кількості бульбочок на коренях рослин – 40 шт., що на 81,8 % більше з неудобреними ділянками. Коли ж в досліді Дерев'янського П. В., за проведення удобрення фосфорно-калійними добривами та інокуляції насіння приріст урожайності склав 43,4 % [91; 252; 272; 6; 7].

Передпосівна обробка насіння штамом бульбочкових бактерій М-8 разом з органічним мікродобривом Екозорф у Лісостепу України сприяло збільшенню врожаю сорту Монада на 0,30 т/га, Омега вінницька – 0,24 т/га та сорту Феміда на 0,26 т/га [253; 270; 271; 2].

Дослідники стверджують, що інокуляція насіння сої біологічними препаратами призводить до збільшення насіннєвої продуктивності культури до 30 %. Паралельно з цим, Каленська С.М. встановила, що використання Ризогуміну в поєднанні з регуляторами росту збільшувало урожайність сої до 33,6 %, у той час як при використанні лише Ризогуміну приріст врожаю сорту Устя був всього лиш 0,28 т/га [116; 114; 115].

Згідно результатів досліджень в умовах Полісся України внесення $P_{60}K_{60}$ разом з інокуляцією призвело до зростання врожайності на 0,2 тонни на гектар, а внесення $N_{30-60}P_{60}K_{60}$ призвело до збільшення врожайності на 0,2-0,8 тонни на гектар. Коли ж за даними Інституту агроєкології обробка насіння Ризоторфіном збільшувала врожайність при поєднанні інокуляції з $N_{30}P_{30}K_{30}$ – на 0,41 тонни на гектар [58; 72; 181].

Виявлено, що інокуляція насіння комплексом азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій сприяє отриманню додаткового урожаю до 19,2 %, а також до підвищення вмісту сирого протеїну на 1,52 %. Тоді як працями інших вчених встановлено, що передпосівна обробка фосформобілізуючими бактеріями сприяє зростанню урожайності від 1,9 % до 12,6 % порівняно з чистим застосуванням Ризобофіту, а обробка насіння сої фосформобілізуючими та азотфіксуючими штамми бактерій сприяла приросту урожайності на 8-19 % [242; 237; 244].

Інші вчені вважають, що інокуляція насіння фосформобілізуючими та азотфіксуючими мікроорганізмами у поєднанні з листовим підживленням мікроелементами має подібний ефект до внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$. Тоді як в умовах Лісостепу для отримання урожаю сої на рівні в 3,7 тон на гектар рекомендується поєднувати інокуляцію з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{40}$ [76; 78; 80].

Отже, питання інокуляції сої перед сівбою є досить актуальним та зазвичай потребує комплексного його вивчення за сукупної дії інших факторів досліджу.

Висновки за розділом 1:

Сучасні сорти сої мають гарний рівень продуктивності, стійкості до несприятливих умов вирощування та технологічності. Проте, потребують підбору агротехнічних операцій по догляду та оптимізації їх поширення по регіону вирощування. А тому дослідження нових сортів в локальних ґрунтово-кліматичних умовах південної частини Лісостепу західного є актуальним з погляду оптимізації сортового асортименту для виробників з метою їх максимальної реалізації біологічного потенціалу.

Сучасні системи удобрення сої передбачають застосування фосфорно-мінеральних добрив та обережне внесення азотного компонента – як способу

підтримки функціональної діяльності бобово-ризобіального симбіозу. Проте, реакція на удобрення та інокуляцію насіння нових сортів сої істотно залежить від їх адаптивності до умов регіону вирощування. А тому ці питання слід розглядати в комплексі.

Актуальним до вивчення також є й питання позакореневого підживлення – як способу забезпечити кращий фізіологічний стан рослин впродовж вегетації. Однак, мало досліджень присвячені саме оптимізації сортименту сортів сої та вивченню їх взаємодій з основним удобренням, інокуляцією та застосуванням листових підживлень. А тому, для умов південної частини Лісостепу західного України такі дослідження є актуальними.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польовий дослід проводили впродовж 2019-2021 рр. на полях ТзОВ «Козацька долина 2006» Дунаєвецький район, село Вихрівка, Хмельницької області.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Територія землекористування належить до зони достатнього, але нестійкого зволоження. Гідротермічний коефіцієнт переважно коливається в межах 1,3-1,5, але в окремі роки може знижуватися до 1,1. Середня багаторічна кількість опадів становить близько 560 мм на рік. Протягом вегетаційного періоду сума опадів коливається в межах 330-380 мм, а в окремі роки може досягати 400 мм. Розподіл опадів по місяцях нерівномірний: найбільше опадів випадає в червні-липні (70-100 мм), а найменше – у лютому (15-25 мм).

Період з температурами повітря вище $+5^{\circ}\text{C}$ триває 210 діб, з температурами вище $+10^{\circ}\text{C}$ – 165 діб, а з температурами вище $+15^{\circ}\text{C}$ – 141 добу. Сума активних температур за період із середньою температурою повітря понад $+10^{\circ}\text{C}$ коливається від 2600°C до 2700°C , а в окремі роки досягає 2800°C - 2900°C .

Весна зазвичай настає в першій декаді березня. У другій половині квітня ґрунт на глибині до 20 см прогрівається до $+10^{\circ}\text{C}$, а до $+15^{\circ}\text{C}$ – в першій декаді травня. Середньодобова температура перетинає позначку $+10^{\circ}\text{C}$ в першій декаді квітня, а $+15^{\circ}\text{C}$ – у третій декаді квітня.

Літо фактично починається, коли середньодобова температура перевищує $+15^{\circ}\text{C}$. Літні опади зазвичай мають зливовий характер і розподіляються нерівномірно по місяцях.

Осінь настає, коли середньодобова температура знижується нижче $+15^{\circ}\text{C}$. На початку осені зазвичай стоїть ясна і тепла погода. Перші осінні заморозки настають, коли температура повітря падає нижче $+10^{\circ}\text{C}$, зазвичай це відбувається в другій декаді жовтня.

У Західному Лісостепу сума фотосинтетичної активної радіації змінюється з південного заходу на південний схід від 95 до 105 ккал/см², при цьому тривалість сонячного сяйва коливається від 1700 до 2000 годин на рік. Тобто загалом умови є сприятливим для отримання гарного росту, розвитку та формування урожайності рослинами сої.

В роки досліджень середньомісячні показники температури повітря досить різнилися від середньо багаторічних (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Середньомісячна температура повітря в роки досліджень, $^{\circ}\text{C}$

Місяць	Температура повітря за роками, $^{\circ}\text{C}$				Середня багаторічна
	2019	2020	2021	2022	
Березень	5,71	5,47	2,56	2,70	3,27
Квітень	10,07	9,86	7,03	8,54	9,87
Травень	15,11	12,65	13,92	15,67	15,41
Червень	21,75	20,10	19,47	20,48	19,07
Липень	19,77	20,38	22,65	20,80	20,92
Серпень	21,28	21,76	19,36	21,37	20,36
Середньорічна температура	14,48	13,69	13,13	13,64	14,82

Березень ми аналізуємо в контексті його важливості як місяця що задає початок весни, тобто не визначає ріст сої, адже її висівати зарано рано, а встановлює умови до отримання якісних сходів після сівби. Адже по тому наскільки опадів випало в березні та наскільки він був прохолодним чи жарким можна в подальшому розуміти про доступність рослинам вологи на час набубнявіння насіння та його проростання.

Отже, перший весняний місяць в 2019 році був на $2,44^{\circ}\text{C}$ теплішим за норму, проте, квітень незначно різнився від багаторічного показника ($0,20^{\circ}\text{C}$), а в травні були відхилення в меншу сторону ($-0,30^{\circ}\text{C}$).

Червень 2019 року був доволі жарким і середньодобові температури повітря на $2,68^{\circ}\text{C}$ перевищували багаторічні, тоді як липень – навпаки – виявився прохолоднішим на $1,15^{\circ}\text{C}$, а серпень був в середньому теплішим на $0,92^{\circ}\text{C}$.

За температурою повітря погодні умови весни 2020 року були багато в чому подібними до попереднього. Так, березень був тепліший на $2,20^{\circ}\text{C}$, квітень – максимально близький до норми, а травень – прохолодніший на $2,76^{\circ}\text{C}$.

Аналогічні коливання температури погоди спостерігались і в літні місяці. Так, червень 2020 року був на $1,03^{\circ}\text{C}$ теплішим, липень на $0,54^{\circ}\text{C}$ прохолоднішим, а серпень на $1,40^{\circ}\text{C}$ теплішим за багаторічну норму.

В березні 2020 року середньодобова температура повітря становила $2,56^{\circ}\text{C}$, що на $0,71^{\circ}\text{C}$ менше норми, в квітні вона була $7,03^{\circ}\text{C}$, тобто місяць був на $2,84^{\circ}\text{C}$, а травень на $1,49^{\circ}\text{C}$ прохолоднішим.

На відміну від попередніх двох років початок літа був помірно жарким і середньодобова температура липня перевищувала норму всього на $0,40^{\circ}\text{C}$, тоді як в червні вона була вищою на $1,73^{\circ}\text{C}$, а серпень був прохолодним і на $1,00^{\circ}\text{C}$ отримано нижчі значення температури повітря.

Весняний період 2022 року також виявився прохолодним за показниками середньодобової температури повітря. Так, березень був на $0,57^{\circ}\text{C}$ а квітень на $1,33^{\circ}\text{C}$ прохолоднішим, тоді як травень на $0,26^{\circ}\text{C}$ теплішим за середні багаторічні показники.

Традиційно жарким був липень, так перевищення багаторічного показника склало $1,41^{\circ}\text{C}$, коли ж липень був незначно прохолоднішим за норму (на $0,12^{\circ}\text{C}$), а в серпні середньодобові показники температури повітря були на $1,01^{\circ}\text{C}$ вище багаторічного показника.

Також в весняно-літній період років проведення досліджень випадала різна кількість опадів, тому більш детально зупинимось на аналізуванні цього агрокліматичного показника, який досить важливий для успішного росту і розвитку рослин сої (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Кількість опадів в роки досліджень, мм

Місяць	Кількість опадів за роками, мм				Середньо багаторічна кількість опадів, мм
	2019	2020	2021	2022	
Березень	30,5	32,6	42,1	13,0	45,2
Квітень	47,4	26,5	43,2	51,8	53,5
Травень	158,9	91,9	103,7	23,3	64,6
Червень	77,5	111,7	63,6	19,4	80,7
Липень	43,8	62,1	112,8	90,8	94,2
Серпень	39,1	19,1	88,3	85,9	69,0
Середньорічна кількість опадів	358,1	324,8	365,4	198,3	407,2

В умовах березня 2019 року опадів випало на 14,7 мм нижче норми, коли в квітні дефіцит їх був в 6,1 мм. Сумарний вплив підвищених температур повітря сприяв активному випаровуванню та втраті вологи з ґрунту, проте в травні опадів випало на 94,3 мм більше норми.

Літні місяці розпочались з дефіциту опадів і коли в червні недоотримано всього 3,2 мм, то в липні 50,4 а в серпні дефіцит становив 29,9 мм. Отже, спостерігались передумови до створення посушливих умов за дефіциту вологи да дії надмірних температур повітря.

В березні 2020 року опадів випало на 12,6 мм менше, коли в квітні дефіцит їх становив 27,0 мм, а в травні – навпаки отримано на 27,3 мм більше багаторічної норми. За близького бо багаторічної температури квітня та прохолодного травня ми мали збереження вологи в ґрунті, проте низькі температури в свою чергу пригальмовували ріст сої.

Також надмірно зволуженим був і липень (на 31,0 мм), коли в червні отримано дефіцит опадів в 32,1 мм, а в серпні – 49,9 мм. Що позначилось на якості врожаю сої в плані утворення маси насіння.

Весна 2021 року розпочалась з незначного дефіциту опадів в березні (на 3,1 мм) та в квітні (на 10,3 мм), проте, в травні зливові дощі, що пройшли сумарно визначили перевищення над середньо багаторічними значеннями в 39,1 мм.

Також строкатими за зволоженням були й погодні умови літніх місяців 2021 року. Так, в червні дефіцит опадів становив 17,1 мм, а в липні та серпні ми спостерігали їх надмірну кількість на 18,6 та 19,3 мм.

В умовах весни 2022 року в березні кількість опадів була на 32,2 мм менше багаторічної норми, коли квітень мав близькі до багаторічних показники випадання опадів, а в травні їх дефіцит становив 41,3 мм.

Посушливий період продовжився і в літні місяці та в липні ми зафіксували нестачу опадів на рівні 61,3 мм, тоді як в липні спостерігався помірний їх дефіцит (3,4 мм), а в серпні випало на 16,9 мм більше багаторічної норми.

Варіювання показників елементів погоди дозволяє нам оцінити коефіцієнт суттєвості відхилень елементів погоди, а саме – температури повітря (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3

Коефіцієнт суттєвості відхилень температури повітря

Місяць	Температура повітря			
	2019	2020	2021	2022
Березень	1,59	1,44	-0,46	-0,37
Квітень	0,15	-0,01	-2,19	-1,03
Травень	-0,24	-2,20	-1,19	0,21
Червень	2,59	0,99	0,39	1,36
Липень	-1,07	-0,50	1,61	-0,11
Серпень	0,95	1,45	-1,03	1,04

За показником суттєвості відхилень (КС) коли ми маємо варіювання від 0 до 1, то це вважається звичайними умовами, при відхиленнях від 1 до 2 вони істотно відрізняються, а понад 2 – наближені до екстремальних.

Отже, за температурою повітря в 2019 році істотні відхилення спостерігались в березні та липні, коли в червні умови були наближені до екстремальних показників.

Умови 2020 року мали також значну строкатість відхилень коефіцієнту суттєвості температури повітря і істотними були значення отримані для березня та серпня, а екстремальними – для травня.

Весняно-літній період 2021 року також мав строкатість КС і істотно відрізнялась температура повітря в травні, липні та серпні, а екстремальною вона була в квітні.

Порівняно з рештою весняно-літніх місяців за температурою повітря найменші відхилення були в умовах 2022 року. Так, істотно відрізнялись умови лише в квітні, червні та серпні.

Аналогічно потрібно визначити особливості зміни КС для опадів в роки досліджень (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4

Коефіцієнт суттєвості відхилень опадів

Місяць	Кількість опадів			
	2019	2020	2021	2022
Березень	-1,16	-1,00	-0,25	-2,55
Квітень	-0,56	-2,50	-0,95	-0,16
Травень	1,88	0,55	0,78	-0,83
Червень	-0,10	0,92	-0,51	-1,83
Липень	-1,83	-1,17	0,68	-0,12
Серпень	-0,99	-1,65	0,64	0,56

За опадами умови 2019 року були такими що істотно відрізнялись в квітні, травні та липні, натомість наближених до екстремальних умов не було.

В умовах 2021 року істотно відрізнялась кількість опадів в липні та серпні, коли в квітні ми мали екстремальні умови. На відміну від цього 2021 рік був досить стабільний і не спостерігалось навіть істотної відміни від середніх значень кількості опадів. Тоді як в 2022 році екстремальними були умови в березні, а такими що мають істотні відхилення в червні. Хоча й в цьому році за весняно-літній період випала найменша кількість опадів – 284 мм проти 407 мм норми.

Отже, загалом погодні умови були сприятливими для росту та розвитку сої, проте відмінними в роки проведення досліджень, що сприяло отриманню цікавих експериментальних даних.

Ґрунти Західного Лісостепу сформувалися на лесах за умов недостатнього зволоження (400–450 мм на рік) і підвищеного випаровування. Через нестачу вологи мінералізація органічних решток була обмежена, тому за багато тисячоліть трав'яниста рослинність із розвиненою кореневою системою збагатила ґрунти великою кількістю гумусу. Ґрунти мають високий вміст гумусу, значну суму ввібраних основ, високий ступінь насичення основами та середньо- і слабокислу ґрунтову кислотність.

Найпоширенішими в регіоні ґрунтами є опідзолені чорноземи та сірі опідзолені ґрунти. Вони характеризуються високим ступенем вилугуваності від карбонатів і обмінного кальцію, що зумовлює підвищену ґрунтову кислотність.

Основним типом ґрунтів на дослідному полі є глибокий малогумусний чорнозем на карбонатних лесовидних суглинках, середньосуглинковий. У шарі ґрунту 0-30 см міститься 120 мг/кг азоту, 95 мг/кг фосфору і 168 мг/кг калію. При цьому рН становить 6,7, сума ввібраних основ – 212 мг-екв/кг ґрунту, об'ємна маса – 1,39 г/см³, щільність твердої фази – 2,58 г/см³, загальна шпаруватість – 49%, вологість в'янення – 26 мм, найменша польова вологомісткість – 39 мм, а повна вологомісткість – 72 мм.

2.2. Схема та методика проведення досліджень

Польовий трифакторний дослід з вивчення впливу інокуляції насіння та позакореневого підживлення на різні сорти сої закладався за наступною схемою:

Інокуляція	Сорт	Листкове підживлення
Без оброблення насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)
	Рогізнянка	
	Тріада	
	Орфей	
	Еврідіка	
	Аратта	
	Азимут	
	Аврора	
Ризоактив	Самородок	
	Рогізнянка	
	Тріада	
	Орфей	
	Еврідіка	
	Аратта	
	Азимут	
	Аврора	
Без оброблення насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін
	Рогізнянка	
	Тріада	
	Орфей	
	Еврідіка	
	Аратта	
	Азимут	
	Аврора	
Ризоактив	Самородок	
	Рогізнянка	
	Тріада	
	Орфей	
	Еврідіка	
	Аратта	
	Азимут	
	Аврора	

Загальна площа елементарної ділянки – 35м², облікової – 30м². Повторність – трикратна. Норма висіву досліджуваних сортів сої 700 тис. схожих насінин га.

Передпосівне інокулювання насіння Ризоактивом проводили в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендували у дистильованій воді (кількість води становила 1–1,5 % від маси насіння). Препарат вносили у розраховану кількість води, ретельно перемішували і відразу ж проводили бактеризацію насіння. Оброблене насіння захищали від попадання прямого сонячного проміння. Насіння у контрольному варіанті обробляли дистильованою водою.

Фульвогумін вносили двічі позакоренево, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а друга обробка проводилась в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Дослідження проводили за загальними та спеціальними методиками дослідної справи в рослинництві [157].

Фенологічні спостереження виконували за методикою державного сортовипробування, фіксуючи початок фази не менше в 10% рослин, а повну її за настання прояву ознаки в 75% рослин.

Облік густоти посівів проводили у фазі повних сходів і перед збиранням урожаю. Облік густоти у фазу повних сходів, дає змогу визначити польову схожість, перед збиранням урожаю збереженість рослин за вегетаційний період за формулою:

$$\Pi = \frac{З \times 100}{С},$$

де Π – збереження рослин, %;

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

$С$ – кількість рослин на час повних сходів, шт./м²; 100 – число для перерахунку у відсотки.

Для обліку густоти використовували вибірковий метод, формуючи вибірку з відрізків усіх рядків по діагоналі, що охоплювали всю довжину

ділянки. Підсумувавши кількість рослин на всіх відрізках, і помноживши цю величину на кількість рядків, визначали загальну кількість рослин на обліковій площі, яка і буде характеризувати густоту посівів у конкретному варіанті.

Висоту рослин та висоту прикріплення нижнього бобу виконували за допомогою мірної лінійки по діагоналі ділянок досліду.

Площу листя визначали методом висічок, вибираючи листки з 10-ти рослин і виконуючи вимірювання за формулою:

$$\Pi = \frac{M_{\Pi_1} K}{M_1},$$

M – загальна маса листків, г; Π_1 – площа висічки, cm^2 ; K – кількість висічок, шт.; M_1 – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал розраховували за формулою А.О. Ничипоровича:

$$\Phi\Pi = \frac{[(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2 \dots]}{2},$$

$L_1 + L_2$ – площа листків тис. $\text{m}^2/\text{га}$;

T_1, T_2 – тривалість періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою:

$$\text{чПФ} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2} \times T},$$

B_1, B_2 – маса сухої речовини, г;

L_1, L_2 – площа листової поверхні, m^2 ;

T – тривалість міжфазного періоду, діб.

Показники симбіотичної взаємодії рослин з колоніями бульбочкових бактерій встановлювали за методикою Г.С. Посипанова.

Структуру врожаю обраховували відбираючи з кожної ділянки по 25 рослин та в подальшому визначаючи на них кількість бобів, кількість насінин, масу насінин з бобу та з рослини.

Масу 1000 насінин визначали за ДСТУ 4138–2002.

Збирання врожаю проводили суцільно-поділяючно за допомогою селекційного комбайна. Зібране зерно очищували та зважували, приводячи до стандартної вологості та перераховували на гектарну площу.

Вміст протеїну – методом К'ельдаля а олії – екстрагуванням етиловим ефіром в апараті Сокслета.

Економічну ефективність розраховували згідно технологічних карт вирощування сої, та встановлення ринкових цін на матеріали, паливо, добрива, енергію, витрати праці.

Енергетичну ефективність вирощування сої розраховували користуючись методикою Медведовського О.К. та Іваненка П.І. [153].

Статистичний аналіз проводили методом визначення дисперсії з використанням Excel, Statistica 6.0.

2.3. Короткий опис сортів та препаратів

Для проведення досліджень нами були обрані наступні сорти сої:

Самородок. Скоростиглий сорт з вегетаційним періодом 97–117 діб. Висота рослин – 66–78 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 11,0–15,0 см. Маса 1000 насінин – 138,8– 149,4 г. Вміст білка в насінні – 41,0–41,7 %, олії – 21,1–22,6 %. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів. Рекомендована зона вирощування – Лісостеп. Оригіна́тор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Рогізнянка. Сорт сої зернового напрямку з періодом вегетації 107–112 діб. Тип росту рослин – від напівдетермінантного до індетермінантного. Рослина за висотою від середньої до високої. Квітка фіолетова, насіння жовте. Висока стійкість до засухи та осипання насіння. Висота прикріплення нижнього бобу 14,5–15,3 см. Урожайність зерна досягає 4–4,5 т/га, вміст білка в насінні – 39–41 %, олії – 19–21 % Оригіна́тор: Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Тріада. Час достигання рослин – від раннього до середнього. Тип росту рослин – детермінантний. Рослина висока, форма росту – пряма. Квітка біла, насіння жовте. Висока стійкість до засухи та осипання насіння. Висота прикріплення нижнього бобу – 10,5–13,0 см. Сорт високоурожайний, вміст білка в насінні – 39,0–39,5 %, олії – 20,4–22,6 %. Маса 1000 насінин – 144–176 г. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Орфей. Належить до ранньостиглої групи, тривалість вегетаційного періоду – 111–120 діб. Тип росту проміжний, висота рослин 57–73 см, залежно від зони вирощування. Кущ прямий, стебло середньої товщини. Колір квіток – фіолетовий, насіння жовте. Маса 1000 насінин – 120–150 г. Вміст білка в насінні – 40–43 %, олії – 19–20 %. Стійкий до хвороб, з підвищеною азотфіксувальною здатністю. Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН.

Еврідіка. Належить до середньоранньої групи стиглості, тривалість вегетаційного періоду – 121–130 діб у зоні Лісостепу та 110–115 діб у Степу. Тип росту проміжний, висота рослин 58–77 см, залежно від зони вирощування. Маса 1000 насінин – 120–160 г. Придатний для вирощування як на суходолі, так і під час зрошення. Стійкий до посухи, вилягання та осипання насіння. Придатний для механізованого збирання врожаю, висота прикріплення нижніх бобів становить 12–20 см. Вміст білка в насінні – 40–44 %, олії – 19–20 %. Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН.

Аратта. Тривалість вегетаційного періоду становить 115–123 доби. Стійкий до посухи, осипання та ураження хворобами. Кущ напівстиснутий, компактний, має проміжний тип росту. Висота рослин – 80–100 см, нижні боби прикріплюються на висоті 12–16 см. Маса 1000 насінин – 131–190 г. Вміст білка у насінні – 37,8–39,6 %, олії – 20,4–21,8 %. Урожайність сої сорту Аратта становить 3,75–3,92 т/га. Максимальна врожайність – 4,57 т/га. Оригінатор – Інститут зрошуваного землеробства НААН.

Азимут. Час достигання рослин – від раннього до середнього. Тип росту рослин – напівдетермінантний. Рослина за висотою від середньої до високої. Квітка фіолетова, насіння жовто-зелене. Висока стійкість до засухи, хвороб та осипання насіння. Висота прикріплення нижнього бобу 13,1–16,5 см. Сорт високоврожайний, вміст білка в насінні – 39,3–40,4%, олії – 20,3–22,9 %. Маса 1000 насінин – 123– 144 г. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Аврора. Належить до середньостиглої групи, тривалість вегетаційного періоду – 111–130 діб. Тип росту проміжний, висота рос- лин 70–110 см, залежно від зони вирощування. Висота прикріплення нижніх бобів становить 13–22 см. Високопродуктивний, вміст білка в насінні – 40–43 %, олії – 19–21 %. Маса 1000 на- сінин – 120–150 г. Стійкий до посухи, вилягання та осипання насіння. Оригінатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН.

Для інокуляції насіння застосовували **Ризоактив**. Препарат з високоактивними та конкурентоспроможними бульбочковими бактеріями для передпосівної обробки насіння сої покращує азотне живлення рослин через ефективну біологічну фіксацію азоту завдяки трьом штамам *Bradyrhizobium japonicum*.

Препарат містить три високоактивні штами азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, які, окрім симбіотичних властивостей (вірулентність, конкурентоспроможність, нітрогеназна активність), мають специфічні характеристики, що сприяють кращому розвитку кореневої системи. Різні швидкості росту біоагентів підвищують ймовірність утворення бульбочок протягом вегетації культури. Ці штами також відзначаються високою адаптивністю до різних ґрунтових і погодних умов.

Переваги препарату: висока нітрогеназна активність, збільшення врожайності на 0,25-0,6 т/га, підвищення якості насіння за вмістом білка на 2,0-2,5%.

Для позакореневого підживлення рослин використовували **Фульвогумін**. Це нове гумінове добриво виготовлене з органічної сировини природного походження.

Завдяки значному вмісту фульвових кислот гарно поглинається рослинами та допомагає підвищити стійкість рослин до хвороб та несприятливих умов середовища, підвищити рівень урожайності, сформувати якісну екологічно безпечну продукцію.

Препарат може використовуватись як для інокуляції насіння так і обприскування посівів таких культур як: зернові, бобові, технічні, овочеві, садові.

Для обробки сої рекомендується двократне застосування препарату, перше в фазу 2-3 пари справжніх листків, з нормою 1,25 л/га. Ця обробка сприяє поліпшенню показників росту та розвитку рослин, збільшенню площі листової поверхні. А наступна обробка з нормою 1,0 л/га рекомендується в фазу бутонізації, що сприяє підвищенню якісних показників врожаю.

Висновки за розділом 2:

1. Ґрунтово-кліматичні умови в яких проводили дослідження є поширеними в південній частині Лісостепу західного України загалом.
2. Схема досліду, методика проведення досліджень та методи визначення показників рослин дозволяють отримати достовірні результати згідно завдань та мети дисертаційного дослідження.
3. Досліджувані сорти районовані для умов Лісостепу України, проте їх сортова реакція на умови вирощування в південній частині Лісостепу західного вивчається вперше.

Розділ 3

РІСТ ТА РОЗВИТОК СОЇ ЗА ОБРОБЛЕННЯ НАСІННЯ ІНОКУЛЯНТОМ ТА ЛИСТКОВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

3.1. Особливості тривалості вегетаційного та міжфазних періодів різних сортів сої

В останні роки найбільші площі сої в Україні було зафіксовано в Полтавській, Хмельницькій, Київській та Сумській областях [216]. Пропозиція агровиробникам нових сортів сої зумовлює необхідність продовження досліджень щодо їх адаптації до певних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, удосконалення окремих технологічних елементів, що забезпечить високу їх продуктивність та максимальну реалізацію генетичного потенціалу [54; 60; 110; 167]. Водночас ознака тривалості вегетаційного періоду є вирішальною для вирощування сої у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. З метою зниження ризиків під час виробництва сої потрібно вирощувати кілька різних сортів з різними групами стиглості та різними сортотипами [111]. Слід також відмітити, що в Україні найбільше поширені скоростиглі сорти сої [65].

Тривалість вегетаційного періоду сої залежить від різних чинників, зокрема сортових особливостей, строку сівби, ширини міжряддя [254; 161; 165; 225]. Найбільш тривалий вегетаційний період відзначено за сумісної дії оброблення насіння перед сівбою фосфонітрагіном і роздрібного внесення азотних добрив N_{30} в основне удобрення на фоні $P_{60}K_{60}$ та додатково N_{15} у підживлення у фазі бутонізації – 107 діб у сорту Вільшанка та 117 діб – у сорту Сузір'я [238]. На основі фенологічних спостережень за ростом та розвитком рослин сортів сої різних груп стиглості можна зробити висновок, що як на тривалість періодів між окремими фазами росту і розвитку, так і на тривалість вегетаційного періоду загалом суттєвий вплив мали як

гідротермічні умови року, так і технологічні операції, які були поставлені на вивчення, а саме дози мінеральних добрив та різні способи використання комплексу мікроелементів [246]. Однак насамперед вегетаційний період сортів сої обумовлений їх генетичними особливостями [90; 199]. Згідно з Широком уніфікованим класифікатором роду *Glycine max.* (L.) Merr. [269], за тривалістю вегетаційного періоду сорти сої розподілили на чотири групи стиглості: ультраскоростиглі (менше 90–100 діб), скоростиглі (101–120 діб), середньостиглі (121–140 діб) та пізньостиглі (141–160 діб). У дослідженнях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН усі сортозразки розділяли на групи стиглості, залежно від тривалості їх вегетаційного періоду, за наступною схемою: дуже ранній (з періодом вегетації до 90 діб); від дуже раннього до раннього (91–100 діб); ранній (101–110); середньоранній (111–120); середній (121–130); середньопізній (131–140); пізній (141–150); від пізнього до дуже пізнього (151–160); дуже пізній (більше 160 діб). Важливим спостереженням також є тривалість періоду «сходи–цвітіння» у сортів різних груп стиглості. Всі зразки колекції, які вивчали, розділяли залежно від тривалості періоду «сходи–цвітіння» на наступні групи: дуже ранній (до 30 діб); від дуже раннього до раннього (31–40); ранній (41–50); середньоранній (51–60); середній (61–70); середньопізній (71–80); пізній (81–90); від пізнього до дуже пізнього (91–100); дуже пізній (більше 100 діб) [138]. А.О. Бабич [53] усі сорти сої за тривалістю вегетаційного періоду поділяв на 5 груп стиглості: скоростиглі – 90–105 діб; ранньостиглі – 106–115; середньоранньостиглі – 116–125; середньостиглі – 126–135; середньопізньостиглі – 136–145 діб.

Дослідження, проведені в 2019–2021 рр., показали суттєву залежність тривалості вегетаційного періоду від погодних умов року. Так, погодні умови 2021 року спричинили найтриваліший вегетаційний період у сортів сої, а погодні умови 2020 року обумовлювали найменшу тривалість вегетації цієї зернобобової культури. У середньому за роки досліджень було виявлено, що

за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ найменший вегетаційний період був у скоростиглого сорту сої Самородок і тривав 101 добу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від інокуляції
насіння та листкових підживлень**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Рік			
			2019	2020	2021	середнє
Без оброблення насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	100	98	105	101
	Рогізнянка		112	110	117	113
	Тріада		120	118	128	122
	Орфей		112	107	117	112
	Еврідіка		112	108	119	113
	Аратта		128	123	130	127
	Азимут		119	114	121	118
	Аврора		123	115	125	121
Ризоактив	Самородок		102	98	106	102
	Рогізнянка		115	112	118	115
	Тріада		124	119	129	124
	Орфей		113	111	118	114
	Еврідіка		115	111	119	115
	Аратта		130	125	132	129
	Азимут		122	116	122	120
	Аврора		124	119	126	123
Без оброблення насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	102	99	105	102
	Рогізнянка		115	109	118	114
	Тріада		123	117	129	123
	Орфей		112	109	118	113
	Еврідіка		114	109	119	114
	Аратта		129	124	131	128
	Азимут		118	117	122	119
	Аврора		121	120	125	122
Ризоактив	Самородок		102	100	107	103
	Рогізнянка		115	114	119	116
	Тріада		124	121	130	125
	Орфей		114	112	119	115
	Еврідіка		115	112	121	116
	Аратта		130	128	132	130
	Азимут		120	119	124	121
	Аврора		123	122	127	124
НІР _{0,05}			1,0	0,9	1,2	1,1

Довшим вегетаційний період виявився у скоростиглого сорту сої Рогізнянка і в середньому тривав 113 діб. Ранньостиглі сорти сої Орфей та Тріада мали середню тривалість вегетаційного періоду 112 та 122 доби. У середньоранніх сортів Еврідіка та Аратта вегетаційний період становив 113 та 127 діб відповідно. У середньостиглих сортів Азимут та Аврора вегетаційний період становив 118 та 121 добу відповідно.

Оброблення насіння перед сівбою Ризоактивом продовжило період вегетації сорту сої Самородок на одну добу, а сортів Рогізнянка, Тріада, Орфей, Аратта, Еврідіка, Азимут та Аврора – на дві доби. В середньому за роки досліджень встановлено, що в умовах Лісостепу західного на фоні внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$, оброблення насіння Ризоактивом та позакореневого підживлення Фульвогуміном найдовший вегетаційний період був у сорту сої Аратта і тривав 130 діб. Найкоротшим вегетаційний період на цьому фоні виявився у сорту сої Самородок і в середньому тривав 103 доби. У скоростиглого сорту сої Рогізнянка на вказаному варіанті удобрення тривалість вегетаційного періоду становила 116 діб. У ранньостиглих сортів сої Тріада та Орфей на цьому варіанті удобрення тривалість вегетаційного періоду відповідно становила 115 та 125 діб, у середньораннього сорту Еврідіка – 116 діб, а у середньостиглих сортів Азимут та Аврора – 121 та 124 доби відповідно.

Досліджувані чинники особливо не впливали на величину періоду «сівба – сходи», який у сортів сої Самородок, Рогізнянка, Орфей, Еврідіка, Азимут та Аврора тривав 16 діб, а у сортів Тріада та Аратта – 17 діб. Перед- посівна інокуляція насіння Ризоактивом не вплинула на величину періоду «сівба – сходи». Більш суттєво досліджувані чинники впливали на величину періоду «сходи – початок цвітіння». Водночас слід відмітити вплив сортових особливостей. Так, від появи сходів до початку цвітіння рослинам сої сорту Самородок на контролі потрібно було 34 доби. У іншого скоростиглого сорту Рогізнянка тривалість періоду «сходи – початок цвітіння» була на 9 діб

довшою і становила 43 доби. А найдовше період від сходів до початку цвітіння тривав у сорту Аратта – 45 діб (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних періодів рослин сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант			Тривалість фенологічної фази, діб			
Іноку ляція	сорт	удобр ення	сівба – повні сходи	повні сходи – початок цвітіння	початок цвітіння- кінець цвітіння	кінець цвітіння – фізіологічна стиглість
Без оброблення насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	16	34	26	41
	Рогізнянка		16	43	30	40
	Тріада		17	42	33	47
	Орфей		16	39	28	45
	Еврідіка		16	40	28	45
	Аратта		17	45	29	53
	Азимут		16	40	30	48
	Аврора		16	42	29	50
Ризоактив	Самородок		16	34	27	41
	Рогізнянка		16	44	30	41
	Тріада		17	43	34	47
	Орфей		16	39	29	46
	Еврідіка		16	40	29	46
	Аратта		17	46	30	53
	Азимут		16	41	31	48
	Аврора		16	43	30	50
Без оброблення насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	16	34	26	42
	Рогізнянка		16	43	31	40
	Тріада		17	42	33	48
	Орфей		16	39	28	46
	Еврідіка		16	40	28	46
	Аратта		17	45	30	53
	Азимут		16	40	31	48
	Аврора		16	42	30	50
Ризоактив	Самородок		16	34	27	42
	Рогізнянка		16	44	30	42
	Тріада		17	43	35	47
	Орфей		16	39	29	47
	Еврідіка		16	40	29	47
	Аратта		17	46	31	53
	Азимут		16	41	31	49
	Аврора		16	43	31	50
НІР _{0.05}			0,6	0,8	0,7	0,9

Передпосівна інокуляція насіння Ризоактивом подовжувала тривалість періоду «сходи – початок цвітіння» у сортів сої Рогізнянка, Тріада, Аратта, Азимут та Аврора на одну добу. Цвітіння досліджуваних сортів сої на варіанті без інокуляції насіння та без листових підживлень посівів тривало від 26 до 33 діб. Першими зацвітали рослини сорту сої Самородок.

Найдовший період цвітіння відмічено у сортів Тріада, Рогізнянка та Азимут, найкоротший – у сорту Самородок.

Тривалість періоду «кінець цвітіння – фізіологічна стиглість» у досліджуваних сортів становив 40–53 доби. Найкоротшим цей період був у скоростиглих сортів Рогізнянка та Самородок і становив 40 та 41 добу відповідно. Тривалість періоду від кінця цвітіння до повної стиглості найдовшою (53 доби) була у сорту сої Аратта.

3.2. Особливості формування густоти посівів

Одним із важливих чинників формування продуктивності сої є густота посівів [208]. Найпродуктивніші посіви сої формуються за оптимальної кількості рослин на одиниці площі, що дозволяє раціонально використовувати фактичні ресурси чинників навколишнього середовища окремо кожною рослиною і агрофітоценозів у цілому [81]. Оптимальне розміщення рослин площею знижує конкуренцію рослин сої і забезпечує рівномірний доступ культури до поживних елементів у ґрунті [258]. Тобто густота посіву значно впливає на врожайність сої [76]. Отже, як зрідженість посіву, так і його загущеність сприяють недобору врожаю [162].

Соя, як світлолюбна культура, формує високий урожай лише за оптимальних для конкретного сорту площі живлення й густоти рослин. Зазвичай, у зріджених посівах у нижньому ярусі рослин формується значна маса врожаю насіння, – під їх масою гілки схиляються до землі, спричиняючи втрати у ході збирання врожаю. У загущених посівах менша кількість

бокових пагонів, але стебло досить тонке, що сприяє значному полягання рослин [263; 242].

У таких провідних соєсїючих країнах світу, як США, Канада та Японія було встановлено значний вплив густоти посіву на врожайність сої [5; 22]. Особливий вплив густота рослин мала для ранньостиглих сортів сої [1]. Водночас, враховуючи високі витрати фермерів на посівний матеріал сої [9], деякі науковці наголошують на необхідності оптимізації витрат насіння за одночасного збереження високої урожайності [8].

Способи сїви і норми висїву мають виняткове значення для сої, оскільки визначають весь технологічний комплекс вирощування цієї культури і значно впливають на її продуктивність [8; 164]. Соя – культура пластична до таких параметрів, як розміщення рослин на площі. Про це свідчать чисельні дослідження. Така пластичність залежить від того, що кожен сорт має свій індивідуальний габітус, залежно від типу росту. Він може бути детермінантний, напівдетермінантний або індетермінантний. Тому оптимальну густоту стояння рослин сої потрібно визначати експериментальними дослідженнями для кожного конкретного сорту. Отримані в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН результати досліджень щодо реакції сортів сої на кількісне і просторове розміщення рослин на полі, вказують, що ці питання потребують додаткового вивчення [268].

Дослідженнями Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН встановлено, що загушення посївів спричиняє зниження польової схожості та виживання рослин сортів сої [255]. Погодні умови суттєво впливали на польову схожість насіння, водночас значного коригування ефекту досліджуваних технологічних чинників вони не спричиняли [127; 264]. За результатами досліджень встановлено, що густота стояння рослин сої і особливо динаміка її зміни упродовж вегетаційного періоду, значно залежали від погодних умов року, сортів і строків сїви [205; 93].

Спостереження інших вчених також показали, що бактеризація насіння сої позитивно впливала на польову схожість, тоді як листкове підживлення добривами Омекс 3Х, Агрогумат та Омекс Мікромакс було більш ефективним по впливу на збереження рослин упродовж вегетаційного періоду. Найвища польова схожість насіння як у сорту Оріана (87,8–90,6 %), так і у сорту Діадема Поділля (88,2–93,2 %) формувалася у варіантах досліду, де проводили передпосівну обробку насіння композицією бактеріальних препаратів Ризоактив + Фосфоентерин, що більше відповідно 2,4–3,7 % та на 0,8–5,2 % порівняно з контрольним варіантом [237].

Підвищенню посівних якостей насіння сприяє застосування наночасток молібдену та мангану. При цьому лабораторна схожість насіння сої підвищується на 5 %, квасолі – на 7 %, сочевиці – на 12 %. Передпосівна обробка насіння бобових культур розчинами наночасток металів церію, германію, селену та міді приводить до пригнічення проростання [218]. Отже, такі технологічні чинники, як норма висіву, густина рослин, ширина міжрядь та удобрення дають можливість створити оптимальні умови на початкових етапах росту й розвитку рослин сої та забезпечити формування високопродуктивних її посівів [116].

Формування високих врожаїв сої можливе лише в посівах з оптимальною щільністю стеблостою та добре розвиненими і рівномірно розподіленими на площі живлення рослинами. Значною мірою такі параметри соєвого агрофітоценозу досягаються завдяки отриманню своєчасних і дружних сходів та високих значень польової схожості і виживаності рослин упродовж вегетаційного періоду [132].

Отже, в проведених дослідженнях у середньому за 2019–2022 рр. високий показник польової схожості насіння був виявлений у сортів сої Рогізнянка, Самородок, Тріада, Орфей, Азимут – 88,1–88,9 % у варіанті фонового удобрення, що забезпечило густоту стояння рослин у фазі сходів 614,8–622,3 тис. шт./га (таблиця 3.3).

Густота посівів сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, 2019–2022 рр.

Інокуляція	Сорт	Удобрєння	Кількість рослин на час повних сходів, тис. /га	Польова схожість насіння, %	Кількість рослин перед збиранням, тис. /га	Виживання рослин, %
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	620,9	88,7	563,2	90,7
	Рогізнянка		622,3	88,9	577,4	92,8
	Тріада		617,0	88,1	564,8	91,5
	Орфей		621,4	88,8	566,2	91,1
	Еврідіка		614,8	87,8	565,6	92,0
	Аратта		601,6	85,9	534,9	88,9
	Азимут		621,5	88,8	577,1	92,9
	Аврора		615,3	87,9	565,8	92,0
Ризоактив	Самородок		623,7	89,1	566,7	90,9
	Рогізнянка		621,4	88,8	586,9	94,4
	Тріада		620,4	88,6	575,4	92,7
	Орфей		619,7	88,5	570,3	92,0
	Еврідіка		618,4	88,3	576,8	93,3
	Аратта		604,8	86,4	540,1	89,3
	Азимут		623,8	89,1	589,5	94,5
	Аврора		617,4	88,2	570,3	92,4
Без обробки насіння	Самородок	Фон + Фульвогумін	617,3	88,2	569,0	92,2
	Рогізнянка		624,7	89,2	580,5	92,9
	Тріада		612,9	87,6	567,3	92,6
	Орфей		620,5	88,6	565,4	91,1
	Еврідіка		611,9	87,4	567,9	92,8
	Аратта		597,8	85,4	540,9	90,5
	Азимут		623,1	89,0	580,7	93,2
	Аврора		617,4	88,2	566,5	91,8
Ризоактив	Самородок		622,1	88,9	571,2	91,8
	Рогізнянка		625,3	89,3	590,2	94,4
	Тріада		622,6	88,9	578,7	92,9
	Орфей		615,4	87,9	571,8	92,9
	Еврідіка		616,8	88,1	578,5	93,8
	Аратта		605,1	86,4	544,3	90,0
	Азимут		625,7	89,4	592,6	94,7
	Аврора		610,6	87,2	574,0	94,0
НІР _{0,05}			11,0	2,2	10,5	2,1

Насіння сорту Аратта мало найнижчу польову схожість – 85,9 %.

Обробка насіння сої біопрепаратами Ризоактив сприяла незначному

підвищенню польової схожості насіння всіх сортів сої, окрім сортів Рогізнянка та Орфей. Але загалом польова схожість насіння більше залежала від сортових особливостей сої, ніж від використання біопрепаратів. Отже, найвища польова схожість формувалася в сортів Рогізнянка та Азимут у варіантах дослідів, де проводили інокуляцію насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та листові підживлення посівів Фульвогуміном і становила відповідно 89,3 та 89,4 %.

Остаточна густота посіву перед збиранням суттєво залежить від виживаності, яка характеризує стійкість рослин до несприятливих умов вирощування та залежить, в першу чергу, від особливостей сорту та технологічних складових удобрення. Облік густоти упродовж вегетації показав зменшення кількості рослин у процесі їх росту й розвитку. Так, у варіанті фонового удобрення на період збирання врожаю найвища виживаність рослин сої була у сортів Рогізнянка та Азимут і становила 92,8 та 92,9 %. Найбільші втрати рослин були у сорту сої Аратта у контрольному варіанті дослідів, на якому виживаність рослин становила 88,9 %.

Відомо, що вирощування сої на тлі оптимальних доз мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$ та використання мікроелементів Мікрофол Комбі для оброблення насіння у поєднанні із листовим підживленням є запорукою формування високих врожаїв насіння [71; 244]. У проведених дослідженнях біопрепарати для інокуляції насіння та листового підживлення також підвищували виживаність рослин сої. Так, інокуляція насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 підвищувала виживаність рослин сої на 0,4–1,6 %. А за умови сукупної взаємодії на ріст і розвиток рослин сої біопрепаратів для інокуляції насіння та Фульвогуміну для листових підживлень відмічено найбільший показник виживання рослин у досліді, зокрема у сортів Азимут (94,7%) та Рогізнянка (94,4%).

Також слід встановити особливості формування висоти рослин та нижнього бобу залежно від сорту, інокуляції насіння та листових підживлень (таблиця 3.4 Додаток А).

**Висота рослин та нижнього бобу залежно від сорту, інокуляції насіння
та листкових підживлень , см, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Висота рослин	Висота прикріплення нижнього бобу
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	73,4	13,0
	Рогізнянка		80,0	15,1
	Тріада		74,9	13,0
	Орфей		76,9	14,1
	Еврідіка		78,6	13,0
	Аратта		96,6	15,2
	Азимут		79,3	14,6
	Аврора		88,2	13,9
Ризоактив	Самородок		73,9	12,9
	Рогізнянка		81,8	15,2
	Тріада		77,4	13,2
	Орфей		78,4	14,0
	Еврідіка		81,4	13,0
	Аратта		99,8	15,0
	Азимут		85,6	14,3
	Аврора		91,9	14,0
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	72,5	13,1
	Рогізнянка		79,6	15,3
	Тріада		73,4	12,8
	Орфей		75,0	14,3
	Еврідіка		75,4	13,1
	Аратта		89,7	15,4
	Азимут		77,3	14,9
	Аврора		81,6	14,2
Ризоактив	Самородок		73,5	13,3
	Рогізнянка		80,4	15,1
	Тріада		74,7	13,8
	Орфей		77,4	14,1
	Еврідіка		79,4	13,3
	Аратта		96,3	15,2
	Азимут		79,9	14,5
	Аврора		88,6	14,2
H _{IP} _{0,05}			1,4	0,9

В цілому, висота різних сортів сої це суто біологічна ознака, контрольована на генетичному рівні та змінювана в залежності від умов

виросли до певних меж. Так, в середньому рослини сорту Самородок мали висоту 73,3 см, сорту Тріада – 75,1 см, Орфей – 76,9 см, Еввідіка – 78,7 см. Решта ж сортів мала висоту понад 80 см і в сорту Рогізняка вона була 80,4 см, в сорту Азимут – 80,5 см, а в сорту Аврора – 87,6 см.

Найбільш високорослим був сорт Аратта, рослини якого, в середньому мали висоту 95,6 см, тобто були на 22,3 см вищими за сорт Самородок. А отже, при вирощуванні даного сорту слід дотримуватись рекомендованих норм удобрення більш ретельно, так як високорослі рослини сої мають схильність до вилягання особливо за дії несприятливих погодних умов.

Удобрення посівів сої базовим добривом $N_{30}P_{60}K_{60}$ загалом сприяло формуванню середньосортowego показника висоти рослин на рівні 82,4 см, при цьому ж обробка посівів фульвогуміном забезпечила утворення на 2,71 см менш високорослих посівів. Що, досягається завдяки комплексному впливу добрива в плані поліпшення загального фізіологічного стану рослин.

Інокуляція посівів, завдяки більш кращій доступності рослинам азоту призводила до деякого збільшення загальної висоти посівів. Так, на не бактеризованих варіантах досліду в середньому отримано висоту 79,5 см, коли за інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 висота зросла на 3,0 см, в середньому.

В плані збільшення висоти рослин сорт Аратта на удобреному фоні ($N_{30}P_{60}K_{60}$) мав показник в 96,6 см, коли при бактеризації насіння Ризоактивом отримано 99,9 см. В цілому ж обробка посівів Фульвогуміном – дозволяла оптимізувати додатковий азот, доступний від бактеризації а спрямувати його на інші потреби рослин сої. Тому ми спостерігали деяке зниження висоти посівів в порівнянні з варіантами без листового підживлення.

Висота першого бобу – важлива ознака, що показує наскільки ефективно, без втрат, можна проводити збирання посівів. Тому визначимо чи змінювані нами умови досліду не впливають на її особливості формування.

Середня висота прикріплення нижнього бобу в сорту Самородок була 13,0 см, Еврідика – 13,1 см, Тріада – 13,2 см, коли сорти Орфей, Азимут та Аврора – мали висоту прикріплення понад 14 см, а в сортів Рогізнянка та Аратта вона була 15,1 та 15,2 см.

Застосовувані елементи агротехнології не значно впливали на зміни висоти прикріплення нижнього бобу, відхилення показника якої не перевищували значення $HP_{0,05}$. Отже, висота прикріплення нижнього бобу дозволяє проводити механізоване збирання сої без втрат нижніх бобів навіть класичними жатками.

Визначимо також взаємозв'язок висоти прикріплення нижнього бобу та загальної висоти рослин сої (рис. 3.1).

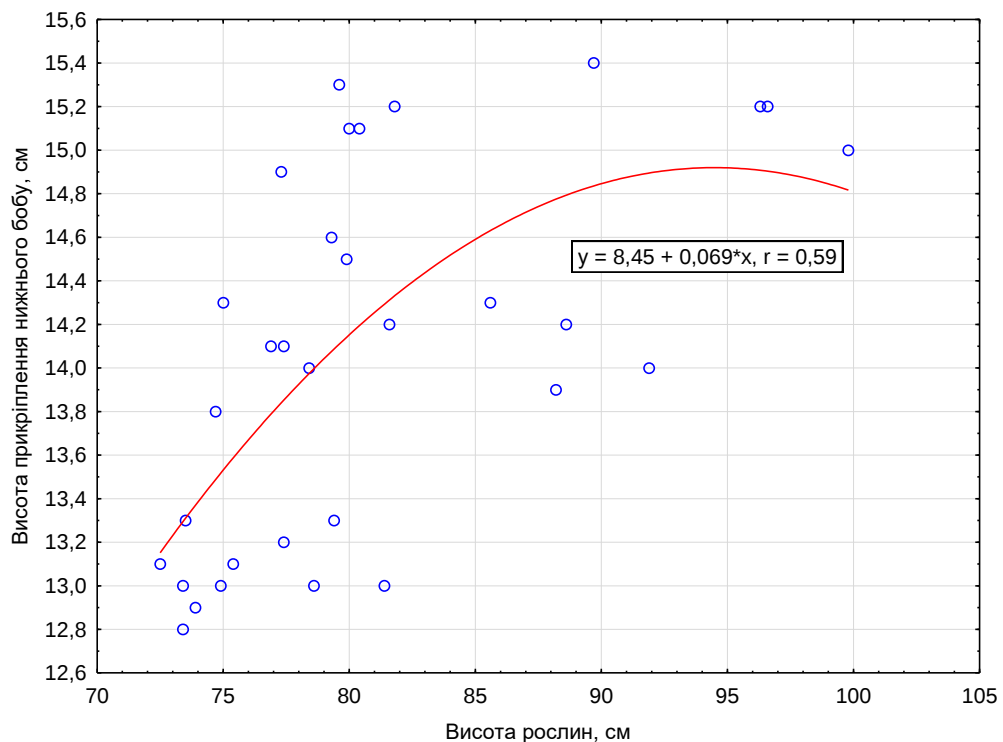


Рис. 3.1. Взаємозв'язок висоти прикріплення нижнього бобу та загальної висоти рослин сої

Отже, отримані закономірності можуть бути описані поліноміальним рівнянням та коефіцієнт кореляції має значну силу тісноти зв'язку. Це означає, що висота прикріплення нижнього бобу залежить від загальної висоти рослин, але на неї впливають і інші фактори.

Проаналізуємо формування сухої речовини залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень – таблиця 3.5, Додаток Б, В.

Таблиця 3.5

Формування сухої речовини залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень , т/га, 2019–2022 рр.

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	Цвітіння	Утворення бобів	Збирання
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	1,06	1,41	3,53
	Рогізнянка		1,00	1,34	3,34
	Тріада		1,06	1,42	3,55
	Орфей		1,10	1,47	3,68
	Еврідіка		1,11	1,48	3,69
	Аратта		1,10	1,46	3,66
	Азимут		1,18	1,57	3,93
	Аврора		1,19	1,59	3,98
Ризоактив	Самородок		1,20	1,60	3,99
	Рогізнянка		1,12	1,50	3,74
	Тріада		1,22	1,63	4,08
	Орфей		1,26	1,68	4,20
	Еврідіка		1,29	1,71	4,29
	Аратта		1,24	1,65	4,13
	Азимут		1,38	1,84	4,59
	Аврора		1,37	1,83	4,57
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	1,17	1,56	3,89
	Рогізнянка		1,12	1,50	3,74
	Тріада		1,16	1,55	3,87
	Орфей		1,23	1,63	4,09
	Еврідіка		1,22	1,62	4,06
	Аратта		1,22	1,62	4,06
	Азимут		1,32	1,76	4,40
	Аврора		1,34	1,78	4,45
Ризоактив	Самородок		1,31	1,74	4,35
	Рогізнянка		1,25	1,66	4,15
	Тріада		1,51	2,01	5,03
	Орфей		1,47	1,96	4,90
	Еврідіка		1,35	1,80	4,51
	Аратта		1,38	1,84	4,59
	Азимут		1,50	2,00	5,01
	Аврора		1,52	2,03	5,08
HІP _{0,05}			0,10	0,18	0,22

В фазу цвітіння, в середньому по сорту Самородок ми отримали масу сухої речовини в 1,18 т/га, коли найменший показник по досліді був в сорту Рогізнянка – 1,12 т/га. Сорти сої Тріада, Орфей, Еврідіка та Аратта накопичували понад 1,2 т/га сухої речовини, коли кращими в цьому плані були сорти Азимут та Аврора, які формували 1,34 та 1,36 т/га сухої речовини.

Оскільки Фульвоумін ми вносили двічі і остання обробка була в фазу бутонізації, то на час цвітіння добриво проявило себе за впливом на накопичення сухої речовини і в цілому ми мали на 0,14 т/га більше чим на контролі без застосування листового добрива. Інокуляція також сприяла підвищенню накопичення сухої речовини і в варіантах де проводили бактеризацію Ризоактивом отримано 1,34 т/га, що на 0,17 т/га вище контрольних.

В цілому, кращі показники накопичення сухої речовини були виявлені за висівання сортів сої Тріада (1,51 т/га), Азимут (1,50 т/га) та Аврора (1,52 т/га) за інокуляції насіння біопрепаратами на основі *Bradyrhizobium japonicum* і *Glomus intraradices* та листового підживлення Фульвогуміном.

В фазу утворення бобів, в середньому по сорту Самородок ми мали сухої речовини на рівні 1,58 т/га, коли в сортів Тріада, Орфей, Еврідіка та Аратта сформовано понад 1,6 т/га сухої речовини, а кращими в цьому плані були сорти Азимут та Аврора, які накопичували 1,79 та 1,81 т/га сухої речовини.

Обробка Фульвоуміном сприяла зростанню збору сухої речовини до 1,75 т/га, що на 0,18 т/га більше чим на контролі без листового добрива. Вплив інокуляції, по мірі підвищення вимог культури до мінерального живлення позитивно позначився на накопиченні сухої речовини і в варіантах де проводили бактеризацію отримано 1,78 т/га, що на 0,23 т/га вище контрольних.

Кращий рівень накопичення сухої речовини спостерігався за вирощування сої Тріада (2,01 т/га), Азимут (2,00 т/га) та Аврора (2,03 т/га) за бактеризації насіння та листового підживлення Фульвогуміном.

На час збирання сої, в середньому по сорту Самородок накопичено 3,94 т/га сухої речовини, при цьому в сортів Тріада, Орфей, Еввідіка та Аратта отримано 4,13, 4,22, 4,14 та 4,11 т/га сухої речовини, а кращими були сорти Азимут та Аврора, які сформували 4,48 та 4,52 т/га сухої речовини.

В середньому, варіанти де посіви обробляли позакореневим добривом Фульвоумін формували 4,39 т/га сухої речовини, що на 0,45 т/га більше чим на контролі без листового добрива. Бактеризація насіння ще більш сприяла підвищенню накопичення сухої речовини і в варіантах де проводили інокуляцію Ризоактивом отримано 4,45 т/га, що на 0,58 т/га вище контролю без застосування.

Кращий по досліді рівень накопичення сухої речовини посівами сої на час збирання рослин отримано за інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та листового підживлення Фульвогуміном на посівах сортів сої Тріада (5,03 т/га), Азимут (5,01 т/га) та Аврора (5,08 т/га).

Отже, застосування листового підживлення та бактеризація насіння біопрепаратом позитивно впливало на ріст та розвиток рослин сої впродовж років досліджень в усі фази їх росту.

Висновки за розділом 3:

За результатами досліджень встановлено, що найтривалішим (130 діб) серед досліджуваних сортів сої був вегетаційний період у сорту Аратта за інокуляції насіння Ризоактивом, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та дворазовим листовим підживленням посівів Фульвогуміном. Найкоротший вегетаційний період на посіві без оброблення насіння інокулянтном та без проведення листових підживлень виявився у сорту сої Самородок – 101 доба. Саме сортові особливості в умовах проведення досліджень виявилися найбільш вагомим чинником, що впливав на

тривалість вегетації сої. Водночас інокуляція насіння Ризоактивом та листові підживлення посівів Фульвогуміном змінювали тривалість вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої лише на 1–3 доби.

Найвища польова схожість насіння сої формується в сортів Рогізнянка та Азимут за проведення інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та листового підживлення посівів Фульвогуміном і становить відповідно 89,3 та 89,4 %.

Найсприятливіші умови для росту, розвитку та збереження максимальної кількості рослин на одиниці площі впродовж вегетаційного періоду складаються за інокуляції насіння біопрепаратами та двох листових підживлень посівів Фульвогуміном. При цьому виділилися сорти сої Азимут та Рогізнянка, що сформували густоту стояння рослин на період збирання 592,6 та 590,2 тис. шт. /га з рівнем виживання відповідно 94,7 та 94,4 %.

В середньому рослини сорту Самородок мали висоту 73,3 см, сорту Тріада – 75,1 см, Орфей – 76,9 см, Еврідіка – 78,7 см. Решта ж сортів мала висоту понад 80 см і в сорту Рогізнянка вона була 80,4 см, в сорту Азимут – 80,5 см, а в сорту Аврора – 87,6 см.

Обробка посівів фульвогуміном забезпечила формування на 2,71 см менш високорослих посівів, що досягається завдяки комплексному впливу добрива в плані поліпшення загального фізіологічного стану рослин. На не бактеризованих варіантах досліду в середньому отримано висоту 79,5 см, коли за інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 висота зросла на 3,0 см, в середньому.

Досліджувані елементи агротехнології не впливали на зміни висоти прикріплення нижнього бобу, відхилення показника якої не перевищували значення $HP_{0,05}$. Середня висота прикріплення нижнього бобу в сорту Самородок була 13,0 см, Еврідіка – 13,1 см, Тріада – 13,2 см, коли сорти Орфей, Азимут та аврора – мали висоту прикріплення понад 14 см, а в сортів Рогізнянка та Аратта вона була 15,1 та 15,2 см.

В фазу перед збиранням сої, посіви які обробляли листовим добривом Фульвоумін формували 4,39 т/га сухої речовини, що на 0,45 т/га більше чим на контролі без позакореневого добрива. Бактеризація насіння ще більш сприяла підвищенню накопичення сухої речовини і в варіантах де проводили інокуляцію Ризоактивом отримано 4,45 т/га, що на 0,58 т/га вище контролю без застосування.

Кращий рівень накопичення сухої речовини на час збирання сої отримано за інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та листового підживлення Фульвогуміном на посівах сортів сої Тріада (5,03 т/га), Азимут (5,01 т/га) та Аврора (5,08 т/га).

РОЗДІЛ 4

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСІВ ФОТОСИНТЕЗУ ТА СИМБІОТИЧНИХ ВЗАЄМОДІЙ РОСЛИН СОЇ

Фотосинтез є основою створення та накопичення органічної речовини й енергії в зелених рослинах, проте сучасні посіви сільськогосподарських культур використовують лише до 1,5 % фотосинтетично активної радіації, утворюючи до 6 т/га сухої речовини. Підвищення рівня засвоєння фотосинтетично активної радіації до 5 % дозволить отримувати врожайність сухої речовини від 12 до 16,0 т/га. При цьому, інші фактори навколишнього середовища не потребують кардинального поліпшення або змін, оскільки мова йде суто про ресурс який щорічно не використовується в силу не оптимальності розташування фотосинтетичного апарату та його роботи в процесі вегетації [54; 60].

Тому знання закономірностей, що визначають зміни інтенсивності та продуктивності фотосинтезу, а також вміння керувати, або до певної міри провокувати внесення змін в рослинах, є важливою умовою для отримання високих врожаїв сої, особливо за умов глобальних змін клімату [216; 111].

4.1. Фотосинтез сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень

Формування посівів з оптимально розвиненим листковим апаратом є одним із головних шляхів підвищення продуктивності фотосинтезу, оскільки листок є основним фотосинтезуючим органом, що засвоює сонячну енергію і синтезує органічні сполуки для формування нових органів рослин та врожаю. Добре розвинений фотосинтетичний апарат – ключовий фактор високого врожаю сільськогосподарських культур. Він повинен характеризуватися високою інтенсивністю та продуктивністю на всіх етапах росту і розвитку рослин. Відповідно, всі технологічні заходи вирощування сої мають бути

спрямовані на створення сприятливих умов для функціонування фотосинтетичного апарату та підвищення коефіцієнта використання рослиною сонячної енергії [254; 165; 238; 53].

Факторами впливу, що значною мірою визначають величину врожаю сої, є розмір листової поверхні та тривалість її продуктивної дії, оскільки в результаті фотосинтезу, що відбувається в листках, формується уся суха маса рослини і лише доволі незначну частку рослини отримують з насінням – як запаси необхідні для їх стартового росту [11; 21; 24].

Також дослідниками встановлено що оптимальна площа асиміляційної поверхні для сої має становити від 40 тис. м²/га до 50 тис. м²/га. Значне зменшення площі листя призводить до нераціонального використання фотосинтетично активної радіації, а його збільшення понад 60 тис. м² на 1 га знижує продуктивність фотосинтезу і викликає надмірну конкуренцію за світло та інші чинники навколишнього середовища [175; 176; 182; 183].

Інтенсивність наростання, площа і тривалість функціонування листової поверхні рослин залежать від генотипу сорту, ґрунтово-кліматичних умов та обґрунтованості технологій вирощування [169; 171; 172]. Тому, вивчення фотосинтетичної продуктивності різних сортів сої за листового підживлення посівів та інокуляції насіння є актуальним питанням, що потребує наукового обґрунтування з подальшим виробничим його вирішенням.

Також інші дослідники виявили, що фотосинтез це не лише накопичення сухої речовини та енергетичних сполук необхідних складових росту й розвитку рослини, а й потужний механізм синтезу речовини гормональної та інгібіторної активності. Тобто саме через механізм фотосинтезу рослина не лише будує сама себе а й обмежує або коригує питання росту і розвитку. При цьому, за відсутності достатнього рівня саморегулювання посіви страждають від впливу як біотичних так і абіотичних чинників набагато сильніше чим за нормальних умов проходження фотосинтезу [164; 148; 156; 163].

Розглянемо особливості формування площі листя залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 4.1., Додаток Г, Д).

Таблиця 4.1

Формування площі листя залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, тис. м²/га, 2019–2022 рр.

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	Цвітіння	Утворення бобів	Побуріння бобів
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	35,5	35,8	36,7
	Рогізнянка		36,1	36,4	37,3
	Тріада		37,1	37,4	38,3
	Орфей		34,7	35,0	35,9
	Еврідіка		35,3	35,6	36,5
	Аратта		34,0	34,3	35,2
	Азимут		37,7	38,0	39,0
	Аврора		36,3	36,6	37,5
Ризоактив	Самородок		37,7	38,0	39,0
	Рогізнянка		39,0	39,3	40,3
	Тріада		38,0	38,4	39,3
	Орфей		36,7	37,0	38,0
	Еврідіка		35,5	35,8	36,7
	Аратта		36,3	36,6	37,6
	Азимут		38,1	38,4	39,4
	Аврора		40,1	40,5	41,5
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	36,9	37,2	38,2
	Рогізнянка		37,5	37,9	38,8
	Тріада		38,6	38,9	39,9
	Орфей		36,1	36,4	37,3
	Еврідіка		36,7	37,0	37,9
	Аратта		35,4	35,7	36,6
	Азимут		39,2	39,5	40,5
	Аврора		37,8	38,1	39,1
Ризоактив	Самородок		41,1	41,4	42,5
	Рогізнянка		42,5	42,9	44,0
	Тріада		41,4	41,8	42,8
	Орфей		40,0	40,3	41,4
	Еврідіка		38,7	39,0	40,0
	Аратта		39,6	39,9	40,9
	Азимут		41,5	41,9	42,9
	Аврора		43,7	44,1	45,2
H ₁ P _{0,05}			0,82	1,10	1,03

На час цвітіння було визначено, що в середньому сорт Самородок мав площу листя в 37,8 тис. м²/га, коли сорти Орфей, Еврідіка та Аратта формували дещо менші показники – 36,9, 36,6 та 36,3 тис. м²/га. За аналогічних умов вирощування такі сорти як Рогізнянка та Тріада мали площу листя в 38,8 та 38,8 тис. м²/га, коли кращими були сорти Азимут та Аврора – 39,1 та 39,5 тис. м²/га.

Листкові підживлення мікродобрином Фульвогумін позитивно позначились на формуванні площі листя в фазу цвітіння. Так, на варіанті фонового внесення N₃₀P₆₀K₆₀ було отримано середні показники в 36,8 тис. м²/га, коли за удобрення площа листя зроста на 2,40 тис. м²/га. Бактеризація насіння Ризоактивом теж позитивно позначилась на площі листя, оскільки рослини мали кращу забезпеченість азотом, то до не бактеризованих варіантів ми спостерігали різницю прибавки в 2,82 тис. м²/га.

Загалом по досліді в фазу цвітіння краща площа листя була за інокуляції насіння сої інокулянтами та подальшого листкового підживлення сортів Рогізнянка – 42,5 тис. м²/га та Аврора – 43,7 тис. м²/га.

Загалом, завдяки незначній тривалості міжфазних періодів між цвітінням та утворенням бобів ми мали змогу впевнитись в подібних, хоча й дещо вищих закономірностях утворення площі листової поверхні під дією факторів досліді.

В фазу утворення бобів було встановлено, що в середньому по досліді сорт Самородок утворював площу листя в 38,1 тис. м²/га, тоді як сорти Орфей, Еврідіка та Аратта формували 37,2, 36,9 та 36,6 тис. м²/га. За аналогічних умов досліді такі сорти як Рогізнянка та Тріада мали площу листя в 39,1 та 39,1 тис. м²/га, тоді як кращими за роки вирощування були сорти Азимут та Аврора – 39,5 та 39,8 тис. м²/га.

Також визначили, що підживлення добривом Фульвогумін позитивно позначилось на формуванні площі листя і в фазу утворення бобів та порівняно з варіантами фонового живлення було отримано на 2,42 тис. м²/га більшу площу листової поверхні.

Інокуляція насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 ще більш позитивно позначилась на площі листя, чим в фазу цвітіння. Та було виявлено, що відносно не бактеризованих варіантів різниця прибавки становила 2,84 тис. м²/га.

Площа листя понад 41 тис. м²/га була отримана в сортів сої Самородок, Тріада, Орфей, Азимут саме за комплексу застосування бактеризації та листового підживлення для вирощування культури. Коли ж максимум мали сорти Рогізнянка – 42,9 тис. м²/га та Аврора – 44,1 тис. м²/га.

Що стосується часу побуріння бобів, то завдяки своїм фізіологічним особливостям в середньому по досліді сорт Самородок мав площу листя в 39,1 тис. м²/га, сорти Орфей, Еврідіка та Аратта формували 38,1, 37,8 та 37,6 тис. м²/га. За аналогічних умов такі сорти як Рогізнянка та Тріада мали площу листя в 40,0 та 40,1 тис. м²/га, тоді як кращими по досліді були сорти Азимут та Аврора – 40,5 та 40,8 тис. м²/га.

Аналогічно попереднім періодам спостережень, на час побуріння бобів нами було визначено, що листове підживлення добривом Фульвогумін зберегло ефект своєї дії і в цю фазу, оскільки площа листя порівняно з варіантами фонового живлення була на 2,49 тис. м²/га більшою. Також інокуляція насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 показала що порівняно до не інокульованих варіантів різниця прибавки становила 2,92 тис. м²/га.

Якщо порівнювати закономірності формування площі листя в фазу побуріння бобів, то аналогічно попереднім періодам можемо визначити високу ефективність впливу бактеризації насіння та листового підживлення посівів на її показники. Так, площа листя понад 42 тис. м²/га була отримана в сортів сої Самородок, Тріада та Азимут саме за оптимуму застосування факторів, при цьому ж кращі показники в досліді мали сорти Рогізнянка – 44,0 тис. м²/га та Аврора – 45,2 тис. м²/га.

Отже, загалом закономірності формування площі листя на час цвітіння визначали основні зміни що відбувались з цією ознакою в другій половині

вегетації сої. Що засвідчує потребу посівів в забезпеченні якісного догляду саме в першій половині вегетації культури.

Оцінимо також особливості варіювання площі листя сої в фазу цвітіння, утворення та побуріння бобів, середньому за роки досліджень (рис. 4.1).

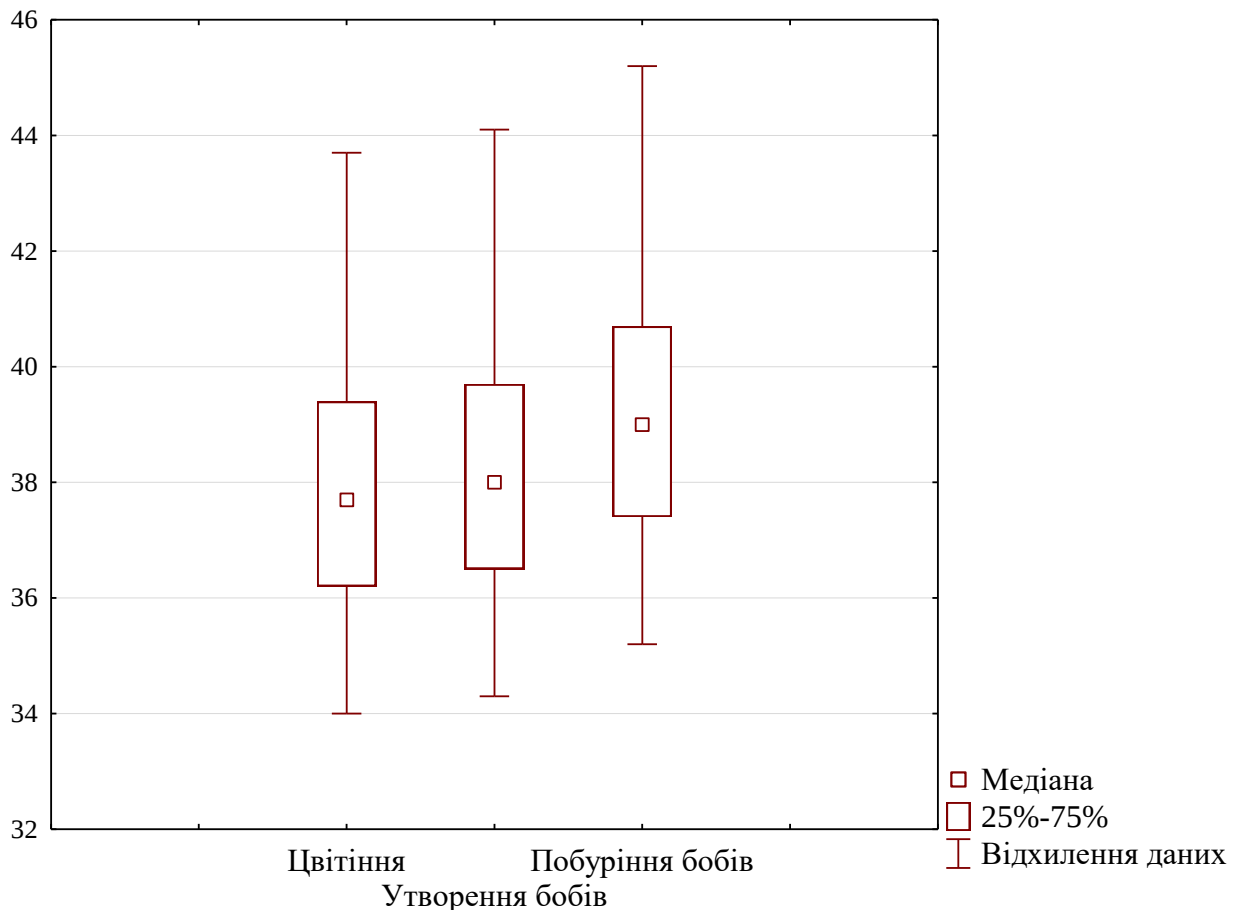


Рис. 4.1. Варіювання площі листя сої в фазу цвітіння, утворення та побуріння бобів, середньому за роки досліджень

Як бачимо з даних рисунку, по мірі наближення вегетаційного періоду до досягання рослин збільшується варіювання ознаки, що засвідчує нам не лише тенденції до зменшення впливу застосування початкових елементів догляду досліджуваних в досліді, а й показує наскільки важливо грамотно ініціювати стартовий період розвитку рослин. Вирівняність показників на початку вегетації здатна сприяти кращій ефективності фотосинтезу надалі.

Визначимо закономірності фотосинтетичного потенціалу посівів залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Фотосинтетичний потенціал посівів залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, млн. м²/га, 2019–2022 рр.

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Цвітіння	Утворення бобів	Побуріння бобів
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	0,66	0,94	1,53
	Рогізнянка		0,85	1,11	1,52
	Тріада		0,85	1,25	1,84
	Орфей		0,74	0,99	1,65
	Еврідіка		0,77	1,01	1,67
	Аратта		0,84	1,01	1,90
	Азимут		0,83	1,16	1,91
	Аврора		0,84	1,08	1,91
Ризоактив	Самородок		0,70	1,04	1,63
	Рогізнянка		0,94	1,20	1,68
	Тріада		0,90	1,32	1,88
	Орфей		0,79	1,09	1,78
	Еврідіка		0,78	1,05	1,72
	Аратта		0,92	1,11	2,03
	Азимут		0,86	1,21	1,93
	Аврора		0,95	1,23	2,11
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	0,69	0,98	1,63
	Рогізнянка		0,88	1,19	1,58
	Тріада		0,89	1,30	1,95
	Орфей		0,77	1,03	1,75
	Еврідіка		0,80	1,05	1,78
	Аратта		0,87	1,09	1,98
	Азимут		0,86	1,24	1,98
	Аврора		0,87	1,16	1,99
Ризоактив	Самородок		0,76	1,14	1,82
	Рогізнянка		1,02	1,31	1,88
	Тріада		0,97	1,48	2,05
	Орфей		0,85	1,19	1,98
	Еврідіка		0,85	1,15	1,92
	Аратта		0,99	1,25	2,21
	Азимут		0,93	1,32	2,14
	Аврора		1,03	1,39	2,30

Зважаючи на те, що ми мали відмінності у формування площі листкової поверхні то й показники фотосинтетичного потенціалу досліджуваних сортів сої на час настання фази цвітіння різнилися. Так, в сорту Самородок він становив 0,70 млн. м²/га, тобто найменше в досліді. Незначні відмінності в бік збільшення фотосинтетичного потенціалу на 0,08, 0,10 та 0,16 млн. м²/га зафіксовано в сортів Орфей, Еврідіка та Азимут. Решта сортів що вивчалися мали на більш 0,20 млн. м²/га кращі значення ФП.

За впливом факторів досліді на реалізацію фотосинтетичного потенціалу посівів сої можна сказати, що різниця на варіантах де проводили позакореневу обробку рослин з не обробленими була 0,05 млн. м²/га, а варіанти бактеризації насіння відрізнялись на 0,08 млн. м²/га в кращу сторону, тобто отриманні відхилення мали незначний тип варіювання даних.

Навіть попри малий результат відхилень, при аналізі усереднених показників, кращими за значенням фотосинтетичного потенціалу в фазу цвітіння були сорти Рогізнянка – 1,02 млн. м²/га та Аврора – 1,03 млн. м²/га.

На час настання фенофази утворення бобів показник фотосинтетичного потенціалу зріс і в сорту Самородок він в середньому був 1,03 млн. м²/га, в Орфей та Еврідіка відповідно становив 1,08 та 1,07 млн. м²/га, Аратта – 1,12 млн. м²/га. Такі сорти як Рогізнянка, Азимут та Аврора мали параметри ФП вищі за 1,20 млн. м²/га, коли ж максимум по досліді утворював сорт Тріада – 1,34 млн. м²/га.

Загалом, порівняно до попереднього періоду, вплив агротехніки в досліді підсилив зміни фотосинтетичного потенціалу посівів, хоча вони не були домінантними чинниками. Так, за контрольного варіанту удобрення отримано ФП 1,11 млн. м²/га, коли позакоренева обробка рослин Фульвогуміном забезпечила фотосинтетичний потенціал в 1,20 млн. м²/га.

Варіанти досліді в яких вирощувались рослини сої без бактеризації насіння мали в середньому фотосинтетичний потенціал в 1,10 млн. м²/га, коли ж застосування для обробки біопрепарату на основі *Bradyrhizobium*

japonicum еко/001, еко/002 та еко/003 виявилось ефективнішим і отримано ФП сої в 1,22 млн. м²/га.

В цілому ж по досліді, за бактеризації насіння сої та подальшого листового підживлення отримано кращий фотосинтетичний потенціал в фазу утворення бобів в сорту Тріада – 1,48 млн. м²/га, коли сорт Аврора був на другому місці – 1,39 млн. м²/га.

В фазу побуріння бобів ми спостерігали певне вирівнювання показників фотосинтетичного потенціалу посівів і в сортів Самородок, Рогізнянка, Орфей, Еврідика він становив 1,65, 1,67, 1,79 та 1,77 млн. м²/га. Такі сорти як Тріада, Аратта, Азимут та Аврора – мали наближені до 2,0 значення, а саме: 1,93, 2,03, 1,99 та 2,08 млн. м²/га.

Також спостерігалась тенденція підвищення фотосинтетичного потенціалу в випадку застосування листового підживлення на 0,14 млн. м²/га та за бактеризації насіння сої на 0,16 млн. м²/га. Тобто чим ближче до завершення вегетації тим менш помітна різниця застосування препаратів по догляду за посівами сої в початкових етапах її вирощування. Так, інокуляція насіння дає свої плоди аж до завершення вегетації, проте, це спостерігається в випадку гарного вологозабезпечення ґрунту та все одно біологічно фіксований азот не може задовольнити усі потреби рослин.

По сортах, в випадку бактеризації їх насіння та подальшого листового підживлення кращий фотосинтетичний потенціал в фазу побуріння бобів був в Аратта – 2,21 та Аврора – 2,30 млн. м²/га.

Отже, в цілому агрозаходи з бактеризації насіння та позакореневої обробки посівів гуматами були ефективні по впливу на зміну фотосинтетичного потенціалу сої в міру своєї дієвості. Тобто, якщо фізіологічно препарат поліпшує загальний стан посівів або ж допомагає рослинам накопичити додатковий азот, то він не може зрівнятись за своїм впливом з внесенням того ж самого додаткового азоту в вільній формі. Власне аналіз фотосинтетичного потенціалу посівів це і допоміг підтвердити.

Більш детально зупинимось на зміні чистої продуктивності фотосинтезу залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, г/м² за добу, 2019–2022 рр.

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Цвітіння	Утворення бобів	Побуріння бобів
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	1,48	0,37	1,53
	Рогізнянка		1,08	0,30	1,46
	Тріада		1,15	0,29	1,28
	Орфей		1,37	0,35	1,49
	Еврідіка		1,32	0,34	1,47
	Аратта		1,20	0,36	1,28
	Азимут		1,31	0,35	1,37
	Аврора		1,31	0,37	1,38
Ризоактив	Самородок		1,57	0,41	1,63
	Рогізнянка		1,10	0,34	1,48
	Тріада		1,26	0,33	1,44
	Орфей		1,48	0,39	1,57
	Еврідіка		1,52	0,40	1,66
	Аратта		1,25	0,75	1,36
	Азимут		1,48	0,77	1,59
	Аврора		1,34	0,79	1,44
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	1,57	0,85	1,58
	Рогізнянка		1,17	0,68	1,57
	Тріада		1,21	0,59	1,32
	Орфей		1,47	0,78	1,56
	Еврідіка		1,40	0,40	1,52
	Аратта		1,29	0,37	1,37
	Азимут		1,42	0,69	1,47
	Аврора		1,42	0,41	1,49
Ризоактив	Самородок		1,58	0,41	1,59
	Рогізнянка		1,12	0,62	1,47
	Тріада		1,43	0,70	1,63
	Орфей		1,59	0,44	1,65
	Еврідіка		1,47	0,81	1,57
	Аратта		1,28	0,76	1,38
	Азимут		1,49	0,79	1,55
	Аврора		1,36	0,76	1,46

Не менш важливо знати наскільки ефективно працює сформована площа листової поверхні з позицій ефективності засвоєння сонячної енергії та подальшого накопичення сухої речовини.

Тому, сумарно ми виявили, що в фазу цвітіння посіви сорту Самородок мали накопичення сухої речовини в $1,55 \text{ г/м}^2$ за добу, тобто краще по досліді. найменшим воно було в сорту Рогізнянка – $1,12 \text{ г/м}^2$ за добу, а сорти Тріада та Аратта мали рівень в $1,26$ та $1,25 \text{ г/м}^2$ за добу. Решта сортів мали середні показники чистої продуктивності фотосинтезу: Аврора – $1,36$, Еввідіка – $1,43$, Азимут – $1,43$ та Орфей – $1,48 \text{ г/м}^2$ за добу.

Фактори досліді також впливали на рівень накопичення сухої речовини одиницею площі листя і бактеризація насіння в середньому була на $0,07$, а листове удобрення на $0,06 \text{ г/м}^2$ за добу ефективніше контрольних варіантів досліді. Що свідчить про спрямованість дії елементів технології, коли ми за допомогою них збільшуємо площу листя і поліпшуємо фізіологічний стан рослин, то більша площа впливає на показники ФП більшою мірою чим на зміни ЧПФ посівів. Чиста ж продуктивність фотосинтезу зростає поступово, по мірі розвитку рослин і вона не може мати швидкого відгуку в зміні фундаментальних ознак.

За сортами, при сукупній дії факторів досліді було виявлено, що кращими є Самородок та Орфей, чиста продуктивність посівів яких була $1,58$ та $1,58 \text{ г/м}^2$ за добу.

В фазу утворення бобів кількість накопичуваної сухої речовини зменшилась, порівняно з попереднім періодом, оскільки він був менш тривалим а тому чиста продуктивність фотосинтезу в сорту Самородок становила $0,51 \text{ г/м}^2$ за добу, тоді як в Рогізнянка, Тріада, Орфей та Еввідіка ЧПФ був в межах $0,48$ - $0,49 \text{ г/м}^2$ за добу. В той же час сорт Аратта мав значення в $0,56 \text{ г/м}^2$ за добу, Аврора – $0,58 \text{ г/м}^2$ за добу а кращий за накопиченням сухої речовини був Азимут – $0,65 \text{ г/м}^2$ за добу.

В продовження припущення щодо впливу досліджуваних факторів на фізіологічний рівень стану рослин та відповідне поліпшення накопичення

ними сухої речовини свідчать дані отримані в період утворення бобів. Так, за бактеризації насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 прибавка порівняно з варіантами без неї була 0,12 г/м² за добу а в випадку листового підживлення Фульвогуміном – 0,20 г/м² за добу.

За порівняння впливу факторів досліду на прояв сортових особливостей було встановлено, що комплекс їх дії сприяв формуванню в сорту Еввідіка кращого показника чистої продуктивності фотосинтезу 0,81 г/м² за добу. Тоді як лише за бактеризації в сорту Самородок ЧПФ був 0,85 г/м² за добу.

В період побуріння бобів, середні показники чистої продуктивності фотосинтезу в сорту Самородок були 1,58 г/м² за добу, Орфей – 1,56 г/м² за добу а в сорту Еввідіка – 1,55 г/м² за добу. Решта сортів мала гірші показники чистої продуктивності фотосинтезу.

В другій половині вегетації, чиста продуктивність фотосинтезу теж залежала від впливу факторів досліду, проте, їх роль досить зменшилась, порівняно з попереднім періодом. Так, за листового удобрення різниця в ЧПФ з не удобреними варіантами досліду була 0,05 г/м² за добу, коли інокуляція сприяла зростанню ознаки на 0,08 г/м² за добу. Що, є досить незначними відмінностями в накопиченні сухої речовини з огляду на достатньо високу площу листової поверхні. А це означає, що листкова площа, особливо та, що почала втрачати хлорофіли проте не опала на час побуріння бобів працює не ефективно. Однак, методики визначення роботи окремих листків з погляду накопичення ними запасних пластичних речовин не існує, тому це питання не входить в межі поставлених перед нами завдань досліджень.

Якщо аналізувати особливості сортової реакції на зміну показника чистої продуктивності фотосинтезу, то вирощування сортів Тріада та Орфей за бактеризації насіння Ризоактивом та подальшого листового підживлення рослин Фульвогуміном забезпечило кращі значення – 1,63 та 1,65 г/м² за добу.

Аналогічно на варіанті лише бактеризації насіння сорт Самородок мав ЧПФ – 1,63 а сорт Еврідіка – 1,66 г/м² за добу.

4.2. Симбіотична активність посівів сої

Симбіотична азотфіксація бобових культур відбувається в симбіозі та каталізується нітрогеназою, яку вперше виявили в 1974 році, і її активність мала вирішальне значення для ефективності фіксації азоту. Ферментний комплекс, який складається з нітрогенази і нітрогенаредуктази, контролює процес фіксації азоту [1; 2; 4].

Легемоглобіни що формуються в бульбочках бобових культур, відіграють значну роль у ефективності симбіотичної азотфіксації. Адже саме за кольором і визначається активність бульбочкових бактерій, оскільки ті які містять легемоглобіни вони зафарбовуються в рожевий або червоний колір [5; 8; 6; 7].

Ефективність фіксації азоту також пов'язана з розвитком і старінням бульбочок. Так, температура, посуха, кислотність, солоність ґрунту у регіоні посіву сої обмежують фіксацію азоту симбіозом і навіть ставлять під сумнів виживання ризобій [22; 21].

Посуха значно впливає на вирощування бобових культур у світі, причому бульбочки сої чутливі до посухи, оскільки вона пригнічує їх утворення і фіксацію азоту. Хороші симбіотичні властивості ризобій можуть покращити стійкість бобових до посухи. Нещодавні дослідження показали, що ризобії з осмо-толерантністю та/або здатністю стимулювати ріст рослин значно покращили посухостійкість рослин. Таким чином, скринінг ризобій, який може покращити посухостійкість сої, і застосування модифікованих ризобій є ефективними для покращення фіксації азоту сої в умовах посухи [145; 146; 147].

Більшість ризобій мають оптимальну температуру росту 25–30 °С, надто висока та надто низька температура в ризосферному середовищі

обмежить ріст і конкурентоспроможність ризобій і пригнічує симбіотичний процес. Низька температура в ризосферному середовищі може зменшити синтез і секрецію Nod, затримати початок утворення і обмежити розвиток бульбочок. Подібним чином, процеси інфікування, утворення вузлів і розвиток вузликів також пригнічуються при високій температурі [22; 21].

Біологічна азотфіксація є найбільш продуктивною та економічно вигідною системою азотфіксації та відіграє важливу роль у вирощуванні рослин та внесенні добрив. Симбіотична система фіксації азоту, утворена бобовими ризобіями забезпечує 70% від загальної фіксації азоту культурами. Тому дуже важливо збільшити застосування симбіотичної азотфіксації сої в посівах, адже це одна з найбільш поширених бобових культур як в Україні так і в світі [36; 26].

Незважаючи на те, що дослідження сої, інокульованої ризобіями, проводяться вже близько 100 років, надмірне внесення азотних добрив у ґрунт пригнічує утворення та азотфіксацію бульбочок. Симбіоз *Rhizobium* і сої дуже специфічний для господаря, що означає, що ефективність фіксації азоту обмежена сортом сої та штамом бактерій [37; 38].

Поки що вивчення симбіотичної азотфіксації сої було зосереджено на аспектах розуміння механізму розпізнавання для розширення діапазону інфекції ризобіями, скринінг вискооефективних штамів, затримка старіння бульбочок, вирішення проблем утворення бульбочок і їх ефективності в умовах абіотичного стресу. А от питанням віднайдення індивідуальний взаємодій сортів сої з мікробіологічним препаратами для бактеризації насіння приділено досить мало уваги [14; 18].

Для проведення досліджень ми користувались препаратом Ризоактив, що містить штами мікроорганізмів на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003. Бактеризація насіння біопрепаратом проводилась перед сівбою сортів сої.

Отже, звернемо увагу на дані кількості та маси активних колоній бульбочкових бактерій на коренях сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листових підживлень (таблиця 4.4 Додаток Ж, К).

**Кількість та маса активних колоній бульбочкових бактерій на коренях
сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, 2019–
2022 рр.**

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	Кількість, шт./росл.	Маса, г/росл.
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	28,2	0,70
	Рогізнянка		27,5	0,69
	Тріада		29,2	0,73
	Орфей		25,8	0,71
	Еврідіка		27,2	0,71
	Аратта		28,4	0,73
	Азимут		27,2	0,76
	Аврора		29,2	0,74
Ризоактив	Самородок		33,2	0,92
	Рогізнянка		32,9	0,99
	Тріада		34,2	0,98
	Орфей		33,7	0,98
	Еврідіка		36,2	0,99
	Аратта		38,3	0,98
	Азимут		36,2	0,98
	Аврора		38,2	0,97
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	31,4	0,77
	Рогізнянка		32,2	0,78
	Тріада		31,2	0,83
	Орфей		31,0	0,78
	Еврідіка		30,6	0,79
	Аратта		30,2	0,82
	Азимут		31,2	0,85
	Аврора		31,1	0,84
Ризоактив	Самородок		39,2	1,26
	Рогізнянка		40,3	1,32
	Тріада		40,3	1,27
	Орфей		39,3	1,31
	Еврідіка		41,5	1,28
	Аратта		39,2	1,28
	Азимут		41,3	1,30
	Аврора		41,2	1,29
НІР _{0,05}			0,63	0,14

В середньому по сортах які ми випробовували в досліді в Самородок було утворено 33,0 шт./рослину бульбочок, а найменше їх було в Орфей –

32,5 шт. Такі сорти як Рогізнянка, Тріада та Еврідіка також мали подібні до контрольного сорту показники – 33,2, 33,7 та 33,9 шт./рослину. Краща кількість бульбочкових бактерій була в сортів Аратта, Азимут та Аврора – 34,0, 34,0 та 34,9 шт./рослину.

В глобальному плані застосування бактеризації на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 сприяло зростанню кількості бульбочок на 8,35 шт./рослину, проте на контролях без інокуляції їх було 29,5 шт./рослину. Тобто, на ділянках де соя досить часто вирощується підтримується певний аборигенний вид мікроорганізмів в ґрунті, здатний за висівання сої інокулювати рослини. Звичайно, що застосування чистих вузькоспеціалізованих штамів мікроорганізмів є більш дієвим способом підвищення ефективності симбіотичних взаємодій. Проте, аборигенні види мікробіоти часто бувають більш стійкішими до впливу несприятливих умов вирощування чим чисті штами.

Також було виявлено, що листкове підживлення посівів сої добривом Фульвогумін сприяло отриманню на 4,09 шт./рослину більшої кількості бульбочок. По аналогії з працями інших науковців можемо припустити, що це пов'язано з кращим забезпеченням живлення рослин а відповідно і більш ефективною взаємодією культури з бактеріями.

Відповідно лише поєднання факторів досліді сприяло отриманню в таких сортів сої як Азимут та Аврора по 41,3 та 41,2 шт./рослину бульбочок, коли кращим в досліді був сорт Еврідіка – 41,5 шт./рослину.

Важливо знати також закономірності формування маси бульбочок, як вимір їх активності з позицій азотфіксації культури. Так, в сорту Самородок маса активних бульбочок була 0,91 г/рослину, причому інші досліджувані сорти мали схожі показники, що різнились на 0,03-0,04 г/рослину. Проте, кращою була маса бульбочок в сорту Азимут, що становила 0,97 г/рослину.

Поліпшення фізіологічного стану рослин завдяки позакореневій обробці їх Фульвогуміном сприяло загалом підвищенню маси бульбочок на 0,20 г/рослину, проте більш дієвою була бактеризація штамами

Bradyrhizobium japonicum еко/001, еко/002 та еко/003, адже завдяки витісненню аборигенних штамів мікроорганізмів отримано прибавку маси бульбочок в 0,36 г/рослину.

Загалом ми визначили, що за інокуляції насіння Ризоактивом та листового удобрення Фульвогуміном були кращі умови формування маси бульбочок в сортів Азимут – 1,30, Орфей – 1,31 та Рогізнянка – 1,32 г/рослину.

Також цікавим науковим питанням є визначення ефектів взаємодії факторів дослідів та впливу навколишнього середовища на кількість (рис. 4.2) та масу колоній активних бульбочкових бактерій (рис. 4.3).

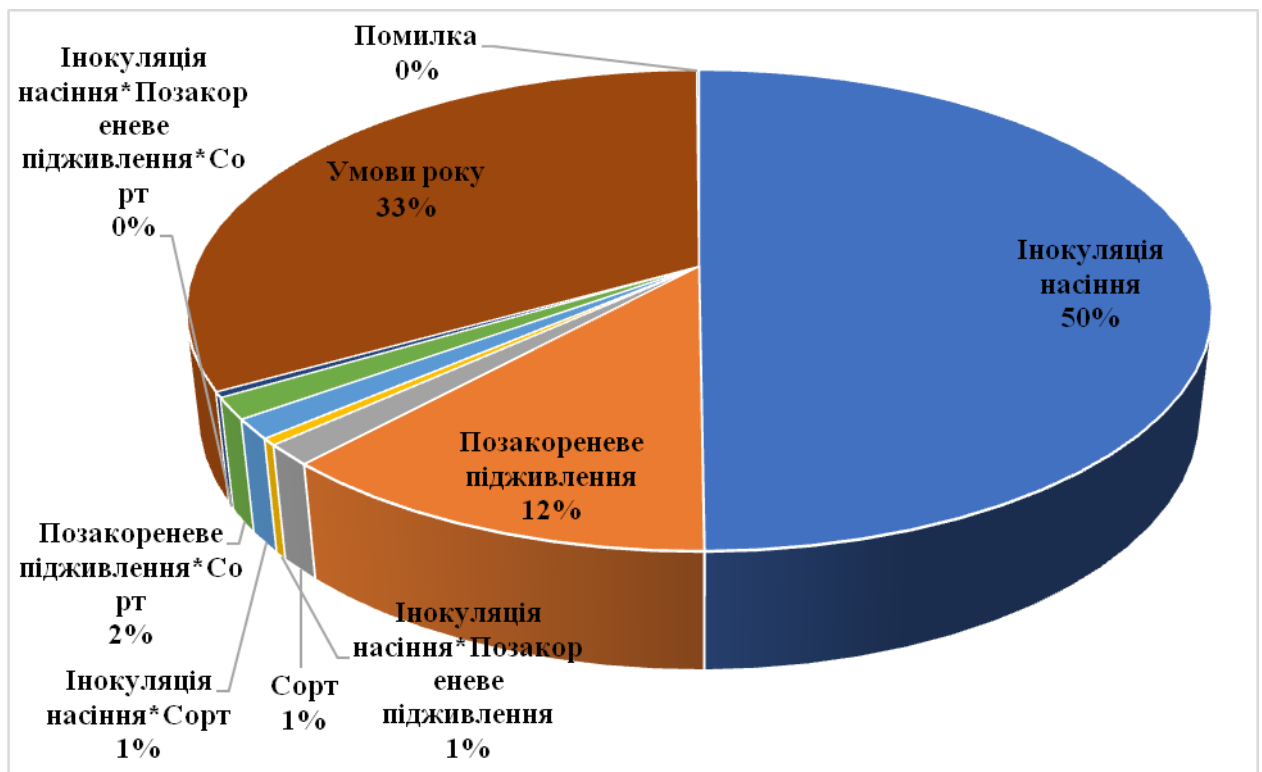


Рис. 4.2. Вплив факторів дослідів на кількість активних бульбочкових бактерій

Як бачимо, інокуляція насіння фактично є драйвером змін в кількості колоній активних бульбочкових бактерій на коренях сої (50 %), навіть за сильного впливу погодних умов вегетаційного періоду (33 %) важливість

саме інокуляції в правильному старті фотосинтезу за рахунок використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 очевидна.

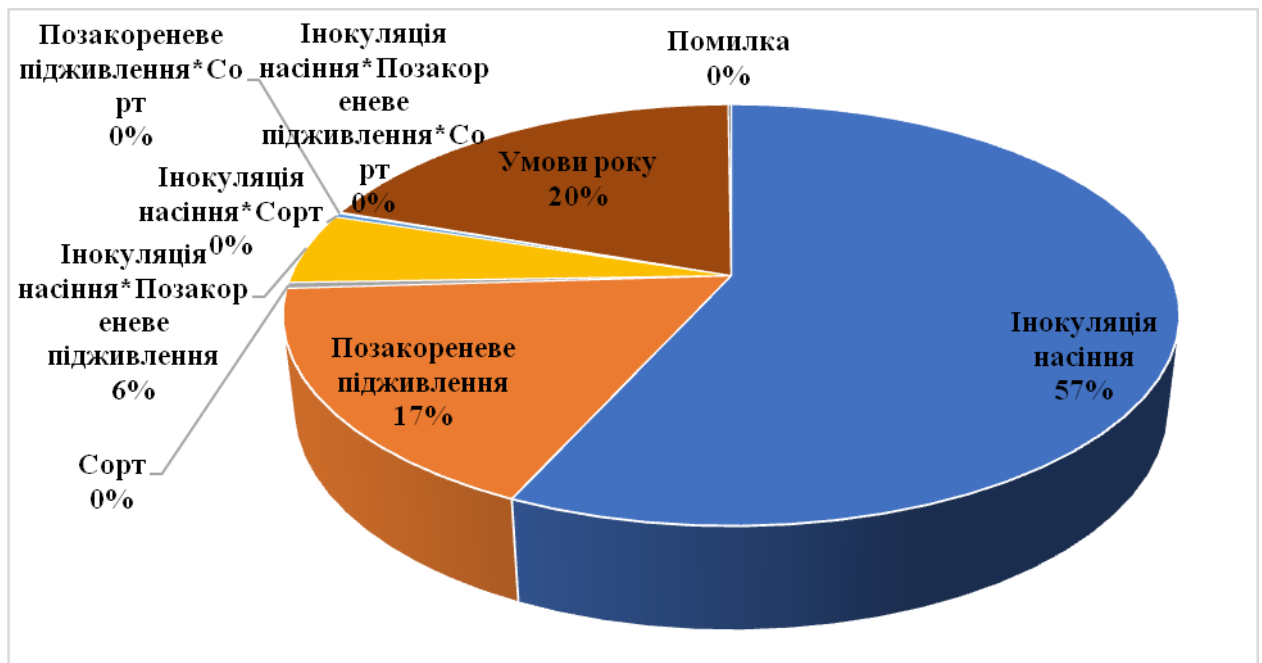


Рис. 4.3. Вплив факторів дослідів на формування маси активних бульбочкових бактерій

Тоді як маса активних бульбочок на коренях рослин ще більш залежить саме від інокуляції насіння (57 %), що підтверджує припущення про те що місцеві аборигенні види не здатні так ефективно співпрацювати з рослинами сої як спеціально відібрані штами бульбочкових бактерій.

Висновки за розділом 4:

Визначено, що закономірності формування площі листя на час цвітіння визначали основні зміни, що відбувались з цією ознакою в другій половині вегетації сої. Що засвідчує потребу посівів в забезпеченні якісного догляду саме в першій половині вегетації культури. Тоді як на час побуріння бобів сорт Самородок мав площу листя в 39,1 тис. м²/га, сорти Орфей, Еврідіка та Аратта формували 38,1, 37,8 та 37,6 тис. м²/га. За аналогічних умов такі сорти

як Рогізнянка та Тріада мали площу листя в 40,0 та 40,1 тис. м²/га, тоді як кращими по досліді були сорти Азимут та Аврора – 40,5 та 40,8 тис. м²/га.

Встановлено також, що на час побуріння бобів, листкове підживлення добривом Фульвогумін аналогічно фазі цвітіння та утворення бобів зберегло ефект своєї дії і в цю фазу, оскільки площа листя порівняно з варіантами фонового живлення була на 2,49 тис. м²/га більшою. Також інокуляція насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 показала, що порівняно до не інокульованих варіантів прибавка становила 2,92 тис. м²/га. Також нами була виявлена ефективність впливу бактеризації насіння та листкового підживлення посівів на її показники. При комплексі ж впливу факторів площа листя понад 42 тис. м²/га була отримана в сортів сої Самородок, Тріада та Азимут, при цьому ж кращі показники в досліді мали сорти Рогізнянка – 44,0 тис. м²/га та Аврора – 45,2 тис. м²/га.

Загалом агрозаходи з бактеризації насіння та позакореневої обробки посівів гуматами були ефективні по впливу на зміну фотосинтетичного потенціалу сої в міру своєї дієвості. Тобто, якщо фізіологічно препарат поліпшує загальний стан посівів або ж допомагає рослинам накопичити додатковий азот, то він не може зрівнятись за своїм впливом з внесенням того ж самого додаткового азоту в вільній формі. Власне аналіз фотосинтетичного потенціалу посівів це і допоміг підтвердити.

В фазу утворення бобів вплив агротехніки в досліді підсилив зміни фотосинтетичного потенціалу посівів, хоча вони не були домінантними чинниками. Так, за контрольного варіанту удобрення отримано ФП 1,11 млн. м²/га, коли позакоренева обробка рослин Фульвогуміном забезпечила фотосинтетичний потенціал в 1,20 млн. м²/га. Варіанти досліді в яких вирощувались рослини сої без бактеризації насіння мали в середньому фотосинтетичний потенціал в 1,10 млн. м²/га, коли ж застосування для обробки біопрепарату на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 виявилось ефективнішим і отримано ФП сої в 1,22 млн. м²/га.

В фазу цвітіння посіви сорту Самородок мали накопичення сухої речовини в $1,55 \text{ г/м}^2$ за добу, тобто краще по досліді. найменшим воно було в сорту Рогізнянка – $1,12 \text{ г/м}^2$ за добу, а сорти Тріада та Аратта мали рівень в $1,26$ та $1,25 \text{ г/м}^2$ за добу. Решта сортів мали середні показники чистої продуктивності фотосинтезу: Аврора – $1,36$, Еврідіка – $1,43$, Азимут – $1,43$ та Орфей – $1,48 \text{ г/м}^2$ за добу. А при сукупній дії факторів досліді було виявлено, що кращими є Самородок та Орфей, чиста продуктивність посівів яких була $1,58$ та $1,58 \text{ г/м}^2$ за добу.

В другій половині вегетації, чиста продуктивність фотосинтезу теж залежала від впливу факторів досліді, проте, їх роль досить зменшилась, порівняно з попереднім періодом. Так, за листового удобрення різниця в ЧПФ з не удобреними варіантами досліді була $0,05 \text{ г/м}^2$ за добу, коли інокуляція сприяла зростанню ознаки на $0,08 \text{ г/м}^2$ за добу. Що, є досить незначними відмінностями в накопиченні сухої речовини з огляду на достатньо високу площу листової поверхні.

Листкове підживлення посівів сої добривом Фульвогумін сприяло отриманню на $4,09$ шт./рослину більшої кількості бульбочок. Тоді як застосування бактеризації на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 сприяло зростанню кількості бульбочок на $8,35$ шт./рослину, проте на варіантах без інокуляції їх було $29,5$ шт./рослину. Тобто, на ділянках де соя досить часто вирощується підтримується певний аборигенний вид мікроорганізмів в ґрунті, здатний за вирощування сої інокулювати рослини, проте застосування чистих вузькоспеціалізованих штамів мікроорганізмів є більш дієвим способом підвищення ефективності симбіотичних взаємодій.

При застосуванні інокуляції насіння Ризоактивом та листового удобрення Фульвогуміном були кращі умови формування маси бульбочок в сортів Азимут – $1,30$, Орфей – $1,31$ та Рогізнянка – $1,32 \text{ г/рослину}$. Отже, поліпшення фізіологічного стану рослин завдяки позакореневій обробці їх Фульвогуміном сприяло загалом підвищенню маси бульбочок на

0,20 г/рослину, проте більш дієвою була бактеризація штамми *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003, адже завдяки витісненню аборигенних штамів мікроорганізмів отримано прибавку маси бульбочок в 0,36 г/рослину.

За аналізом впливу факторів визначено, що інокуляція насіння фактично є драйвером змін в кількості колоній активних бульбочкових бактерій на коренях сої (50 %), навіть за сильного впливу погодних умов вегетаційного періоду (33 %) важливість саме інокуляції в правильному старті фотосинтезу за рахунок використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 очевидна. А маса активних бульбочок на коренях рослин ще більш залежить саме від інокуляції насіння (57 %), що підтверджує припущення про те що місцеві аборигенні види не здатні так ефективно співпрацювати з рослинами сої як спеціально відібрані штамми бульбочкових бактерій.

РОЗДІЛ 5

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ СОЇ

Основною проблемою вирощування бобових культур, а саме сої є те, що на продуктивність сої може негативно вплинути обмежений азот через погану симбіотичну фіксацію азоту та низький рівень неорганічного азоту в ґрунті. Адже здатність сої утворювати бульбочки зменшується з тривалістю часу з моменту останнього вирощування культури та менше половини нормальної популяції ризобій, сумісних із соєю, залишається в ґрунті після перерви в 30 років від останнього її вирощування [3; 13].

Здатність до біологічної фіксації азоту починає знижуватися в рослин сої після стадії росту R5 (початок формування насіння), яка також збігається з часом пікової потреби в азоті. Однак дослідження із застосуванням азоту на репродуктивних стадіях дали суперечливі результати. Було припущено, що азот, який вноситься на стадіях R3-R4 (цвітіння – початок формування бобів), значно підвищує врожайність зерна, однак інші дослідження не показали суттєвого впливу на врожайність, проте концентрація рослинного азоту та суха речовина рослин були вищими чим на контролях [15; 23].

Внесення азоту перед сівбою також може призвести до тимчасового призупинення утворення бульбочок через збільшення вмісту нітратів у ґрунті. І навпаки, дефіцит азоту на початку сезону через недостатню неорганічну фіксацію азоту в ґрунті або симбіотичну фіксацію може затримати ріст культур і розвиток ефективної системи утворення бульбочок [25].

Отже, питання правильного застосування основного удобрення, підживлення культури та бактеризації насіння вкрай важливі в контексті можливостей сої сформувати гарний урожай.

5.1. Структура врожаю сої

Розглянемо дані кількості бобів та насінин в бобі на рослинах сої

залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 5.1 Додаток Л).

Таблиця 5.1

Кількість бобів та насінин в бобі на рослинах сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень , 2019–2022 рр.

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	К-ть бобів, шт./росл.	К-ть насінин, шт./біб
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	12,5	2,80
	Рогізнянка		12,6	2,67
	Тріада		12,2	2,56
	Орфей		13,1	3,32
	Еврідіка		12,8	3,07
	Аратта		12,6	2,87
	Азимут		13,0	3,02
	Аврора		13,1	3,08
Ризоактив	Самородок		12,9	3,04
	Рогізнянка		14,4	2,56
	Тріада		13,6	2,57
	Орфей		13,8	3,55
	Еврідіка		14,4	3,08
	Аратта		14,0	2,89
	Азимут		13,8	3,26
	Аврора		14,1	3,27
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	11,9	3,03
	Рогізнянка		12,1	2,93
	Тріада		11,9	2,70
	Орфей		11,7	3,92
	Еврідіка		11,5	3,54
	Аратта		12,0	3,15
	Азимут		11,8	3,49
	Аврора		11,6	3,69
Ризоактив	Самородок		11,5	3,94
	Рогізнянка		11,4	3,83
	Тріада		11,3	4,04
	Орфей		10,6	5,94
	Еврідіка		10,8	4,69
	Аратта		11,0	4,30
	Азимут		10,8	4,84
	Аврора		10,8	5,09
H ₁ P _{0,05}			0,21	0,17

В цілому по досліджуваних сортах нами було виявлено, що Самородок мав 12,2 шт./рослину бобів, коли найбільше їх утворювалось на рослинах сорту Рогізнянка – 12,6 шт./рослину. В сортів Тріада та Орфей ми спостерігали середні кількості бобів в 12,3 шт./рослину, а в Еврідіка, Аратта, Азимут та Аврора – 12,4 шт./рослину.

За використання фонового варіанту удобрення ($N_{30}P_{60}K_{60}$) ми визначили, що на рослинах сої утворилось 13,3 шт./рослину бобів, коли ж використовувалась позакоренева обробка посівів Фульвогуміном, то кількість бобів була меншою на 1,88 шт./рослину. Що ймовірно спричинене впливом препарату на інші елементи структури врожаю на ранніх етапах розвитку рослин.

Бактеризація ж насіння суттєво не впливала на зміни кількості бобів на рослинах сої, адже контрольні варіанти мали 12,3, тоді як на інокульованих цей показник зріс всього на 0,15 шт./рослину.

Сорт Самородок мав середню кількість насінин в бобі в 3,20 шт./біб, коли ж у сортів Рогізнянка та Тріада показник був близьким до 3,00 шт./біб, а сорт Аратта мав 3,30 шт./біб. Кращим по досліді був сорт Орфей – 4,18 шт./біб, тоді ж як у сортів Еврідіка, Азимут та Аврора ми зафіксували 3,60, 3,65 та 3,78 шт./біб насінин.

Загалом можна сказати, що листкове підживлення збільшувало кількість насінин в бобі досить вагомо – на 0,97 шт./біб, за 2,98 на контролі, а бактеризація насіння сприяла отриманню також більше на 0,69 шт./біб насінин. Отже, дані агроприйоми сприяли кращій озерненості сої а не формуванню більшої кількості бобів.

За комплексної обробки інокулянтном та подальшого листкового підживлення сорт Аврора мав 5,09, а Орфей – 5,94 шт./біб насінин – найбільше по досліді.

Визначимо закономірності зміни кількості насінин та маси насіння з рослини сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 5.2).

**Кількість насінин та маса з рослини сої залежно від сорту, інокуляції
насіння та листових підживлень, 2019–2022 рр.**

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	Кількість насінин, шт./роsl.	Маса насінин, г/роsl.
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	34,72	5,14
	Рогізнянка		33,29	4,74
	Тріада		30,94	5,15
	Орфей		43,31	5,33
	Еврідіка		38,83	5,35
	Аратта		36,03	5,60
	Азимут		38,97	5,58
	Аврора		40,08	5,76
Ризоактив	Самородок		38,90	5,78
	Рогізнянка		36,51	5,22
	Тріада		34,70	5,81
	Орфей		48,49	6,03
	Еврідіка		43,93	6,09
	Аратта		39,98	6,27
	Азимут		44,47	6,38
	Аврора		45,70	6,57
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	35,89	5,60
	Рогізнянка		35,24	5,28
	Тріада		31,80	5,59
	Орфей		45,51	5,92
	Еврідіка		40,44	5,86
	Аратта		37,54	6,15
	Азимут		40,93	6,20
	Аврора		42,56	6,44
Ризоактив	Самородок		44,96	6,25
	Рогізнянка		43,21	5,77
	Тріада		45,10	7,12
	Орфей		62,57	7,03
	Еврідіка		50,04	6,39
	Аратта		46,95	6,91
	Азимут		51,99	6,93
	Аврора		54,29	7,25
H ₁ P _{0,05}			1,0	0,38

За кількістю насінин з рослини сорт Самородок займав середні значення – 38,6 шт./роslину, коли мінімум був в сорту Тріада –

35,6 шт./рослину, а кращий показник спостерігали в рослин сорту Орфей – 50,0 шт./рослину. При цьому ж сорт Рогізнянка мав 37,1 шт./насінин на рослині, а решта сортів: Еввідіка, Аратта, Азимут та Аврора – понад 40 шт./рослину.

Якщо аналізувати загальний вплив елементів технології які вивчались в досліді, то на контролі фонового удобрення кількість насінин становила 39,3 шт./рослину, аналогічно ж варіант де проводили додаткові листові підживлення мав на 5,0 шт./рослину більше насінин.

Використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 для бактеризації насіння також сприяло поліпшенню досліджуваної ознаки. При цьому, контрольні варіанти мали в середньому бобів в 37,9 шт./рослину, коли ж прибавка від бактеризації становила 7,86 шт./рослину.

Як наслідок – краща кількість насінин на рослині була за поєднання бактеризації та внесення Фульвогуміну в сорту Орфей – 62,57 шт./рослину.

Отже, загалом сорт Самородок утворював на одній рослині насінин в середньому 5,69 г, при цьому мінімум по досліді був в сорту Рогізнянка – 5,25 г, а сорти Тріада та Еввідіка мали 5,92 та 5,92 г. Решта сортів, за масою насіння перевищувала значення в 6 г/рослину, та в сорту Орфей отримано 6,08, Аратта – 6,23, Азимут – 6,27 та максимум був в сорту Аврора – 6,50 г/рослину.

Листкове підживлення посівів сої Фульвогуміном сприяло отриманню кращої маси насіння на 0,62 г/рослину, коли не оброблені варіанти мали 5,68 г. А також бактеризація посівів сприяла збільшенню маси на 0,76 г, при тому що контрольні варіанти мали 5,61 г/рослину, тобто були близькі до фонового удобрення.

Цілком передбачувано, що кращі сорти за кількістю бобів та масою насіння сформували й більшу масу насіння з рослини, а саме: Тріада – 7,12 та Аврора – 7,25 г/рослину, що спостерігалось за комплексного поєднання варіантів досліді.

Маса 1000 насінин сої досить сильно залежить від генетичних особливостей сорту, проте цікавим є визначення впливу інокуляції насіння та листових підживлень на неї (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3

Маса 1000 насінин сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листових підживлень, 2019–2022 рр.

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Маса 1000 насінин, г
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	148,2
	Рогізнянка		142,5
	Тріада		166,5
	Орфей		123,1
	Еврідіка		137,9
	Аратта		155,7
	Азимут		143,2
	Аврора		143,7
Ризоактив	Самородок		148,5
	Рогізнянка		143,1
	Тріада		167,6
	Орфей		124,5
	Еврідіка		138,7
	Аратта		157,0
	Азимут		143,7
	Аврора		143,9
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	156,1
	Рогізнянка		150,0
	Тріада		175,7
	Орфей		130,2
	Еврідіка		145,0
	Аратта		163,9
	Азимут		151,6
	Аврора		151,4
Ризоактив	Самородок		139,0
	Рогізнянка		133,5
	Тріада		158,0
	Орфей		112,4
	Еврідіка		127,7
	Аратта		147,2
	Азимут		133,5
	Аврора		133,5
НІР _{0,05}			2,32

З огляду на важливість визначення індивідуальних сортових особливостей формування маси 1000 насінин ми встановили, що в сорту Самородок вона була 148,0 г, в Рогізнянка – 142,3, Азимут – 143,0, Аврора – 143,1 г. Найбільш легше насіння було в сорту сої Орфей – 122,6 г, коли сорт Аратта мав масу 1000 насінин 155,9 г, а найбільш вагоме насіння було в сорту Тріада – 167,0 г.

Питання визначення маси 1000 насінин доволі цікаве в плані визначення загально біологічних закономірностей, або ж встановлення факторів впливу на дану ознаку. Проте, в глобальному контексті уже давно доведено, що рослини які мають менш вагоме насіння формують більшу його кількість або навпаки, а тому урожайність культури не обмежується масою насіння [107; 119; 125].

Отже, зважаючи на індивідуальні біологічні особливості сортів сої в формуванні маси 1000 насінин порівнювати усереднену реакцію їх на фактори досліду не має сенсу.

Загалом же усі досліджувані сорти мали кращі показники маси 1000 насінин за вирощування їх при умові бактеризації насіння *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 або ж лише за додаткового підживлення посівів добривом Фульвогумін. Тобто досліджувані фактори не мали сукупного впливу на нашу ознаку в контексті сумарного підсилення їх дії.

5.2. Урожай та якість зерна сої

Урожайність будь-якої культури є головним агрономічним фактором доцільності вирощування нових сортів та розробки для них сорт специфічних елементів агротехніки. При цьому, слід не забувати що більше витрат не означає краще і навпаки – вдало застосовані малі агротехнічні прийоми дієві.

Отже, розглянемо особливості формування урожайності посівів сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень за роками досліджень (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4

Урожайність сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, т/га, 2019–2022 рр.

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	2019	2020	2021	2022
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,90	2,63	3,33	2,72
	Рогізнянка		2,74	2,49	3,15	2,57
	Тріада		2,91	2,65	3,35	2,73
	Орфей		3,02	2,75	3,47	2,83
	Еврідіка		3,03	2,76	3,48	2,84
	Аратта		3,00	2,73	3,45	2,81
	Азимут		3,22	2,93	3,70	3,02
	Аврора		3,26	2,96	3,75	3,06
Ризоактив	Самородок		3,27	2,98	3,77	3,08
	Рогізнянка		3,07	2,79	3,53	2,88
	Тріада		3,34	3,04	3,85	3,14
	Орфей		3,44	3,13	3,96	3,23
	Еврідіка		3,51	3,20	4,04	3,30
	Аратта		3,39	3,08	3,90	3,18
	Азимут		3,76	3,42	4,33	3,54
	Аврора		3,74	3,41	4,31	3,52
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	3,19	2,90	3,67	2,99
	Рогізнянка		3,06	2,79	3,53	2,88
	Тріада		3,17	2,88	3,64	2,98
	Орфей		3,35	3,05	3,85	3,15
	Еврідіка		3,33	3,03	3,83	3,13
	Аратта		3,33	3,03	3,83	3,13
	Азимут		3,60	3,28	4,15	3,39
	Аврора		3,65	3,32	4,20	3,43
Ризоактив	Самородок		3,57	3,25	4,11	3,35
	Рогізнянка		3,40	3,10	3,92	3,20
	Тріада		4,12	3,75	4,74	3,87
	Орфей		4,01	3,66	4,63	3,78
	Еврідіка		3,70	3,36	4,25	3,47
	Аратта		3,76	3,42	4,33	3,54
	Азимут		4,11	3,74	4,73	3,86
	Аврора		4,16	3,78	4,79	3,91
H _{IP} _{0,05}			0,20	0,15	0,18	0,21

В 2019 році складались досить гарні умови для реалізації біологічного потенціалу сої і середня урожайність по досліді була отримана на рівні 3,41 т/га. Якщо усереднити по сортах, то Самородок мав 3,23 т/га, а урожайність зерна сорту Рогізнянка була меншою від еталонного сорту на 0,16 т/га, Тріада мав на 0,15, Орфей на 0,22, Еввідіка на 0,16, Аратта на 0,14 т/га відхилення урожайності в більший бік. А кращими за урожайністю були сорти Азимут та Аврора, що в середньому в умовах 2019 року мали 3,67 та 3,70 т/га зерна.

На варіантах досліді в яких проводили бактеризацію насіння сої Ризоактивом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та в подальшому обробляти посіви Фульвогуміном урожайність сорту Тріада була 4,12 т/га, а сорту Аврора – 4,16 т/га.

В умовах 2020 року спостерігались дещо гірші погодні умови чим в 2019 році, тому середня урожайність по досліді отримана на рівні 3,10 т/га. Сорт Самородок формував врожай зерна в 2,94 т/га, а Рогізнянка – 2,79 т/га, Тріада – 3,08 т/га, Орфей – 3,15, Еввідіка – 3,09, Аратта – 3,06, Азимут – 3,34 та Аврора – 3,37 т/га.

Також, аналогічно попередньому рокові було визначено, що на варіантах досліді в яких проводили бактеризацію насіння сої Ризоактивом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та в подальшому обробляти посіви Фульвогуміном урожайність сорту Азимут була 3,74 т/га, Тріада – 3,75 т/га, а сорту Аврора – 3,78 т/га.

Серед усіх років проведення наших досліджень, погодні умови 2021 сприяли реалізації кращого рівня урожайності сої і в сорту В 2019 році складались досить гарні умови для реалізації біологічного потенціалу Самородок вона становила 3,72 т/га, тоді як сорт Рогізнянка був менш продуктивним від еталонного сорту на 0,19 т/га, а от сорт Тріада був на 0,18, Орфей на 0,26, Еввідіка на 0,18, Аратта на 0,16 т/га вищі показники рівня урожайності. При цьому ж кращими за урожайністю були сорти Азимут та

Аврора, що в середньому в умовах 2021 року сформували рівень продуктивності зерна в 4,23 та 4,26 т/га відповідно.

Аналогічно кращими за формування врожайності були визначені варіанти досліду в яких проводили бактеризацію насіння сої Ризоактивом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та в подальшому обробляти посіви сої Фульвогуміном. За таких умов в 2021 році було отримано урожайність сорту Тріада була 4,12 т/га, а сорту Аврора – 4,16 т/га.

Натомість в умовах 2022 року були дещо гірші погодні умови чим в 2021 році, тому середня урожайність по досліді отримана на рівні 3,20 т/га. Сорт Самородок забезпечив врожай зерна в 3,04 т/га, а Рогізнянка – 2,88 т/га, Тріада – 3,18 т/га, Орфей – 3,25, Еввідіка – 3,19, Аратта – 3,16, Азимут – 3,45 та Аврора – 3,48 т/га.

В варіантах досліду в яких проводили бактеризацію насіння сої Ризоактивом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та в подальшому обробляти посіви Фульвогуміном урожайність сорту Орфей становила 3,78 т/га, Азимут – 3,86 т/га, Тріада – 3,87 т/га, а сорту Аврора – 3,91 т/га.

Отже, попри беззаперечних лідерів за щорічним формування високого рівня урожайності зерна – сорту Аврора, гарний результат в 2019 показував й сорт Тріада, в 2020 році – Азимут та Тріада, в 2021 – Тріада а в 2022 – Орфей, Азимут та Тріада. Що показує нам індивідуальну сортову реакцію на умови вирощування і важливість адаптації технології під певні сорти та їх поглибленої перевірки в зоні поширення на можливості до формування гарного рівня урожайності.

Попри те, що з року в рік ми отримували подібні закономірності впливу факторів досліду на формування урожайності сої, скориговані лише дією погодних умов вирощування, все рівно слід детально визначити й зміни середньої за роки урожайності сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листових підживлень (таблиця 5.5).

**Середня за роки урожайність сої залежно від сорту, інокуляції насіння
та листкових підживлень, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Урожайність, т/га
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	2,90
	Рогізнянка		2,74
	Тріада		2,91
	Орфей		3,02
	Еврідіка		3,03
	Аратта		3,00
	Азимут		3,22
	Аврора		3,26
Ризоактив	Самородок		3,27
	Рогізнянка		3,07
	Тріада		3,35
	Орфей		3,44
	Еврідіка		3,51
	Аратта		3,39
	Азимут		3,76
	Аврора		3,75
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	3,19
	Рогізнянка		3,07
	Тріада		3,17
	Орфей		3,35
	Еврідіка		3,33
	Аратта		3,33
	Азимут		3,60
	Аврора		3,65
Ризоактив	Самородок		3,57
	Рогізнянка		3,40
	Тріада		4,12
	Орфей		4,02
	Еврідіка		3,70
	Аратта		3,76
	Азимут		4,11
	Аврора		4,16
НІР _{0,05}			0,19

Загалом, за роки досліджень, ми отримали гарний рівень урожайності сої в досліді, адже в середньому було зібрано 3,41 т/га зерна.

Якщо проаналізувати усереднені дані по сортах, то було виявлено, що сорт Самородок забезпечив врожай зерна в 3,23 т/га, а Рогізнянка – 3,07 т/га, Тріада – 3,39 т/га, Орфей – 3,46, Еврідіка – 3,39, Аратта – 3,37, Азимут – 3,67 та Аврора – 3,70 т/га.

Від інших факторів впливу суттєво залежала урожайність сої по досліді, адже за обробки рослин листовим підживленням препаратом Фульвогумін ми мали прибавку в урожайності 0,37 т/га в порівнянні з базовим варіантом удобрення $N_{30}P_{60}K_{60}$. Також бактеризація насіння Ризоактивом була ефективною і сприяла формуванню на 0,48 т/га зерна більше чим на варіантах без неї.

Отже, кращими за урожайністю на варіантах досліді де використовували лише інокуляцію насіння препаратом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 були такі сорти сої як: Аврора – 3,75 т/га та Аратта – 3,76 т/га.

Листкове удобрення Фульвогуміном в поєднанні з передпосівною бактеризацією сої позначилось на формуванні високого рівня продуктивності. Без виключення усі сорти сої підвищували рівень урожайності на цих варіантах, тобто ми спостерігали загальне стимулювання рослин в плані прояву реакції за зміною рівня урожайності. Проте, висока урожайність була в сортів Еврідіка – 3,70 т/га, Аратта – 3,76 т/га, Орфей – 4,02 т/га, а кращі за роки досліджень показники урожайності ми визначили в таких сортів сої як: Азимут – 4,11 т/га, Тріада – 4,12 т/га та Аврора – 4,16 т/га.

Отже, вибір мінерального живлення для вирощування сої забезпечив загальне стимулювання розвитку рослин з подальшим утворенням бобово-ризобіального взаємозв'язку та його функціонування з точки зору засвоєння азоту з атмосфери. Що підкреслює роль невеликих доз стартових азотних добрив з позицій кращого розвитку посівів, особливо за комбінування його ще й з листовим підживленням рослин по вегетації. Навіть за максимуму потреби рослин в елементах живлення на час утворення бобів, насіння та наливу насіння – гарний старт їх на початку вегетації формує перевагу в

подальшому, завдяки кращій укоріненості, розвитку, роботи бобово-ризобіального апарату, тощо.

Окрім того, проаналізуємо закономірності впливу факторів дослідів на урожайність сої (рис. 5.1).

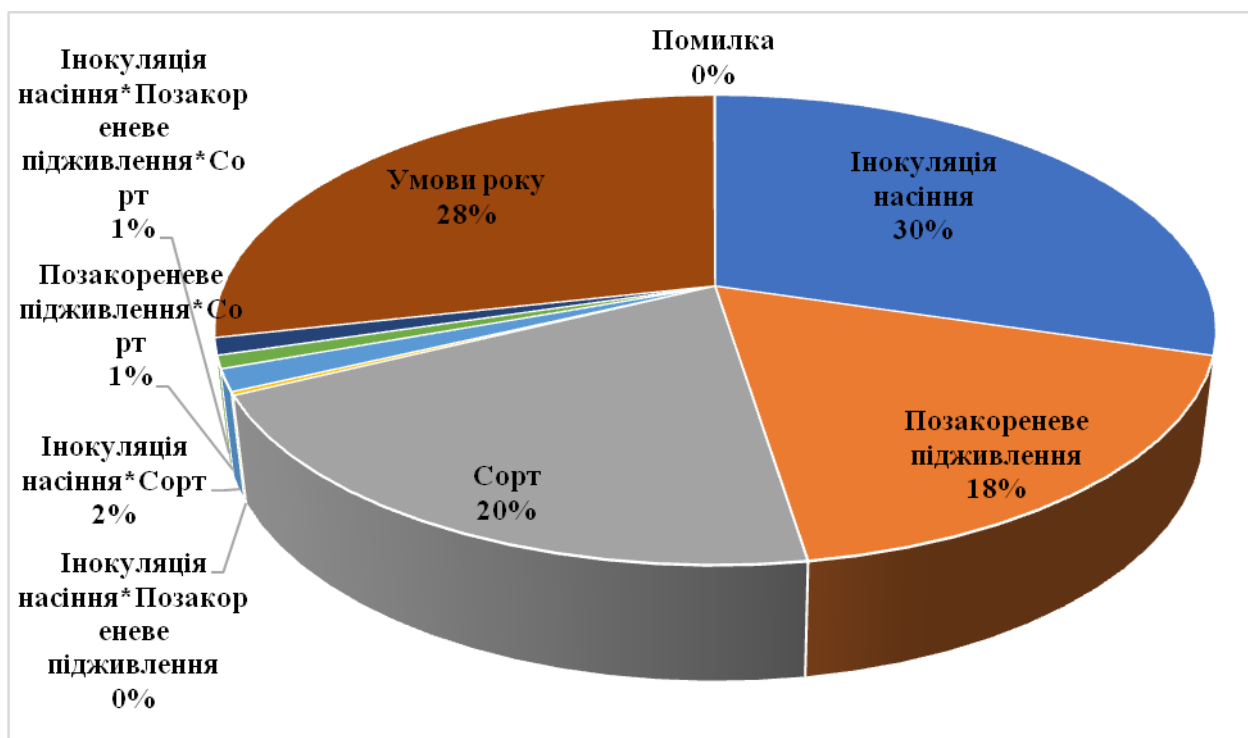


Рис. 5.1. Вплив факторів дослідів на урожайність сої

Як бачимо, на урожайність впливали всі фактори дослідів, а особливо інокуляція насіння (30 %), сорт (20 %), листкове підживлення (18 %) та значний вплив мали й погодні умови вегетаційних періодів – 28 %. Отже, кожен з них є важливою ланкою технології вирощування культури на шляху до формування високопродуктивних посівів.

Попри те, що ціна на зерно сої не залежить від якісних параметрів які нормуються як для зернових культур, зокрема пшениці, проте всім зрозуміло, що чим більше білку а також олії міститься зерні, то тим вона є більш цінною для переробки.

Тому розглянемо питання вмісту та збору білку з врожаєм сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листових підживлень (таблиця 5.6).

**Вміст та збір білку з врожаєм сої залежно від сорту, інокуляції насіння
та листкових підживлень , 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Вміст білку, %	Збір білку, т/га
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	41,0	1,18
	Рогізнянка		41,2	1,12
	Тріада		39,0	1,13
	Орфей		41,2	1,24
	Еврідіка		42,2	1,27
	Аратта		37,6	1,12
	Азимут		39,4	1,26
	Аврора		40,8	1,32
Ризоактив	Самородок		41,3	1,34
	Рогізнянка		41,3	1,26
	Тріада		40,2	1,34
	Орфей		41,5	1,42
	Еврідіка		42,5	1,48
	Аратта		38,1	1,28
	Азимут		39,9	1,49
	Аврора		40,8	1,52
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	42,2	1,34
	Рогізнянка		42,4	1,29
	Тріада		40,3	1,27
	Орфей		42,6	1,42
	Еврідіка		43,3	1,43
	Аратта		38,5	1,27
	Азимут		40,8	1,46
	Аврора		41,8	1,52
Ризоактив	Самородок		43,2	1,53
	Рогізнянка		43,4	1,47
	Тріада		41,9	1,71
	Орфей		43,1	1,72
	Еврідіка		44,5	1,63
	Аратта		39,6	1,48
	Азимут		41,6	1,70
	Аврора		42,7	1,77
НІР _{0,05}			0,20	0,11

Соя – першочергово є білковою культурою, тому необхідно показати усі зміни що відбуваються з накопиченням вмісту білку в зерні за зміни умов

досліді. Так, загалом, по досліді ми отримали середню білковість зерна в 41,2 %, коли на сортовому рівні спостерігались певні відхилення. Так, сорт Самородок мав білку 41,9 %, такі ж сорти як Рогізнянка, та Орфей незначно перевищували його показник (на 0,15 та 0,19 %). В той же час середній вміст білку в насінні сортів Тріада, Аратта, Азимут та Аврора був на 1,59, 3,46, 1,51 та 0,36 % нижче чим його містилось в зерні нашого еталонного сорту. А кращим по досліді за вмістом білку виявився сорт Еввідіка, в зерні якого було 43,1 %.

Суттєво також вміст білку й залежав від варіантів удобрення, за базового на фоновому вирощуванні ($N_{30}P_{60}K_{60}$) 40,51 % листкове підживлення Фульвогуміном сприяло отриманню на 1,49 % кращого показника. Аналогічно, на не інокульованих варіантах досліді було визначено вміст білку в зерні сої в 40,89 %, при цьому ж за бактеризації насіння рослини отримували більше азоту впродовж вегетації, тому вміст білку в середньому по досліді зріс на 0,72 %.

А тому саме бактеризація насіння Ризоактивом та подальше підживлення посівів за допомогою застосування Фульвогуміну позитивно вплинуло на зростання вмісту білку в зерні усіх досліджуваних сортів без виключення. При цьому, кращий вміст його спостерігався на посівах сорту Еввідіка – 44,5 %, а понад 43 % білку було в зерні сої Самородок, Рогізнянка, Орфей.

А тому, вважаємо, що доволі важливим питанням є встановлення впливу факторів досліді на формування вмісту білку в зерні сої саме за результатами оцінювання дисперсії часток впливу факторів в багатфакторному досліді (рисунок 5.2).

Серед факторів досліді вагомим впливом залишається саме сорт – як жива система що реагує на умови вирощування та засвоює елементи живлення (40 %), проте інокуляція насіння залишається на другому місці (30 %), а листкове підживлення впливає на 12 % сумарно за роки досліджень.

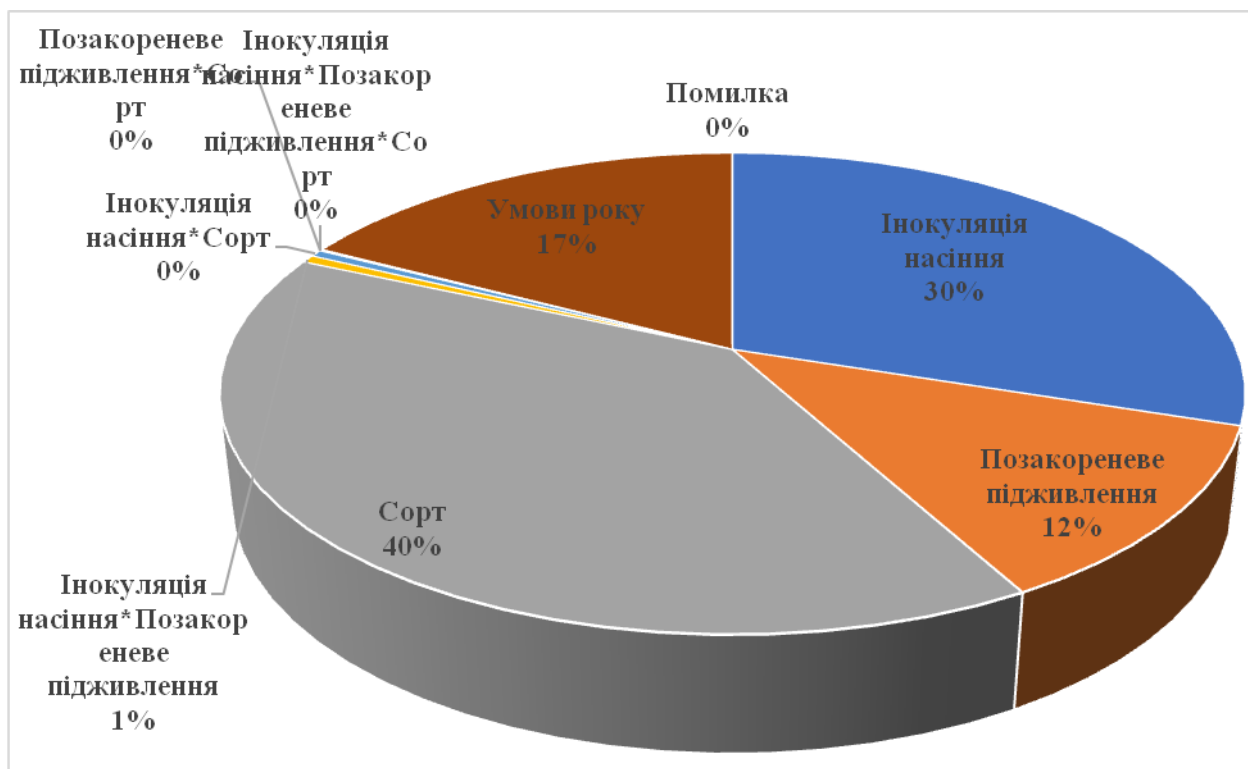


Рис. 5.2. Вплив факторів дослідів на вміст білку в зерні сої

За збором білку нами було визначено, що сорт Самородок сформував його з врожаєм зерна 1,35 т/га, Рогізнянка та Аратта мали 1,29 та 1,28 т/га, а сорт Тріада був близький до еталонного – 1,36 т/га. При цьому кращим рівнем показника характеризувалися такі сорти як: Орфей, Еврідіка, Азимут та Аврора, що сформували 1,45, 1,45, 1,48 та 1,53 т/га білку.

За базового фонових удобрення ($N_{30}P_{60}K_{60}$) отримано 1,30 т/га білку, коли листкове підживлення Фульвогуміном сприяло отриманню на 0,20 т/га кращого збору. Аналогічно, на не інокульованих варіантах дослідів збір білку з врожаєм сої був 1,29 т/га, при цьому ж за бактеризації насіння рослини отримували більше азоту впродовж вегетації, тому збір білку в середньому по досліді зріс на 0,22 т/га.

Оскільки збір білку залежить і від урожайності, то кращими за комплексного застосування бактеризації та листкового підживлення виявились сорти: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора, які мали показник на рівні 1,17, 1,72, 1,70 та 1,77 т/га.

Визначимо також питання вмісту та збір олії з врожаєм сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 5.7.).

Таблиця 5.7

Вміст та збір олії з врожаєм сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, 2019–2022 рр.

Іноку ляція	Сорт	Удобрення	Вміст олії, %	Збір олії, т/га
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	22,0	0,63
	Рогізнянка		21,2	0,58
	Тріада		21,6	0,63
	Орфей		22,3	0,67
	Еврідіка		21,7	0,65
	Аратта		20,8	0,62
	Азимут		21,6	0,69
	Аврора		21,4	0,69
Ризоактив	Самородок		22,3	0,73
	Рогізнянка		21,3	0,65
	Тріада		21,9	0,73
	Орфей		22,6	0,77
	Еврідіка		21,9	0,76
	Аратта		21,1	0,71
	Азимут		21,9	0,82
	Аврора		21,6	0,81
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	22,5	0,71
	Рогізнянка		21,6	0,66
	Тріада		22,2	0,70
	Орфей		22,9	0,76
	Еврідіка		22,1	0,73
	Аратта		21,2	0,70
	Азимут		22,2	0,80
	Аврора		21,7	0,79
Ризоактив	Самородок		23,1	0,82
	Рогізнянка		22,1	0,75
	Тріада		22,5	0,92
	Орфей		23,2	0,93
	Еврідіка		22,6	0,83
	Аратта		21,7	0,81
	Азимут		22,6	0,92
	Аврора		22,4	0,92
НІР _{0,05}			0,18	0,10

Вміст олії в насінні сої теж важлива ознака, яка в тому числі до певної міри залежить від сортових особливостей культури. Так, було виявлено, що сорт Самородок в зерні мав 22,5 % олії, сорти Рогізнянка та Аратта мали 21,5 та 21,5 % олії, а в сорту Тріада її було 22,1 %, Еврідика – 22,1 %. Азимут – 22,1 % та Аврора – 21,8 %. Більше всього олії – 22,7 % містилось в зерні сорту Орфей.

За впливом факторів досліду на олійність насіння сої більший ефект чинило листкове підживлення, яке сприяло отриманню прибавки в 0,58 % до вмісту, коли інокуляція насіння препаратом що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 дозволила отримати прибавку в 0,36 %. А тому й комплекс факторів досліду позначився на кращому вмісті олії в насінні сорту Орфей – 23,2 %.

Покажемо також вплив факторів досліду на вміст олії в зерні сої (рисунок 5.3).

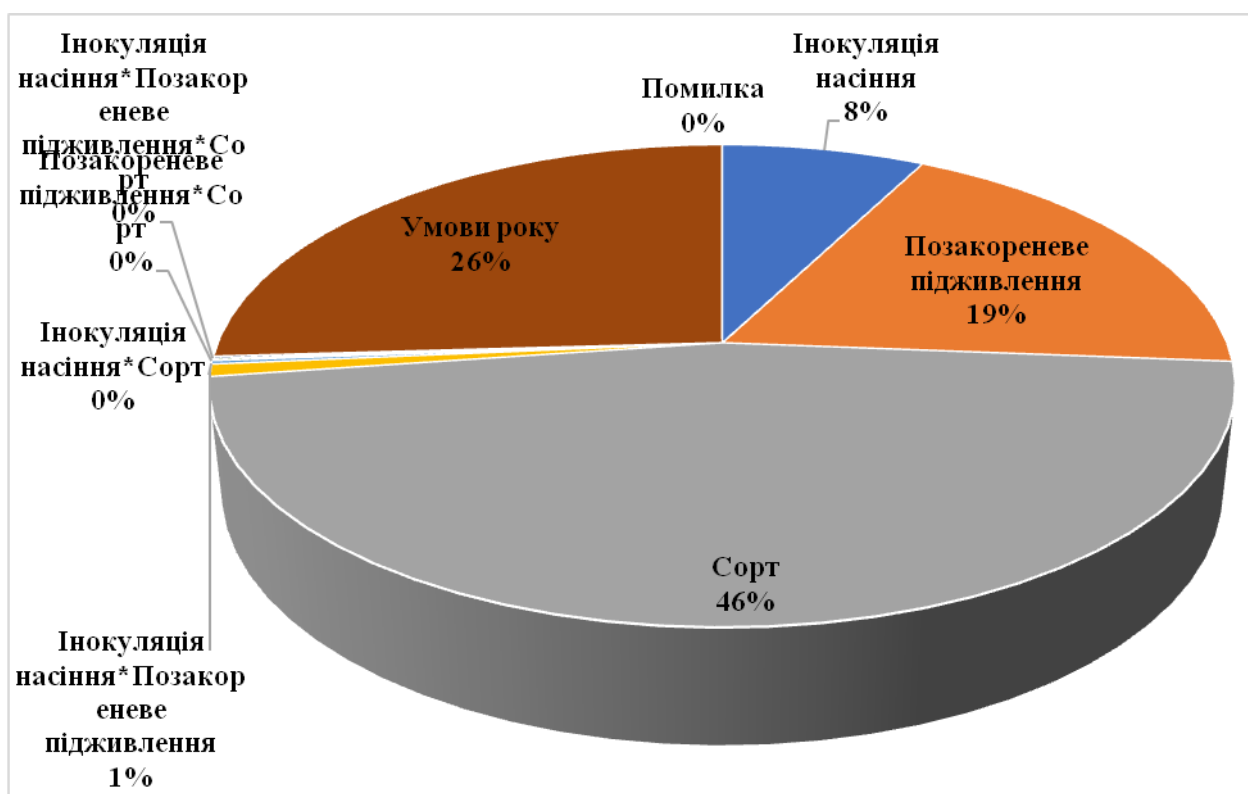


Рис. 5.3. Вплив факторів досліду на вміст олії в зерні сої

Отже, за часткою впливу факторів ми бачимо, що біологічні особливості сортів, що вивчались в досліді, їх норма реакції на умови вирощування та елементи агротехніки визначає до 46 % змін вмісту олії в зерні сої. Важливим чинником є й листкове підживлення (19 %), коли серед не агротехнічних факторів не можна заперечити й про роль внеску погодних умов вегетаційних періодів вирощування сої (26 %).

Загалом нами було визначено, що збір олії з зерном сої в сорту Самородок був 0,72 т/га, сорти Рогізнянка та Аратта мали 0,66 та 0,71 т/га, а в сорту Тріада отриманий показник в 0,74, Еврідіка – 0,74 т/га, Орфей – 0,78 т/га. Кращий збір олії ми спостерігали в сортів Аврора – 0,80 т/га та Азимут – 0,81 т/га.

По впливу факторів досліді на збір олії з насінням сої ефективним було поєднання інокуляція насіння препаратом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 з подальшим листковим підживленням посівів Фульвогуміном. Саме комплекс поєднання факторів досліді забезпечив кращий збір олії з насінням сорту Орфей – 0,93 т/га, а також Тріада, Азимут та Аврора – по 0,92 т/га.

Висновки за розділом 5:

Бактеризація ж насіння суттєво не впливала на зміни кількості бобів на рослинах сої, а в цілому по досліджуваних сортах Самородок мав 12,2 шт./рослину бобів, коли найбільше їх утворювалось на рослинах сорту Рогізнянка – 12,6 шт./рослину. В сортів Тріада та Орфей ми спостерігали середні кількості бобів в 12,3 шт./рослину, а в Еврідіка, Аратта, Азимут та Аврора – 12,4 шт./рослину.

Листкове підживлення та бактеризація насіння сприяли кращій озерненості сої а не формуванню більшої кількості бобів. Так, саме за підживлення отримано доволі вагому прибавку в кількості насінин в бобі – на

0,97 шт./біб, за 2,98 на контролі, а бактеризація насіння сприяла отриманню також більше на 0,69 шт./біб насінин. Тому, за комплексної обробки інокулянтном та подальшого листового підживлення сорт Аврора мав 5,09, а Орфей – 5,94 шт./біб насінин – найбільше по досліді.

На контролі фонового удобрення кількість насінин становила 39,3 шт./рослину, аналогічно ж варіант де проводили додаткові листові підживлення мав на 5,0 шт./рослину більше насінин. Використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 для бактеризації насіння також сприяло поліпшенню досліджуваної ознаки. При цьому, контрольні варіанти мали в середньому бобів в 37,9 шт./рослину, коли ж прибавка від бактеризації становила 7,86 шт./рослину. Як наслідок – краща кількість насінин на рослині була за поєднання бактеризації та внесення Фульвогуміну в сорту Орфей – 62,57 шт./рослину.

Самородок утворював на одній рослині насінин в середньому 5,69 г, при цьому мінімум по досліді був в сорту Рогізнянка – 5,25 г, а сорти Тріада та Еврідіка мали 5,92 та 5,92 г. Решта сортів, за масою насіння перевищувала значення в 6 г/рослину, та в сорту Орфей отримано 6,08, Аратта – 6,23, Азимут – 6,27 та максимум був в сорту Аврора – 6,50 г/рослину. А краща маса насіння з рослини була отримана у сортів Тріада – 7,12 та Аврора – 7,25 г/рослину, що спостерігалось за комплексного поєднання варіантів досліді.

В середньому по досліді урожайність сої в 2019 році була 3,41 т/га, в 2020 – 3,10, в 2021 – 3,92 а в 2022 – 3,20 т/га. Беззаперечним лідером за щорічним формуванням високого рівня урожайності зерна був сорт Аврора, проте гарний результат в 2019 показував й сорт Тріада, в 2020 році – Азимут та Тріада, в 2021 – Тріада а в 2022 – Орфей, Азимут та Тріада. Що засвідчує нам індивідуальну сортову реакцію на умови вирощування і важливість адаптації технології під певні сорти та їх поглибленої перевірки в зоні поширення на можливості до формування високого рівня урожайності.

Правильний вибір мінерального живлення для вирощування сої забезпечив загальне стимулювання розвитку рослин без проблем з подальшим утворенням бобово-ризобіального взаємозв'язку та його функціонування з точки зору засвоєння азоту з атмосфери. Що підкреслює роль невеликих доз стартових азотних добрив з позицій кращого розвитку посівів, особливо за комбінування його ще й з листовим підживленням рослин по вегетації. Навіть за максимуму потреби рослин в елементах живлення на час утворення бобів, насіння та наливу насіння – гарний старт їх на початку вегетації формує перевагу в подальшому, завдяки кращій укоріненості, розвитку, роботи бобово-ризобіального апарату, тощо. А тому, на фоні основного удобрення в $N_{30}P_{60}K_{60}$ листове удобрення Фульвогуміном в поєднанні з передпосівною бактеризацією сої позначилось на формуванні високого рівня продуктивності. Без виключення усі сорти сої підвищували рівень урожайності на цих варіантах, тобто ми спостерігали загальне стимулювання рослин в плані прояву реакції за зміною продуктивності. Проте, висока урожайність була в сортів Еврідика – 3,70 т/га, Аратта – 3,76 т/га, Орфей – 4,02 т/га, а кращі за роки досліджень показники урожайності ми визначили в таких сортів сої як: Азимут – 4,11 т/га, Тріада – 4,12 т/га та Аврора – 4,16 т/га.

Вміст білку залежав від варіантів удобрення, за базового ($N_{30}P_{60}K_{60}$) отримано 40,51 %, а листове підживлення Фульвогуміном сприяло отриманню на 1,49 % кращого показника. Аналогічно, на не інокульованих варіантах дослідів було визначено вміст білку в зерні сої в 40,89 %, при цьому ж за бактеризації насіння рослини отримували більше азоту впродовж вегетації, тому вміст білку в середньому по досліді зріс на 0,72 %. А тому саме бактеризація насіння Ризоактивом та подальше підживлення посівів за допомогою застосування Фульвогуміну позитивно вплинуло на зростання вмісту білку в зерні усіх досліджуваних сортів без виключення. При цьому, кращий вміст його спостерігався на посівах сорту Еврідика – 44,5 %, а понад 43 % білку було в зерні сої Самородок, Рогізнянка, Орфей.

По збору білку, за фонового удобрення ($N_{30}P_{60}K_{60}$) отримано 1,30 т/га білку, коли листкове підживлення Фульвогуміном сприяло отриманню на 0,20 т/га кращого збору. Аналогічно, на не інокульованих варіантах дослідів збір білку з врожаєм сої був 1,29 т/га, при цьому ж за бактеризації насіння рослини отримували більше азоту впродовж вегетації, тому збір білку в середньому по досліді зріс на 0,22 т/га. Оскільки збір білку залежить і від урожайності, то кращими за комплексного застосування бактеризації та листкового підживлення виявились сорти: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора, які мали показник на рівні 1,17, 1,72, 1,70 та 1,77 т/га.

Визначено, що за впливом факторів дослідів на олійність насіння сої більший ефект чинило листкове підживлення, яке сприяло отриманню прибавки в 0,58 % до вмісту, коли інокуляція насіння препаратом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 дозволила отримати прибавку в 0,36 %. А тому ці фактори дослідів в комплексній своїй дії на рослини позначились на формуванні кращого вмісту олії по досліді, який зафіксовано в сорту Орфей – 23,2 %.

Збір олії з зерном сої в сорту Самородок був 0,72 т/га, сорти Рогізнянка та Аратта мали 0,66 та 0,71 т/га, а в сорту Тріада отриманий показник в 0,74, Еввідіка – 0,74 т/га, Орфей – 0,78 т/га. Кращий збір олії ми спостерігали в сортів Аврора – 0,80 т/га та Азимут – 0,81 т/га. По впливу факторів дослідів на збір олії з насінням сої ефективним було поєднання інокуляція насіння препаратом що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 з подальшим листковим підживленням посівів Фульвогуміном. Саме комплекс поєднання факторів дослідів забезпечив кращий збір олії з насінням сорту Орфей – 0,93 т/га, а також Тріада, Азимут та Аврора – по 0,92 т/га.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ

Агротехнічні заходи вивчені та рекомендовані для вирощування сої необхідно обов'язково оцінювати за економічними показниками. Попит на сою як високобілкову та олійну культуру постійно зростає, що призводить до збільшення площ її посіву та потребує створення технології вирощування сортів, яка не тільки реалізує потенціал продуктивності сорту, але й забезпечує високорентабельне виробництво якісної продукції [110; 31; 34].

Сучасне сільське господарство потребує все більше матеріальних та енергетичних ресурсів, тому ефективність технологічних прийомів повинна оцінюватися за економічними та біоенергетичними показниками. Технологія вирощування має забезпечувати не тільки найвищу продуктивність культури, але й відповідати сучасним вимогам щодо ресурсозбереження та енергоефективності [37; 51; 58].

Висновки про ефективність комплексу агротехнічних заходів тільки на основі зміни рівня врожайності чи якості продукції є недостатніми, оскільки не враховуються витрати на їх досягнення та окупність. У ринкових умовах аналіз економіко-енергетичної ефективності технологій вирощування є одним із найважливіших показників їх конкурентоспроможності [106; 113; 119].

Перспективними вважаються ті технологічні елементи, які при впровадженні мають менші економічні та енергетичні витрати на виробництво основної продукції, а також вищий рівень рентабельності, окупності витрат і коефіцієнт енергетичної оцінки [147; 153].

Економічний аналіз дозволяє виявити шляхи можливої економії ресурсів, тоді як біоенергетична оцінка, на відміну від вартісної оцінки з її різними рівнями цін на сільськогосподарську продукцію, здійснюється з використанням постійних величин витрат енергії [173; 185; 194].

Визначимо витрати на вирощування та вартість сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень згідно технологічних карт вирощування культури та цін 2024 року (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1

Витрати на вирощування та вартість сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, в цінах 2024 року

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Витрати на вирощування, тис. грн./га	Вартість продукції, тис. грн./га	Собівартість, тис. грн./т
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	26,5	53,0	9,1
	Рогізнянка		26,5	50,1	9,7
	Тріада		26,5	53,2	9,1
	Орфей		26,5	55,2	8,8
	Еввідіка		26,5	55,4	8,8
	Аратта		26,5	54,9	8,8
	Азимут		26,5	58,9	8,2
	Аврора		26,5	59,6	8,1
Ризоактив	Самородок		27,4	59,9	8,4
	Рогізнянка		27,4	56,1	8,9
	Тріада		27,4	61,2	8,2
	Орфей		27,4	63,0	8,0
	Еввідіка		27,4	64,3	7,8
	Аратта		27,4	62,0	8,1
	Азимут		27,4	68,9	7,3
	Аврора		27,4	68,6	7,3
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	27,3	58,3	8,6
	Рогізнянка		27,3	56,1	8,9
	Тріада		27,3	58,0	8,6
	Орфей		27,3	61,3	8,1
	Еввідіка		27,3	60,9	8,2
	Аратта		27,3	60,9	8,2
	Азимут		27,3	65,9	7,6
	Аврора		27,3	66,8	7,5
Ризоактив	Самородок		28,2	65,3	7,9
	Рогізнянка		28,2	62,3	8,3
	Тріада		28,2	75,4	6,8
	Орфей		28,2	73,6	7,0
	Еввідіка		28,2	67,6	7,6
	Аратта		28,2	68,8	7,5
	Азимут		28,2	75,2	6,9
	Аврора		28,2	76,1	6,8

Оскільки в своїй роботі ми використовували не дорогі елементи технології, то за мінімальних витрат на вирощування сої в 26,5 тис. грн./га максимум витрат на вирощування культури був в випадку бактеризації насіння Ризоактивом з поєднанням в подальшому цього заходу з обробкою посівів позакореневим добривом Фульвогумін – 28,2 тис. грн./га.

При цьому вартість насіння та витрати насіннєвого матеріалу на гектар дозволили узагальнити та знівелювати ці витрати в зв'язку з подібними показниками маси 1000 насінин різних сортів сої. Тобто за ціною насіння з розрахунку на гектар площі отримано приблизно однакові показники вартості, з-за цього й можна було вивести базові витрати на технологію вирощування.

Вартість отриманої продукції напряду залежить від урожайності, тому чим більшу продуктивність ми змогли отримати в досліді тим вищий цей показник. Так, кращі значення забезпечувало комплексне застосування препарату для інокуляції насіння Ризоактив з подальшим листовим підживленням посівів Фульвогуміном, що сприяли отриманню в сорту Орфей – 73,6 тис. грн./га, в сорту Азимут – 75,2, Тріада – 75,4 та Аврора – 76,1 тис. грн./га вартості вирощеної продукції.

Показник собівартості одиниці продукції – навпаки, залежить від витрат понесених на вирощування сої, тому чим більша урожайність формується посівами за менших витрат, тим кращу собівартість можемо отримати. Також поєднання агротехнічного заходу з бактеризації насіння та подальшого листового підживлення сприяло отриманню для сорту Орфей собівартості в 7,0 тис. грн./т, в сорту Азимут отримано 6,9, для сортів Тріада та Аврора – 6,8 та 6,8 тис. грн./га. При цьому ж собівартість контрольних варіантів досліді становила не менше 9,1 тис. грн./т, тобто більш чим на 2 тис. грн./га, що є досить суттєвою різницею, особливо за сучасних закупівельних цін на зерно.

Продовженням економічних розрахунків є прибуток та рентабельність вирощування сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2

**Прибуток та рентабельність вирощування сої залежно від сорту,
інокуляції насіння та листкових підживлень**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Прибуток, тис. грн./га	Рівень рентабельності, %
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	26,5	100,0
	Рогізнянка		23,6	89,1
	Тріада		26,7	100,8
	Орфей		28,7	108,4
	Еврідіка		28,9	109,1
	Аратта		28,4	107,1
	Азимут		32,4	122,2
	Аврора		33,1	125,0
Ризоактив	Самородок		32,5	118,6
	Рогізнянка		28,7	104,8
	Тріада		33,8	123,4
	Орфей		35,6	129,8
	Еврідіка		36,9	134,7
	Аратта		34,6	126,3
	Азимут		41,5	151,4
	Аврора		41,2	150,4
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	31,0	113,8
	Рогізнянка		28,8	105,7
	Тріада		30,7	112,5
	Орфей		34,0	124,7
	Еврідіка		33,6	123,3
	Аратта		33,6	123,1
	Азимут		38,7	141,7
	Аврора		39,5	144,8
Ризоактив	Самородок		37,1	131,8
	Рогізнянка		34,1	121,1
	Тріада		47,2	167,6
	Орфей		45,4	161,0
	Еврідіка		39,5	140,0
	Аратта		40,6	144,2
	Азимут		47,0	166,8
	Аврора		47,9	170,1

Прибуток фактично є наслідком реалізації отриманої продукції та вирахування від отриманої суми витрат понесених на вирощування, догляд за посівами, збирання, післязбиральну доробку та власне реалізацію зерна сої. При цьому ми не враховували потребу певних економічних відрахувань в вигляді податків та витрат на орендну плату за землю, оскільки це питання лежало поза межами наших досліджень.

Контрольний варіант вирощування сорту Самородок за використання фонового живлення $N_{30}P_{60}K_{60}$ та відсутності інокуляції насіння та позакореневої обробки посівів був досить мало ефективним, адже ми отримали прибутку 26,5 тис. грн./га, а найменше прибутку в досліді (23,6 тис. грн./га) спостерігалось за вирощування сорту Рогізнянка, оскільки його урожайність була ще меншою.

За вирощування сортів сої тільки з застосуванням інокуляції насіння Ризоактивом найбільш прибутковими виявились Азимут та Аврора – 41,5 та 41,2 тис. грн./га, на цих же варіантах отримано й рівень рентабельності вирощування культури в 151,4 та 150,4 тис. грн./га.

Проте, кращим в плані економічної оцінки ефективності вирощування було поєднання інокуляції насіння з обробкою посівів Фульвогуміном, що сприяло отриманню кращих значень чистого прибутку в сортів сої: Тріада – 47,2 тис. грн./га, Азимут – 47,0 тис. грн./га та Аврора – 47,9 тис. грн./га. Також нами було виявлено, що ці ж сорти мали відповідно й кращі показники рівня рентабельності вирощування, а саме – 167,6, 166,8 та 170,1 % відповідно. Отже, вони більш раціонально використовують ресурси, адже ті ж самі Еврідіка та Аратта мали рентабельність на рівні 140,0 та 144,2 %, що майже на 20 % нижче кращих значень.

Отже питання визначення енергетичної ефективності вирощування сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листових підживлень заслуговує на особливу увагу з позицій всебічного аналізування технологій вирощування без врахування динаміки економічного оцінювання вартісного виразу продуктів (таблиця 6.3).

**Енергетична ефективність вирощування сої залежно від сорту,
інокуляції насіння та листкових підживлень**

Інокуляція	Сорт	Удобрення	Енергія накопичена біомасі, ГДж/га	КЕЕ
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	77,7	3,51
	Рогізнянка		73,4	3,30
	Тріада		78,0	3,49
	Орфей		80,9	3,66
	Еврідіка		81,2	3,65
	Аратта		80,4	3,60
	Азимут		86,3	3,90
	Аврора		87,4	3,93
Ризоактив	Самородок		87,8	3,93
	Рогізнянка		82,2	3,71
	Тріада		89,7	4,03
	Орфей		92,3	4,13
	Еврідіка		94,2	4,26
	Аратта		90,9	4,09
	Азимут		100,9	4,52
	Аврора		100,5	4,54
Без обробки насіння	Самородок	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогу мін	85,5	3,84
	Рогізнянка		82,2	3,68
	Тріада		85,0	3,84
	Орфей		89,8	4,04
	Еврідіка		89,3	4,00
	Аратта		89,2	4,03
	Азимут		96,6	4,35
	Аврора		97,9	4,38
Ризоактив	Самородок		95,7	4,32
	Рогізнянка		91,3	4,11
	Тріада		110,5	4,95
	Орфей		107,8	4,87
	Еврідіка		99,1	4,46
	Аратта		100,8	4,51
	Азимут		110,2	4,98
	Аврора		111,6	5,02

Для проведення розрахунків з енергетичного вирощування сортів сої ми користувались методичними рекомендаціями Медведовського О.К. та

Іваненко П.І. [153]. Передусім визначались витрати енергії на технологію вирощування сої на основі технологічних карт її вирощування в умовах південної частини Лісостепу західного. Тобто до уваги брались надходження енергії з насінням, препаратами для інокуляції насіння, витрати енергії на паливо для техніки, що проводить усі агротехнічні роботи та власне її енергетичні еквіваленти. Також вираховували еквіваленти електричної енергії, людської праці, витрати на добрива та їх застосування, хімічні засоби захисту що включали протруйники, фунгіциди, інсектициди та гербіциди в кількостях необхідних для ефективного забезпечення технології вирощування культури.

Що стосується енергії накопиченої в біомасі, то тут все значно простіше, оскільки енергетичний еквівалент зерна сої перемножували на її урожайність. При цьому, як бачимо, за вирощування сорту Рогізнянка було отримано найменше енергії з врожаєм – 73,4 ГДж/га, коли еталонний сорт Самородок забезпечував – 77,7 ГДж/га.

Кращі показники по накопиченню енергії з отриманим врожаєм ви мали за вирощування таких сортів як: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора при бактеризації їх насіння перед сівбою та подальших позакоренових обробок. В цьому випадку з вирощеним зерном отримано 110,5, 107,8, 110,2 та 111,6 ГДж/га енергії відповідно.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ), є по суті показником, що в певній мірі відповідає значенням рентабельності – як балансу між отриманою енергією та її витратами на вирощування продукції. Тому, такі сорти як: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора мали КЕЕ в 4,95, 4,87, 4,98 та кращий по досліді показник в 5,02 відповідно.

Отже, гарні значення економічних а енергетичних розрахунків сприяють тому, що відібрані кращі сорти та сформовані елементи технології їх вирощування слід перевірити в виробничих умовах в господарствах Хмельницької області, дані про які відображені в таблиці 6.4

Апробація досліджень за темою дисертації в 2023-2024 рр.

Місце проведення апробації	Площа, га	Сорт	Прибавка рентабельності вирощування, до класичної технології, %
Фермерське господарство «Борсуки-ДМ» Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Борсуки	20	Тріада	43
ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "ФОРТУНА СВ+" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Івашківці	42	Азимут	48
ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ЧЕРНИШОВА ІВАНА ГАВРИЛОВИЧА Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Антонівка	35	Аврора	44
ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "САД УКРАЇНИ" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, смт. Нова Ушиця	18	Аврора	50
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ХОРОСТ-ПЛЮС" Хмельницька обл., Ярмолинецький р-н, с. Кадіївка	24	Азимут	40
ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "КОП-АГРО І К" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Отроків	40	Тріада	60
ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ОКТАВІЯ" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Хребтіїв	30	Аврора	54

Для вирощування сої ми застосовувати однакову технологію вирощування культури, типову для південної частини Лісостепу західного, а рекомендованими елементами, що змінювались були адаптовані до умов регіону сорти та власне обробка їх інокулянтном насіння Ризоактив та листкове удобрення Фульвогуміном.

Інокуляцію Ризоактивом проводили в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендували у дистильованій воді (кількість води становила 1–1,5 % від маси насіння).

Фульвогумін вносили двічі позакоренево, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а друга обробка проводилась в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Як засвідчують дані виробничих випробувань в різних господарствах отримано економічний ефект від застосування досліджуваних сортів та препаратів, що в кінцевому підсумку відобразився на зміні рівня рентабельності, а саме зростання його на 40-60 % порівняно з класичною технологією вирощування.

Висновки за розділом 6:

Кращу вартість отриманої продукції забезпечувало комплексне застосування препарату для інокуляції насіння Ризоактив з подальшим листовим підживленням посівів Фульвогуміном, що сприяли отриманню в сорту Орфей – 73,6 тис. грн./га, в сорту Азимут – 75,2, Тріада – 75,4 та Аврора – 76,1 тис. грн./га, коли контроль забезпечував лише 53,0 тис. грн./га.

Поєднання агротехнічного заходу з бактеризації насіння та подальшого листового підживлення сприяло отриманню для сорту Орфей собівартості в 7,0 тис. грн./т, в сорту Азимут отримано 6,9, для сортів Тріада та Аврора – 6,8 та 6,8 тис. грн./га. При цьому ж собівартість контрольних варіантів дослідів становила не менше 9,1 тис. грн./т, тобто більш чим на 2 тис. грн./га.

Кращим в плані економічної оцінки ефективності вирощування було поєднання інокуляції насіння з обприскуванням посівів Фульвогуміном, що сприяло отриманню кращих значень чистого прибутку в сортів сої: Тріада – 47,2 тис. грн./га, Азимут – 47,0 тис. грн./га та Аврора – 47,9 тис. грн./га.

Також нами було виявлено що ці ж сорти мали відповідно й кращі показники рівня рентабельності вирощування, а саме – 167,6, 166,8 та 170,1 % відповідно.

Встановлено, що кращі показники по накопиченню енергії з отриманим врожаєм ви мали за вирощування таких сортів як: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора при бактеризації їх насіння перед сівбою та подальших листкових обробок. В цьому випадку з вирощеним зерном отримано 110,5, 107,8, 110,2 та 111,6 ГДж/га енергії відповідно. Ці ж сорти мали коефіцієнт енергетичної ефективності в 4,95, 4,87, 4,98 та кращий по досліді показник в 5,02 відповідно.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі висвітлено теоретичне обґрунтування та практичний опис питань росту та розвитку і формування продуктивності сортами сої під впливом інокуляції насіння за взаємодії з мінеральним удобренням та подальшого листкового підживлення в умовах Лісостепу західного України.

1. Встановлено, що найвища польова схожість насіння сої формується в сортів Рогізнянка та Азимут за проведення інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та листкового підживлення посівів Фульвогуміном і становить відповідно 89,3 та 89,4 %. Тоді як кращі умови для росту, розвитку та збереження максимальної кількості рослин на одиниці площі впродовж вегетаційного періоду складають за інокуляції насіння біопрепаратами та двох листкових підживлень посівів Фульвогуміном. При цьому виділилися сорти сої Азимут та Рогізнянка, що сформували густоту стояння рослин на період збирання 592,6 та 590,2 тис. шт. /га з рівнем виживання відповідно 94,7 та 94,4 %.

2. Визначено, що посіви на яких проводили листкове підживлення Фульвогуміном формували 4,39 т/га сухої речовини, що на 0,45 т/га більше чим на контролі без позакореневого добрива. Бактеризація насіння ще більш сприяла підвищенню накопичення сухої речовини і в варіантах де проводили інокуляцію Ризоактивом отримано 4,45 т/га, що на 0,58 т/га вище контролю без застосування. А кращий рівень накопичення сухої речовини на час збирання сої отримано за інокуляції насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 та листкового підживлення Фульвогуміном на посівах сортів сої Тріада (5,03 т/га), Азимут (5,01 т/га) та Аврора (5,08 т/га).

3. Встановлено, що в фазу побуріння бобів, листкове підживлення добривом Фульвогумін аналогічно фазі цвітіння та утворення бобів зберегло ефект своєї дії і в цю фазу, оскільки площа листя порівняно з варіантами

фонового живлення була на 2,49 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ більшою. Також інокуляція насіння біопрепаратом на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 показала, що порівняно до не інокульованих варіантів різниця приросту становила 2,92 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. Також нами була виявлена ефективність впливу бактеризації насіння та листового підживлення посівів на її показники. При комплексі ж впливу факторів площа листя понад 42 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ була отримана в сортів сої Самородок, Тріада та Азимут, при цьому ж кращі показники в досліді мали сорти Рогізнянка – 44,0 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ та Аврора – 45,2 тис. $\text{м}^2/\text{га}$.

4. Досліджено, що агрозаходи з бактеризації насіння та позакореневої обробки посівів гуматами були ефективні по впливу на зміну фотосинтетичного потенціалу сої. Так, в фазу утворення бобів, за контрольного варіанту удобрення отримано ФП 1,11 млн. $\text{м}^2/\text{га}$, коли листове підживлення рослин Фульвогуміном забезпечило фотосинтетичний потенціал в 1,20 млн. $\text{м}^2/\text{га}$. Варіанти дослід в яких вирощувались рослини сої без бактеризації насіння мали в середньому фотосинтетичний потенціал в 1,10 млн. $\text{м}^2/\text{га}$, коли ж застосування для обробки біопрепарату на основі *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 виявилось ефективнішим і отримано ФП сої в 1,22 млн. $\text{м}^2/\text{га}$.

5. Визначено, що в другій половині вегетації, чиста продуктивність фотосинтезу теж залежала від впливу факторів дослід, проте, їх роль досить зменшилась, порівняно з попереднім періодом. Так, за позакореневого удобрення різниця в ЧПФ з не удобреними варіантами дослід була 0,05 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу, коли інокуляція сприяла зростанню ознаки на 0,08 $\text{г}/\text{м}^2$ за добу. Що, є досить незначними відмінностями в накопиченні сухої речовини з огляду на достатньо високу площу листової поверхні.

6. Встановлено, що застосування бактеризації на основі штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 сприяло зростанню кількості бульбочок на 8,35 шт./рослину. При застосуванні інокуляції насіння Ризоактивом та позакореневого удобрення Фульвогуміном були кращі умови

формування маси бульбочок в сортів Азимут – 1,30, Орфей – 1,31 та Рогізнянка – 1,32 г/рослину. Отже, поліпшення фізіологічного стану рослин завдяки позакореновому підживленню їх Фульвогуміном сприяло загалом підвищенню маси бульбочок на 0,20 г/рослину, проте більш дієвою була бактеризація штамами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003, адже завдяки витісненню аборигенних штамів мікроорганізмів отримано прибавку маси бульбочок в 0,36 г/рослину.

7. Досліджено, що листкове підживлення та бактеризація насіння сприяли кращій озерненості сої а не формуванню більшої кількості бобів. На контролі фонового удобрення кількість насінин становила 39,3 шт./рослину, аналогічно ж варіант де проводили додаткові листкові підживлення мав на 5,0 шт./рослину більше насінин. Використання штамів *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 для бактеризації насіння також сприяло поліпшенню досліджуваної ознаки. При цьому, контрольні варіанти мали в середньому бобів в 37,9 шт./рослину, коли ж прибавка від бактеризації становила 7,86 шт./рослину. Як наслідок – краща кількість насінин на рослині була за поєднання бактеризації та внесення Фульвогуміну в сорту Орфей – 62,57 шт./рослину.

8. Виявлено, що на фоні основного удобрення в $N_{30}P_{60}K_{60}$ листкове удобрення Фульвогуміном в поєднанні з передпосівною бактеризацією сої позначилось на формуванні гарного рівня продуктивності культури. Без виключення усі сорти сої підвищували рівень урожайності на цих варіантах, тобто ми спостерігали загальне стимулювання рослин в плані прояву реакції за зміною рівня урожайності. Проте, висока урожайність була в сортів Еввідіка – 3,70 т/га, Аратта – 3,76 т/га, Орфей – 4,02 т/га, а кращі за роки досліджень показники урожайності ми визначили в таких сортів сої як: Азимут – 4,11 т/га, Тріада – 4,12 т/га та Аврора – 4,16 т/га.

9. Встановлено, що саме бактеризація насіння Ризоактивом та подальше підживлення посівів за допомогою застосування Фульвогуміну позитивно вплинуло на зростання вмісту білку в зерні усіх досліджуваних

сортів без виключення. При цьому, кращий вміст його спостерігався на посівах сорту Еврідіка – 44,5 %, а понад 43 % білку було в зерні сої Самородок, Рогізнянка, Орфей. А кращими за комплексного застосування бактеризації та листового підживлення виявились сорти: Тріада, Орфей, Азимут та Аврора, які мали показник на рівні 1,17, 1,72, 1,70 та 1,77 т/га.

10. Визначено, що за впливом факторів досліду на олійність насіння сої більший ефект чинило листове підживлення, яке сприяло отриманню прибавки в 0,58 % до вмісту, коли інокуляція насіння препаратом, що містить штами *Bradyrhizobium japonicum* еко/001, еко/002 та еко/003 дозволила отримати прибавку в 0,36 %. А тому ці фактори досліду в комплексній своїй дії на рослини позначились на формуванні кращого вмісті олії по досліду, який зафіксовано в сорту Орфей – 23,2 %. І саме комплекс поєднання факторів досліду забезпечив кращий збір олії з насінням сорту Орфей – 0,93 т/га, а також Тріада, Азимут та Аврора – по 0,92 т/га.

11. Кращу вартість отриманої продукції забезпечувало комплексне застосування препарату для інокуляції насіння Ризоактив з подальшим листовим підживленням посівів Фульвогуміном, що сприяли отриманню в сорту Орфей – 73,6 тис. грн./га, в сорту Азимут – 75,2, Тріада – 75,4 та Аврора – 76,1 тис. грн./га, коли контроль забезпечував лише 53,0 тис. грн./га. За таких умов отримано кращий чистий прибуток в сортів сої: Тріада – 47,2 тис. грн./га, Азимут – 47,0 тис. грн./га та Аврора – 47,9 тис. грн./га. Також нами було виявлено що ці ж сорти мали відповідно й кращі показники рівня рентабельності вирощування, а саме – 167,6, 166,8 та 170,1 % відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання стабільного та гарантованого врожаю ранньостиглих та середньостиглих сортів сої на рівні 4,11-4,16 т/га в умовах Лісостепу західного рекомендуємо:

Проводити інокуляцію насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння).

Застосувати листкове підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Вирощувати: середньостиглий сорт Аврора, або ранньостиглі сорти Азимут та Тріада.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ball R. A., Purcell L. C., Vories E. D. Optimizing Soybean Plant Population for a Short-Season Production System in the Southern USA. *Crop Sci.* 2000. Vol. 40. is. 3. P. 757–764. DOI : <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.403757x>.
2. Barker D. W., Sawyer J. E. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agronomy journal*. 2005. Vol. 97, is. 2. P. 615–619.
3. Zabarna T.A. The formation of soybean phytocenosis and seeds quality depending on the intensification factors. *Agriculture and forestry*. 2020. Issue 4 (19). P. 98–109. doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-9.
4. The effects of nitrogen starter fertilizer and plant density on yield, yield components and oil and protein content of soybean / Boroomandan P. et al. *Pak J Biol Sci*. 2009. № 12 (4). P. 378–382.
5. Soybean Seed Yield Response to Plant Density by Yield Environment in North America / Carciochi W. D. et al. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111 (4). DOI : 10.2134/agronj2018.10.0635.
6. Chen G., Wiatrak P. Soybean development and yield are influenced by planting date and environmental conditions in the southeastern coastal plain, United States. *Agronomy Journal*. 2010. Vol. 102. P. 1731–1737.
7. Ciampitti I., Salvagiotti F. New insights into soybean biological nitrogen fixation. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110. P. 1185–1196.
8. Optimum soybean seedin rates by yield environment in southern Brazil / Corassa G. M. et al. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110. P. 2430–2438. DOI : 10.2134/agronj2018.04.0239.
9. Cox W. J., Cherney J. H., Shields E. Soybeans compensate at low seeding rates but not at high thinning rates. *Agronomy Journal*. 2010. Vol. 102 (4). P. 1238–1243. DOI :10.2134/agronj2010.0047.

10. Dong S., Gong Z., Zu W. Effects of nitrogen nutrition levels on N-accumulation and yields of soybean. *Plant Nutr Fert Sci*. 2010. № 16 (1). P. 65–70.
11. Egli D. B. Cultivar maturity and responses of soybean to shade stress during seed filling. *Fild Crops Research*. 1997. Vol. 52. P. 1–8.
12. Soybean (*Glycine max* L. Merr.) seedlings response to shading: leaf structure, photosynthesis and proteomic analysis / Fan Y. et al. *BMC Plant Biology*. 2019. URL : <https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-019-1633-1>.
13. Soybean yield response to reproductive stage soil-applied nitrogen and foliar-applied boron / Freeborn J. R et al. *Agronomy Journal*. 2001. Vol. 93. P. 1200–1209.
14. Gai Z., Zhang J., Li C. Effects of starter nitrogen fertilizer on soybean root activity, leaf photosynthesis and grain yield. *Plos one*. 2017. № 7. URL : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0174841>.
15. Effects of N management on growth, N₂ fixation and yield of soybean / Gan Y. et al. *Nutr. Cycl. Agroecosyst*. 2002. Vol. 62. P. 163.
16. Han S., Wagner D. Role of chromatin in water stress responses in plant. *J. Exp. Botany*. 2014. Vol 65 (10). P. 2785-2799.
17. Haq M., Mallarino A. Response of soybean grain oil and protein concentrations to foliar and soil fertilization. *Agronomy journal*. 2005. Vol. 97, № 3. P. 910-918.
18. Hompson J. A., Nelson R. L., Schweitzer L. E. Relationships among specific leaf weight, photosynthetic rate, and seed yield in soybean. *Crop Sci*. 1995. Vol. 35 (6). P. 1575-1581.
19. Hunt S., Layzell D. Gas exchange of legume nodules and the regulation of nitrogenase activity. *Plant Phisiol*. 1993. Vol. 44. P. 483–511.

20. Jeffrey A, Thompson L. E, Randall L. N. Association of specific leaf weight, an estimate of chlorophyll, and chlorophyll concentration with apparent photosynthesis in soybean. *Photosynthesis Res.* 1996. Vol. 49 (49). P. 1–10.
21. Liu L., Sun C., Zu W. Effects of nitrogen on nodule-forming and nitrogen concentration in soybean leaves. *Northeast Agric Univ.* 2005. Vol. 36 (2). P. 133–137.
22. Effect of plant density on growth and yield of new soybean genotypes grown under early planting condition in southwestern Japan / Matsuo N. et al. *Plant Prod. Sci.* 2018. № 21 (1). P. 16–25. DOI : 10.1080/1343943X.2018.1432981.
23. General guide for crop nutrient and limestone recommendations in Iowa / Sawyer J. E. et al.; Iowa State Univ. Ext., Publ. Pm-1688 (rev.). Ames. 2002.
24. Scheer H. Chlorophylls and carotenoids. *Encyclopedia of Biological Chemistry.* 2004. Vol 27. P. 430–437.
25. Schmitt M. A. In-season fertilizer nitrogen applications for soybean in Minnesota. *Agronomy journal.* 2001. Vol. 93. P. 983–988.
26. Shen X., Jiang C., Zhang J. Correlation between spectrum reflectance and chlorophyll content of soybean leaves under different nitrogen level. *Soybean Sci.* 2012. Vol. 31 (1). P. 73–80.
27. Sun G. H., Liu X. L., Dong L. J. A study on relationship between leaf area index and yield in soybean. *Liaoning Agric Sci.* 2003. № 4. P. 13–14.
28. Assessment of Nitrogen Uptake and Biological Nitrogen Fixation Responses of Soybean to Nitrogen Fertilizer with SPACSYS / Wu L. et al. *Sustainability.* 2020. Vol. 12 (15). P. 5921.
29. Zhang H. S., Cheng Y. X., Wang D. Q. Correlation analysis of chlorophyll content and yield at pod period of soybean. *Soybean Sci.* 2001. Vol. 20 (4). P. 275–279.
30. Photosynthetic performance of soybean plants to water deficit under high and low light intensity / Zhang J. et al. *South African Journal of Botany journal.* 2016. Vol. 105. P. 279–287.

31. Агробіологічні особливості вирощування сої в Україні / Адамень Ф. Ф. і др. Київ : Аграрна наука, 2006. 456 с.
32. Адамень Ф. Ф., Турін Є. М. Взаємодія сортів сої зі штамми бульбочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2005. № 23-24. С. 103–106.
33. Андрієць Д. В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Київ, 2013. 23 с
34. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ : Урожай, 1993. 429 с.
35. Бабич А. О., Ткачук В. М., Новохацький М. Л. Формування фотосинтетичного потенціалу та динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої залежно від сорту, попередника та норми висіву насіння. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2003. Вип. 3 (23), т. 1. С. 194–200.
36. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
37. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 12–26.
38. Бабич А. О., Бахмат М. І., Бахмат О. М. Соя : агроекологічні основи вирощування, переробки і використання. Кам'янець-Подільський : Медобори-2006, 2013. 268 с.
39. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, її економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2006. Вип. 56. С. 22–29.

40. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2004. № 53. С. 83–88.
41. Мінливість показників якості насіння сортів сої в умовах правобережного Лісостепу / Бабич А. О. та ін. *Селекція і насінництво* : міжвід. тематич. наук. зб. Харків : Магда LTD, 2008. Вип. 96. С. 347–352.
42. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / Бабич А. О. та ін. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 38–40.
43. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України / Бабич А. О. та ін. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 113–121.
44. Вплив способу передпосівної обробки насіння на урожайність сортів сої різних груп стиглості / Бабич А. О. та ін. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 68. С. 48–52.
45. Бабич А. О., Кулик М. Ф., Макаренко П. С. Методика проведення досліджень у кормовиробництві та годівлі тварин / за ред. А. О. Бабича. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с.
46. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Взаємозв'язок елементів структури продуктивності сої залежно від попередника, сорту та норми висіву насіння. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2002. Вип. 48. С. 112–115.
47. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листового індексу посівів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Миколаїв, 2001. Вип. 12. С. 179–184.
48. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Особливості проведення досліджень при вивченні конкурентних взаємовідносин в агробіоценозах сої. *Корми і*

- кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 1995. Вип. 40. С. 35–41.
49. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Фотосинтетична продуктивність посівів та врожайність зерна сої залежно від способів сівби і густоти рослин. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 1991. Вип. 31. С. 7–9.
 50. Бабич А. О., Сереветник О. В., Лохова В. І. Підвищення продуктивності сої при застосуванні позакоренових підживлень в умовах правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2012. Вип. 15. С. 63–68.
 51. Бабич А. Сорти сої і перспективи виробництва її в Україні. *Пропозиція*. 2007. № 4. С. 46–49.
 52. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–54.
 53. Бабич А. О., Бабич А. А. Селекція і зональне розміщення сої в Україні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення*. 2010. Вип. 15 (55). С. 25–32.
 54. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
 55. Баранов А. І., Ступіцька О. С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2014. Вип. 7. С. 118–121.
 56. Бахмат М. І., Бахмат О. М., Трач І. В. Сортова продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 146–150.
 57. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.

58. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю. Кам'янець-Подільський : ПП Мошак М. І., 2009. 208 с.
59. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2010. № 7. С. 27–30.
60. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.
61. Поповнення ринку сортів сої: соя культурна / Безручко О. та ін. *Пропозиція*. 2008. № 9. С. 68–72.
62. Бикін А. В., Генгало Н. О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому малогумусному. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2011. № 162. С. 137–144.
63. Білявська Л. Г. Сучасні напрями та завдання в селекції сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2009. № 2. С. 38–40.
64. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість тривалості вегетаційного періоду у колекційних зразків сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2018. № 2. С. 85–92.
65. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість тривалості вегетаційного періоду у колекційних зразків сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2018. № 2. С. 85–92.
66. Білявський Ю. В. Вплив еколого-економічних чинників на динаміку виробництва насіння сої в умовах зміни клімату. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 21–26.
67. Біологічний азот : монографія / за ред. В. П. Патики. Київ : Світ, 2003. 424 с.

68. Браценюк В. Ю. Вплив способів сівби на формування асиміляційної поверхні сортів сої різних груп стиглості в умовах західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. Вип. 90, ч. 1. С. 240–246.
69. Булавенко Л. В., Бега З. Т., Курдиш И. К. Мобилизация фосфора некоторыми микроорганизмами из труднорастворимых неорганогосфатов. *Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології*. Чернігів, 2000. № 6. С. 55–56.
70. Василенко М. Г., Душко П. М. Окупність виробничих витрат у технології вирощування сої за різних систем удобрення. *Збалансоване природокористування* : наук.-практ. журн. Київ, 2017. № 1. С. 49–53.
71. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від елементів технології вирощування. *Інновації в освіті, науці та виробництві* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. Київ, 2020. С. 55–57.
72. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Plant and soil science*. Київ, 2020. Vol. 11, № 1. С. 13–22.
73. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Особливості вегетації сої під впливом технологічних заходів вирощування. *Рослинництво XXI століття: виклики та інновації* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Київ, 25-26 вер. 2019 р.). Київ, 2019. С. 99–101.
74. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від елементів технології вирощування. *Інновації в освіті, науці та виробництві* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф., (м. Київ, 24-25 лист. 2020 р.). Київ, 2020. С. 55–57.
75. Вожегова Р. А. Селекційно-технологічні аспекти вирощування сої в умовах зрошення півдня України. *2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : матеріали

- міжнар. наук. конф., (м. Вінниця, 11-12 серп. 2016 р.). Вінниця : Діло, 2016. С. 16–17.
76. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і урожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення / Вожегова Р. А. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 20, вип. 4. С. 62–68. DOI : <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004>.
 77. Волинець І. Г. Формування симбіотичного апарату та продуктивності сої за різних умов живлення і зволоження ґрунту. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. Умань, 2005. Вип. 59. С. 46–54.
 78. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. Київ : Аграрна наука, 2007. 144 с.
 79. Волкогон В. В., Комок М. С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН*. Дніпропетровськ, 2010. № 39. С. 89–93.
 80. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Формування продуктивності сої залежно від сорту, мінерального живлення та обробки насіння біопрепаратами на півдні України. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2013. Вип. 6. С. 70–73.
 81. Глупак З. І. Оптимізація густоти стояння рослин сої залежно від групи стиглості сорту для умов північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 22-25.
 82. Глупак З. І. Урожайність і якість сої сортів ранньостиглої групи в умовах північно-східної частини лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2013. Вип. 11 (26). С. 100–103. (Серія : «Агрономія і біологія»).
 83. Глушак А. Г., Зеленський В. А. Вплив окремих елементів технології вирощування на урожайність різних сортів сої. *Аграрна наука – селу : міжвід. наук. зб. / під ред. О. В. Гончарука ; ПДАТА*. Чернівці :

- Буковина, 1997. Вип. 3, т. 1 : Селекція і насінництво. Рослиництво і кормовиробництво. Землеробство. С. 66-69.
84. Глянько А. К., Митанова Н. Б. Физиологические механизмы отрицательного влияния высоких доз минерального азота на бобово-ризобиальный симбиоз. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Харків, 2008. Вип. 2 (14). С. 26–41. (Серія : «Біологія»).
 85. Головатюк Є., Ситар О., Таран Н. Вплив різних доз азотних добрив на вміст фотосинтетичних пігментів та сульфоліпиду у листках сої. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка*. Київ, 2007. № 12. С. 34–36.
 86. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення / Головащук Є. О. та ін. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2008. № 1. С. 17–19.
 87. Урожайність і якість насіння сої за різного удобрення на чорноземі опідзоленому / Господаренко Г. М. та ін. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2019. Вип. 97, ч. 1. С. 136–144.
 88. Григоренко С. В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача. *Plant varieties studying and protection*. Київ, 2019. Т. 15, № 2. С. 143-154.
 89. Григорчук Н. Ф., Якубенко О. В. Створення сортів сої скоростиглого типу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2013. № 19. С. 43–48.
 90. Legume technology : Soya. URL: <https://legumetechnology.co.uk/crop-type/soya/> (дата звернення: 29.11.2023).
 91. Дерев'янський В. П. Продуктивність сої залежно від застосування мікробних препаратів та гербіцидів. *Карантин і захист рослин*. Київ, 2012. № 4. С. 16–18.
 92. Дзюбайло А. Г., Мигаль І. Б. Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокулювання. *Корми і*

- кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 129-132.
93. Дідора В. Г., Баранов А. І. Щільність стеблостою ранньостиглих сортів сої в Поліссі України. *Наукові читання – 2013* : наук.-теорет. зб. Житомирського національного агроекологічного університету. Житомир, 2013. Т. 1. С. 267–270.
 94. Jarecki W. Soybean response to seed inoculation or coating with *Bradyrhizobium japonicum* and foliar fertilization with molybdenum. *Plants*. 2023. Vol. 12 (13), 2431. doi: 10.3390/plants12132431.
 95. Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Саврасих Л. Д. Технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах українського Полісся. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2017. № 1 (58), т. 1. С. 57–63.
 96. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Баранов А. І. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2013. № 1 (1). С. 80–83.
 97. Дробітько А. В., Дробітько О. М., Данілов І. В. Вплив інокулянтів Intex і Оптімайз на врожайність та якість сортів сої в умовах північного Степу. *Наукові праці / Чорноморський держ. ун-ту ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»*. Миколаїв, 2015. № 244, т. 256. С. 42–45. (Серія : Екологія).
 98. Дробітько О. М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2007. Вип. 2. С. 240–245.
 99. Забарна Т. А. Динаміка густоти стояння та виживаність сої, залежно від позакореневих підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво* : зб. наук. пр. / ВНАУ. Вінниця, 2019. № 14. С. 88–95.

100. Заболотний Г. М., Циганська О. І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво* : міжвід. темат. наук. зб. Львів, Оброшино, 2015. № 58 (2). С. 56–62.
101. 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*. Біла Церква, 2015. № 2. С. 130–133.
102. Заболотний Г., Мазур В., Циганська О. Вплив фону живлення та мікроелементів на динаміку висоти рослин сої. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Львів, 2013. Вип. 17 (1). С. 174–178.
103. Задубинна Є. В. Вплив способів обробітку органогенних ґрунтів та добрив на хімічний склад зерна сої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ, 2010. Вип. 4. С. 34–39.
104. Зернобобові та бобові кормові культури в контексті відновлення агроценозів / А. О. Бабич та ін. Київ : ФОП Конюшенко І. П., 2013. Т. 2. С. 177–185.
105. Золотар Ю. В. Біологізація технологій вирощування сої. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ, 2002. Вип. 2. С. 60–63.
106. Іванюк С. В. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 21. С. 50–55.
107. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 34–40.
108. Іванюк С. В., Вільгота М. В., Жаркова О. Ю. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу України.

Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 21–28.

109. Іванюк С. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 67–71.
110. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 34–40.
111. Іванюк С. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 67–71.
112. Іутинська Г. О. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агроєкосистем. *Сільськогосподарська мікробіологія*: міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2006. № 3. С. 7-18.
113. Казанок О. О., Сухотін А. С. Економічна та біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сортів сої вітчизняної селекції залежно від досліджуваних факторів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. № 82. С. 42–47.
114. Ефективність застосування біогенних металів та біоактивних препаратів при вирощуванні сої / Каленська С. М. та ін. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2011. № 5 (27). С. 1–11.
115. Фотосинтетична діяльність посівів сої на чорноземах типових / Каленська С. М. та ін. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2011. Вип. 162, ч. 1. С. 82–89.

116. Посівні якості насіння зернобобових культур за впливу наночасток металів, мікродобрив та імуномодуляторів / Каленська С. М. та ін. *Зрошуване землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. Херсон, 2018. Вип. 70. С. 17–20.
117. Камінський В. Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 6. С. 20–25.
118. Камінський В. Ф. Вплив інокулювання насіння на продуктивність сої у Північному Лісостепу України. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2006. № 4. С. 84–92.
119. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у північному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 9. С. 36–42.
120. Камінський В. Ф., Вишнівський П. С. Вплив факторів інтенсифікації на ріст, розвиток та продуктивність сої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ, 2009. Вип. 2. С. 51–55.
121. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Гресь С. А. Значення погоднокліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2004. № 53. С. 38–48.
122. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Дворецька С. П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. *Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. Київ, 2004. Вип. 2. С. 45–48.
123. Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Єфіменко Г. М. Формування продуктивності гороху за різних технологій вирощування. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ, 2004. Вип. 1. С. 66–69.
124. Камінський В. Ф., Заболотний Г. М., Баб'як В. М. Продуктивність сортів сої залежно від рівня удобрення, способів сівби та норм висіву.

Збірник наукових праць Інституту Землеробства НААН. Київ, 1998. Вип. 2. С. 91–93.

125. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2010. № 67. С. 45–50.
126. Камінський В. Ф., Пиндус В. В. Ефективність бактеризації насіння у технології вирощування сої за органічної системи землеробства. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2013. Вип. 77. С. 153–158.
127. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / Кириченко В. В. та ін. Харків : Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2016. 400 с.
128. Симбіотичні властивості *Bradyrhizobium japonicum* 634 б за дії фіторегулятора Reglalg / Кириченко О. В. та ін. *Мікробіологічний журнал*. Київ, 2008. Т. 70, № 1. С. 17–24.
129. Кобак С. Я. Якісна інокуляція – перший крок до високого врожаю. *Агрономія сьогодні*. 2016. № 1-2. С. 53-55.
130. Кобак С. Я., Серветник О. В., Чорна В. М. Обов'язковий елемент технології вирощування сої – бактеризація. *Агробізнес сьогодні*. 2017. № 4. С. 62–65.
131. Кобак С. Я., Шкатула Ю. М. Вплив мікробних препаратів на урожайність насіння сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Львів, 2012. № 16. С. 581–585. (Серія : «Агрономія»).
132. Кобак С., Колісник С., Чорна В. Соя: норма висіву, густина рослин і ширина міжрядь. *Агробізнес сьогодні*. 2020. URL : <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriiad.html>.
133. Кобизєва Л. Н., Тимчук С. М., Тимчук Н. Ф. Вміст білка та олії в насінні сортів сої різного еколого-географічного походження. *Селекція і*

- насінництво* : міжвід. тематич. наук. зб. Харків : Магда LTD, 2005. Вип. 90. С. 229–238.
134. Ефективність спільної інокуляції сої *Bradyrhizobium japonicum* шт. 2490 *Enterobacter aerogenes* шт. 30Ф / Ковалевська Т. М. та ін. *Вісник Одеського національного університету*. Одеса, 2001. Т. 6, № 4. С. 149–152.
 135. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Фабіянський Д. О. Особливості формування фотосинтетичної та насіннєвої продуктивності ранньостиглих сортів сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2009. № 64. С. 55–61.
 136. Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В. Вплив прийомів сортової технології на формування симбіотичної та насіннєвої продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 134–145.
 137. Колісник С. І., Кобак С. Я., Шкатула Ю. М. Ефективність бактеріальних добрив у агроценозах сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2012. № 1 (57). С. 30–34.
 138. Коханюк Н. В., Темченко І. В., Штуць Т. М. Різноманіття колекційного матеріалу сої за тривалістю вегетаційного періоду. *Корми і кормовий білок* : матеріали XI Міжнар. наук. конф., (28 жовт. 2019 р.) / Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН. Вінниця, 2019. С. 8–9.
 139. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов : монография / Коць С. Я. и др. Киев : Наукова думка, 2007. 316 с.
 140. Коць С. Я., Патика В. П. Біологічна фіксація азоту та її значення в азотному живленні рослин. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. У 2 т. / за ред. В. В. Моргуна. Київ : Логос, 2009. Т. 1. С. 344–386.

141. Кошевський І. І., Житкевич Н. В., Митько В. С. Епіфітна мікрофлора сої в умовах Лісостепу України. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Ужгород, 2001. № 9. С. 114–115.
142. Крутило Д. В. Бульбочкові бактерії – гетеротрофний та симбіотрофний способи життя. *Сільськогосподарська мікробіологія* : міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2008. Вип. 7. С. 147–161.
143. Симбіоз штамів *Bradyrhizobium japonicum* із соєю за різних ґрунтово-кліматичних умов / Крутило Д. В. та ін. *Агроекологічний журнал*. Мелітополь, 2008. № 3. С. 70-74.
144. Кудлай І. М., Осипчук А. М., Осипчук О. С. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. Біла Церква, 2013. № 11 (104). С. 97–100.
145. Кулібаба М. Ю. Ріст і розвиток сої залежно від строків сівби та мікробіопрепарату. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2015. № 1-2. С. 155-159.
146. Прояв і мінливість ознак «висота рослин» і «висота кріплення нижнього бобу» у сортів та гібридів сої різних груп стиглості при зрошенні / Лавриненко Ю. О. та ін. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2013. № 83. С. 67–74.
147. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерновиробництво. Львів : Українські технології, 2008. 623 с.
148. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах західного Лісостепу / Лихочвор В. В. та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво* : міжвід. темат. наук. зб. Львів, Оброшино, 2016. Вип. 60. С. 88–96.
149. Лихочвор В., Панасюк Р. Соя виходить за межі Соевого поясу. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 58-60.
150. Лотиш І. І. Формування площі листкової поверхні посівів сої залежно від сорту, способу сівби та норми висіву в умовах недостатнього

зволоження Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2017. № 1-2. С. 167–171.

151. Вплив азотних добрив на урожайність та якість насіння сої / Ляшенко В. В. та ін. *Вісник Полтавської державної академії*. Полтава, 2019. № 4. С. 58–65.
152. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. *Агроном*. 2013. № 1. С. 152–153.
153. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1991. 206 с.
154. Мельник А. В., Романько Ю. О. Вплив комплексного застосування азотних добрив та бактеріальних препаратів на врожайність сої в умовах лівобережного лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2015. Вип. 9 (30). С. 170–172.
155. Мельник А. В., Романько Ю. О. Урожайність насіння сої залежно від технології вирощування в умовах лівобережного лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. Вип. 2 (31). С. 131–135.
156. Мельник А., Вовк В. Продуктивність різних сортів сої в умовах Прикарпаття. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 58–60.
157. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / ред. В. В. Волкодав ; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. Вип. 1 : Загальна частина. 100 с.
158. Мигаль І. Б. Формування продуктивності сої залежно від біологічних особливостей сорту, норм висіву насіння та рівня мінерального живлення в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09 – рослинництво. Вінниця, 2011. 20 с.

159. Михайлов В. Г., Шербина О. З., Романюк Л. С. Реакція сортів сої і селекційних номерів сої на зміну умов вирощування. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2001. Вип. 47. С. 27–29.
160. Міленко О. Г. Зміна тривалості періоду вегетації та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2015. № 1-2. С. 165–171.
161. Міленко О. Г. Оптимізація норми висіву насіння сої залежно від групи стиглості сорту для умов центрального Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2016. № 4 (61). С. 1–8. DOI : 10.31548/dopovidi2016.04.009.
162. Міленко О. Г., Соломон Ю. В., Вегеренко В. С. Вплив агротехнічних факторів на урожайність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2022. № 2. С. 119–126. DOI : <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.14>.
163. Міхеєва О. О. Тривалість періоду вегетації сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Харків, 2018. Вип. 2. С. 171–182.
164. Міхеєва О. О., Рожков А. О., Міхеєв В. Г. Вживаність рослин сої залежно від комплексного впливу способу сівби та норми висіву насіння в східному Лісостепу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 28. С. 130–139. DOI : <http://dx.doi.org/10.36710/IOC-2019-28-13>.
165. Міхеєва О. О. Тривалість періоду вегетації сої залежно від норм висіву і способів сівби. *Вісник ХНАУ*. Харків, 2018. Вип. 2. С. 171–182. (Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання).
166. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І. Формування врожаю сої залежно від технологічних елементів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського*

національного агроекологічного університету. Житомир, 2015.
№ 2 (50), т. 1. С. 279–285.

167. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І. Формування врожайності насіння сортами сої з різним вегетаційним періодом в умовах Лісостепу західного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2020. Вип. 89. С. 46–56. DOI :10.31073/kormovyrobnytstvo202089-04.
168. Москалець В. В. Ефективність мікробіологічних препаратів на вирощуванні сої. *Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні*, (м. Дніпропетровськ, 5-6 берез. 2002 р.). Дніпропетровськ, 2002. С. 83–84.
169. Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. Київ, 2014. Вип. 1-2. С. 74-77.
170. Нагорний В. І. Урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від доз азотних добрив в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2010. Вип. 4 (19). С. 115-120.
171. Надкернична О. В., Ковалевська Т. М., Козар С. Ф. Особливості впливу деяких азотфіксуючих бактерій на розвиток рослин сої. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2001. Вип. 27. С. 112–114.
172. Назарчук А. А. Фотосинтетичний потенціал сої залежно від інокуляції насіння, фону живлення та сорту в умовах степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2015. Вип. 1. С. 144–151.
173. Нестерчук Н. Н., Ремесло О. В. Випробування сортів сої. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф., 3 серп. 2000 р. Вінниця, 2000. С. 45–48.
174. Новохацький М. Л. Оптимізація умов фотосинтезу агроценозів сої та використання рослинами його продуктів. *Техніко-технологічні аспекти*

розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. пр. / УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2017. Вип. 21. С. 258–267.

175. Новохацький М. Цінна культура. *Агробізнес сьогодні*. 2009. № 19-20. С. 20–21.
176. Огурцов Є. М. Соя у Східному Лісостепу України. Харків : ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2008. 270 с.
177. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія / Огурцов Є. М. та ін. ; за ред. М. А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.
178. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2012. № 11. С. 68–69.
179. Біологічний азот у системі землеробства / Пати́ка В. П. та ін. *Землеробство*. Київ, 2015. Вип. 2. С. 12–20.
180. Пати́ка В. П., Крутило Д. В., Ковалевська Т. М. Вплив аборигенних популяцій бульбочкових бактерій сої на симбіотичну активність інтродукованого штаму *Bradyrhizobium japonicum*. *Мікробіологічний журнал*. Київ, 2004. № 3. С. 14–21.
181. Петриченко В. Ф. Агробіологічне обґрунтування і розробка технологічних прийомів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Київ, 1995. 36 с.
182. Петриченко В. Ф. Агроекологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2002. Вип. 11. С. 3–7.
183. Петриченко В. Ф. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу Західному. *Посібник українського хлібороба* : наук.-практ. зб. Вінниця, 2013. Т. 2. С. 177–185.

184. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 3-10.
185. Петриченко В. Ф. Особливості технології вирощування сої на зерно в умовах центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ, 1992. Вип 33. С. 13–15.
186. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої / Петриченко В. Ф. та ін. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 2. С. 19–23.
187. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / Петриченко В. Ф. та ін. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2003. № 10. С. 15–19.
188. Петриченко В. Ф., Гресь С. А. Обґрунтування впливу гідротермічних ресурсів на потенціал продуктивності сортів сої в Лісостепу України. *Проблеми агропромислового виробництва* : міжвід. наук. зб. Чернівці : Прут, 1994. С. 198–202.
189. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ, 2000. Вип. 3-4. С. 19–24.
190. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Темрієнко О. О. Особливості симбіотрофного живлення та формування урожайності сортів сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2018. Вип. 86. С. 77–86.
191. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН / Петриченко В. Ф. та ін. *Мікробіологічний журнал*. Київ, 2018. Т. 80, № 5. С. 63–75.

192. Петриченко В. Ф., Колісник С. І. Рекомендації по вивченню і впровадженню сучасних технологій вирощування сої на насіння. Вінниця : ВДСГІ, 1999. С. 11.
193. Петриченко В. Ф., Коць С. Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник НАН України*. Київ, 2014. № 3. С. 57–66.
194. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
195. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні / Петриченко В. Ф. та ін. *Web of Scholar*. Warsaw, 2018. № 6 (24). С. 22–29.
196. Петриченко В. Ф., Панасюк О. Я. Соя в короткоротаційних сівозмінах. *Пропозиція*. 2000. № 5. С. 37.
197. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої / Петриченко В. Ф. та ін. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 2. С. 19–23.
198. Петриченко В. Ф., Сологуб О. М. Агроекологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2002. Вип. 11. С. 3–7.
199. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Юрченко Н. А. Тривалість періоду вегетації та міжфазних періодів сортів сої залежно від строків сівби та норм висіву насіння. *Сільське господарство та лісівництво : зб. наук. пр.* / ВНАУ. Вінниця, 2019. № 15. С. 64–71.
200. Польовий В. М., Кулик С. М. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від удобрення та післядії вапнування. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2016. Вип. 88, ч. 1. С. 60–67.
201. Сорти сої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва та технологія вирощування / Попов С. І. та ін. Харків : Магда ЛТД, 2002. 20 с.

202. Порядинський В., Ляшенко В. Продуктивність сортів сої різних груп стиглості. *Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва* : матеріали III наук.-практ. інтернет-конф., (м. Полтава, 21-22 квіт. 2015 р.). Полтава, 2015. С. 104–106.
203. Рекомендації з технологічного процесу виробництва сої середньостиглих сортів науково-дослідного інституту сої / за ред. А. В. Пилипенка та ін. Глобине : НДІ сої, 2014. 26 с.
204. Рекомендації по ефективному застосуванню біопрепаратів азот фіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій в сучасному ресурсозберігаючому землеробстві. Київ : МінАПУ, НААН, 1997. 19 с.
205. Рожков А. О., Міхєєва О. О. Польова схожість насіння та густина рослин сої залежно від норми висіву насіння та ширини міжрядь у Східному Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Харків, 2017. Вип. 2. С. 119–129. (Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання»).
206. Вплив гідротермічних чинників довкілля на урожайність і біохімічний склад насіння сої / Рябуха С. С. та ін. *Селекція і насінництво* : міжвід. тематич. наук. зб. Харків, 2019. Вип. 115. С. 93–102.
207. Семцов А. В. Реакція рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах центрального Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2000. № 2. С. 71–72.
208. Біологізація технології вирощування сої / Сендецький В. та ін. *Агробізнес сьогодні*. URL : <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21016-biolohizatsiia-tekhnohii-vyroshchuvannia-soi.html>.
209. Січкач В. І. Генетичний потенціал нових сортів сої і його реалізація у виробництві. *Насінництво*. 2010. № 11. С. 14–19.
210. Січкач В. І., Ляшок А. К., Мусич В. М. Методи створення сортів з покращеним біохімічним складом насіння. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 37–44.

211. Січкарь В. І. Фізіологічна реакція сортів сої на посуху і підвищену температуру. *Физиология и биохимия культурных растений*. Київ, 2001. № 6. С. 497–503.
212. Соя / Лещенко А. К. и др. Київ : Наукова думка, 1987. 256 с.
213. Соя : монографія / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2016. 400 с.
214. Стрихар А. Є. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ, 2007. № 116. С. 118–123.
215. Ступніцька О. С., Баранов А. І. Вплив елементів технології вирощування на якісний склад насіння сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2014. № 1 (1). С. 237–241.
216. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України / Білявська Л. Г. та ін. *Вісник ПДАУ*. Полтава, 2020. № 4. С. 45–52.
217. Темрієнко О. О. Вплив бактеріально-мінерального живлення на тривалість вегетаційного періоду та врожайність насіння сої в умовах Лісостепу правобережного. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : зб. тез доп. VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, (м. Київ, 29 бер. 2018 р.). Вінниця : Нілан-ЛТД, 2018. С. 143–144.
218. Темрієнко О. О. Вплив системи удобрення на динаміку густоти та виживаність рослин сої. *Корми і кормовий білок* : матеріали X міжнар. наук. конф. Вінниця : Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН, 2018. С. 52–53.
219. Темрієнко О. О. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу правобережного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2018. Вип. 9. С. 187–199.
220. Тимошенко О. О. Порівняльна оцінка сортів сої. *Розробка та впровадження енергозберігаючих технологій вирощування*

сільськогосподарських культур : матеріали наук.-практ. конф. молодих учених і спеціалістів, (пгт. Чабани, 25-27 листоп. 2009 р.). Київ : ЕКМО, 2009. С. 97-98.

221. Ткаліч І. Д., Шепілова Т. П. Вплив способів та строків внесення мінеральних добрив на урожайність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2011. № 40. С. 50-53.
222. Токмакова Л. М., Волкогон В. В., Надкернична О. В. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. Київ : Аграрна наука, 2010. 464 с.
223. Толкачов М. З. Вплив різних форм і доз мінеральних азотних добрив на симбіотичну азотфіксацію та продуктивність сої. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 55–62.
224. Троценко В. І., Глупак З. І. Ефективність використання мінеральних добрив на посівах сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2012. Вип. 9 (24). С. 98–102.
225. Усенко Т. В. Вплив строку та способу сівби на тривалість вегетаційного періоду сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовий білок* : матеріали X Міжнар. наук. конф., (4–5 лип. 2018 р.) / Ін-т кормів та с.-г. Поділля НААН. Вінниця. 2018. С. 55.
226. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом : монографія / С. Я. Коць та ін. Київ : Логос, 2001. 271 с.
227. Фурман О. В. Вплив технологічних заходів вирощування на симбіотичну продуктивність сої в умовах Лісостепу правобережного. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, (с. Центральне, 23 квіт. 2021 р.). Центральне, 2021. С. 114–115.

228. Фурман О. В. Вплив гідротермічних умов на формування урожайності сої. *Корми і кормовий білок* : матеріали XII Міжнар. наук. конф., (м. Вінниця, 15 лип. 2020 р.). Вінниця : Діло, 2020. С. 147–149.
229. Фурман О. В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2021. № 91. С. 82–92.
230. Фурман О. В. Вплив мінерального живлення та інокуляції на формування фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах* : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., (м. Дніпро, 25 лют. 2021 р.). Дніпро, 2021. С. 265–266.
231. Фурман О. В. Особливості формування площі листкової поверхні сої під впливом технологічних заходів вирощування. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Біла Церква, 26–27 бер. 2020 р.). Біла Церква : БНАУ, 2020. С. 113–115.
232. Фурман О. В. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*: наук. журн. Херсон, 2019. № 109, ч. 1. С. 148–154.
233. Фурман О. В. Урожайність насіння сої залежно від технологічних заходів вирощування в правобережному Лісостепу. *Наукові здобутки молодих вчених для розвитку аграрної науки в Україні* : матеріали наук.-практ. інтернет-конф. молодих вчених і спеціалістів в Україні, (пгт. Чабани, 11 лист. 2019 р.). Вінниця : Твори, 2019. С. 70–73.
234. Фурман О. В. Формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу правобережного. *Інноваційні агротехнології за умов зміни*

- клімату* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора В. В. Калитки, (м. Мелітополь, 26 трав. 2021 р.). Мелітополь, 2020. С. 78-80.
235. Фурман О. В. Формування фотосинтетичної та насіннєвої продуктивності сої під впливом інокуляції та мінеральних добрив в умовах Лісостепу правобережного України. *Colloquium-journal*. Warszawa, 2021. № 16 (103), ч. 2. С. 30–33.
 236. Фурман О. В. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування. *Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Біла Церква, 4-5 бер. 2021 р.). Біла Церква : БНАУ, 2021. С. 214–215.
 237. Фурман О. В. Густота стояння рослин сої та їхня виживаність залежно від строків сівби та сорту. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2017. Вип. 83. С. 85–89.
 238. Фурман О. В. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від технологічних заходів вирощування. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. № 109, ч. 1. С. 148–154
 239. Хорсун І. А., Січкара В. І. Вплив метеорологічних факторів і генотипу сорту на вміст білка в насінні сої. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків : Магда LTD, 2011. Вип. 11. С. 197–204.
 240. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої / Цехмейструк М. Г. та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2018. № 1. С. 35–41.
 241. Цехмейструк М. Г., Шелякін В. О., Глибокий О. М Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення сої. *Селекція і насінництво* : міжвід. тематич. наук. зб. Харків, 2018. Вип. 113. С. 227–234.
 242. Matchenko U.V., Grygoreva O.M., Cheryachukin M.I., Semenyaka I.M. Effectiveness of short-rotational crop rotations with different fertilization

- systems in the zone of insufficient hydration of the right-bank steppe of Ukraine. *Zernovi kultury*. 2020. No 1. P. 169–176.
243. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр.* / ВНАУ. Вінниця, 2018. № 8. С. 82–90.
 244. 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. Вінниця, 2019. № 13. С. 105–118.
 245. Nabiev T.N., Asrorov A.J. Efficiency of the application of mineral fertilizers on the productivity of soy and mung bean (mash) in the conditions of the sogd region of the republic of Tajikistan. *E3S Web of Conferences*. 2021. 254, 05014. DOI: 10.1051/e3sconf/202125405014.
 246. Staton M., Steinke K. Phosphorus and potassium fertilizer recommendations for high-yielding, profitable soybeans. Michigan State University Extension. March 12, 2021. URL: https://www.canr.msu.edu/news/phosphorus_and_potassium_fertilizer_recommendations_for_high_yielding_profi.
 247. Чинчик О. С. Вплив ризогуміну на продуктивність сої в умовах Лісостепу західного. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. Вінниця, 2012. Вип. 10 (50). С. 24–29.
 248. Чинчик О. С. Вплив способів удобрення на формування структури та врожайності сої (*Glycine max* (L.) Merr.) в умовах Лісостепу Західного. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2016. Вип. 24. С. 35–41.
 249. Чинчик О. С. Оптимізація сортової агротехніки вирощування сої за рахунок способу сівби та удобрення в умовах західного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський, 2008. 18 с.

250. Чинчик О. С. Особливості проходження процесів росту та розвитку в агроценозах сої залежно від сорту та удобрення в умовах західного Лісостепу. *2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : матеріали Міжнар. наук. конф., (м. Вінниця, 11-12 серп. 2016 р.). Вінниця : Діло, 2016. С. 53–54.
251. Чинчик О. С. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей та удобрення. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 133–137.
252. Чинчик О. С. Фотосинтетична діяльність та врожайність сортів сої залежно від удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. Вип. 90, ч. 1. С. 246–255.
253. Застосування мікробних препаратів у технології вирощування зернобобових культур / Чинчик О. С. та ін. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2019. Вип. 95, ч. 1. С. 207–216.
254. Чинчик О. С. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від сортових особливостей та удобрення. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 133–137.
255. Чорна В. М. Вплив норми висіву на урожайність насіння сої в умовах Лісостепу. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, (с. Центральне, 20 квіт. 2018 р.). Вінниця : Нілан- ЛТД, 2018. С. 90.
256. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2016. Вип. 82. С. 69–77.

257. Шадчина Т. М., Гуляєв Б. І., Кірізій Д. А. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин : фізіологічні та екологічні аспекти. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 384 с.
258. Шашков Є. О., Танчик С. П. Урожайність сої залежно від сорту та геометричного розміщення рослин у Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. Київ, 2018. № 286. С. 100–106. (Серія : «Агрономія»).
259. Мащенко Ю. В., Соколовська І. М., Ткач А. Ф. Продуктивність сої залежно від її частки в сівозміні та системи удобрення в умовах Північного Степу. *Подільський вісник*. 2023. № 1(38). С. 28–32.
260. Шевніков М. Я. Агроекологічні основи застосування біологічних, фізичних та хімічних засобів у технологіях вирощування сої в лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступення д-ра с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Харків, 2010. 40 с.
261. Шевніков М. Я. Наукові основи вирощування сої в умовах лівобережного Лісостепу України : монографія. Полтава, 2007. 208 с.
262. Шевніков М. Я. Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу Лівобережної частини Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2009. № 1. С. 9–12.
263. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Вплив строків, способів сівби, норм висіву різних сортів сої на її продуктивність. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2013. № 1. С. 12–16.
264. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Польова схожість і виживання рослин сої за різних варіантів фітоценотичної напруги. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2015. С. 148–151. (Серія : «Агрономія і біологія» ; Вип. 9.)
265. 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*. Полтава, 2014. № 4. С. 15–20.
266. Шепілова Т. П. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої. *Сільськогосподарська мікробіологія : міжвід. темат. наук. зб.* Чернігів, 2011. Вип. 13. С. 117–123.
 267. Шепілова Т. П. Вплив способів сівби і норм висіву насіння на чисту продуктивність фотосинтезу сої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2010. № 15. С. 135–138.
 268. Шепілова Т. П., Петренко Д. І. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток сої. *Агроном*. 2020. URL : <https://www.agronom.com.ua/vplyv-sposobu-sivby-i-normy-vysivu-nasinnya-na-rist-i-rozvytok-soyi/>.
 269. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max.* (L). Merr / Кобизєва Л. та ін. ; Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2004. 37 с.
 270. Шовкова О. В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2015. № 2 (50), т. 1. С. 465–471.
 271. Шовкова О. В. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : зб. тез II Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Київ, 10-12 квіт. 2019 р.). Київ ; Миколаїв ; Херсон : ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 92–93.*
 272. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція*. 2013. URL : <https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-suchasnoyi-sistemi-udobrennya-soyi>.

ДОДАТКИ

**Висота рослин залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових
підживлень , см, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	73,2	66,5	84,3	69,3
		Рогізнянка	79,8	72,5	91,8	75,7
		Тріада	74,8	67,9	86,0	70,9
		Орфей	76,7	69,7	88,3	72,7
		Еврідіка	78,3	71,2	90,2	74,3
		Аратта	96,3	87,5	110,9	91,3
		Азимут	79,0	71,9	91,0	74,9
		Аврора	87,8	79,9	101,3	83,5
Ризоактив		Самородок	73,8	67,1	84,9	69,9
		Рогізнянка	81,5	74,1	93,8	77,4
		Тріада	77,2	70,2	88,7	73,2
		Орфей	78,2	71,1	90,0	74,2
		Еврідіка	81,2	73,8	93,5	77,0
		Аратта	99,6	90,5	114,6	94,4
		Азимут	85,4	77,6	98,3	81,0
		Аврора	91,6	83,3	105,5	86,8
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	72,2	65,7	83,2	68,5
		Рогізнянка	79,3	72,1	91,3	75,2
		Тріада	73,3	66,6	84,3	69,5
		Орфей	74,8	68,1	86,1	71,0
		Еврідіка	75,1	68,3	86,5	71,3
		Аратта	89,5	81,3	103,0	84,8
		Азимут	77,0	70,0	88,7	73,1
		Аврора	81,3	74,0	93,6	77,2
Ризоактив		Самородок	73,2	66,6	84,3	69,5
		Рогізнянка	80,2	72,8	92,4	76,0
		Тріада	74,5	67,7	85,7	70,6
		Орфей	77,1	70,1	88,9	73,1
		Еврідіка	79,2	72,0	91,2	75,2
		Аратта	96,1	87,3	110,6	91,0
		Азимут	79,7	72,5	91,8	75,6
		Аврора	88,4	80,3	101,7	83,8

**Формування сухої речовини у фазі цвітіння залежно від сорту,
інокуляції насіння та листкових підживлень , т/га, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	1,06	0,96	1,22	1,00
		Рогізнянка	1,00	0,91	1,15	0,94
		Тріада	1,06	0,97	1,22	1,00
		Орфей	1,10	1,01	1,27	1,04
		Еврідіка	1,11	1,01	1,28	1,04
		Аратта	1,10	1,00	1,26	1,03
		Азимут	1,18	1,07	1,36	1,11
		Аврора	1,19	1,09	1,37	1,12
Ризоактив		Самородок	1,20	1,09	1,38	1,13
		Рогізнянка	1,12	1,02	1,29	1,05
		Тріада	1,22	1,11	1,41	1,15
		Орфей	1,26	1,15	1,45	1,18
		Еврідіка	1,28	1,17	1,48	1,21
		Аратта	1,24	1,13	1,43	1,16
		Азимут	1,38	1,25	1,59	1,29
		Аврора	1,37	1,25	1,58	1,29
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	1,17	1,06	1,34	1,10
		Рогізнянка	1,12	1,02	1,29	1,05
		Тріада	1,16	1,06	1,33	1,09
		Орфей	1,23	1,12	1,41	1,15
		Еврідіка	1,22	1,11	1,40	1,14
		Аратта	1,22	1,11	1,40	1,14
		Азимут	1,32	1,20	1,52	1,24
		Аврора	1,33	1,21	1,54	1,26
Ризоактив		Самородок	1,31	1,19	1,50	1,23
		Рогізнянка	1,25	1,13	1,43	1,17
		Тріада	1,51	1,37	1,74	1,42
		Орфей	1,47	1,34	1,69	1,38
		Еврідіка	1,35	1,23	1,56	1,27
		Аратта	1,38	1,25	1,58	1,29
		Азимут	1,50	1,37	1,73	1,41
		Аврора	1,06	0,96	1,22	1,00

**Формування сухої речовини у період збирання сої залежно від сорту,
інокуляції насіння та листових підживлень , т/га, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	3,53	3,21	4,07	3,32
		Рогізнянка	3,34	3,04	3,84	3,14
		Тріада	3,55	3,23	4,08	3,33
		Орфей	3,68	3,35	4,24	3,46
		Еврідіка	3,69	3,36	4,25	3,47
		Аратта	3,66	3,33	4,21	3,43
		Азимут	3,93	3,57	4,52	3,69
		Аврора	3,97	3,62	4,57	3,74
Ризоактив		Самородок	3,99	3,63	4,60	3,75
		Рогізнянка	3,74	3,40	4,30	3,51
		Тріада	4,08	3,71	4,69	3,84
		Орфей	4,19	3,82	4,83	3,94
		Еврідіка	4,28	3,90	4,93	4,03
		Аратта	4,13	3,76	4,76	3,88
		Азимут	4,59	4,18	5,28	4,32
		Аврора	4,57	4,16	5,26	4,30
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	3,89	3,54	4,47	3,65
		Рогізнянка	3,74	3,40	4,31	3,51
		Тріада	3,87	3,52	4,44	3,64
		Орфей	4,08	3,72	4,70	3,84
		Еврідіка	4,06	3,70	4,67	3,82
		Аратта	4,06	3,69	4,67	3,81
		Азимут	4,39	4,00	5,06	4,13
		Аврора	4,45	4,05	5,12	4,18
Ризоактив		Самородок	4,35	3,96	5,02	4,09
		Рогізнянка	4,15	3,78	4,78	3,90
		Тріада	5,03	4,57	5,79	4,73
		Орфей	4,90	4,46	5,64	4,61
		Еврідіка	4,51	4,10	5,19	4,24
		Аратта	4,59	4,17	5,28	4,31
		Азимут	5,01	4,56	5,77	4,71
		Аврора	5,07	4,62	5,84	4,77

**Формування площі листя у фазі цвітіння, залежно від сорту, інокуляції
насіння та листкових підживлень, тис. м²/га, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	35,3	32,2	41,1	33,3
		Рогізнянка	35,9	32,8	41,8	33,8
		Тріада	36,9	33,7	42,9	34,8
		Орфей	34,5	31,5	40,1	32,5
		Еврідіка	35,1	32,0	40,9	33,1
		Аратта	33,8	30,9	39,3	31,8
		Азимут	37,5	34,2	43,6	35,3
		Аврора	36,1	33,0	42,0	34,0
Ризоактив		Самородок	37,5	34,2	43,6	35,3
		Рогізнянка	38,8	35,4	45,1	36,5
		Тріада	37,8	34,5	44,0	35,6
		Орфей	36,5	33,3	42,5	34,4
		Еврідіка	35,3	32,2	41,1	33,2
		Аратта	36,1	32,9	42,0	34,0
		Азимут	37,9	34,6	44,1	35,7
		Аврора	39,9	36,4	46,4	37,5
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	36,7	33,5	42,7	34,6
		Рогізнянка	37,3	34,0	43,4	35,1
		Тріада	38,4	35,0	44,6	36,2
		Орфей	35,9	32,7	41,7	33,8
		Еврідіка	36,5	33,3	42,5	34,4
		Аратта	35,2	32,1	40,9	33,1
		Азимут	39,0	35,6	45,3	36,7
		Аврора	37,5	34,3	43,7	35,3
Ризоактив		Самородок	40,9	37,3	47,5	38,5
		Рогізнянка	42,2	38,6	49,1	39,8
		Тріада	41,2	37,6	47,9	38,8
		Орфей	39,8	36,3	46,2	37,5
		Еврідіка	38,5	35,1	44,8	36,2
		Аратта	39,4	35,9	45,8	37,0
		Азимут	41,3	37,7	48,0	38,9
		Аврора	43,5	39,7	50,6	40,9

**Формування площі листя у фазі утворення бобів, залежно від сорту,
інокуляції насіння та листових підживлень, тис. м²/га, 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	35,3	29,0	47,2	31,2
		Рогізнянка	35,9	29,5	48,0	31,8
		Тріада	36,9	30,3	49,3	32,7
		Орфей	34,5	28,3	46,2	30,5
		Еврідіка	35,1	28,9	47,0	31,0
		Аратта	33,8	27,8	45,2	29,9
		Азимут	37,5	30,8	50,1	33,2
		Аврора	36,1	29,7	48,3	31,9
Ризоактив		Самородок	37,5	30,8	50,1	33,1
		Рогізнянка	38,8	31,9	51,9	34,3
		Тріада	37,8	31,0	50,6	33,5
		Орфей	36,5	30,0	48,8	32,3
		Еврідіка	35,3	29,0	47,2	31,2
		Аратта	36,1	29,6	48,3	31,9
		Азимут	37,9	31,1	50,7	33,5
		Аврора	39,9	32,8	53,4	35,3
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	36,7	30,2	49,1	32,5
		Рогізнянка	37,3	30,6	49,9	33,0
		Тріада	38,3	31,5	51,4	34,0
		Орфей	35,9	29,5	48,0	31,7
		Еврідіка	36,5	30,0	48,8	32,2
		Аратта	35,1	28,9	47,0	31,1
		Азимут	39,0	32,0	52,1	34,5
		Аврора	37,5	30,9	50,3	33,2
Ризоактив		Самородок	40,8	33,6	54,6	36,1
		Рогізнянка	42,2	34,8	56,5	37,4
		Тріада	41,2	33,8	55,1	36,4
		Орфей	39,8	32,7	53,1	35,2
		Еврідіка	38,4	31,6	51,5	34,0
		Аратта	39,4	32,3	52,6	34,8
		Азимут	41,3	33,9	55,2	36,5
		Аврора	43,4	35,8	58,1	38,5

**Кількість активних колоній бульбочкових бактерій на коренях сої
залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, шт./росл.,
2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	27,8	25,5	32,7	26,3
		Рогізнянка	27,2	24,9	31,9	25,6
		Тріада	28,8	26,4	33,9	27,2
		Орфей	25,5	23,3	30,0	24,0
		Еврідіка	26,9	24,6	31,6	25,3
		Аратта	28,0	25,7	33,0	26,5
		Азимут	26,8	24,6	31,6	25,3
		Аврора	28,9	26,4	33,9	27,2
Ризоактив		Самородок	32,9	30,1	38,6	31,0
		Рогізнянка	32,5	29,8	38,3	30,7
		Тріада	33,8	31,0	39,8	31,9
		Орфей	33,3	30,6	39,2	31,5
		Еврідіка	35,8	32,8	42,1	33,8
		Аратта	37,8	34,7	44,4	35,7
		Азимут	35,8	32,8	42,1	33,8
		Аврора	37,7	34,5	44,4	35,6
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	31,1	28,4	36,5	29,3
		Рогізнянка	31,8	29,2	37,4	30,1
		Тріада	30,9	28,3	36,3	29,1
		Орфей	30,7	28,1	36,0	28,9
		Еврідіка	30,2	27,7	35,6	28,6
		Аратта	29,9	27,4	35,1	28,2
		Азимут	30,9	28,2	36,3	29,1
		Аврора	30,7	28,2	36,1	29,0
Ризоактив		Самородок	38,7	35,5	45,5	36,5
		Рогізнянка	39,8	36,5	46,8	37,6
		Тріада	39,8	36,5	46,8	37,5
		Орфей	38,8	35,6	45,7	36,6
		Еврідіка	41,0	37,6	48,2	38,7
		Аратта	38,7	35,5	45,5	36,5
		Азимут	40,8	37,4	47,9	38,5
		Аврора	40,7	37,3	47,8	38,4

Маса активних колоній бульбочкових бактерій на коренях сої залежно від сорту, інокуляції насіння та листкових підживлень, г/росл., 2019–2022 рр.

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	0,70	0,62	0,83	0,66
		Рогізнянка	0,69	0,62	0,82	0,65
		Тріада	0,73	0,65	0,86	0,68
		Орфей	0,71	0,63	0,83	0,66
		Еврідіка	0,71	0,63	0,84	0,67
		Аратта	0,73	0,65	0,86	0,69
		Азимут	0,75	0,67	0,89	0,71
		Аврора	0,74	0,66	0,87	0,69
Ризоактив		Самородок	0,91	0,81	1,08	0,86
		Рогізнянка	0,99	0,88	1,16	0,93
		Тріада	0,97	0,87	1,15	0,92
		Орфей	0,97	0,87	1,15	0,91
		Еврідіка	0,99	0,88	1,16	0,93
		Аратта	0,98	0,87	1,16	0,92
		Азимут	0,97	0,87	1,15	0,92
		Аврора	0,97	0,87	1,15	0,91
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	0,77	0,69	0,91	0,72
		Рогізнянка	0,78	0,70	0,92	0,74
		Тріада	0,83	0,74	0,98	0,78
		Орфей	0,78	0,69	0,92	0,73
		Еврідіка	0,79	0,70	0,93	0,74
		Аратта	0,82	0,73	0,97	0,77
		Азимут	0,85	0,76	1,01	0,80
		Аврора	0,84	0,75	0,99	0,79
Ризоактив		Самородок	1,25	1,12	1,48	1,18
		Рогізнянка	1,31	1,17	1,55	1,23
		Тріада	1,27	1,13	1,49	1,19
		Орфей	1,30	1,16	1,54	1,22
		Еврідіка	1,27	1,13	1,50	1,19
		Аратта	1,28	1,14	1,51	1,20
		Азимут	1,30	1,15	1,53	1,22
		Аврора	1,28	1,14	1,51	1,20

**Кількість бобів на рослинах сої залежно від сорту, інокуляції насіння та
листяних підживлень , 2019–2022 рр.**

Інокуляція	Позакореневе підживлення	Сорт	Роки			
			2019	2020	2021	2022
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Самородок	12,6	11,3	14,4	11,8
		Рогізнянка	12,7	11,4	14,5	11,9
		Тріада	12,3	11,0	14,1	11,5
		Орфей	13,2	11,9	15,2	12,4
		Еврідіка	12,8	11,5	14,7	12,0
		Аратта	12,7	11,4	14,6	11,9
		Азимут	13,1	11,8	15,0	12,3
		Аврора	13,2	11,9	15,1	12,4
Ризоактив		Самородок	13,0	11,7	14,9	12,2
		Рогізнянка	14,5	13,0	16,6	13,6
		Тріада	13,7	12,3	15,7	12,9
		Орфей	13,8	12,5	15,9	13,0
		Еврідіка	14,5	13,0	16,6	13,6
		Аратта	14,0	12,6	16,1	13,2
		Азимут	13,8	12,4	15,9	13,0
		Аврора	14,2	12,7	16,2	13,3
Без оброблення насіння	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + Фульвогумін	Самородок	12,0	10,8	13,8	11,3
		Рогізнянка	12,2	11,0	14,0	11,5
		Тріада	11,9	10,8	13,7	11,2
		Орфей	11,8	10,6	13,5	11,0
		Еврідіка	11,6	10,4	13,3	10,9
		Аратта	12,1	10,9	13,9	11,3
		Азимут	11,9	10,7	13,6	11,2
		Аврора	11,7	10,5	13,4	11,0
Ризоактив		Самородок	11,6	10,4	13,3	10,9
		Рогізнянка	11,4	10,3	13,1	10,7
		Тріада	11,3	10,2	13,0	10,6
		Орфей	10,7	9,6	12,3	10,0
		Еврідіка	10,8	9,7	12,4	10,1
		Аратта	11,1	10,0	12,7	10,4
		Азимут	10,9	9,8	12,5	10,2
		Аврора	10,8	9,7	12,4	10,2

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор Оксана БЯЛКОВСЬКА



2023 р.

Затверджено:

Директор ФГ "САД УКРАЇНИ"

Швед В.А.
«22» 09 2023 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "САД УКРАЇНИ" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, смт. Нова Ушиця.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний; клімат помірно-континентальний; площа посіву 18 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Аврора при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прибавку рентабельності в 50 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Аврора, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Директор ФГ "САД УКРАЇНИ"

Виконавець НД



Швед В.А.

Козирський Д.В.

Акт складений «22» 09 2023 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор Оксана БЯЛКОВСЬКА



Затверджено:

Директор ФГ "ФОРТУНА СВ+"

Волосянко В.В.
09 2023 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "ФОРТУНА СВ+" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Івашківці.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний; клімат помірно-континентальний; площа посіву 42 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Азимут при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прибавку рентабельності в 48 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Азимут, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1-2 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Директор ФГ "ФОРТУНА СВ+"

Волосянко В.В.

Виконавець НД

Козирський Д.В.



Акт складений « 29 » 09 2023 року

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор
Оксана БЯЛКОВСЬКА
«02» 10 2023 р.



Затверджено:

Директор ПП "ОКТАВІЯ"

Якубов В.І.
10 2023 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «ОБГРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ОКТАВІЯ" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Хребтіїв.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний; клімат помірно-континентальний; площа посіву 30 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Аврора при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прибавку рентабельності в 54 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Аврора, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Директор ПП "ОКТАВІЯ"

Якубов В.І.

Виконавець НД

Козирський Д.В.



Акт складений «02» 10 2023 року

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор Оксана БЯЛКОВСЬКА

«10» _____ 2023 р.



Затверджено:

Директор ФГ «ЧЕРНИШОВА ІВАНА ГАВРИЛОВИЧА»

Чернишов І.Г.

«10» _____ 2023 р.



**АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ**

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «ОБГРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ЧЕРНИШОВА ІВАНА ГАВРИЛОВИЧА Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Антонівка.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний; клімат помірно-континентальний; площа посіву 35 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Аврора при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прирост рентабельності в 44 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Аврора, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Директор ФГ ЧЕРНИШОВА ІВАНА ГАВРИЛОВИЧА

Виконавець НД

Чернишов І.Г.

Козирський Д.В.

Акт складений «10» _____ 2023 року



**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор
Оксана БЯДКОВСЬКА
2023 р.



Затверджено:

Директор СТОВ "ХОРОСТ-ПЛЮС"
Козак А.С.
2023 р.



**АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ**

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «ОБГРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ХОРОСТ-ПЛЮС" Хмельницька обл., Ярмолинецький р-н, с. Кадиївка.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет»

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат помірно-континентальний; площа посіву 24 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Азимут при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прирост рентабельності в 40 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Азимут, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Директор СТОВ "ХОРОСТ-ПЛЮС"

Козак А.С.

Виконавець НД

Козирський Д.В.



Акт складений «16» 10 2023 року

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор
Оксана БЯЛКОВСЬКА
«27» 09 2023 р.

Затверджено:

Директор ФГ "КОП-АГРО І К"
Кірик О.П.
«27» 09 2023 р.

**АКТ
ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ**

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки: «ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "КОП-АГРО І К" Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Отроків.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний; клімат помірно-континентальний; площа посіву 40 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Тріада при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прирост рентабельності в 60 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Тріада, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.

Директор ФГ "КОП-АГРО І К"

Виконавець НД



Кірик О.П.

Козирський Д.В.

Акт складений «27» 09 2023 року

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Погоджено:

Проректор з навчальної, науково-інноваційної та міжнародної діяльності Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», д.е.н., професор
Оксана БЯЛКОВСЬКА
10 2023 р.



Затверджено:

Директор ФГ «Борсуки-ДМ»

Давидюк М.М.
10 2023 р.



АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАВЕРШЕНОЇ НАУКОВОЇ РОБОТИ

Назва науково-дослідної установи де виконувалась робота: Заклад вищої освіти Подільський державний університет».

Назва завершеної науково-дослідної роботи, рекомендованої до виробничої перевірки «ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО».

Автор завершеної науково-дослідної роботи: Козирський Дмитро Володимирович.

Впровадження проводилось: Фермерське господарство «Борсуки-ДМ» Хмельницька обл., Новоушицький р-н, с. Борсуки.

Відповідальні за проведення виробничої перевірки: здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, аспірант Козирський Д.В., закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Період проведення виробничої перевірки 2023-2024 рр.

Умови проведення перевірки: Лісостеп західний, клімат помірно-континентальний; площа посіву 20 га.

Оцінка результатів досліджень. Максимальну урожайність зерна отримано у сорту сої Тріада при обробці насіння препаратом Ризоактив, та позакореневого підживлення посівів Фульвогуміном що забезпечило прибавку рентабельності в 43 % порівняно до базової технології вирощування культури.

Рекомендації виробництву: Для умов Лісостепу західного рекомендуємо вирощувати сорт сої: Тріада, проводити обробку насіння Ризоактивом в день сівби з розрахунку 1 л препарату на 1 т насіння сої. Для оброблення насіння препарат суспендувати у дистильованій воді (кількість води має бути 1-1,5 % від маси насіння). Виконувати позакореневе підживлення посівів сої Фульвогуміном двічі, перший раз в фазу 2-3 пари справжніх листків, в нормі 1,25 л/га, а другу обробку проводити в фазу бутонізації з нормою 1 л/га препарату.



Директор ФГ «Борсуки-ДМ»

Давидюк М.М.

Виконавець НД

Козирський Д.В.

Акт складений «05» 10 2023 року