

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального
землеробства, к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
« ____ » _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:
**Ефективність агротехнічних заходів при
вирощуванні сої**

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ 21М-1,4
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____ Трикін Д.М.
« ____ » _____ 2022 р.

Керівник, доцент, к.с.-г. н.
_____ Тамара Шепілова
« ____ » _____ 2022 р.

Рецензент
_____ Галина Козелець
« ____ » _____ 2022 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет
 Агротехнічний факультет
 Кафедра загального землеробства
 Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
 Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство
 Спеціальність: 201-Агрономія
 Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри загального
 землеробства
 _____ Микола Мостіпан
 “ _____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Трикіну Денису Максимовичу

1. Тема роботи Ефективність агротехнічних заходів при вирощуванні сої
2. Керівник роботи Шепілова Т.П., доцент
 затверджений наказом ЦНТУ “17” серпня 2022 року № 21 - 13
3. Строк подання роботи до захисту 03 грудня 2022 року
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Дослідити ефективність окремих агротехнічних заходів при вирощуванні сої в умовах Центральної України.

Завдання:

- встановити ефективність застосування окремих агротехнічних заходів на активізацію росту, розвитку рослин та бобово-ризобіального симбіозу;
- дослідити особливості утворення площі листової поверхні посівів та окремих рослин сої залежно від агротехнічних заходів вирощування сої;
- виявити вплив агротехнічних заходів на формування врожаю сої;
- виявити особливості формування продуктивності посівів та індивідуальної продуктивності рослин сої від застосування окремих агротехнічних заходів;
- дати економічну оцінку досліджуваних прийомів технології вирощування сої.

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.О., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ П/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд наукової літератури, охорона праці та довкілля	14.10.2022 року	
2.	Місце та умови проведення досліджень	21.10.2022 року	
3.	Спеціальна частина	15.11.2022 року	
4.	Економічне обґрунтування результатів досліджень	18.11.2022 року	
5.	Висновки, список літератури, вступ.	25.11.2022 року	

Дата видачі завдання

« 17 » серпня 2022 р.

Підпис керівника

_____ Тамара Шепілова

Завдання прийнято до виконання

« 17 » серпня 2022 р.

Підпис здобувача

_____ Трикін Д.М.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ (огляд літератури).....	9
1.1. Походження сої як культури, її розповсюдженість у світі та України та галузі застосування.....	9
1.2. Особливості росту та розвитку сої та її ботаніко-біологічна характеристика.....	10
1.3. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів вирощування.....	12
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1. Організаційно-господарська характеристика місця та умов проведення досліджень.....	19
2.2. Ґрунтово-кліматичні ресурси місця проведення досліджень та їх значення у врожайності сільськогосподарських культур.....	20
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ.....	27
3.1. Методика проведення досліджень.....	27
3.2. Результати досліджень та їх аналіз.....	31
3.2.1. Формування симбіотичного апарату на коренях рослин сої залежно від агротехнічних заходів вирощування.....	32
3.2.2. Вплив агротехнічних заходів на формування маси рослин сої.....	38
3.2.3. Ефективність окремих агротехнічних заходів при формуванні асиміляційної поверхні рослин сої.....	40
3.2.4. Формування врожайності насіння сої сорту Золушка залежно від окремих агротехнічних заходів в умовах Центральної України.....	42

3.2.5. Елементи структури врожаю сої залежно від застосування окремих агротехнічних заходів.....	46
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	52
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ, ПОВ'ЯЗАНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН ...	55
5.1. Заходи безпеки при роботі з добривами та регуляторами росту рослин.....	55
5.2. Охорона довкілля при застосуванні добрив та регуляторів росту рослин.....	57
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ.....	70

ВСТУП

Актуальність теми. Соя – цінна зернобобова культура подвійного напрямку використання: як олійна культура і як джерело рослинного білка. Щорічно площі під соєю як у світі в цілому, так і в Україні зокрема не зменшуються. З метою отримання стабільно високої врожайності та екологічно чистої продукції культури науковці приділяють увагу у своїх дослідженнях технології вирощування цієї культури в цілому та окремим агротехнічним заходам зокрема, як то інокуляція, використання регуляторів росту рослин та мінеральних добрив. В наш час, час економічної та енергетичної кризи та екологічного забруднення земель сільськогосподарського призначення досить гостро постає питання використання дорогих мінеральних та недоступних органічних добрив. Їх недорогою екологічною альтернативою та доповненням у технології вирощування сої стали бактеріальні препарати та регулятори росту рослин, які широко використовуються у рослинництві [1, 8].

Дослідження дії інокулянтів одноосібно та на фоні мінеральних добрив, а також з регулятором росту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних та погодних умовах на формування продуктивності сої дасть можливість отримати високі, стабільні врожаї насіння культури.

Метою досліджень було встановити залежність формування продуктивності сої сорту Золушка від агротехнічних заходів, як то інокуляція, використання регулятору росту рослин та фонове внесення мінеральних добрив в умовах Центральної України. У зв'язку з цим необхідно було вирішити **наступні завдання:**

- виявити вплив інокуляції насіння, застосування регуляторів та мінеральних добрив на ріст та розвиток рослин сої сорту Золушка;
- дослідити особливості утворення площі листової поверхні посівів сої сорту Золушка;

- вивчити залежність симбіотичної активності бульбочок на коренях рослин сої від дії інокуляції, регулятору росту рослин та мінеральних добрив;
- виявити особливості формування продуктивності посівів та індивідуальної продуктивності рослин сої сорту Золушка залежно від інокуляції, регулятору росту рослин та мінеральних добрив;
- дати обґрунтування та економічну оцінку агротехнічним заходам, як то застосування бактеріальних, мінеральних добрив та регуляторів росту рослин при вирощуванні сої сорту Золушка.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше в умовах Центральної України дана оцінка росту, формуванню врожайності сої сорту Золушка залежно від застосування інокулянту РізоФікс на фоні мінеральних добрив та регулятору росту рослин Рівал.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що такий агротехнічний захід як інокуляція насіння перед сівбою сумісно із застосуванням регулятору росту рослин на фоні внесення повного мінерального добрива повинен бути обов'язковою складовою технології вирощування сої в умовах Центральної України. Дані агрозаходи дають можливість суттєво підвищити рівень врожайності сої на фоні порівняно низьких витрат. Результати досліджень можуть бути рекомендовані для впровадження у виробництво в агропідприємствах Центральної України.

Особистий внесок студента в наукові дослідження полягає в тому, що автор особисто розробляв програму наукових досліджень, опрацьовував методики обліків та спостережень, узагальнював джерела наукової літератури, аналізував результати польових досліджень. Студент особисто опрацював результати досліджень на ПК методом дисперсійного аналізу, зробив ґрунтовний аналіз отриманих результатів досліджень, висновки та рекомендації виробництву. Частка внеску автора у дослідженнях складає 60 %.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались на II Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва» (ЦНТУ, м.Кропивницький, 17 листопада 2022 року).

Публікації. За результатами досліджень опублікована стаття в електронному збірнику матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва» (ЦНТУ, м.Кропивницький, 17 листопада 2022 р.).

РОЗДІЛ 1

ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ

(огляд літератури)

1.1. Походження сої як культури, її розповсюдженість у світі та Україні та галузі застосування

За даними науковців соя відноситься до найдавніших сільськогосподарських культур з історією близько 4,5-6 тисяч років [1-4].

Окремі науковці висувають гіпотезу, що культурна соя походить саме із дикорослої [5-7].

На думку Бабича А.О. батьківщиною культурної сої є Південно-Східна Азія, а осередком походження – Китай [8].

Сою на євразійському континенті дуже активно вирощують азійські країни: Китай, Індія, Індонезія, Японія та ін., чим і тримають першість у виробництві культури вже багато сотень років.

Останнім часом одне з перших місць з виробництва, переробки та отримання продуктів із сої зайняли Сполучені Штати Америки. В цілому вирощують сою у більше, ніж 80 країнах світу для різних цілей: технічних, харчових, медичних та кормових.

В Україні вирощують велике різноманіття сортів сої у 23 областях так званого «соевого поясу». Сучасні сорти на богарних землях дозволяють отримати від 1,5-1,8 до 2,5-3,5 т/га, а в умовах зрошення – від 2,5 до 4,0 т/га [6, 9].

Значення сої в народному господарстві України тривалий час було недооцінене. До великих успіхів не призвело навіть збільшення її виробництва у певні періоди. Умови південного регіону відносно сприятливі для вирощування сої, проте тут ця культура поки не входить до числа ведучих. Наприклад, у США співвідношення кількості вирощеного насіння сої до зерна кукурудзи становить 1 до 3,6, а в Україні – лише 1 до 35 [4].

Як показала практика основних соєсiючих країн сою розміщують в тому регіоні, де може потенційно вирощуватися кукурудза. Обидві культури добре уживаються в сiвозміні, при цьому ланка "соє-кукурудза" вважається однією з найпродуктивніших. Розміщення сої у оптимальних біокліматичних умовах буде сприяти ліквідації проблеми рослинного білка та олії [2, 3]. В Україні соє щорічно висiвається на значних площах. Проте останнім часом спостерігається скорочення площ під даною культурою: так 2015 року площі під соєю за статистикою становили 2,135 млн га, 2018 року - 1,728 млн га, 2019 року - 1,612 млн га, 2020 року - 1,364 млн га, 2021 року – 1,280 млн га [10].

Соєвий білок займає перше місце серед найбільш важливих білків інших с.-г. культур і має високі харчові та фуражні переваги. З насіння сої виробляють більше 400 видів виробів, а білок і олію використовують більш, ніж в 1000 видах кондитерських, харчових, молочних, комбiкормових та медичних продуктів. Продукція з сої широко використовується в мiловарній, целюлозно-паперово-полiграфічній, текстильній, парфумерній, лако-фарбовій та інших галузях промисловості. Продукти з сої – частина щоденного меню в багатьох країнах по всьому світу.

Включення у раціони тварин термічно-оброблених соєвих концентрованих кормів збалансовує їх годівлю за вмістом протеїну та олії одночасно [11]. ЮНЕСКО завдяки унікальним характеристикам визначила соє як стратегічний харчовий продукт [12].

1.2. Особливості росту та розвитку сої та її ботаніко-біологічна характеристика

В Україні на даний час поширений лише один вид сої [13]. Вид соє культурна (*Glycine hispida*) – однорічна рослина родини бобових, заввишки 0,6 - 1,5 м. Стебло не полягає, боби не розтріскуються [9]. Стебло більшості сортів має опушення, має до 13-15 вузлів, досить грубе, округле. Соє має стрижневу кореневу систему з великою кількістю бічних коренів, яка проникає до 2 м і більше в глибину. Листя складне, трійчасте, овальне, овальновидовжене або

широколанцетоподібне, опушене. Суцвіття – китиця. Насіння сої округле, ниркоподібне, плоско-округле або видовжено-округле; за кольором - світло-жовте, жовте, коричневе, чорне або зелене з різними відтінками. Маса 1000 насінин - 40 - 500 г, а в середньому 130-150 г [9, 14].

Сорти сої відрізняються за своїми характеристиками: холодо- та посухостійкістю, врожайністю, строками дозрівання та іншими параметрами, проте одночасно всі вони мають багато спільних біологічних особливостей, властивих виду [6, 12].

Соя відноситься - теплолюбива. Сума активних температур для нормального росту і дозрівання сої - 1700 - 3200 °С. Мінімальна температура для проростання насіння - +8 °С, а оптимальна - +12+14 °С. Молоді рослини сої витримують приморозки до -2 -3 °С. Період вегетації коливається в межах 80 - 160 днів [15]. Соя - культура короткого дня, світлолюбива [11, 16].

Науковими дослідженнями доведено, що сою краще вирощувати на ґрунтах з рН в діапазоні 5,5 - 8,0, але оптимальна рН становить 6,5-7,0 [11, 24].

Академік А. Бабич стверджує, що соя вимоглива до умов вологозабезпечення і нестійка до посухи [9]. Проте окремими авторами зазначається, що соя середньостійка, а в окремих областях – дуже посухостійка [18-20]. Таке протиріччя даних пояснюється не лише дією посухи на сою у різні періоди її вегетації, а також і біологічними особливостями окремих сортів вітчизняної та закордонної селекції. Багато науковців стверджують, що соя порівняно більш посухостійка ніж квасоля, боби, горох або чина. За стійкістю до посухи соя переважає лише нут [21, 22]. Так, на початку життя рослини при проростанні насіння потрібний значний запас вологи у ґрунті, адже саме насіння використовує вологи не менше ніж 130-160 % відносно своєї маси. При повільному рості вегетативної маси та швидкому розвитку кореня сої рослинами добре переноситься нестача води саме на початку росту і розвитку. Найбільше вологи соя споживає у момент цвітіння, формування і наливу бобів [9].

1.3. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів вирощування

Сучасна інтенсивна технологія вирощування сої передбачає включення всіх агротехнічних заходів із врахуванням біологічних вимог рослин культури за фазами росту і розвитку [4].

Успішність використання сучасних інтенсивних технологій вирощування сої напряду залежить не лише від якісного та своєчасного застосування повного комплексу технологічних (агротехнічних) заходів, але в певній мірі від конкретного агротехнологічного прийому, який відповідає і агрокліматичним умовам, а також сортовим особливостям сої [8].

Добре відомий той факт, що велике значення для формування продуктивності сої та підвищення вмісту білка в насінні має азот (на 1 ц насіння витрачається близько 8-10 кг). Загальновідомий факт: всі бобові види рослин у еволюційному процесі прилаштувалися до споживання азоту атмосфери в симбіозі з бульбочковими бактеріями.

Соя забезпечує високі врожаї залежно від наявності в ґрунті бульбочкових бактерій роду *Bradyrhizobium uaropisum*, які проникають в епідерму кореня рослини та утворюють вирости у вигляді бульбочок. Саме завдяки процесу фіксації атмосферного азоту бульбочками рослини сої можуть існувати в умовах дефіциту сполук азоту у субстраті. В результаті симбіотичної діяльності бульбочкових бактерій та рослин сої у біологічний кругообіг речовин залучається значна кількість атмосферного азоту, який біологічно зв'язується і може сягати до 30-70 % від усього азоту в урожаї. Значна частина його залишається у ґрунті, а це робить сою цінним попередником для інших сільськогосподарських культур у сівозміні.

Науковцями Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України протягом тривалого часу вивчалось розповсюдженість та видовий склад бульбочкових бактерій сої в різних ґрунтах регіонів України. Ними встановлено, що наявність таких тісно пов'язана із тривалістю вирощування на ґрунтах рослини-симбіонта та

застосуванням біопрепаратів і майже не залежить від ґрунтово-кліматичних особливостей регіону соєсіяння.

Доведено, що використання біопрепаратів (інокулянтів) у ґрунтах полів з початковим насиченням сівозміни соєю сприяє зростанню чисельності ризобій у сотні і навіть тисячі разів. Таким чином в ґрунті формується місцева популяція бульбочкових бактерій сої, що здатна активно поставляти біологічно зв'язний азот рослинам культури. З часом без вирощування бобової культури кількість цих мікроорганізмів поступово зменшується, а тому інокуляцію насіння сої препаратом перед сівбою необхідно проводити кожного разу з метою поновлення та збереження активних симбіотичних фіксаторів азоту в ґрунті. На ґрунтах з порівняно великою кількістю бульбочкових бактерій у ґрунті збільшення продуктивності сої від використання біопрепарату коливається в межах 7-15 %, а на полях з незначною чисельністю їх - показник становить 20-25 % [23].

За сучасних інтенсивних технологій вирощування сої нітрагінізація дозволяє збільшити врожайність насіння сої в середньому на 0,5 т/га або 25-30 %. При цьому вміст білку в насінні також збільшується на близько 5-6 %. При наявності в ґрунті бактерій-симбіонтів прибавка від застосування інокулянтів на насінні становить 15-20 % або близько 0,3 ц/га. На богарі прибавка врожайності коливається на рівні 0,2-0,4 т/га [24, 25].

Результати досліджень Луганського сільськогосподарського інституту показали, що бактеризація насіння сої сортів Рассвет, Юг 40 та Крепиш досліджуваними штамами 634, 626, М-8, 71 сприяє отриманню прибавки урожайності в середньому на рівні 0,16-0,27 т/га [26].

Досить широке застосування у господарників України знаходить бактеріальний препарат ризоторфін, який представляє собою бульбочкові бактерії на субстраті у вигляді торфу, що збагачений вуглеводами, мінеральними речовинами, вітамінами та мікроелементами.

Багаторічні спостереження Інституту зрошуваного землеробства показали, що інокуляція насіння сої перед сівбою ризоторфіном сприяє формуванню врожаю на 0,28-0,43 т/га більшого, ніж без такого агротехнічного заходу. Подібні результати отримані і Кримською сільськогосподарською дослідною станцією: врожайність насіння збільшувалася на 0,41-1,22 т/га.

Дослідження Харківського сільськогосподарського інституту показали, що застосування ризоторфіну при вирощуванні сорту сої Білосніжка сприяє приросту врожайності на рівні 13-30%.

У ґрунтах регіонів, де раніше зовсім не вирощували бобові культури, зокрема сою, відсутні специфічні штами бактерій-симбіонтів. Тому прирост врожайності насіння сої від застосування ризоторфіну згідно результатів досліджень Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції була суттєвою - 20-35 %. Особливо слід відмітити інокулянт ризоторфін і штам бактерій №3. Прирост врожаю склав 0,63 т/га [27, 28].

Встановлено, що рослини сої значно більше поглинають з ґрунту азоту і фосфору, ніж озима пшениця, горох, квасоля та інші культури. Тому відносно доцільності та необхідності застосування азотних добрив під сою до тепер єдиної думки немає по причині неоднозначності отриманих результатів польових досліджень.

В одних працях зазначається, що не слід використовувати азотні добрива під бобові культури в цілому, та під сою зокрема по причині того, що вони мають здатність до симбіотичної фіксації азоту і, таким чином, в повній мірі можуть забезпечити себе азотом; в інших працях відзначено, що вносити азот в невеликих (стартових) дозах для використання рослинами сої в початковий період росту, тобто до початку розвитку бульбочок; окремі дослідники стверджують, що високі врожаї бобових культур без застосування азотних добрив отримати неможливо взагалі [24, 29].

Нітрагінізація насіння сої з фоновим внесенням 20 т/га гною в умовах Лівобережжя України дозволяє отримати врожайність насіння культури на рівні 3,06 т/га [30].

Результати спостережень науковців показують, що високі і сталі врожаї насіння сої отримуються на фоні удобрення або за невисоких доз мінеральних добрив в окремих областях України та регіонах світу з достатньою родючістю ґрунту [31]. У США на фоні мінеральних добрив отримана рекордна врожайність насіння сої – 7,3 і більше т/га [32].

Під час розробки системи удобрення необхідно враховувати не лише потребу сої у елементах живлення, але і наявність поживних речовин у ґрунті. У працях зазначається, що на формування 1 ц насіння сої необхідно $9,3-10,0 \times 10^{-2}$ ц азоту, $0,85-1,0 \times 10^{-2}$ ц фосфору, $3,0-3,56 \times 10^{-2}$ ц калію, $2,3 \times 10^{-2}$ ц кальцію і 1×10^{-2} ц магнію [9, 33].

Так, досить під час сівби ефективно застосовувати в рядки мінеральне добриво в дозі $N_{10-20}P_{10-20}K_{10-20}$ [34].

Дослідженнями Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції доведено, що інокуляція насіння сої перед сівбою ризоторфіном з фоновим внесенням 50 кг/га нітроамофоски в рядки сприяє збільшенню приросту врожаю насіння сої на 0,22 т/га порівняно до контролю [27].

Подібні результати були отримані і іншими науково-дослідними установами: врожайність за результатами багаторічних спостережень збільшувалася на 0,22-0,40 т/га [26].

Використання ризоторфіну зі штамми №1 та №2 на фоні застосування нітроамофосу в умовах Хмельницького науково-виробничого об'єднання «Еліта» дозволило отримати суттєво вищу приросту врожаю насіння сої порівняно до контролю на 0,27-0,29 т/га або 22,7-24,4 % [35].

Врожайність насіння сої на дослідному полі Подільського державного аграрно-технічного університету формувалася в середньому за сортами при використанні інокуляції на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ в межах 2,75-3,31 т/га [36].

Інокуляція насіння сої на фоні $N_{20}P_{20}K_{20}$ в умовах Степу України забезпечує істотну прибавку врожаю, тоді як лише фонове внесення $N_{20}P_{20}K_{20}$ - позначається дещо меншою прибавкою врожайності [37].

Останнім часом за допомогою інноваційних наукових досягнень у галузі хімії та біології створено високоефективні регулятори росту рослин, які можуть суттєво збільшувати продуктивність сільськогосподарських культур. За результатами наукових спостережень встановлено, що використання новітніх регуляторів росту сприяє суттєвій інтенсифікації виробництва [38]. Регулятори росту рослин гарно зарекомендували себе на багатьох сільськогосподарських культурах [39], в тому числі і на сої.

За результатами досліджень науковців встановлено, що передпосівна обробка насіння сої регуляторами Регоплант і Стимпо сприяє оптимізації схожості і росту рослин культури, стимулюванню наростання вегетативної маси та кореневої системи, активізації утворення асиміляційної листкової поверхні, підвищенню інтенсивності симбіозу між рослиною та бактеріями, формуванню більшої насінневої продуктивності культури [40].

Двократне обприскування посівів сої на початку та в кінці цвітіння регуляторами росту Атонік Плюс та Мегафол в умовах північно-східного Лісостепу України сприяло зменшенню впливу стресових чинників та збільшенню продуктивності культури, що забезпечило формування врожаю на рівні 3,20–3,68 т/га [41, 42].

Дослідникам надважливо мати розуміння у питаннях стресу рослин, можливості його уникнення або зменшення, нейтралізації негативних впливів стресових чинників. Одним із базових у даному питанні є застосування регуляторів росту (РРР), які потенційно збільшують стійкість рослин до хімічних, фізичних або біологічних стресових чинників [43, 44]. На сьогодні

сільськогосподарським виробникам пропонуються збалансовані композиції біорегуляторів вибіркової дії синтетичного походження, які є аналогами фітогормонів та природних біостимуляторів і які можна застосовувати на сої [45, 46]. За твердженням науковців, саме регулятори росту рослин найближчим часом будуть мати надважливе значення у виробництві рослинницької продукції на рівні з мінеральними добривами та засобами захисту рослин. Вони стануть невід'ємною складовою новітніх енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських рослин [47, 48]. При цьому роль і попит на РРР також зростають. В цілому регуляторами росту рослин поділяються на природні та синтетичні, фіторегулятори, мікроелементи, що сприятливо впливають на культуру та підвищують врожай [49, 50]. Останнім часом РРР стали використовувати так само, як і добрива з мікроелементами та засоби захисту рослин, але вважається, що такі є менш токсичними для рослин [51, 52]. При їх використанні слід враховувати правильність підбору препарату та доречність його застосування [53]. При застосуванні РРР на посівах зернобобових культур покращується азотфіксація та пригнічуються збудники хвороб [54]. Регулятори росту рослин застосовують як для обробки насіння, так і для обробки посівів [55].

Широке впровадження сучасних інноваційно-інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур підвищують роль регуляторів росту рослин. Національні програми щодо застосування РРР існують в багатьох розвинених країнах світу, а це в свою чергу сприяло створенню новітніх екологічніших та більш ефективних препаратів [56]. На цьому фоні науково обґрунтоване використання РРР дає можливість знизити дози мінеральних добрив та пестицидів, що в подальшому спонукатиме до зменшення вмісту забруднювачів у продукції рослинництва; суттєво покращуються агрохімічні показники ґрунту, в тому числі його біоактивність [51, 57, 58]. Проте науковці наголошують, що широке використання регуляторів росту значно обмежується окремими чинниками: визначення специфіки дії конкретних препаратів на

визначений сорт культури, їх доз та строків застосування. На даний час інформація щодо впливу регуляторів росту рослин на збільшення стійкості рослин до стресових ситуацій неповна, адже список таких постійно поповнюється, тож універсальних рекомендацій виробництву з оптимальних строків застосування та сполук немає. Таким чином, все вище наведене обумовлює актуальність необхідності досліджень щодо вивчення ефективності використання регуляторів росту рослин для сої.

Найбільш ефективним є сумісне використання бактеріальних препаратів з регуляторами росту рослин як для обробки насіння, так і для обприскування посівів сої, що сприяє отриманню прибавки врожаю на рівні від 0,2 т/га до 0,4 т/га [38]. Результати досліджень Миронівського інституту пшениці показали, що використання інокулянту ризоторфін на фоні регулятору росту рослин Емістим сприяє не лише врожайності, але і на початку росту рослин, зокрема підвищенню польової схожості на 3-4 % [59].

Таким чином, підвищення врожайності насіння сої стримується недостатньою розробкою окремих агротехнічних заходів у сучасній технології її вирощування. Про це свідчать наукові публікації за отриманими результатами досліджень, які наголошують на необхідності використання різних видів добрив, як то інокулянтів, регуляторів росту рослин, мінеральних добрив і т.д.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організаційно-господарська характеристика місця та умов проведення досліджень

Дослідження з визначення ефективності агротехнічних заходів у технології вирощування сої виконувалися протягом 2021-2022 років. Польовий дослід закладали на полі, яке територіально належить до Центральної України.

Дослідна ділянка має загальну площу близько 4,4 га (корисної орної землі – 4,1 га); форма поля – правильна. Така форма дає можливість обробляти поле сільськогосподарською технікою добре і зручно. Під'їзд до поля зручний; різні види техніки, як то культиватори, трактори з плугами для обробітку ґрунту можуть легко пересуватися та маневрувати під час виконання технологічних проїздів.

Тип сівозміни – трипільний: на дослідному полі здійснюється чергування культур і пару. Чергування наступне: ячмінь або озима пшениця – чорний пар або зайнятий пар – збірне дослідне поле (досліди з вибілковими сільськогосподарськими культурами).

На кафедрі загального землеробства затверджена програма наукових досліджень, згідної якої на дослідному полі проводять трипільну сівозміну та закладають польові досліди з такими культурами: гречка, озима пшениця, горох, ярий ячмінь, соя, кукурудза, цукрові буряки, соняшник, ріпак, календула, ехінацея та інші польові культури та лікарські рослини.

Університет забезпечений в повній мірі технікою та сільськогосподарськими знаряддями, завдяки яким можна виконати весь технологічний процес вирощування сільськогосподарських культур (табл. 2.1). Сівбу, нагляд за посівами і збирання врожаю сільськогосподарських культур, що

Таблиця 2.1

Сільськогосподарська техніка та знаряддя у Центральноукраїнському
національному технічному університеті

Сільськогосподарські машини, марки автомобілів, трактора, знаряддя	Кількість, шт.
Трактор МТЗ – 82	1
Плуг ПЛН – 3 – 35	1
Культиватор суцільний КПС – 4,2	1
Культиватор просапний ГРН – 3,9	1
Сівалка просапна СУПН – 8	1
Сівалка зернова СЗТ – 3,6	1

досліджуються, студенти-практиканти виконують вручну, за допомогою лопат, ручної сівалки, сап, грабель і т.д.

2.2. Ґрунтово-кліматичні ресурси місця проведення досліджень та їх значення у врожайності сільськогосподарських культур

Поле, яке використовується для дослідів, у своєму ґрунтовому покриві представлене чорноземами звичайними з середнім вмістом гумусу та важкими суглинками у гранулометричному складі різного ступеня еродованості. Фізико-хімічні та агрономічні властивості цих ґрунтів є досить придатними для вирощування досліджуваних сільськогосподарських культур. Данні з агрохімічними характеристика ґрунтів дослідної ділянки наведені в таблиці (табл. 2.2).

Кислотність ґрунту у прошарку від 0 до 30 см приблизно сягає 7,1-7,3, що відповідає нейтральній рН. Проведення хімічної меліорації ґрунту не потребують. Гідролітична кислотність ґрунту в тому ж прошарку становить 0,47-0,53 мг-екв/100 г ґрунту.

Таблиця 2.2

Агрохімічні властивості ґрунту дослідного поля Центральноукраїнського національного технічного університету

Характеристика чорнозему звичайного середньогумусного						
Кислотність, рН вод.	Вміст азоту, мг/100г ґрунту	Вміст фосфору, мг/100г ґрунту	Вміст калію, мг/100г ґрунту	Гідролітична кислотність, мг-екв/ 100 г ґрунту	Сума ввібраних основ, мг- екв/ 100 г ґрунту	Ємність вбирання, ммоль/ 100г ґрунту
7,1	10,9	5,1	13,3	0,50	37,4	48,4

Відсоток вмісту гумусу в дослідному полі складає 4,42, що відповідає середньому ступеню забезпечення; вміст фосфору у ґрунті дослідного поля – на середньому рівні, калію – високий (за Чириковим), об’ємна маса ґрунту 1,16 г/см³, яка є сприятливою для основних сільськогосподарських культур. У підсумку маємо достатньо сприятливі агрохімічні характеристики ґрунту на ділянці, де закладали польовий дослід.

Кліматичні ресурси території визначаються температурою повітря, кількістю опадів, відносною вологістю повітря та глибиною промерзання ґрунту.

Дослідне поле територіально належить до Центральноукраїнського національного технічного університету, що знаходиться в Центральній Україні.

Середньорічна сума опадів становить в межах 425-500 мм за багаторічними спостереженнями. Опади нерівномірні протягом різних періодів року, як то зимовий, весняний, літній або осінній. Найбільше опадів спостерігається в літню пору року (червень-липень) у вигляді зливових дощів, а найменше - в зимові місяці.

Через малу кількість опадів у весняно-літній період в Центральній Україні періодично спостерігається недостатня волога у ґрунті. Такі періоди зазвичай припадають у час цвітіння та дозрівання основних сільськогосподарських культур [60].

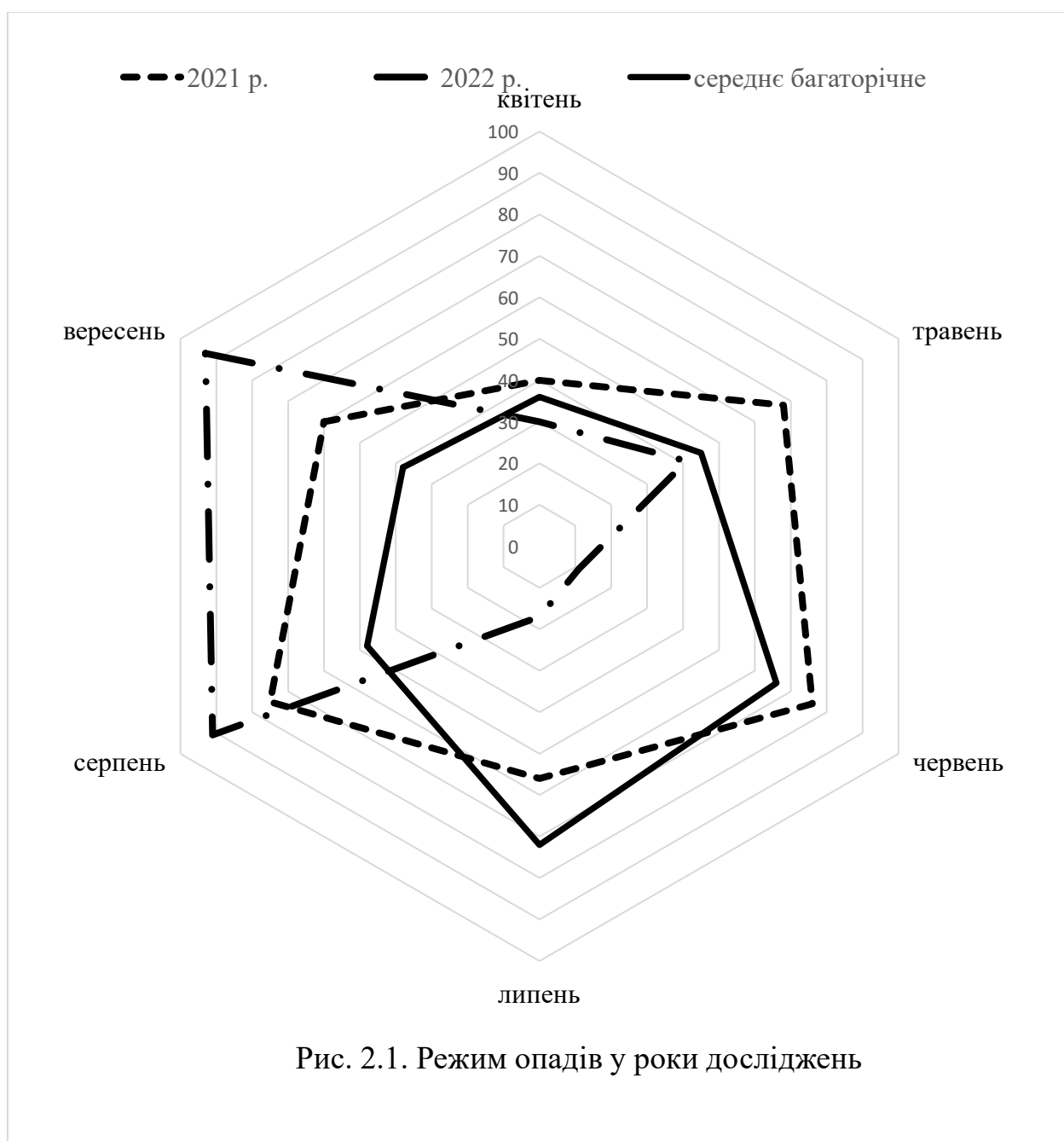
У 2021 році за вегетаційний період випало більше опадів – 375 мм (або 123 % до норми), тоді як 2022 року – 283 мм (або 92,8 % до норми) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Режим опадів у роки досліджень
(за даними Кіровоградського обласного центру з гідрометеорології)

Показник		Опади				
		2021 р.		2022 р.		середні багаторічні дані, мм
		кількість, мм	% від норми	кількість, мм	% від норми	
Місяці	квітень	40	+11,1	30	-16,7	36
	травень	68	+51,1	41	-8,9	45
	червень	76	+15,2	11	-83,3	66
	липень	56	-22,2	17	-76,4	72
	серпень	75	+56,3	91	+89,6	48
	вересень	60	+57,9	93	+144,7	38
	за весь період вегетації сої	375	+23,0	283	-7,2	305

У роки проведення досліджень за місяцями і фазами росту та розвитку рослин сої спостерігався нерівномірний перерозподіл опадів. Так, 2021 року під час вегетації сої кількість опадів у всі місяці крім липня (фаза цвітіння – утворення бобів) суттєво перевищувала норму – від 11,1 до 57,9 %. У липні даного року кількість опадів була менше норми на 22,2 %, що не могло не позначитися на формуванні продуктивності культурою (рис. 2.1).



Режим опадів 2022 року був кардинально іншим порівняно до режиму опадів попереднього року: перевищення кількості опадів спостерігалось лише у серпні та вересні (відповідно 189,6 та 244,7 % до норми), що вже перед збиранням культури суттєво не впливало на її продуктивність. У решті місяців зафіксовано недобір за кількістю опадів порівняно до середніх багаторічних показників від 8,9 до 83,3 %. Максимум недобору припав на червень, коли відбувається активний ріст рослин сої, що не могло не позначитися на продуктивності культури в подальшому.

Для більш повної характеристики кліматичних умов зони проведення досліджень необхідно навести та проаналізувати температурний режим. Під час дослідження температурний режим можна охарактеризувати як сприятливий для вирощування сої. У порівнянні з середніми багаторічними спостереженнями, температура повітря під час вегетації культурних рослин була вищою. У період вегетації сої в 2021 році середня температура повітря складала +17,1 °C (на 0,9 °C більше за середні багаторічні спостереження), а в 2022 році – + 17,3 °C (на 1,1 °C більше).

За час вегетації сої температура повітря по місяцях як перевищувала, так і була меншою за середні багаторічні дані: у 2021 році перевищення спостерігалось у липні-серпні на 0,8-5,3 °C, а нижчі за норму температури повітря були з квітня по червень (на 0,5-3,2 °C), в 2022 році – температури повітря були більшими за норму у всі місяці на 2,9-3,4 °C, крім травня (-0,2 °C) та вересня (-1,1 °C), що очевидно відобразилося на формуванні продуктивності культури (табл. 2.4, рис. 2.2).

На графіку бачимо, що на початку вегетації сої 2021 року показники температурного режиму були нижчими порівняно до середніх багаторічних даних, що не могло не вплинути на польову схожість насіння даного року.

Проте даного року під час цвітіння та наливу бобів температура повітря була сприятливою для протікання фізіологічних процесів у рослинах сої, що не

могло не позначитися на закладанні та формуванні продуктивності культури в цілому.

Таблиця 2.4

Температурний режим у роки досліджень

(за даними Кіровоградського обласного центру з гідрометеорології)

Показник		Роки				
		2021		2022		середня багаторічна температура повітря, °C
		середньодобова температура повітря, °C	відхилення від норми	середньодобова температура повітря, °C	відхилення від норми	
Місяці	квітень	+7,7	-1,2	+8,9	+0,0	+8,9
	травень	+14,8	-0,5	+15,1	-0,2	+15,3
	червень	+15,4	-3,2	+21,5	+2,9	+18,6
	липень	+25,3	+5,3	+22,1	+2,1	+20,0
	серпень	+24,3	+4,9	+22,8	+3,4	+19,4
	вересень	+15,5	+0,8	+13,6	-1,1	+14,7
Середня за період вегетації культури		+17,1	+0,9	+17,3	+1,1	+16,2

Починаючи з середини вегетації культури у обидва роки досліджень спостерігалися вищі температури повітря, ніж за середніми багаторічними спостереженнями. У поєднанні з дещо меншою ніж у середньому за багато років

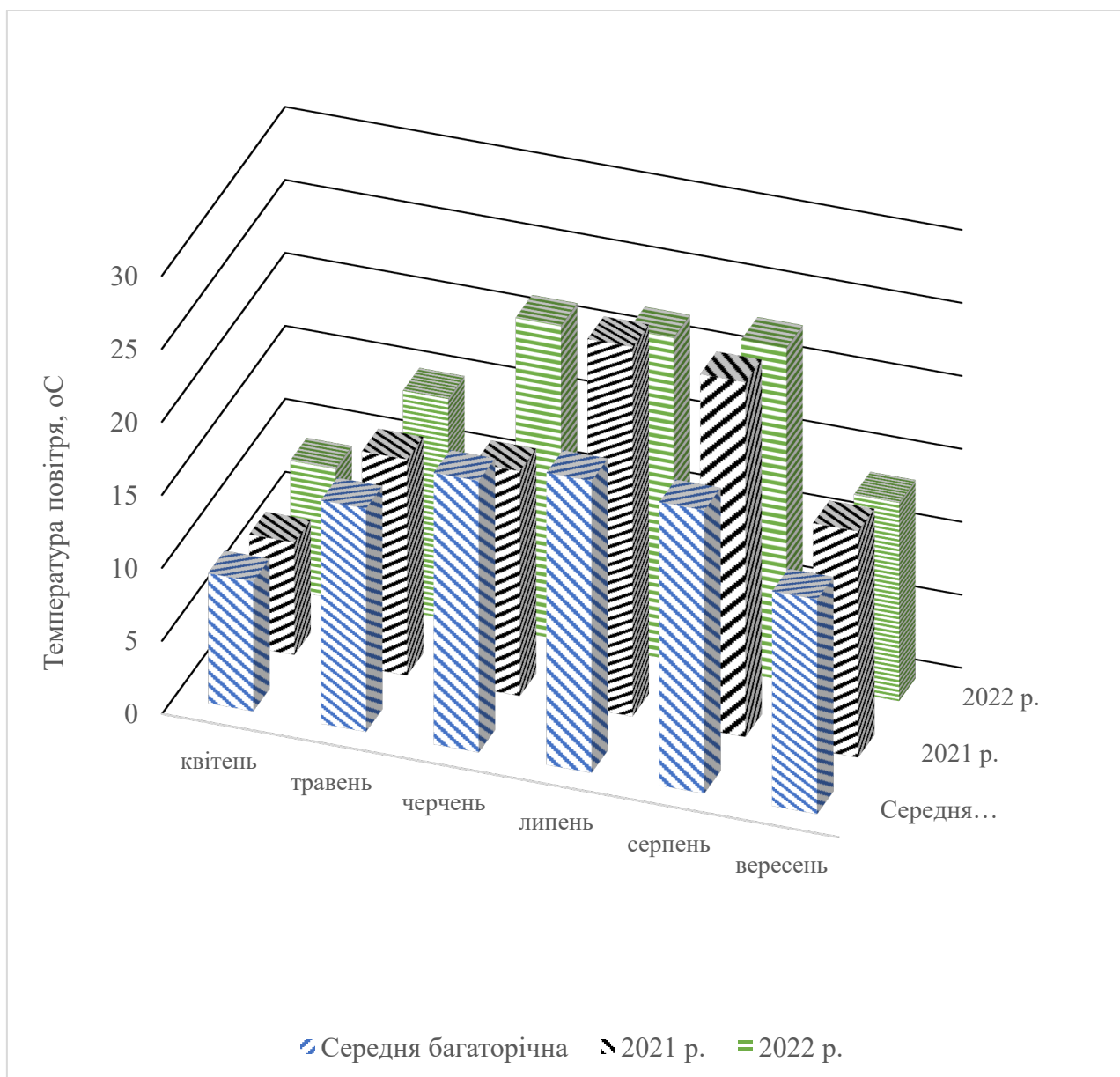


Рис. 2.2. Температурний режим у роки проведення досліджень

кількістю опадів у ці роки можна зробити висновок, що в подальшому очевидно такі умови в цілому можуть сприяти недобору врожаю не тільки насіння сої, але і інших сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ

3.1. Методика проведення досліджень

Польовий дослід закладали і проводили на дослідному полі кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2021 – 2022 рр. Попередник – озима пшениця (згідно дослідної сівозміни).

Для проведення дослідження були взяті наступні добрива та препарати: бактеріальне добриво РізоФікс з нормою витрати 4 кг/т насіння (ТОВ науково-виробнича компанія «Агрібактер») [61], регулятор росту рослин Рівал з нормою витрати: обробка насіння перед сівбою – 0,5 л/т, обробка вегетуючих рослин – 400 мл/га (виробник ТОВ «Караван», Україна) [62] та мінеральне добриво – нітроамофоска в дозі $N_{40} P_{40} K_{40}$. Дослід двофакторний. Схема дослідів включала такі варіанти:

Фактор А – Удобрення:

1. Без внесення добрив (контроль);
2. Внесення $N_{40} P_{40} K_{40}$ (фон);

Фактор Б – Інокуляція:

1. Контроль (без обробки);
2. РізоФікс (інокуляція);
3. РізоФікс (інокуляція) + Рівал (обробка насіння);
4. РізоФікс (інокуляція) + Рівал (обробка насіння та посівів).

Загальна площа ділянки – 4,5 м² (1,8 м х 2,5 м), облікова – 4,05 м² (1,8 х 2,25 м). Кожен варіант мав 4 рядки рослин сої. Спосіб сівби – широкорядний (0,45 м). Загальна кількість ділянок у досліді – 24.

Повторність у досліді триразова. Варіанти досліду у повторенні розміщували систематичним методом в один ряд. Схему досліду відображено на рисунку 3.1:

I повторення								II повторення								III повторення								
доріжка																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
доріжка																								

Рис.3.1. Схема польового досліду

В дослідженнях використано сорт сої Золушка, який відноситься до апробаційної групи – brachicarpa. Сорт Золушка було внесено до Держреєстру рослин України на 2014 рік (рис. 3.2). Оригінатор: Інститут сільського господарства Степу НААН.

Рекомендований для вирощування у господарствах Степу, Лісостепу та на Поліссі. Сорт універсального та харчового призначення. Може бути використаний як попередник під сівбу озимих зернових культур. Тривалість вегетаційного періоду 105-110 діб, ранньостиглий.



Рис. 3.2. Фото посівів сорту сої Золушка

Для сорту характерна висока стійкість до посухи, вилягання та розтріскування бобів. Стійкий до бактеріозу, септоріозу, вірусної мозаїки та до шкідників. Технологічний.

Вміст сирого протеїну в насінні 39-41 %. Вміст жиру в насінні 21-23 %.

Тип росту рослин – індетермінальний. Колір стебла і опушення – білий. Форма куща – напівстисла. Висота рослин – 87-105 см. Листки трійчасті яйцеподібної форми з загостреним кінчиком, забарвлення квітки біле, бобів – світле. Форма насіння – овальна, забарвлення оболонки жовто-зелене з слабким чорним пігментом, рубчик – чорний. Маса 1000 насінин – 165-175 г [63].

В дослідах проводили такі обліки, спостереження та аналізи:

1. На 10 рослинах у фазу цвітіння визначали кількість та масу бульбочок. Для цього з кожної ділянки без вибору відбирали по 10 рослин шляхом викопування їх разом з кореневою системою. Масу бульбочок, після обривання з коренів кожної рослини та підрахунку кількості, визначали зважуванням на електронних терезах (з точністю до 0,01 г) в агрохімічній лабораторії кафедри загального землеробства. Потім проводили перерахунок кількості та маси бульбочок на 1 м².

2. Масу рослин визначали на тих самих 10 рослинах у фазу цвітіння зважуванням на електронних терезах з точністю до 0,1 г в умовах агрохімічної лабораторії кафедри загального землеробства.

3. Площу асиміляційної поверхні визначали на тих самих рослинах, що і симбіотичний апарат рослин та масу рослин у фазу цвітіння, методом “висічок” за методикою А. А. Ничипоровича (1963). З рослин у зразку обривали все листя і зважували на електронних терезах з точністю до 0,01 г. Далі в 25 листових пластинках робили 3 висічки, які також зважували. Розрахунок площі асиміляційної поверхні робили за формулою:

$$S = (((P \times S_1 \times n) : P_1 : n_1) \times n_2) : 1000,$$

де S – площа листкової поверхні, м²/га;

S₁ – площа однієї висічки, м²;

P – загальна вага листя, г;

P₁ – вага висічок, г;

n – кількість висічок, шт.;

n_1 – кількість рослин в пробі, шт.;

n_2 – кількість рослин, шт./га.

4. Визначення врожайності проводили суцільно подільською шляхом збиранням насіння із наступним зважуванням з точністю до 0,01 кг під час повної стиглості рослин сої. Під час збирання відбирали зразки насіння для визначення вологості з метою приведення зібраного врожаю до стандартного її значення (14%). Далі проводили перерахунок врожайності у т/га, враховуючи при цьому відібрані для обліків листової поверхні та структури врожаю рослини сої.

5. Структуру врожаю визначали на 10 рослинах кожного варіанту досліду 1-го і 3-го повторень, для чого перед збиранням відбирали зразки. Визначення показників структури врожаю передбачало встановлення наступних параметрів:

- висота рослини;
- висота прикріплення нижнього бобу;
- кількість бобів на рослині;
- кількість насінин на рослині;
- маса насіння з рослини;
- маса 1000 насінин.

Всі показники структури врожаю визначали в умовах агрохімічної лабораторії кафедри загального землеробства шляхом замірювання лінійкою з точністю до 0,1 см (показники висоти), підрахунком кількісних показників та зважуванням на електронних терезах з точністю до 0,1 г (показники маси).

6. За допомогою методу дисперсійного аналізу проведено статистичний аналіз результатів досліджень, використовуючи персональний комп'ютер зі спеціальною програмою.

Агротехніка вирощування сої в досліді була загальноприйнятою для зони Центральної України окрім агротехнічних заходів, що вивчалися.

Сівбу сої проводили вручну, коли ґрунт на глибині заробки насіння прогрівся до температури +10 +12°C, заробляли насіння на глибину 4 – 5 см.

Ширина міжрядь в досліді становила 45 см. Норма висіву – 800 тисяч схожих насінин на гектар (рекомендована для сорту Золушка). Під час догляду за посівами сої до змикання рядків проводили неоднократне просапання міжрядь рихленням за допомогою сапи вручну.

Збирання врожаю сої проводили вручну у фазу повного достигання бобів і насіння культури.

3.2. Результати досліджень та їх аналіз

Науковими спостереженнями доведено, що саме добрива суттєво впливають на ріст і розвиток рослин сої, формування їх врожайності. Потреба у використанні інокулянтів полягає у посиленні симбіотичної діяльності рослин, яка в свою чергу залежить від багатьох чинників, як то умови вирощування, сорт, штам бульбочкових бактерій, вологість ґрунту і т.д. [64-68].

Для підвищення продуктивності сої велике значення має сумісне використання бактеріальних та мінеральних добрив. Застосування бактеризації насіння інокулянтами є економічно вигідним та екологічним агротехнічним заходом, що зменшує пестицидне навантаження на навколишнє середовище [6].

На сьогодні розроблені ефективні технології отримання різних форм інокулянтів, які сприяють високоефективному симбіозу із рослинами сої [6, 60, 69]. Регулятори росту рослин містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин та мікроелементів, кожна група з яких виконує в ґрунті певну функцію.

Таким чином, для сої дуже важливо встановити ефективність використання бактеріальних препаратів разом з мінеральними добривами та регуляторами росту рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

3.2.1. Формування симбіотичного апарату на коренях рослин сої залежно від агротехнічних заходів вирощування

Відомо, що соя завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями здатна засвоїти від 50 до 70 % необхідного їй азоту та накопичити в ґрунті до збирання врожаю близько 80–100 кг/га біологічного азоту. Цьому сприяє обробка насіння бактеріальними препаратами (інокулянтами). Тому інокуляція сої - дуже важливий та необхідний агротехнічний захід, що сприяє збільшенню її продуктивності [11–13].

Виключно важливим показником ефективності дії інокулянтів є вплив їх на розвиток азотфіксуючих бактерій [6]. Тому ми підраховали бульбочки на коренях рослин сої в середньому в кореневмісному шарі ґрунту (0-20 см) під час повного цвітіння культури.

Дослідженнями 2021-2022 років встановлено, що у фазі цвітіння на коренях рослин сої кількість бульбочок формувалася в межах 34,9-57,5 шт./рослину (табл. 3.1). Формуванню суттєво більшій їх кількості порівняно до контролю сприяла інокуляція насіння сої перед сівбою бактеріальним препаратом РізоФікс як в чистому вигляді, так і разом з регулятором росту рослин Рівал. Так, застосування РізоФіксу в чистому вигляді сприяло формуванню додатково 7,5 шт./рослину бульбочок, що було більшим за контроль на 21,4 %. Одночасна обробка насіння інокулянтом та регулятором росту рослин сприяла формуванню на 8,2 шт./рослину або 23,5 % більше бульбочок, ніж у контролі, а додаткова обробка посівів сої під час вегетації регулятором росту Рівал – на 8,4 шт./рослину або 24,1 %. Подібна залежність зберіглася і при фоновому внесенні повного мінерального добрива в дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$: прибавка у формуванні кількості бульбочок за відповідними варіантами коливалась від 16,4 до 19,0 шт./рослину (42,6-49,4 %).

Таблиця 3.1

Вплив агротехнічних заходів на формування кількості бульбочок на коренях рослин сої сорту Золушка (в середньому за 2021-2022 рр.)

Удобрення (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	Кількість бульбо- чок, шт./росл.	Прибавка до контролю			
			по фактору А		по фактору Б	
			шт./росл.	%	шт./росл.	%
Без добрив	контроль	34,9	-	-	-	-
	РізоФікс	42,4	-	-	7,5	21,4
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	43,1	-	-	8,2	23,5
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	43,3	-	-	8,4	24,1
Середнє		40,9	-	-	8,0	23,0
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	38,5	3,6	10,2	-	-
	РізоФікс	54,9	12,4	29,4	16,4	42,6
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	56,7	13,6	31,5	18,2	47,3
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	57,5	14,2	32,8	19,0	49,4
Середнє		51,9	11,0	25,9	17,9	46,4

Слід зауважити, що фонове використання мінеральних добрив сприяло формуванню додаткової кількості бульбочок на рівні в середньому 25,9 % порівняно до природного фону вирощування. Найкраще зарекомендував себе варіант обробки насіння інокулянтном РізоФікс на фоні регулятора росту рослин

Рівал як на природному фоні (43,1 шт./рослину), так і на фоні повного мінерального добрива (56,7 шт./рослину), що було більшим відповідних контролів відповідно на 23,5 та 47,3 %. Додаткове обприскування посівів сої регулятором росту під час вегетації культури суттєво не змінювало попередні показники: на природному фоні збільшення становило 0,6 %, а на фоні повного мінерального добрива – 2,1 %.

В перерахунку на 1 м² площі у контрольному варіанті на природному фоні формувалося 2792 шт. бульбочок, а на фоні мінеральних добрив – 3080 шт., що перевищувало попередній контроль на 10,2 %, тобто внесення N₄₀P₄₀K₄₀ сприяло суттєвому збільшенню кількості бульбочок (рис. 3.3).

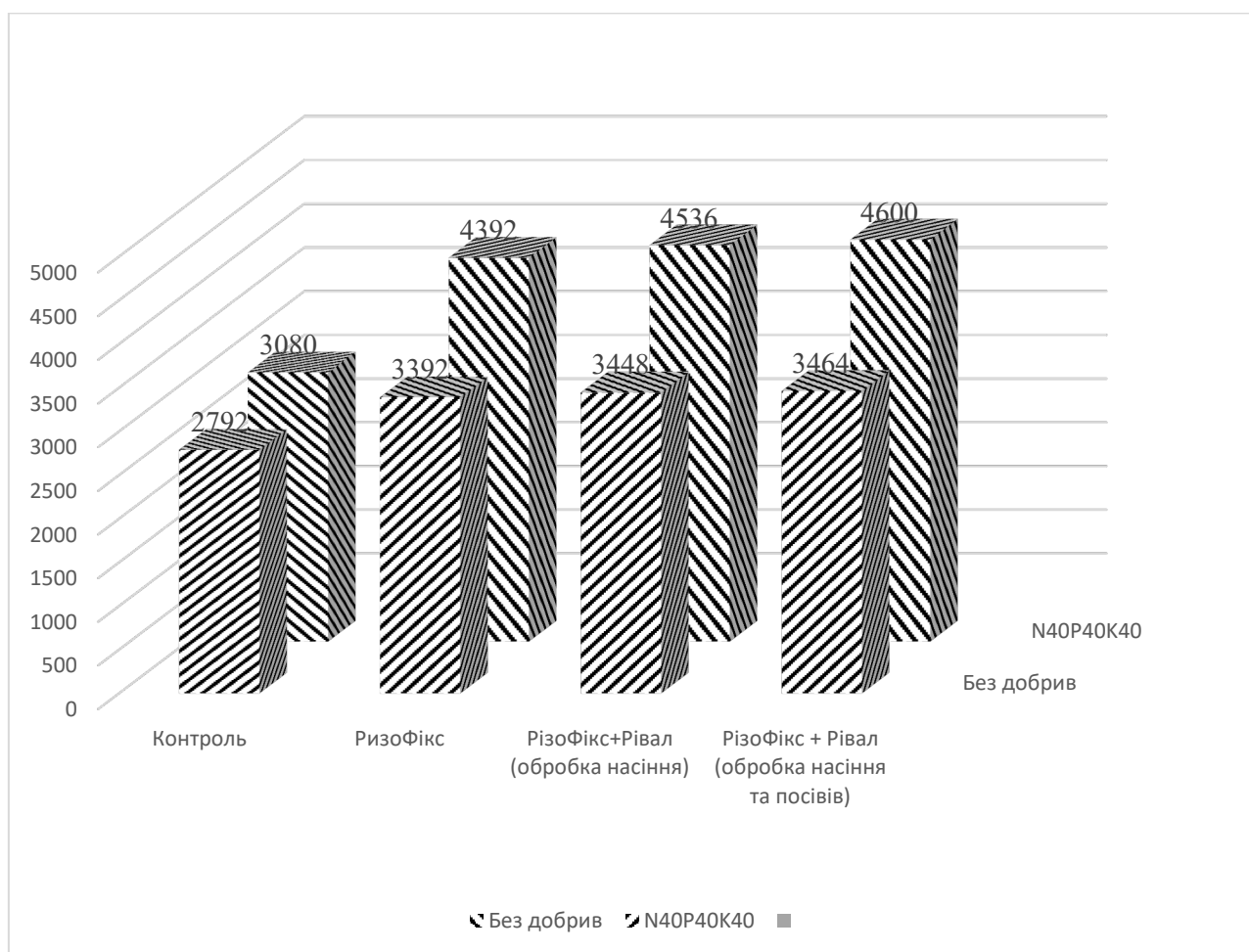


Рис. 3.1. Кількість бульбочок в посівах сої залежно від агротехнічних заходів, шт./м² (2021-2022 рр.)

З рисунку 3.1 очевидно, що краще рослини сої відгукувалися на інокуляцію насіння сої перед сівбою з одночасною його обробкою регулятором росту рослин на фоні повного мінерального добрива – формувалося 4536 шт./м² бульбочок.

Важливим показником можливостей засвоєння азоту соєю є маса бульбочок на одну рослину.

Під час цвітіння в середньому за два роки на коренях рослин сої маса бульбочок коливалась в межах 1,14-5,30 г/рослину (табл. 3.2).

Більший вплив на формування маси бульбочок мала інокуляція, особливо на фоні застосування регулятору росту рослин. Так, у варіанті із застосуванням РізоФіксу показник склав 2,25 г/10 рослин, а сумісно з Рівалом (обробка насіння) – 2,45 г/10 рослин, що було більше, ніж у контрольному варіанті на 1,31 г/10 рослин або 115 %. Додаткова обробка посівів сої регулятором росту Рівал під час вегетації культури порівняно до попереднього варіанту незначно збільшувала масу бульбочок – на 1,36 г/10 рослин або 119 % (порівняно до контролю).

На фоні мінеральних добрив при використанні вказаних препаратів маса бульбочок формувалася в межах 4,55-5,30 г/10 рослин. Краще себе проявив у формуванні маси бульбочок варіант із сумісним використанням інокулянту РізоФікс та регулятору росту рослин Рівал для обробки насіння та посівів – маса бульбочок в середньому склала 5,3 г/10 рослин, що перевищувало відповідний контроль на 3,3 г/10 рослин або 165 %. В цілому фонове використання повного мінерального добрива сприяло формуванню суттєво більшої маси бульбочок: в середньому з варіантів вона склала 4,27 г/10 рослин, що перевищувало середній показник з варіантів на природному фоні на 151 %.

Таблиця 3.2

Вплив агротехнічних заходів на формування симбіотичного апарату рослин сої
сорту Золушка (в середньому за 2021-2022 рр.)

Удобрення (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	Маса бульбочок, г/10 рослин	Прибавка до контролю			
			по фактору А		по фактору Б	
			г/10 росл.	%	г/10 росл.	%
Без добрив	контроль	1,14	-	-	-	-
	РізоФікс	2,25	-	-	1,11	97
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	2,45	-	-	1,31	115
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	2,50	-	-	1,36	119
Середнє		2,09	-	-	1,26	110
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	2,00	0,86	76	-	-
	РізоФікс	4,55	2,30	102	2,55	128
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	5,22	2,77	113	3,22	161
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	5,30	2,80	112	3,30	165
Середнє		4,27	2,18	101	3,02	151

Маса бульбочок під час цвітіння сої формувалася на рівні від 9,12 до 42,4 г/м² (рис. 3.4). Значний вплив на формування показника маси бульбочок мала інокуляція насіння. Більша маса бульбочок на 1 м² сформувалась при застосуванні РізоФіксу на фоні повного мінерального добрива – 16,0 г, що перевищувало на 75,4 % контроль, проте краще свою дію проявив інокулянт за сумісного використання з регулятором росту рослин для обробки насіння та обприскування посівів на фоні мінерального удобрення – 42,4 г, що перевищувало відповідний контроль на 112 %.

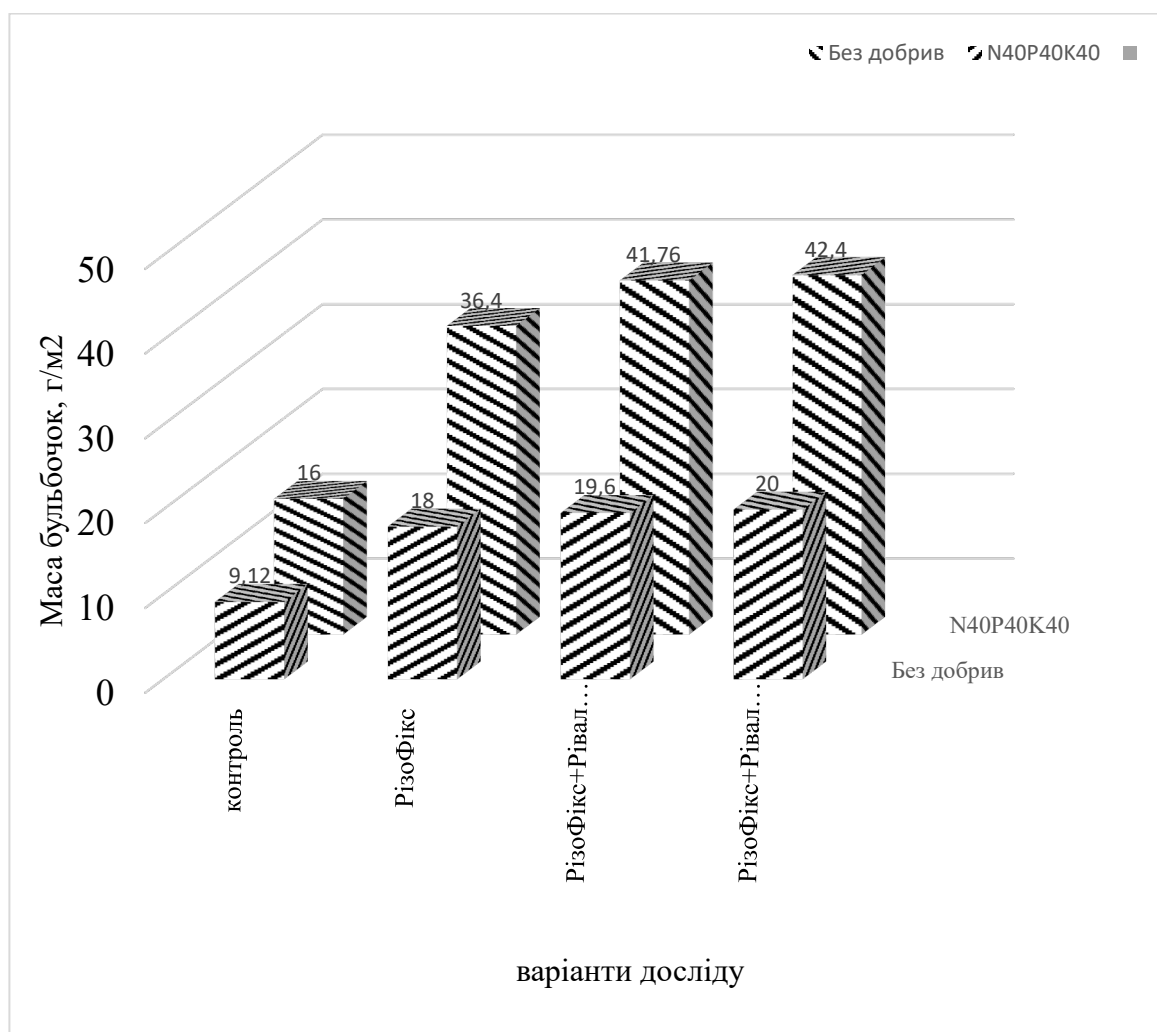


Рис. 3.4. Маса бульбочок на коренях рослин сої залежно від агротехнічних заходів, г/м² (2021-2022 рр.)

Слід відмітити, що в цілому ефект від такого сумісного використання препаратів порівняно до контролю на природному фоні склав 365 %.

Отже, застосування бактеризації насіння сої інокулянтom РізоФікс сприяло формуванню більшої кількості і маси бульбочок на коренях рослин. Найбільше їх утворилось при обробці насіння сої РізоФіксом та регулятором росту Рівал для обробки насіння та додатково обприскування посівів культури на фоні повного мінерального добрива, що може підтверджувати результати науковців про те, що регулятори росту рослин підвищують ефективність застосування інокулянтів, а застосування сумісного з бактеріальними препаратами мінерального добрива (особливо із вмістом азоту) сприяє активізації симбіотичної продуктивності культури.

3.2.2. Вплив агротехнічних заходів на формування маси рослин сої

Застосування інокулянтів забезпечує посилення процесу утворення бульбочок на коренях сої, біологічної фіксації азоту, формування більшої маси рослин, росту врожайності в цілому [26, 69].

Відомо, що застосування добрив та регуляторів росту рослин має вплив на формування маси рослин. Це підтверджується нашими дослідженнями. Встановлено, що під час цвітіння маса однієї рослини сої залежно від використання добрив в середньому за два роки була в межах 36,4-68,1 г (табл. 3.3).

Більша маса рослин утворилась при комплексному використанні бактеріального препарату РізоФікс та регулятору росту рослин Рівал для передпосівної обробки насіння сої та посівів культури: на природному фоні маса становила 56,4 г/рослину, що перевищувало контроль на 20 г або 54,9 %. Застосування інокулянту в чистому вигляді на такому фоні сприяє накопиченню маси рослин на рівні 43,1 г, що перевищувало контроль лише на 18,4 %.

Подібна залежність була і у аналогічних варіантів на фоновому внесенні повного мінерального добрива: маса рослин становила 68,1 г, що перевищувало відповідний контроль на 20,7 %. Слід зауважити, що порівняно до контролю на природному фоні прибавка по масі становила 31,7 г або 87 %.

В цілому ефективність від застосування вказаних агротехнічних заходів на природному фоні в середньому з варіантів становила 38,1 %, а при внесенні $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 40,8 %.

Таблиця 3.3

Вплив агротехнічних заходів на масу рослин сої сорту Золушка
(2021-2022 рр.)

Удобрення (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	Маса однієї рослини, г	+ до контролю			
			по фактору А		по фактору Б	
			г	%	г	%
Без добрив	контроль	36,4	-	-	-	-
	РізоФікс	43,1	-	-	6,7	18,4
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	51,3	-	-	14,9	40,9
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	56,4	-	-	20,0	54,9
Середнє		46,8	-	-	13,9	38,1
$N_{40}P_{40}K_{40}$	контроль	43,6	7,2	19,8	-	-
	РізоФікс	52,1	9,0	20,9	8,5	19,5
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння)	63,9	12,6	24,6	20,3	46,7
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	68,1	11,7	20,7	24,5	56,2
Середнє		56,9	10,1	21,5	17,8	40,8

Отже, застосування бактеріального препарату РізоФікс сприяло збільшенню маси рослин сої. Сумісна обробка насіння сої інокулянтом та регулятором росту рослин Рівал та в подальшому обробка посівів сої цим

регулятором росту на фоні повного мінерального добрива сприяла суттєвому збільшенню маси рослин культури.

3.2.3. Ефективність окремих агротехнічних заходів при формуванні асиміляційної поверхні рослин сої

Науковцями доведено, що розміри асиміляційної (листявої) поверхні рослин, тривалість її роботи, є значимими факторами фотосинтетичної продуктивності і розміру врожаю. Існує прямо пропорційна залежність між розмірами асиміляційної поверхні в посівах і розмірами урожайності. При збільшенні в посівах сумарної площі листя врожайність збільшується, насамперед, за рахунок споживання більшої кількості сонячної інсоляції. На розмір асиміляційної поверхні та тривалість її життєдіяльності чинить вплив багато факторів, як то удобрення, зволоження ґрунту, вибір сорту та ін. [55, 70].

В наших дослідженнях площа листкової поверхні рослин сої 2021 р. коливалась в межах 43,7-60,7 тис. м²/га, а 2022 р. показник був меншим – 39,1-52,2 тис. м²/га. Найбільша площа листя формувалась при використанні інокуляції насіння сої РізоФіксом на фоні застосування регулятора росту рослин Рівал (табл. 3.3).

Так, 2021 року інокуляція насіння РізоФіксом забезпечила формування площі асиміляційної поверхні на рівні 47,4 тис.м²/га, а на фоні N₄₀P₄₀K₄₀ – 50,2 тис.м²/га. Сумісна дія інокулянту та мінеральних добрив проявилася 6 % приросту листкової поверхні посівів.

Суттєво більшою порівняно до контролю формувалася площа листкової поверхні посівів при використанні інокулянту на природному фоні з обробкою насіння регулятором росту рослин та посівів під час вегетації – 56,5 тис.м²/га (+12,8 тис.м²/га або 29,3 % до контролю) та на фоні мінеральних добрив – 60,7 тис.м²/га (+17,0 тис.м²/га або 38,9 % до контролю без добрив). Аналогічна тенденція спостерігалася і наступного 2022 року. Перевага у формуванні асиміляційної поверхні посівів залишалася за варіантом із використанням

бактеріального препарату РізоФікс та регулятору росту Рівал для обробки насіння та вегетуючих посівів сої.

Таблиця 3.3

Асиміляційна поверхня рослин сої сорту Золушка залежно від агротехнічних заходів, тис.м²/га

Удобрення (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	2021 р.	2022 р.	Середнє за 2021- 2022 рр.	+ до контролю			
					по фактору А		по фактору Б	
					тис. м ² /га	%	тис. м ² /га	%
Без добрив	контроль	43,7	39,1	41,4	-	-	-	-
	РізоФікс	47,4	42,8	45,1	-	-	3,7	8,9
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	52,7	45,5	49,1	-	-	7,7	18,6
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	56,5	49,6	53,1	-	-	11,7	28,3
Середнє		50,1	44,3	47,2	-	-	7,8	18,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	46,3	40,1	43,2	1,8	4,3	-	-
	РізоФікс	50,2	44,1	47,2	2,1	4,7	4,0	9,3
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	56,3	49,5	52,9	3,8	7,7	9,7	22,5
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	60,7	52,2	56,5	3,4	6,4	13,3	30,8
Середнє		53,4	46,5	50,0	2,8	5,8	9,0	20,9

В середньому за два роки встановлено, що обробка насіння сої РізоФіксом сприяла формуванню порівняно більшої площі листкової поверхні – 45,1 тис.м²/га, що більше за контрольний варіант на 3,7 тис. м²/га (8,9 %).

Використання інокуляції на фоні обробки насіння регулятором росту Рівал сприяло формуванню більшої площі листкової поверхні на 7,7 тис. м²/га (18,6 %), а сумісно РізоФіксу та Рівалу для обробки насіння і посівів – на 11,7 тис. м²/га (28,3 %).

На фоні внесення повного мінерального добрива позитивний ефект від використання бактеріального препарату був порівняно більшим: площа листя становила 47,2 тис. м²/га, що було більшим контролю без добрив та інокуляції на 5,8 тис. м²/га, або 14,0 %.

На фоні повного мінерального добрива в дозі 40 кг/га бактеріальний препарат РізоФікс поєднано з регулятором росту рослин Рівал для обробки насіння та посівів сої мав значно більший позитивний ефект, що проявилось формуванням більшої площі листя, ніж при окремому використанні: приріст в середньому склав 15,1 тис.м²/га або 36,5 % порівняно до контролю без фону та інокулянту. Порівняно до контролю на фоні N₄₀P₄₀K₄₀ приріст показника даного варіанту склав 13,3 тис. м²/га, або 30,8 %.

Таким чином, дія бактеріального препарату РізоФікс на асиміляційну поверхню посівів сої сорту Золушка проявляється найбільшим ефектом при сумісному використанні такого з регулятором росту рослин Рівал для обробки насіння та посівів сої.

3.2.4. Формування врожайності насіння сої сорту Золушка залежно від окремих агротехнічних заходів в умовах Центральної України

Одним із важливих чинників збільшення продуктивності сої є удосконалення технології вирощування культури за рахунок застосування окремих агротехнічних заходів, зокрема використання мінеральних добрив, інокулянтів, регуляторів росту рослин, поєднання їх у одному технологічному

процесі. Застосування обґрунтованих норм мінеральних добрив за умови інтенсифікація сільського господарства може знизити навантаження на ґрунти, що в свою чергу може призвести до забруднення навколишнього середовища надлишковими нормами мінеральних добрив. Використання інокулянтів при вирощуванні сої дозволяє відновити родючість ґрунту та покращити якість отриманої продукції. Одночасне застосування визначених норм мінеральних добрив і бактеріальних препаратів має велике значення для збільшення продуктивності сої, тому що дозволяє оптимізувати поживний режим ґрунту, сприяє створенню сприятливих умов для симбіотичної діяльності бульбочкових бактерій та фіксації азоту повітря [1, 13, 16].

Інокуляція насіння сої перед сівбою за результатами спостережень підвищує урожайність на 1,3–5,5 ц/га або 10–30 % [1, 3, 5].

Останнім часом за допомогою інноваційних наукових досягнень у галузі хімії та біології створено високоефективні регулятори росту рослин, які можуть суттєво збільшувати продуктивність сільськогосподарських культур. За результатами наукових спостережень встановлено, що використання новітніх регуляторів росту сприяє суттєвій інтенсифікації виробництва.

За даними наукових джерел різних дослідницьких установ, найбільш ефективним є сумісне використання бактеріальних препаратів з регуляторами росту рослин як для обробки насіння, так і для обробки посівів сої, що сприяє отриманню прибавки врожаю на рівні 0,2 т/га та більше. В окремих випадках рівень прибавки врожаю від сумісного застосування інокулянтів та РРР може сягати 0,4 т/га [38].

Результати наших спостережень показали, що 2021 року рівень врожайності сої сорту Золушка був більшим, ніж 2022 року, що пояснюється погодними умовами, які склались даного року.

За результатами наших спостережень встановлено, що 2021 року інокуляція насіння РізоФіксом забезпечила формування істотно більшої прибавки врожаю: як без фону, так і на фоні мінеральних добрив вона була на рівні 0,23 та 0,28 т/га або 14,1 та 14,7 % відповідно ($НІР_{05}$ по фактору $B = 0,21$ т/га).

Використання регулятора росту рослин Рівал сприяв збільшенню прибавки врожаю у всіх варіантах, де він був використаний, але найбільшу врожайність отримано саме у варіанті з використанням інокуляції, обробкою РРР насіння і сівби на фоні повного мінерального добрива – 2,52 т/га, що перевищувало відповідний контроль на 0,47 т/га або 22,9 % при $НІР_{05}$ по фактору $A = 0,18$ т/га.

Аналогічна залежність зберіглася і під час спостережень 2022 року: залежно від факторів, що вивчали у досліді, врожайність насіння сої була в межах від 1,48 до 2,15 т/га. Використання РізоФіксу для інокуляції насіння сої сприяла отриманню істотної прибавки врожаю – 0,19 т/га або 12,8 % ($НІР_{05}$ по фактору $B = 0,19$ т/га), а на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 0,22 т/га або 13,5 %. Регулятор росту рослин Рівал при сумісному використанні з інокуляцією сприяв активації фізіологічних процесів у рослинах, що в подальшому проявилось істотно більшою прибавкою врожаю насіння: без фонового застосування мінеральних добрив вона коливалася в межах 0,27-0,36 т/га або 18,2-24,3 %, а на фоні мінеральних добрив відповідно 0,39-0,52 т/га або 23,9-31,9 % (табл. 3.4). Таке сумісне застосування інокулянту та регулятора росту рослин для обробки насіння та посівів на фоні мінеральних добрив дає можливість отримати істотну прибавку врожайності на рівні 0,67 т/га або 45,2 % при $НІР_{05}$ по фактору $AB=0,31$ т/га порівняно до контролю.

Таблиця 3.4

Вплив агротехнічних заходів на урожайність насіння сої сорту Золушка

Удобрєння (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	2021 р.					2022 р.				Середнє за 2021-2022рр.					
		Урожайність, т/га	прибавка до контролю				Урожайність, т/га	прибавка до контролю				Урожайність, т/га	прибавка до контролю			
			по фактору А		по фактору Б			по фактору А		по фактору Б			по фактору А		по фактору Б	
			т/га	%	т/га	%		т/га	%	т/га	%		т/га	%	т/га	%
Без добрив	контроль	1,63	-	-	-	-	1,48	-	-	-	-	1,56	-	-	-	-
	РізоФікс	1,86	-	-	0,23	14,1	1,67	-	-	0,19	12,8	1,77	-	-	0,21	13,5
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	1,95	-	-	0,32	19,6	1,75	-	-	0,27	18,2	1,85	-	-	0,29	18,6
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	2,05	-	-	0,42	25,8	1,84	-	-	0,36	24,3	1,95	-	-	0,39	25,0
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	1,90	0,27	16,6	-	-	1,63	0,15	10,1	-	-	1,77	0,21	13,5	-	-
	РізоФікс	2,18	0,32	17,2	0,28	14,7	1,85	0,18	10,8	0,22	13,5	2,02	0,25	14,1	0,25	14,1
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	2,38	0,43	22,0	0,48	25,3	2,02	0,27	15,4	0,39	23,9	2,20	0,35	18,9	0,43	24,3
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	2,52	0,47	22,9	0,62	32,6	2,15	0,31	16,8	0,52	31,9	2,34	0,39	20,0	0,57	32,2
НІР ₀₅ по фактору А		0,18					0,16									
НІР ₀₅ по фактору Б		0,21					0,19									
НІР ₀₅ по фактору АБ		0,35					0,31									

Таким чином, в умовах Центральної України використання для передпосівної обробки насіння сої сорту Золушка інокулянту РізоФікс одночасно з регулятором росту рослин Рівал для обробки насіння перед сівбою та посівів під час вегетації на фоні повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$ забезпечує отримання найбільшої врожайності насіння сої на рівні 2,34 т/га. Даний агротехнічний захід можна рекомендувати сільськогосподарським підприємствам Центрального Степу України для впровадження у технології вирощування сої сорту Золушка.

3.2.5. Елементи структури врожаю сої залежно від застосування окремих агротехнічних заходів

Окремі агротехнічні прийоми можуть впливати на процеси росту і розвитку рослин сої та суттєво змінювати продуктивність рослин, і зокрема показники структури врожаю.

Так, визначення висоти рослин сої в середньому за 2021-2022 роки на момент повної стиглості показало, що вона була в межах від 84,7 до 104,3 см (табл. 3.5).

Встановлено, що використання бактеріального препарату сприяло збільшенню висоти рослин сої. Найбільша висота рослин сої відмічена при сумісному використанні бактеріального препарату з регулятором росту як на природному фоні, так і на фоні повного мінерального добрива: без внесення мінеральних добрив – 96,3-98,7 см, а на фоні мінеральних добрив – 101,7-104,3 см, що перевищувало відповідні контролю на 13,7-16,5 та 14,4-17,3 %. Більший приріст висоти рослин відмічений на фоні застосування мінеральних добрив, що очевидно можна пояснити кращим рівнем живлення таких.

Не менш важливим, але більш технологічним є показник висоти прикріплення нижнього бобу, який коливався в середньому за роки досліджень в межах 13,7-16,3 см. Була виявлена аналогічна попередній закономірність по впливу факторів, що вивчались у досліді. Дещо більша висота прикріплення нижнього

бобу – 16,3 см - була у варіанті з використанням бактеріального препарату сумісно з регулятором росту рослин з внесенням $N_{40}P_{40}K_{40}$. Показник перевищував відповідний контроль на 11,0 %.

Таблиця 3.5

Вплив агротехнічних заходів на формування біометричних показників структури врожаю сої (середнє за 2021-2022 рр.)

Удобрєння (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	Висота рослини, см	+ до контролю				Висота прикріплення нижнього бобу, см	+ до контролю			
			по фактору А		по фактору Б			по фактору А		по фактору Б	
			см	%	см	%		см	%	см	%
Без добрив	контроль	84,7	-	-	-	-	13,7	-	-	-	-
	РізоФікс	91,7	-	-	7,0	8,3	14,0	-	-	0,3	2,2
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	96,3	-	-	11,6	13,7	14,7	-	-	1,0	7,3
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	98,7	-	-	14,0	16,5	15,0	-	-	1,3	9,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	88,9	4,2	5,0	-	-	14,7	1,0	7,3	-	-
	РізоФікс	96,1	4,4	4,8	7,2	8,1	15,1	1,1	7,8	0,4	2,7
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	101,7	5,4	5,6	12,8	14,4	15,9	1,2	8,2	1,2	8,4
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	104,3	5,6	5,7	15,4	17,3	16,3	1,3	8,6	1,6	11,0

Важливим показником структури врожаю, який вказує на його кількісні характеристики, є кількість бобів, що закладаються на рослині сої. За дворічними

даними встановлено, що найбільше бобів – 39,8 шт. утворилось при комплексній обробці насіння РізоФіксом та регулятором росту Рівал з обприскуванням посівів регулятором росту, що було більше, ніж у відповідному контрольному варіанті на 13,1 шт. або 49,1 % (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вплив агротехнічних заходів на формування кількісних показників
структури врожаю сої (середнє за 2021-2022 рр.)

Удобрен-ня (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	Кількість бобів, шт./роsl.	+ до контролю				Кількість насінин, шт./роsl.	+ до контролю			
			по фактору А		по фактору Б			по фактору А		по фактору Б	
			шт. .	%	шт.	%		шт.	%	шт.	%
Без добрив	контроль	26,7	-	-	-	-	51,9	-	-	-	-
	РізоФікс	32,9	-	-	6,2	23,2	57,5	-	-	5,6	10,7
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	38,4	-	-	11,7	43,8	66,3	-	-	14,4	27,7
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	39,8	-	-	13,1	49,1	71,5	-	-	19,6	37,7
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	30,9	4,2	15,7	-	-	59,4	7,5	14,0	-	-
	РізоФікс	37,2	4,3	13,1	6,3	20,4	65,8	8,3	14,4	6,4	10,8
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	42,7	4,5	11,7	11,8	38,2	76,2	9,9	15,0	16,8	28,3
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	44,5	4,7	11,8	13,6	44,0	83,8	12,3	17,2	24,4	41,1

На фоні повного мінерального добрива кількість бобів була від 30,9 до 44,5 шт./росл., що перевищувало відповідні варіанти на природному фоні на 11,8-15,7 %.

В середньому з варіантів на фоні мінеральних добрив формувалось 38,8 шт. бобів проти 34,5 шт./рослину без добрив. Ефективність фонового внесення мінеральних добрив становила 12,5 %.

Не менш важливим показником структури врожаю, який його характеризує, є кількість насіння з рослини. Менший приріст показника порівняно до контролю відзначено від застосування інокулянту РізоФікс – 5,6 шт./рослину або 10,7 %. Фонове внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ у аналогічному варіанті сприяло формуванню дещо більшої кількості насінин на рослині – 65,5 шт., що перевищувало контроль без фону на 26,8 %. Такий ефект проявився від сумісної дії інокулянту та мінеральних добрив. В цілому більше насінин на рослинах сої формувалося у варіантах з використанням сумісно бактеріального препарату РізоФікс та регулятору росту Рівал для обробки насіння та посівів – 71,5 шт. або на 37,7 % порівняно до контролю, особливо при фоновому внесенні $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 83,8 шт., що перевищувало показник контрольного варіанту на 41,1 %. Дія мінеральних добрив проявилась 17,2 % ефектом даного показника.

Відомо, що основним показником розміру врожайності є маса насіння з рослини. Нашими дослідженнями встановлено, використання як інокуляції, так і сумісно бактеріального препарату та регулятору росту рослин на природному фоні та на фоні повного мінерального добрива позитивно вплинуло на приріст на маси насіння з рослини (табл. 3.7).

За результатами дворічних даних встановлено, що формуванню максимальної маси насіння сприяла обробка насіння РізоФіксом та Рівалом сумісно та додаткове обприскування посівів регулятором росту на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ – маса насіння становила в середньому за два роки 6,0 г, що перевищувало такий варіант без фонового внесення повного мінерального добрива на 0,5 г або 9,1 %. Таке перевищення було істотним.

Таблиця 3.7

Вплив агротехнічних заходів на формування вагових показників
структури врожаю сої (середнє за 2021-2022 рр.)

Удобрєння (фактор А)	Інокуляція (фактор Б)	Маса насіння з рослини, г	+ до контролю				Маса 1000 насінин, г	+ до контролю			
			по фактору А		по фактору Б			по фактору А		по фактору Б	
			г	%	г	%		г	%	г	%
Без добрив	контроль	4,0	-	-	-	-	157,4	-	-	-	-
	РізоФікс	4,6	-	-	0,6	15,0	159,3	-	-	1,9	1,2
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	4,9	-	-	0,9	22,5	160,5	-	-	3,1	2,0
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	5,5	-	-	1,5	37,5	161,8	-	-	4,4	2,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	контроль	4,3	0,3	7,5	-	-	159,2	1,8	1,1	-	-
	РізоФікс	5,1	0,5	10,9	0,8	18,6	162,1	2,8	1,8	2,9	1,8
	РізоФікс+Рівал (обробка насіння)	5,5	0,6	12,2	1,2	27,9	164,4	3,9	2,4	4,2	2,6
	РізоФікс + Рівал (обробка насіння та посівів)	6,0	0,5	9,1	1,7	39,5	165,7	3,9	2,4	5,5	3,4

В цілому фонове внесення мінеральних добрив сприяло формуванню більшої маси насіння у всіх варіантах. Перевищення порівняно до відповідних варіантів без фону становило від 7,5 до 12,2 %.

Невід'ємною складовою структури врожаю є показник маси 1000 насінин, який також змінювався від дії досліджуваних агротехнічних заходів. Використання РізоФіксу сприяло збільшенню маси насіння з рослини відносно

контролю на 1,9 г (або 1,2 %), сумісно РізоФіксу та регулятору росту Рівал – на 3,1 г (2,0 %). Найбільшою маса 1000 насінин на природному фоні формувалася у варіанті РізоФіксу та Рівалу для обробки насіння та посівів – 161,8 г.

На фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$ ефективність дії бактеріального препарату покращувалась. Краще себе проявив варіант із застосуванням РізоФіксу та Рівалу для обробки насіння та посівів: маса 1000 насінин склала 165,7 г, що було більшим порівняно до контролю без фону $N_{40}P_{40}K_{40}$ та обробки інокулянтом і регулятором на 8,3 г або 5,3 %.

Отже, позитивний вплив агротехнічних заходів у технології вирощування сої сорту Золушка, як то бактеріального препарату РізоФікс, регулятору росту рослин Рівал для обробки насіння та обприскування посівів, фонового внесення повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$, позначився утворенням більшої кількості і маси бульбочок, формуванням більшої маси рослин і площі листкової поверхні, насінневої продуктивності і, в кінцевому результаті, визначив рівень врожайності. Це обумовлено покращенням життєдіяльності рослин та додатковою активацією фізіологічних процесів в них, особливо в умовах недостатнього зволоження Центральної України; при цьому збільшується продуктивність культури.

Таким чином, в умовах Центральної України для передпосівної обробки насіння сої сорту Золушка слід використовувати інокулянт РізоФікс та регулятор росту рослин Рівал з подальшою обробкою посівів сої даним регулятором росту рослин під час вегетації культури на фоні застосування повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$ та рекомендувати такі агротехнічні заходи агропідприємствам Центральної України у технології вирощування культури.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кінцевою оцінкою виробництва сільськогосподарської продукції є критерій економічної ефективності, яка є формою виразу мети виробництва [71].

Економічним мірилом ефективності результатів досліджень у всіх галузях народного господарства є збільшення валового об'єму продукції та мінімізація грошових витрат на виробництво одиниці продукції [72].

Для встановлення економічної ефективності вирощування сої сорту Золушка залежно від агротехнічних заходів необхідно отриманий результат порівняти з витратами на її вирощування у кожному конкретному варіанті досліду.

Тарифні ставки та визначені норми виробітку станом на 1.11.2022 року враховані при розрахунку економічної ефективності досліджуваних агротехнічних заходів.

Чистий дохід визначали як різницю між вартістю продукції за ринковими цінами та витратами на вирощування культури. Рівень рентабельності - це співвідношення чистого доходу до витрат на вирощування.

Розрахована за вище наведеними показниками порівняльна економічна ефективність вирощування сої сорту Золушка залежно від використання різних агротехнічних заходів наведена в таблиці 4.1.

Із даних таблиці видно, що в середньому за роки досліджень при застосуванні інокулянту РізоФікс у технології вирощування сої сорту Золушка умовно чистий дохід склав 16,52 тисяч гривень на гектар, а рівень рентабельності 121,75 %, що на 14,77 %, ніж у контрольному варіанті без інокуляції. При цьому витрати на вирощування порівняно до контролю зростали на 760 грн., або 6 %.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сої сорту Золушка залежно від агротехнічних заходів (середнє за 2021-2022 рр.)

Показники	Контроль				N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)			
	контроль	РізоФікс	РізоФікс+ Рівал (обробка насіння)	РізоФікс+ Рівал (обробка насіння та посівів)	контроль	РізоФікс	РізоФікс+ Рівал (обробка насіння)	РізоФікс+ Рівал (обробка насіння та посівів)
Урожайність, т з 1 га	1,56	1,77	1,85	1,95	1,77	2,02	2,20	2,34
Вартість врожаю з 1 га, тис.грн.	26,52	30,09	31,45	33,15	30,09	34,34	37,40	39,78
Витрати з 1 га, тис.грн.	12,81	13,57	13,59	13,83	20,77	21,39	21,43	21,67
Вартість добрив, тис.грн./га	-	0,46	0,48	0,63	6,00	6,46	6,48	6,63
в т.ч. біопрепарати	-	0,46	0,48	0,63	-	0,46	0,48	0,63
регулятори росту рослин	-	-	0,014	0,166	-	-	0,014	0,166
мінеральні добрива	-	-	-	-	6,00	6,00	6,00	6,00
Умовно чистий дохід з 1 га, тис.грн.	12,81	16,52	17,86	19,32	9,32	12,95	15,97	18,11
Питома вага добрив та інокулянту у структурі витрат, %	-	3,41	3,51	5,91	28,89	30,21	30,22	31,47
Собівартість 1 т насіння, тис.грн.	8,21	7,67	7,35	7,09	11,73	10,59	9,74	9,26
Рівень рентабельності, %	106,98	121,75	131,34	139,74	44,89	60,51	74,52	83,60

Слід зауважити, що використання регулятору росту рослин Рівал для обробки насіння та на посівах сої сприяло додатковому зростанню витрат на вирощування, проте за рахунок більшої прибавки врожаю порівняно до вище наведених варіантів рівень рентабельності збільшувався до 131,34 та 139,74 % відповідно. При цьому питома вага біопрепарату та регулятору росту рослин порівняно до контролю становила 3,51 та 5,91 %, тоді як від застосування лише інокулянту – 3,41 %.

Фонове використання повного мінерального добрива у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ хоча і сприяло суттєвому зростанню рівня врожайності, проте завдяки мінеральним добривам значно збільшувалася питома вага їх та препаратів у структурі витрат – від 28,89 до 31,47 %. Як наслідок, рівень рентабельності порівняно до варіантів без фону був меншим у 1,67-2,4 рази відповідно.

Отже, найвищий рівень рентабельності - 139,74 % - забезпечує застосування передпосівної інокуляції насіння сої РізоФіксом сумісно з регулятором росту рослин Рівал та обробкою посівів сої під час вегетації регулятором росту Рівал, що забезпечує урожайність насіння на рівні 1,95 т/га, а прибавку 0,39 т/га. Фонове внесення повного мінерального добрива у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяє істотній прибавці врожаю насіння, проте рівень рентабельності знижується до 83,6 %.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ, ПОВ'ЯЗАНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

5.1. Заходи безпеки при роботі з добривами та регуляторами росту рослин

Мінеральні та бактеріальні добрива, регулятори росту рослин та інші пестициди регулярно використовуються у технології вирощування сільськогосподарських культур, що допомагає отримувати та зберігати високі і сталі врожаї. Але дані речовини часто несуть небезпеку навколишньому середовищу в цілому та людському здоров'ю зокрема. Неконтрольоване їх застосування часто завдає великої непоправної шкоди як працюючим з ними особам, так і оточуючому середовищу [73].

Закон України «Про пестициди та агрохімікати» встановлює вимоги щодо виробництва, перевезення, продажу, збереження, використання, утилізації та знешкодження пестицидів і агрохімікатів [74].

Особи, діяльність яких пов'язана з вищенаведеними заходами, мають бути не молодше 18 років, не вагітні та не жінки-годувальниці, повинні мати посвідчення (допуск) на право роботи з пестицидами та агрохімікатами, не мати медичних протипоказань і пройти медогляд. Вони щороку проходять навчання та інструктаж з охорони праці. Праця під час роботи з пестицидами 1 і 2 класів небезпеки триває 4 години, з пестицидами 3 і 4 класів небезпеки - 6 годин.

На оброблені пестицидами площі для проведення ручних робіт працівники виходять через 7 днів, механізованих - 3 дні. Вся праця з пестицидами та добривами повинна бути максимально механізована. Деякі роботи виконують у протигазах або респіраторах.

Мінеральні добрива та пестициди зберігають у обладнаних сховищах у заводській тарі (коробках, бочках, каністрах, скляних бутлях тощо), на якій зазначено назву препарату, відсоток діючої речовини, група пестициду, клас

небезпеки, маса, напис «Вогнебезпечно», «Вибухонебезпечно» або «Обережно. Отрута!» (за необхідності).

Навкруги оброблюваної ділянки встановлюють попереджувальні знаки до моменту закінчення строків очікування та завчасно вивозять пасіки на віддаль не менше 5 км.

Не менше ніж на 500 м від житла, джерел водопостачання, тваринницьких комплексів у спеціально обладнаних приміщеннях з достатньою примусовою вентиляцією проводять обробку, вивантаження, пакування в тару насіння.

Залишки обробленого посівного матеріалу не можна змішувати з іншим насінням, здавати на переробні підприємства, застосовувати на харчові цілі, для худоби та птиці. Споживання обробленого зерна в їжу сприяє отруєнням, а інколи і смерті.

Кузови, тару, робочі органи машин із застосування добрив після завершення роботи очищують та ретельно змивають водою, нейтралізуючи протягом 40–50 хвилин 25 % хлорним вапном з додатковою промивкою водою. Знезараження забруднених пестицидами ділянок виконують теж хлорним вапном з подальшим перекопуванням.

З метою профілактики отруєння пестицидами та добривами слід дотримуватися режиму та складу харчування, правил особистої гігієни. Заборонено пити, їсти та палити під час роботи з пестицидами та добривами, а після - необхідно прийняти душ.

Продукти, вода та місце відпочинку й прийому їжі повинні бути далі за 200 м від місць роботи з пестицидами.

Дотримання правил охорони праці, правильна організація робіт забезпечує проведення догляду за посівами без отруєнь, травм та професійних захворювань [73].

Навчання, інструктування, регулярна пропаганда безпечних умов праці; організація кабінетів та куточків з охорони праці з плакатами, попереджувальними написами, інструкціями, пам'ятками; проведення лекцій та

бесід; проведення нарад по обміну досвідом, конференцій та зборів з обговоренням питань охорони праці сприяє створенню здорових та безпечних умов роботи працюючих, а виконання пересторог та ефективного використання засобів особистого захисту зведе травматизм та отруєння на виробництві до гранично малих показників.

5.2. Охорона довкілля при застосуванні добрив та регуляторів росту рослин

Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на широкому застосуванні різних видів добрив як одного з основних засобів покращення родючості ґрунту та отримання високих врожаїв. Але надмірне, не обґрунтоване їх застосування викликає забруднення ґрунту, накопичення їх у продукції рослинництва, кормах і водах.

Негативний вплив пестицидів та добрив може проявлятися алергічними реакціями та зниженням імунітету, виникненням пухлин, мутацією генів у теплокровних тварин і людини та іншими.

З метою запобігання наслідкам забруднення довкілля необхідно усунути причини їх впливу, як то недосконалість транспортування, збереження, змішування та внесення добрив та регуляторів росту; недосконалість якості пестицидів та агрохімікатів (наявність великої кількості баластних речовин); порушення технології використання добрив та регуляторів росту рослин; забруднення атмосферного повітря газовими викидами пестицидів та добрив; зміна мікробіологічного стану субстрату; переміщення складових добрив з ґрунту у підґрунтові води і т.д.

Бактеріальні препарати в цьому плані не становлять загрози для навколишнього середовища, а лише сприятливо впливають на ґрунтову родючість, що позитивно впливає на врожай культур.

З метою охорони навколишнього природного середовища та харчових продуктів від забруднення надлишками добрив та регуляторами росту рослин слід дотримуватися наступних заходів: удосконалювати асортимент РРР та

добрив; посилювати екологічні вимоги до пестицидів та добрив створенням відповідного законодавства; дотримуватися регламенту застосування добрив та регуляторів росту рослин відповідно до заявлених виробником норм та строків використання; скорочувати витрати пестицидів завдяки удосконаленню методів обробки та приладів; обмежувати території, які обприскуються хімічними засобами; скорочувати витрати пестицидів та агрохімікатів завдяки використанню комплексних препаратів та бакових сумішей; зменшувати пестицидне навантаження на оточуюче середовище завдяки широкому використанню біологічних та агротехнологічних методів і т.д. [29].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведені протягом 2021-2022 рр. дослідження з вивчення агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах Центральної України та аналіз їх результатів дозволили зробити наступні висновки:

1. Регулятор росту рослин підвищує ефективність застосування інокулянту, а застосування мінерального добрива (особливо із вмістом азоту) сумісно з бактеріальним препаратом сприяє активізації симбіотичної продуктивності культури: обробка насіння сої сорту Золушка інокулянтом РізоФікс та регулятором росту рослин Рівал з додатковим обприскуванням посівів під час вегетації Рівалом на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяє формуванню більшої на 19,0 шт./рослину або 49,4 % кількості бульбочок та на 3,3 г/ 10 рослин або 165% їх маси порівняно до контролю.

2. Застосування бактеризації насіння сої РізоФіксом з одночасною обробкою насіння та обприскування посівів регулятором росту рослин Рівал на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ впливає на формування біометричних показників рослин культури: перевищення показника маси рослини над контрольним варіантом становить 31,7 г або 87,0 %, а асиміляційної поверхні посівів - на 15,1 тис.м²/га або 36,5 %.

3. В умовах Центральної України використання для передпосівної обробки насіння сої сорту Золушка інокулянту РізоФікс з одночасною обробкою насіння регулятором росту рослин Рівал та посівів під час вегетації культури на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяє суттєвій прибавці врожайності насіння культури в середньому за два роки порівняно до контролю без обробки насіння і посівів на 0,57 т/га або 32,2 %, а без фонового внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ – на 0,39 т/га або 20,0 %; формуванню більших показників структури врожаю: висота рослин - на 5,7-17,3 %, висота прикріплення нижнього бобу – на 8,6-11,0 %, кількість бобів на рослині – на 11,8-44,0%, кількість насінин на рослині – 17,2-41,1%, маса насіння

з рослини – на 9,1-39,5 %, маса 1000 насінин – на 2,4-3,4 % порівняно до відповідного контролю.

4. Найвищий рівень рентабельності - 139,74 % - забезпечує застосування передпосівної інокуляції насіння сої РізоФіксом сумісно з регулятором росту рослин Рівал та обробкою посівів сої під час вегетації регулятором росту Рівал. Фонове внесення повного мінерального добрива у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяє істотній прибавці врожаю насіння, проте рівень рентабельності знижується до 83,6 %.

На основі проведеного в роботі аналізу результатів досліджень та зроблених на їх основі висновків сільськогосподарським підприємствам Центральної України рекомендуємо серед агротехнічних заходів технології вирощування сої сорту Золушка проводити інокуляцію насіння за допомогою бактеріального добрива РізоФікс у поєднанні з регулятором росту рослин Рівал та обробку посівів регулятором росту рослин Рівал та фоновим внесенням повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А., Омар Р., Побережна А. Соя і соєвий шрот в годівлі тварин, птиці і риби. К.: Соєве об'єднання, 2000. 90 с.
2. Зубець М.В. Напрямки економічного зростання агропромислового комплексу України. К.: Аграрна наука, 1999. 56 с.
3. Индустриальная технология возделывания сои в условиях Кировоградской области: методические рекомендации/ Н.П.Полишко и др.; Кировоград, 1986. 24 с.
4. Соя – кладовая кормового белка: Интенсификация кормопроизводства/ В.Т.Маткевич, Н.Г.Бондаренко, Р.П.Быкова и др. Кировоград, 1988. С.4-7.
5. Кириченко В. В., Посиляєва О. О., Кобизєва Л. Н., Гопцій Т. І., Рябуха С. С. Селекція сої на стійкість до спеки та посухи: навчальний посібник. Харків, 2016. 96 с. URL: https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/navchalnij-posibnik_soya_2016.pdf (дата звернення: 21.09.2022)
6. Лещенко А.К. Культура сої на Україні. К., 1962. 326 с.
7. Бабич А. О. Вирощування зернобобових на корм. Київ: Урожай, 1972. 170 с.
8. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
9. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 432 с.
10. За 5 років площі під соєю в Україні скоротились на третину: онлайн-асистент фермера «Kurkul». URL: <https://kurkul.com/news/28587-za-5-rokiv-ploschi-pid-soyeyu-v-ukrayini-skorotilis-na-tretinu> (дата звернення: 29.09.2022)
11. Бабич А.О. Кормові і білкові ресурси світу. К, 1995. 298 с.

12. Бабич А., Побережна А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. Пропозиція. Київ, 2000. №4. С.42-45.
13. Кияк Г.С. Рослинництво. К.: Вища школа, 1976. 400 с.
14. Сарнецкий Г.А. Масличные и эфиромасличные культуры. К.: Урожай, 1983. 152 с.
15. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур: рослинництво: навчальний посібник/ М.А.Білоножко та ін.; К.: Вища школа, 1990. С.86-89.
16. Бугай С.М., Зинченко А.И., Моисеенко В.И.и др Растениеводство: підручник. К.: Вища школа. 1987. 328 с.
17. Кієнко Г.Л., Полішко М.П., Медведєва Л.Р. та ін. Методичні рекомендації по вирощуванню високих врожаїв сої. Кіровоград, 1993. 20 с.
18. Коробко В.А. Селекция и семеноводство сои в Молдавии. Кишинёв: Штиинца, 1984. 80 с.
19. Бондаренко Г.А., Заверюхин А.А., Залеский Д.П. Соя на полях Крыма. Симферополь, 1977. 48 с.
20. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. Кишинёв: Штиинца, 1990. 489 с.
21. Приман І.Д. Інтенсифікація виробництва сої. К.: Урожай, 1992. 280с.
22. Лещенко А.К., Бабич А.О. Соя. К.: Урожай, 1977. 104 с.
23. Толкачѳв Н.З., Патыка В.Ф. Повышение продуктивности сои путѳм усиления симбиотической азотфиксации. Сучасні проблеми вир-ва і вик-ня кормового зерна і сої: симпозіум 2. Вінниця, 1993. С.36-39.
24. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої у вирішенні світової продовольчої проблеми. Соя: матер. первой Всеукр. конф. по сое. Одесса, 1993. С. 5-9.
25. Вплив інокуляції насіння препаратом ХіСтік Соя на ріст, розвиток і продуктивність рослин сої вітчизняної селекції. Agrotimes: онлайн-

- журнал. URL: <https://agrotimes.ua/article/vpliv-inokulyaciyi-nasinnya-preparatom-histik-soya-na-rist-rozvitok-i-produktivnist-roslin-soyi-vitchiznyanoyi-selekciyi/> (дата звернення: 29.09.2022)
26. Шепитько Е.Н., Ковтун Н.В. Влияние бактериальных и минеральных удобрений на продуктивность сои в условиях Луганской области. Соя: матер. первой Всеукр. конф. по сое. Одесса, 1993. С. 25-27.
 27. Стрюк М.В., Стрюк С.Г., Дерев'янський В.П. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність сої. Наук.-техн. бюл. К., 1994. № 2. С. 8-10.
 28. Бабич А.А., Петриченко В.Ф., Ковальчук А.П. Влияние азотного питания на показатели величины и качества зерна в условиях Лесостепи Украины. Сучасні проблеми вир-ва і вик-ня кормового зерна і сої: симпозіум 2. Вінниця, 1993. С. 25-27.
 29. Лагутенко О.Т. Екологічні аспекти використання добрив у землеробстві: мінеральні добрива та екологічні проблеми, пов'язані з їх використанням. Агроєкологія: навчальне видання. 207 с. URL: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/14770/lagutenko_knuga2.pdf?sequence=5&isallowed=y (дата звернення: 29.09.2022)
 30. Курносова А.Ф. Влияние микроэлементов на урожай и кормовую ценность сои. Резервы повышения продуктивности зерновых культур в условиях западных районов УССР: сб. науч. тр. Львовск. СХИ. Львов, 1980. Т. 92. С.41-43.
 31. Юник А., Мокрієнко В., Пірда В. Удобрєння сої: основні елементи успіху. Агробізнес сьогодні: журнал та мультимедійна платформа. URL: <http://agro-business.com.ua/aharni-kultury/item/20611-udobrennia-soi-osnovni-elementy-uspikhu.html> (дата звернення: 21.09.2022)
 32. Світовий рекорд: як американському фермеру вдалося отримати 11,5 т/га сої. Агроном: журнал. К.: Інститут садівництва НААНУ, 2022. №4(78). URL: <https://www.agronom.com.ua/svitovyj-rekord-yak-amerykanskomu-fermeru-vdalosya-otrymaty-11-5-t-ga-soyi/> (дата звернення: 20.09.2022)

33. Ткаленко Г. Биологические препараты в защите растений. Infoindustry: онлайн-журнал. 2017. URL: <https://infoindustria.com.ua/biologicheskie-preparaty-v-zashhite-rasteniy/> (дата звернення: 20.10.2022)
34. Господаренко Г. Особливості внесення добрив під сою: технології. Пропозиція. 2019. №12. URL: <https://propozitsiya.com/ua/osoblyvosti-vnesennya-dobryv-pid-soyu> (дата звернення: 20.09.2022)
35. Деревянский В.Ф., Стрюк М.В., Стрюк С.Г. Влияние микроэлементов на продуктивность сои. Технические культуры. 1993. №3-4. С.7-9.
36. Чинчик О. С. Фотосинтетична діяльність та врожайність сортів сої залежно від удобрення. URL: <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/90/Agro/Ukr/33.pdf> (дата звернення: 23.09.2022)
37. Трикіна Н. М. Застосування біопрепаратів на сої в умовах посухи: збірник наукових праць кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. С. 47-50. URL: <http://www.kntu.kr.ua/doc/zbirnyki/2017/4.pdf> (дата звернення: 24.09.2022)
38. Сергієнко В. Інокулянти та регулятори росту рослин у технологіях вирощування сої. Агробізнес сьогодні: журнал та мультимедійна платформа успішного аграрія. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrrarni-kultury/item/638-inokulianty-ta-rehuliatory-rostu-roslyn-u-tekhnohiiakh-vyroshchuvannia-soi.html> (дата звернення: 25.10.2022)
39. Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Формування продуктивності цукрових буряків при застосуванні регулятора росту Біолан в Центральній Україні. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава: ПДАА, 2022. № 1 (104). С. 55–61. (DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.06>) (дата звернення: 26.10.2022)
40. Конончук О.Б., Пида С.В. Вплив регуляторів росту рослин регоплант і стимпо на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної: Физиология растений и генетика. 2018. Т. 50. № 1 с. 59-65 URL: <https://www.frg.org.ua/articles/50010059a.pdf> (дата звернення: 25.10.2022)

41. Застосування регуляторів росту рослин для сої за сучасного зростання стресових факторів: PROTEIN PROTECT URL: <http://socrates.vsau.org/images/kr2021/k6.pdf> (дата звернення: 26.10.2022)
42. Романько А. Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України: дис. ...д-ра філософії: 201-Агрономія/ Сумський національний аграрний університет. Суми, 2021 с. 223. URL: https://science.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/Diss_Romanko.pdf (дата звернення: 26.10.2022)
43. Анішин Л. А., Жилкін В. О., Пономаренко С. П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. К., 2000. 32 с.
44. Melnyk A. V., Akuaku J., Makarchuk A. V. Effect of foliar fertilizers in reducing stress in sunflower plants under conditions of climate change in the ForestSteppe of Ukraine / A. V. Melnyk, J. Akuaku, A. V. Makarchuk // 11th International Conference «Plant Functioning Under Environmental Stress». Krakov. 2018. P. 134.
45. Приседський Ю.Г. Стійкість рослин: підручник для студентів спеціальності «Біологія» вищих навчальних закладів. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 254 с.
46. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2018. № 3. С. 25–32.
47. Міхєєв В. Г. Продуктивність сої залежно від застосування регуляторів росту, десикації та сенікації посівів в умовах лівобережного лісостепу України: дис. ... канд. с.-г./Харківський національний університет ім. В. В. Докучаєва. Харків, 2019. С. 9–17.
48. Василенко М.Г. та ін. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. Агроекологічний журнал. 2018. № 1. С. 96–101.

49. Огурцов Є.М., Міхєєв В.Г., Белінський Ю.В., Клименко І.В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. Харків: ХНАУ, 2016. 268 с.
50. Заєць С. О., Нетіс В. І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами, на посівах сої в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 66. С. 60–62.
51. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні Степу України. Вісник ЖНАУ. 2014. № 39, т. 1. С. 17–23.
52. Шепілова, Т. П. Вплив регуляторів росту та біопрепаратів на продуктивність сої в степу України. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: зб. тез доп. Міжнар. наук. інтернет-конф. (м.Тернопіль, 20 листоп. 2019 р.). Тернопіль: ТНЕУ, 2019. С. 232-235. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/36429/1/232.pdf> (дата звернення: 27.10.2022)
53. Клименко І. В. Вплив регуляторів росту рослин, мінеральних добрив на врожайність сої залежно від сортів та краплинного зрошення: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09/ Харків, 2016. 20 с.
54. Коць С. Я., Грищук О. О. Фітогормони у формуванні та функціонуванні симбіотичних взаємовідносин бобових рослин і бульбочкових бактерій. Физиология растений и генетика. 2015. № 3. С. 187-206.
55. Петриченко В. Ф., Іванюк С. І. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. Аграрний тиждень. 2010. № 9. С. 12.
56. Козючко А. Г. Ефективність впливу передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами та регуляторами росту рослин «Вимпел» на асиміляційні процеси сої сорту Аннушка у фазу цвітіння /Korszer üműszerek es algoritmusai tapasztalati es elmeleti tudományos kutatasi. Hang SZAKASZVI. BIOLÓGIAI TUDOMÁNYOK. 2020.

- Budapest, Magyarország. S.82-85. URL:
<https://doi.org/10.36074/18.09.2020.v2.15> (дата звернення: 15.12. 2020 р.).
57. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 59–62.
 58. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту та стимуляторів росту на ріст, розвиток, водоспоживання та врожайність сої. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 79–84.
 59. Черемха Б. М., Василенко Н. В., Власенко Б.А. Изучение влияния экологически чистых регуляторов на сою. Соя: материалы первой Всеукраинской конференции по сое. Одесса, 1993. С. 56-59.
 60. Савранчук В. В., Семеняка І. М., Мостіпан М. І. та ін. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області. Кіровоград: Кіровоградський інститут АПВ УААН, 2005. 264 с. Аграрії разом
 61. Біопрепарат РІЗОФІКС (RHIZOFIX). ІАС «Аграрії разом». URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/rizofiks-%28rhizofix%29> (дата звернення: 15.09. 2022)
 62. Регулятор росту рослин РІВАЛ (RIVAL)®. ІАС «Аграрії разом». URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/rival-%28rival%29%28r%29> (дата звернення: 15.09. 2022)
 63. Інститут сільського господарства Степу НААН. Продукція. Соя. Золушка. URL: http://www.agronauka.com.ua/products?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=94&category_id=6 (дата звернення 15.09. 2022)
 64. Зінченко А.І. Рослинництво. К.: Вища школа, 2000. С. 311.
 65. Бабич А.О. Соя. Зернобобові культури. К.: Урожай, 1984. С. 27.
 66. Адамень Ф.Ф., Письменов В.Н. Використання сої в народному господарстві. Сімферополь: Таврида, 1995. 198 с.

67. Адамень Ф.Ф., Нестерчук Н.Н. Нові елементи технології вирощування сої на зрошуванні в умовах Кримського степу: тези доповідей. Львів, 1993. С.106-107.
68. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
69. Патики В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. Біологічний азот/ за ред. В.П. Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.
70. 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.
URL:<https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2017/01/35.pdf>
(дата звернення: 25.09. 2022)
71. Вініченко І. І., Полегенька М. А. Теоретичні аспекти формування економічної ефективності агропромислового виробництва. Ефективна економіка. 2019. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=7640> (дата звернення: 21.10.2022). DOI: 10.32702/2307-2105-2019.12.14
72. Іванух Р. А., Дусановський С. Л., Білан Є. М. Критерії та показники економічної ефективності: теоретичні та методологічні основи аграрної економіки. Аграрна економіка і ринок. Тернопіль: Збруч, 2003. 305 с.
73. Охорона праці і пожежна безпека. Мінеральні добрива: загальна характеристика та заходи охорони праці при використанні. Охорона праці і пожежна безпека: електронний журнал URL: <https://oppb.com.ua/news/mineralni-dobryva-zagalna-harakterystyka-ta-zahody-ohorony-praci-pry-vykorystanni> (дата звернення: 15.10. 2022)
74. Про пестициди і агрохімікати: Закон України від 02.03.1995 р. №87/95. Законодавство України: база даних/ Верхов. Рада України. Дата

оновлення: 27.05.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 15.10. 2022)

ДОДАТКИ

Додаток А

Двофакторний дисперсійний аналіз
 Дослід врожайність насіння сої, 2021 рік
 Одиниця виміру даних т/га
 Варіантів 8, Повторень 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	1,63	1,57	1,67	1,65
2	1,86	1,90	1,84	1,84
3	1,95	2,01	1,89	1,95
4	2,05	2,13	2,03	1,99
5	1,90	1,85	1,93	1,92
6	2,18	2,05	2,19	2,30
7	2,38	2,41	2,36	2,37
8	2,52	2,60	2,47	2,49

Середня по досліді – 2,06

Середні по фактору А

А	Середнє
1	1,87
2	2,25

Середні по фактору В

В	Середнє
1	1,77
2	2,02
3	2,17
4	2,29

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Добуток квадратів	Ступеня свободи	Середній квадрат	F
Загальна	146,58	23		
Повторень	79,48	2		
Фактора А	0,03	1	0,03	0,02
Фактора В	42,86	3	14,29	10,10
Фактора АВ	4,41	3	1,47	1,04
Залишка	19,8	14	1,41	

Таблиця впливів та НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0,23	0,18
В	0,41	0,21
АВ	0,31	0,35
Залишка	0,05	

Точність досліді 4,57 % Варіація даних = 9,45 %
 11-01-2022

Додаток Б

Двофакторний дисперсійний аналіз
 Дослід врожайність насіння сої, 2022 рік
 Одиниця виміру даних т/га
 Варіантів 8, Повторень 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	1,48	1,53	1,44	1,47
2	1,67	1,69	1,66	1,66
3	1,75	1,71	1,79	1,75
4	1,84	1,86	1,79	1,87
5	1,63	1,59	1,65	1,65
6	1,85	1,78	1,89	1,88
7	2,02	2,10	1,96	2,00
8	2,15	2,20	2,18	2,07

Середня по досліді – 1,80

Середні по фактору А

А	Середнє
1	1,69
2	1,91

Середні по фактору В

В	Середнє
1	1,56
2	1,76
3	1,89
4	2,00

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Добуток квадратів	Ступеня свободи	Середній квадрат	F
Загальна	78,23	23		
Повторень	7,22	2		
Фактора А	25,42	1	25,42	34,15
Фактора В	18,39	3	6,13	8,24
Фактора АВ	16,77	3	5,59	7,51
Залишка	10,42	14	0,74	

Таблиця впливів та НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0,32	0,16
В	0,24	0,19
АВ	0,21	0,31
Залишка	0,23	

Точність досліді 1,72 % Варіація даних = 6,36 %
 11-01-2022

