

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:
**Дослідження ефективності інокулянтів у технології
вирощування сої в Центральній Україні**

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ 20М-1,9
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____ Каптенар Р.І.
«__» _____ 2022 р.

Керівник, викладач
_____ Наталія Трикіна
«__» _____ 2022 р.

Рецензент
_____ Ольга Медведєва
«__» _____ 2022 р.

м.Кропивницький

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**

Каптенар Ростиславу Івановичу

1. Тема роботи Дослідження ефективності інокулянтів у технології вирощування сої в Центральній Україні
2. Керівник роботи Трикіна Н.М., викладач
 затверджений наказом ЦНТУ “24” грудня 2021 року № 76 - 13
3. Строк подання роботи до захисту 8 травня 2022 року
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Вивчити ефективність інокулянтів при вирощуванні сої в умовах Центральної України.

Завдання:

- встановити ефективність застосування інокулянтів на активізацію росту, розвитку рослин та бобово-ризобіального симбіозу;
- дослідити особливості утворення площі листової поверхні посівів та окремих рослин сої залежно від інокуляції;
- виявити вплив інокуляції на формування врожаю сої;
- виявити особливості формування продуктивності посівів та індивідуальної продуктивності рослин сої від обробки насіння інокулянтами;
- дати економічну та енергетичну 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
Охорона праці та довкілля	Дейкун В.А., доцент		
Економічне та енергетичне 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	24.02.2022 року	
2.	Місце та умови проведення досліджень	18.03.2022 року	
3.	Результати досліджень та їх аналіз	15.04.2022 року	
4.	Економічне та енергетичне обґрунтування результатів досліджень	22.04.2022 року	
5.	Висновки, список літератури, вступ.	3.05.2021 року	

Дата видачі завдання
« 24 » січня 2022 р.

Підпис керівника
_____ Наталія Трикіна
Завдання прийнято до виконання
« 24 » січня 2022 р.

Підпис здобувача
_____ Каптенар Р.І.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ (огляд літератури)	9
1.1. Походження і поширення сої в світі	9
1.2. Ботанічні та біологічні особливості сої.....	12
1.3. Формування продуктивності сої залежно від інокуляції насіння..	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ТА МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1. Організаційні умови та ґрунтово-кліматичні ресурси місця проведення досліджень і їх вплив на формування врожайності сої...	20
2.2. Методика проведення досліджень.....	24
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ.....	28
3.1. Настання фаз росту та розвитку рослин сої та тривалість міжфазних періодів залежно від інокуляції насіння.....	28
3.2. Показники польової схожості насіння та виживаності рослин сої залежно від інокуляції.....	31
3.3. Вплив інокуляції насіння сої на асиміляційну (лишкову) площу рослин	34
3.4. Симбіотична діяльність рослин сої залежно від інокуляції.....	36
3.5. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої в умовах Центральної України.....	43
3.6. Структура врожаю сої залежно від бактеріальних препаратів....	47
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ДОБРІВ.....	49

4.1. Економічне обґрунтування застосування бактеріальних добрив.....	49
4.2. Біоенергетична оцінка застосуванням бактеріальних добрив	51
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНОКУЛЯНТІВ.....	53
5.1. Структура та функціонування охорони праці на підприємствах АПК.....	53
5.2. Техніка безпеки при виконанні механізованих робіт по обробці насіннєвого матеріалу інокулянтами.....	53
5.3. Охорона довкілля при застосуванні інокулянтів	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	68

ВСТУП

Актуальність теми. Соя – зернобобова культура світового землеробства різностороннього використання. Її вирощують як цінну олійну культуру і як джерело рослинного білка. Кожного року посівні площі під соєю і в Україні, і в світі в цілому збільшуються. З метою отримання екологічно чистої продукції сої - насіння - та стабільно високої врожайності культури все більше науковців приділяють увагу складовим технології вирощування культури. В час економічної кризи та екологічного забруднення сільськогосподарських угідь все гостріше постає питання використання дорогих мінеральних, або недоступних органічних добрив. Їх дешевою екологічно безпечною альтернативою стали інокулянти, спектр яких постійно оновлюють науковці і все ширше використовують господарники України.

Селекціонери виводять нові штами бактерій, симбіотичну дію яких потрібно постійно досліджувати як на сортах сої, що нещодавно з'явилися у Реєстрі сортів рослин України, так і на давно зареєстрованих в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Вивчення питання ефективності інокулянтів в конкретних умовах (погодних, ґрунтових, кліматичних) на формування продуктивності сої дасть можливість отримати високі, стабільні врожаї насіння культури.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Питання, порушені у випускній кваліфікаційній роботі, є складовою наукової тематики кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету та наукового керівника зокрема.

Мета і завдання дослідження.

Метою досліджень було встановити ефективність застосування інокуляції насіння азотфіксуючими препаратами АгріБактер та Нітрофікс у

технології вирощування сої в умовах Центральної України. У зв'язку з цим необхідно було вирішити наступні завдання:

- виявити вплив інокуляції насіння на ріст та розвиток рослин сої;
- дослідити особливості утворення площі листової поверхні посівів та окремих рослин сої;
- вивчити залежність симбіотичної активності бульбочок на коренях рослин сої від дії інокуляції;
- виявити особливості формування продуктивності посівів та індивідуальної продуктивності рослин сої залежно від інокуляції;
- дати обґрунтування, економічну та енергетичну оцінку інокуляції насіння сої на різних фонах мінерального живлення.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше в умовах Центральної України дана оцінка росту, формуванню врожайності сої сорту Ромашка залежно від застосування інокулянтів на природному фоні та фоні повного мінерального живлення $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Практичне значення одержаних результатів.

Отримані результати досліджень дозволяють зробити рекомендації виробництву щодо доцільності та ефективності такого агротехнічного заходу як інокуляція насіння перед сівбою, який повинен бути обов'язковою складовою технології вирощування сої в умовах Центральної України і дає змогу істотно підвищити рівень врожайності сої.

Особистий внесок здобувача полягає в тому, що автор особисто узагальнював огляд джерел наукової літератури з питань використання бактеріальних препаратів на сої, розробляв програму наукових досліджень, опрацьовував методики обліків та спостережень, опрацьовував та проаналізував результати досліджень, в тому числі на ПК методом дисперсійного аналізу, зробив ґрунтовні висновки та рекомендації виробництву.

Апробація результатів роботи.

Результати досліджень та їх основні положення були оприлюднені на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції», секція «Агрономія», ЦНТУ, Кропивницький, 13-15 квітня 2022 р. та у її друкованих матеріалах.

Публікації. За результатами досліджень опубліковані тези в електронному збірнику матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції» (ЦНТУ, Кропивницький, 13-15 квітня 2022 р.).

РОЗДІЛ 1

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

(огляд літератури)

1.1. Походження і поширення сої в світі

Дослідженнями науковців, як тих, які працювали на початку становлення агрономічної науки, так і сучасних дослідників, доведено, що соя - відносно давня культура. Історія вирощування цієї культури у різних регіонах нашої планети, зокрема на євразійському континенті, нараховує від 4,5 до 6 тисяч років. Дослідники у своїх працях відзначали, що культура сої, як і пшениці, кукурудзи, ячменю, була віднесена до найбільш давніх сільськогосподарських культур [1-6].

Вченими було доведено, що культурна соя (*Glycine hispida*) виникла із дикорослої, яка відноситься до родини Leguminosae Juss (*Fabaceae* Lindl.), підродини Papilionaceae, роду *Glycine* L. [7 - 11]. Ця назва була закріплена Міжнародним кодексом ботанічної номенклатури у 1954 р. Під *Glycine* L. налічує 17 видів з двох підродів: *Glycine* Wild та *Soja* (Moench) [12-14].

На думку деяких дослідників, які займалися вивченням даного питання, основним місцем походження сої культурної є Південно-Східна Азія. Досить тривалий час основне виробництво сої було зосереджено у Китаї. Завдяки цьому в подальшому проявився великий поліморфізм форм дикої і культурної сої, і на базі цього - багатогранність виведених і вирощуваних сортів [15-17].

Азійські країни, і зокрема Китай, де соя здавна залишається одним із базових джерел продовольчих ресурсів, сотні років утримували першість у вирощуванні та виробництві сої. На євразійському континенті сою вирощують у Китаї, Індії, Індонезії та інших країнах південно-східної Азії.

В окремих регіонах світу, зокрема західній півкулі, соя відносно нова культура. У північній та південній Америках відзначено найбільші темпи

зростання її виробництва, за рахунок чого головним чином відбувся світовий приріст ресурсів зерна сої.

У північній Америці, зокрема США стали займати провідне місце по виробництву і експлуатації сої та продуктів її переробки.

Бразилія великими темпами нарощує виробництво сої. Вона посідає друге місце після Сполучених Штатів Америки і постає одним із головних світових експортерів соєвого зерна, шроту та олії.

Досить швидкими кроками нарощується виробництво сої у інших країнах південної Америки: Аргентині, Парагваї, Болівії, Колумбії, Еквадорі, Уругваї та ін.

На африканському континенті сою вирощують у Нігерії, ПАР, Зімбабве, Руанді, Уганді, Заїрі, Алжирі, Тунісі та Єгипті. В цих країнах соя відома досить давно.

У Європі сою висівають у країнах: Франція, Італія, Румунія, балканських країнах, Болгарія, Іспанія, Молдавія, Україна та інших. Також у різні часи науковці проводили дослідження з вивчення вирощування сої в Англії, Швейцарії, Швеції, Австрії, Польщі, Німеччині та ін.

Зокрема в Україні вирощують велике різноманіття сортів сої у 23 областях. Середньостатистичний рівень врожаю у різних ґрунтово-кліматичних умовах країни на богарних землях становить від 1,8 до 2,5 т/га, а у зрошуваних умовах – від 2,5 до 3,8 т/га [9, 15, 17].

Дослідженнями українських вчених за багато років доведено, що в Україні сою можна вирощувати як на незрошуваних, так і на зрошуваних землях. Вони виділяють «соєвий пояс», який охоплює незрошувані землі північного, центрального, південного Лісостепу, північного, центрального і південно-західного Степу, Лісостепові райони Полісся. Зрошувані землі (в центральному та південному Лісостепу, в центральному, південному, південно-східному та південно-західному Степу) - важливий ресурс виробництва сої. Тут гарантовані високі врожаї культури, - про це свідчать багаторічні дослідні дані наукових установ, а також досвід багатьох передових господарств [18].

Вирощують сою майже у 80 країнах світу для харчових, кормових, медичних і технічних цілей.

Її використовують лише в переробленому і підготовленому вигляді. Саме в Китаї більше ніж 4 тисячі років тому були перші спроби переробки сої. Її піддають ферментній обробці, широко використовують в харчуванні як джерело білку і жиру. Пізніше в розвинених країнах були розроблені методи пресування, екстракції і екструзії.

В нашій країні, Україні, значення сої, як продовольчої культури, в народному господарстві тривалий час було недооцінене. Багато разів виробничники намагалися збільшити об'єм її виробництва, але великих успіхів не було досягнуто. Навіть в південному регіоні країни, де ґрунтово-кліматичні умови для вирощування сої є досить сприятливими, дана культура поки не входить до числа ведучих польових культур. У Сполучених Штатах Америки, до приклад, співвідношення кількості соєвого насіння і зерна кукурудзи складає 1:3,6, а в Україні цей показник становить 1:35 [4].

Вперше 1993 року в Україні була прийнята програма із забезпечення виробництва і використання сої на рівні держави. На практиці країн, які потужно займаються виробництвом даної культури, сою вирощують в тому ж регіоні, що і кукурудзу. Обидві культури добре взаємодіють у сівоzmіні. Слід зауважити, що ланка "soя-кукурудза" – одна з найпродуктивніших. Щорічно сою висівають на площі близько 110-300 тисяч гектарів. У найближчому майбутньому передбачається довести посівні площі під культурою до 500 тисяч гектарів, а далі - до 1 мільйони гектарів. Ліквідувати проблему рослинного білка та олії швидкими темпами дозволить акумуляція посівів сої в зонах із сприятливими для неї ґрунтово-біокліматичними ресурсами [2, 3].

Соевий білок, багатий за амінокислотним складом і характеризується досить високою перетравністю та засвоюваністю для тваринного і людського організму. За біологічною цінністю він стоїть на першому місці серед білків інших сільськогосподарських культур і має високі харчові та фуражні характеристики.

З сої та її складових, зокрема бобів, насіння, шроту, білкового концентрату, переробна харчова промисловість виробляє більше 400 видів продукції. Соевий білок і олія використовуються у близько тисячі видах продуктів, що виробляють різні галузі промисловості (кондитерської, харчової, молочної, комбікормової). Також соя широко використовується в лакофарбовій, фармацевтичній, текстильній, парфумерній, миловарній, целюлозно-паперовій, поліграфічній та інших галузях. Продукти, виготовлені із сої – це частина повсякденного сучасного меню у багатьох країнах світу: не лише в Азії, Америці, але і в Європі соєві молоко, соус, сир (тофу), паста, гідролізований рослинний білок та інші стають все популярнішими.

Сам соєвий білок, що є багатофункціональним, використовують в якості сировини для виготовлення лікарських препаратів, що стимулюють центральну нервову систему, застосовуються у лікуванні діабету та променевої хвороби. Соєві продукти корисні всім віковим категоріям людей.

Слід зауважити, що за поживною цінністю та вмістом білку дана культура зазначена ЮНЕСКО як стратегічний харчовий продукт [19].

1.2. Ботанічні та біологічні особливості сої

В різних ґрунтово-кліматичних умовах протягом досить тривалого часу культури сої утворилося багато форм, а потім і сортів, які відрізняються між собою за певними характеристиками, зокрема за стійкістю до холоду, посухи, інших несприятливих факторів, врожайністю, строками сівби і досягання і т.д., але при цьому вони мають багато спільних біологічних особливостей, властивих конкретному виду [9, 19].

В Україні поширений всього один вид сої, який має три підвиди: маньчжурський, японський та китайський [20].

Підрид соя культурна (*Glycine hispida* Maench) – це однорічна трав'яниста рослина родини бобових. Стебло прямостояче, не вилягає, висотою 0,6-1,5 метри, боби не розтріскуються [21]. Воно округле в перерізі, грубе, у

більшості районованих сортів може мати опушення, має близько 13-15 вузлів. Коренева система – стрижнева, має велику кількість бічних коренів і корінчиків, які проникають на глибину близько 2 метрів, а іноді і більше. Листки за будовою складні, в більшості опушені, трійчасті; за формою залежно від сорту можуть бути овальні, овально-видовжені, широко ланцетоподібні. Квіти зібрані у суцвіття китицю, маленькі, мають п'ять пелюсток, розташовані у пазухах листків. Насіння всіх відтінків жовтого, коричневого, чорного і зеленого кольорів від світлого до темного, за формою - кулькоподібне, ниркоподібне, плоскоокругле, видовженоокругле. Маса 1000 насінин коливається в межах від 40 до 500 грам, у більшості сортів 130-150 грам [21, 22].

Соя - досить теплолюбна культура. Для нормального росту, розвитку і дозрівання вона потребує певну суму активних температур: залежно від сорту - від 1700 до 3200 °С. Мінімальна температура проростання насіння становить +8 °С, а оптимальна - +12+14 °С. Сходи культури можуть витримати короточасні заморозки на поверхні ґрунту до -2 -3 °С. Період вегетації найбільш розповсюджених сортів триває від 80 до 160 днів [23, 24].

Соя – світлолюбна культура короткого дня. Сорти, які відносять до скоростиглих, обов'язково пристосовані до певної місцевості, при цьому зміна широти лише на 1° впливає на тривалість періоду вегетації. Із просуванням далі на північ період вегетації більшості сортів сої подовжується. З цієї причини сорти, які оригінатори подають як ранньостиглі, придатні для вирощування у степових районах не завжди досягають у Лісостепу, і навпаки, пізньостиглі сорти іноземної селекції навіть не завжди зацвітають і формують боби, хоча у південних областях вони дозрівають і дають добрі врожаї [25, 26].

Крім того, що соя досить вимоглива до світла і тепла, вона також вимоглива і до ґрунтів, на яких її вирощують: краще соя почувається на ґрунтах з кислотністю рН 5,5-8,0, але оптимальним її значенням є рН 6,5-7,0. Високі врожаї культури можна отримати на окультурених, структурних ґрунтах з досить глибоким родючим шаром, з близькою до нейтральної та нейтральною реакцією ґрунтового розчину, доброю водо – і повітропроникністю. солонці та

Солончаки, заболочені і кислі ґрунти є непридатними для вирощування сої [27, 28].

Слід також відмітити, що соя нестійка до посухи і дуже вимоглива до умов вологозабезпечення [18, 29-32]. Дані інші науковців з цього питання свідчать, що соя середньостійка, а в окремих регіонах – навіть дуже посухостійка [8, 33-35].

Протиріччя даних у цьому питанні можна пояснити реакцією сої на посуху у різні періоди вегетації та біологічними особливостями сортів. Багато авторів відмічають, що соя порівняно стійкіша до посухи, ніж інші зернові бобові культури, як то горох, боби, чина, квасоля. За посухостійкістю соя переважає тільки нут [36].

Вимоги рослин сої до вологи залежать від періоду росту і розвитку. Так, під час проростання насіння потрібен певний запас вологи у ґрунті, адже воно (насіння) використовує води не менше як 130-160 % порівняно до своєї маси. Під час росту вегетативної маси та інтенсивному розвитку кореневої системи соя добре виносить нестачу вологи, зокрема у перший період росту і розвитку. У період цвітіння, формування і наливу бобів спостерігається найбільше споживання вологи рослинами сої [37, 38].

Для отримання високих і сталих врожаїв насіння сої необхідно постійно розробляти, вдосконалювати і науково-обґрунтовувати технологію вирощування культури в цілому та окремі елементи агротехніки зокрема, враховуючи конкретні ґрунтово-кліматичні умови зони вирощування культури.

1.3. Формування продуктивності сої залежно від інокуляції насіння

Сучасна інтенсивна технологія вирощування сої передбачає проведення всіх необхідних технологічних заходів із урахуванням біологічних вимог рослин культури за фазами їх росту і розвитку [4].

Успішність застосування сучасних технологій вирощування сої залежить як від якісного, так і своєчасного виконання повного комплексу

заходів; також в значній мірі і від конкретного агротехнічного прийому, що повинен відповідати агрокліматичним умовам вирощування, сортовим особливостям сої і т.і. [5-8].

Азот, як елемент живлення, має велике значення для культури, і, зокрема, для формування врожаю сої та збільшення збору білка (на 1 ц насіння витрачається до 8-10 кг). Не випадково всі рослини родини бобових у процесі еволюції пристосувалися за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями використовувати азот атмосфери. Для рослини цей процес достатньо енерговитратний: під час фіксації 1 кг атмосферного азоту соєю витрачає до 20 кг вуглеводів.

Високі врожаї культура може формувати в значній мірі залежно від присутності в ґрунті в достатній кількості азотфіксуючих бактерій (*Bradyrhizobium uaropisum*), що спроможні проникати в тканини кореня рослини-симбіонта та утворювати бульбочки, в яких і відбувається процес фіксації азоту атмосфери. Завдяки цьому азоту рослини сої можуть існувати за умов нестачі у ґрунті його сполук. В результаті такої симбіотичної діяльності бульбочкових бактерій та рослин сої в біологічний кругообіг речовин залучається велика кількість азоту атмосфери. Кількість такого біологічно зв'язаного азоту від усього азоту в урожаї може становити від 30 до 70 %, значна частина якого залишається після відчуження врожаю у ґрунті. Це робить культуру сої цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур.

Науковці Інституту сільськогосподарської мікробіології протягом тривалого часу вивчали поширеність азотфіксуючих бактерій сої в ґрунтах різних кліматичних зон України. Дослідниками було встановлено, що наявність бактерій у ґрунті тісно корелює з тривалістю культивування рослини-симбіонта на території та застосуванням бактеріальних препаратів, проте майже не залежить від ґрунтово-кліматичних особливостей зони соєсіяння.

Встановлено, що не у всіх ґрунтах України природним шляхом коренева система сої інфікується ризобіями. Тому, при вирощуванні сої є необхідність і

доцільність у додатковій штучній передпосівній бактеризації насіння бактеріальними препаратами, такими як ризоторфін, ризобофіт, мікрогумін та інші.

Доведено, що від застосування біопрепаратів у ґрунтах полів, де лише розпочали вирощувати сою, кількість ризобій різко зростає в сотні і тисячі разів. Таким чином за рахунок цього в ґрунті утворюється місцева популяція бульбочкових бактерій сої, яка спроможна активно постачати зв'язний азот рослинам. Але без вирощування бобової культури у сівозміні кількість бульбочкових бактерій поступово зменшується. З цієї причини необхідно постійно проводити інокуляцію насіння культури бактеріальними препаратами з метою поновлення чисельності активних симбіотичних азотфіксаторів у ґрунті. На полях же з відносно великою кількістю бульбочкових бактерій сої у ґрунті прибавка врожаю від застосування біопрепарату становить близько 7-15 %, а на полях з невеликою кількістю їх у ґрунті – близько 20-25 % [39].

В умовах зрошення при інтенсивних технологіях вирощування сої нітрагінізація забезпечує підвищення врожайності насіння сої в середньому на 0,5 т/га або 25-30 %, а приріст показника вмісту білку в ньому при цьому аналогічно збільшується на близько 5-6 %. На зараженому бактеріями ґрунті прибавка від застосування ризоторфіну становить близько 15-20 % або 0,3 т/га, а на богарних землях прибавка врожайності становить близько 0,2-0,4 т/га [40, 41].

Польовими дослідями Луганського сільськогосподарського інституту доведено, що інокуляція насіння всіх досліджуваних сортів сої штамми 634, 626, М-8, 71 сприяє отриманню прибавки врожаю в середньому на рівні 0,2-0,3 т/га [42].

Сучасна інтенсивна технологія вирощування сої неможлива без застосування бактеріальних препаратів, зокрема все більш широкого застосування знаходить інокулянт ризоторфін. Він представляє собою бульбочкові бактерії, які вирощують на субстраті, що збагачені поживними для

бактерій речовинами: вуглеводами, мінеральними речовинами, вітамінами та мікроелементами.

За результатами польових дослідів Миронівського інституту пшениці встановлено, що використання штамів ризоторфіну на фоні регулятору росту Емістин дозволяє збільшити польову схожість насіння на 3-4 % [43].

Багаторічними спостереженнями Інституту зрошуваного землеробства встановлено, що інокуляція посівного матеріалу сої перед сівбою ризоторфіном дозволяє отримати прибавку врожаю на 0,28-0,43 т/га більшу, ніж без обробки. Подібні результати отримано в умовах Кримської сільськогосподарської дослідної станції – прибавка врожайності насіння становила 0,41-1,22 т/га.

Дослідженнями Харківського сільськогосподарського інституту встановлено, що застосування бактеріального препарату ризоторфін на фоні біологічних стимуляторів при вирощуванні сорту сої Білосніжка сприяло прибавці врожайності на рівні 13-30 %.

У ґрунтах полів, де раніше в сівозмінах не вирощували сою, майже зовсім відсутні специфічні штами бактерій. З цієї причини прибавка врожаю насіння сої від використання інокулянту ризоторфін в умовах Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції була на рівні 20-35 %. Суттєвою прибавкою врожаю насіння сої була від застосування ризоторфіну і штаму бактерій №3 – на рівні 0,63 т/га [44, 45].

Як зазначалося раніше, соя ставить високі вимоги до родючості ґрунтів, на яких її вирощують. Світова та вітчизняна практика показує, що стабільно високі врожаї сої можна отримати за умови наявності удобреного фону або ж за малих дозах мінеральних добрив у зонах з достатньо високою родючістю ґрунту. Встановлена рекордна врожайність насіння сої на рівні 7,3 т/га у Сполучених Штатах Америки на фоні високих норм мінеральних добрив - $N_{140}P_{224}K_{260}$ [46].

При розробці системи мінерального удобрення слід виходити із потреби сої як культури в елементах живлення, а також із забезпеченості ґрунту поживними речовинами. Дослідженнями вчених встановлено, для формування

100 кг насіння сої необхідно приблизно 9,3-10,0 кг азоту, 0,85-1,0 кг фосфору, 3,0-3,56 кг калію, 2,3 кг кальцію і 1 кг магнію [47, 48].

Рослини сої з ґрунту поглинають більше азоту і фосфору, ніж іншу культури, такі як озима пшениця, гречка, кукурудза, горох, квасоля. Проте про доцільність застосування під сою азотних добрив серед науковців немає єдиної думки з причини протилежності отриманих результатів досліджень.

Так, одні науковці не рекомендують використовувати азотні добрива під бобові культури: стверджують, що рослини сої зокрема здатні повністю себе забезпечити азотом за рахунок симбіотичної фіксації азоту повітря; інші ж науковці радять навпаки вносити азотні добрива в стартових, невеликих дозах, які необхідні для рослин сої на початковому етапі росту, до початку розвитку бульбочок на коренях рослин; треті стверджують, що високі врожаї бобових культур без застосування азотних добрив отримати практично неможливо [49-51].

В умовах дослідного господарства «Самчики» Хмельницького науково-виробничого об'єднання «Еліта» інокуляція ризоторфіном насіння сої у поєднанні зі штамми №1 та №2 на фоні застосування нітроамофосу сприяло отриманню прибавки врожаю насіння сої на рівні 0,27-0,29 т/га, або 22,7-24,4 % [43].

Інокуляція насіння сої ризоторфіном та іншими штамми бактеріальних добрив перед сівбою є дешевим і ефективним заходом: істотна прибавка за вартістю до 100 разів перевищує витрати на їх застосування.

Зараження насіння сої перед сівбою ризоторфіном на фоні рядкового внесення 50 кг/га нітроамофоски у дослідженнях Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції сприяло збільшенню врожайності насіння сої на 0,22 т/га порівняно до контролю [44].

Полеві дослідження Інституту кормів УААН засвідчили, що інокуляція насіння перед сівбою на фоні застосування фосфорно-калійних добрив забезпечують врожайність сої на рівні 1,97-2,61 т/га залежно від сорту, тоді як сумісне вапнування та інокуляція забезпечили врожайність насіння на рівні 2,12-

2,17 т/га, а лише нітрагінізація – 2,02 т/га; інокуляція ж з вапнуванням та застосуванням повного мінерального добрива – прибавку на рівні 0,66 т/га [45].

Схожі результати досліджень було отримано при вирощуванні сої в умовах Амурської області. За умови інокуляції насіння сої на фоні внесення повного мінерального добрива врожайність в середньому збільшувалася на 0,22-0,4 т/га [42, 52].

Інокулянт нітрагін для обробки насіння сої на фоні застосування удобрення, зокрема 20 т/га гною, в умовах Царичанського району Дніпропетровської області дозволяє отримати врожайність насіння сої на рівні 3,1 т/га [53].

Отже, підвищення врожайності насіння сої стримується недостатньою розробкою окремих заходів її вирощування. Про це свідчать наукові літературні дані, які наголошують на необхідності обробки насіння сої перед сівбою штамами бульбочкових бактерій (нітрагінізації, інокуляції). Особливо це важливо на тих площах, де вперше розпочали вирощування сої. Все це і обумовило вибір теми кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ТА МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організаційні умови та ґрунтово-кліматичні ресурси місця проведення досліджень і їх вплив на формування врожайності сої

Дослідження з вивчення дії інокулянтів проводили на дослідному полі кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2019-2020 років, яке знаходиться в південно-західній частині м.Кропивницький. Площа поля становить 4,4 га орної землі. Поле майже правильної форми, його добре і зручно обробляти сільськогосподарською технікою. Під'їзні до поля шляхи зручні для пересування та маневрування сільськогосподарської техніки під час сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

З 1999 року на дослідному кафедрі загального землеробства запроваджена сівозміна, яка дає можливість проводити наукові дослідження, присвячені вивченню різних питань технологій вирощування сільськогосподарських культур, таких як озима пшениця, цукрові буряки, соя, горох, кукурудза, соняшник, гречка, ехінацея, календула та інші. Необхідно зауважити, що соя на дослідному полі – нова культура, яку, згідно сівозміни, щорічно висівають на іншому місці, внаслідок чого ґрунт мало заражений штамами бульбочкових бактерій. Тому дослідження з питання інокуляції насіння сої перед сівбою буде досить актуальним в цих умовах.

Для проведення наукових досліджень Центральноукраїнський національний технічний університет має на балансі значну кількість сільськогосподарської техніки та знарядь праці, які дозволяють в повній мірі проводити польові роботи: трактор МТЗ-82, автомобіль ГАЗ-53, автомобіль ГАЗ-52, сівалка СЗТ – 3,6, сівалка СУПН-8, культиватор КПС-4,2, культиватор ГРН-3,9, плуг ПЛН-3-35 та ін.

На кафедрі працюють 11 викладачів (професори, доценти та викладачі) та 3 чоловіки обслуговуючого персоналу. Всі викладачі займаються науково-дослідницькою роботою згідно програми досліджень кафедри загального землеробства.

Ґрунтовий покрив дослідного поля представлений чорноземами звичайними середньогумусними важкосуглинистими на лесі, що мають різний ступінь еродованості та сприятливі хімічні, фізичні та агрономічні властивості. Ці ґрунти придатні для вирощування типових для зони сільськогосподарських культур.

Вони є високопродуктивними ґрунтами, але постійне переорювання суттєво руйнує їх структурний стан завдяки дефляційним процесам. Захист ґрунтів передбачає удобрення органічними і мінеральними добривами, безпліщеву оранку, вирощування багаторічних трав, заходи з накопичення і збереження вологи та інші [54].

У ґрунті дослідного поля Центральноукраїнського національного технічного університету в орному шарі міститься близько 4,42 % гумусу, запаси якого на дану глибину не перевищують 15,4 т/га; вміст азоту – 109 мг/кг (рівень забезпечення – середній); рухомого фосфору за Чириковим – 51 мг/кг (рівень забезпечення – середній); обмінного калію за Чириковим – 130 мг/кг (рівень забезпечення – високий); щільність ґрунту від 1,09 до 1,22 г/см³, кислотність ґрунту коливається в межах від 7,1 до 7,3, гідролітична кислотність - від 0,47 до 0,53 мг-екв./100 г ґрунту.

Згідно наведеної вище фізико – хімічної характеристика даного ґрунту, дослідне поле має досить високий ґрунтовий потенціал для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур.

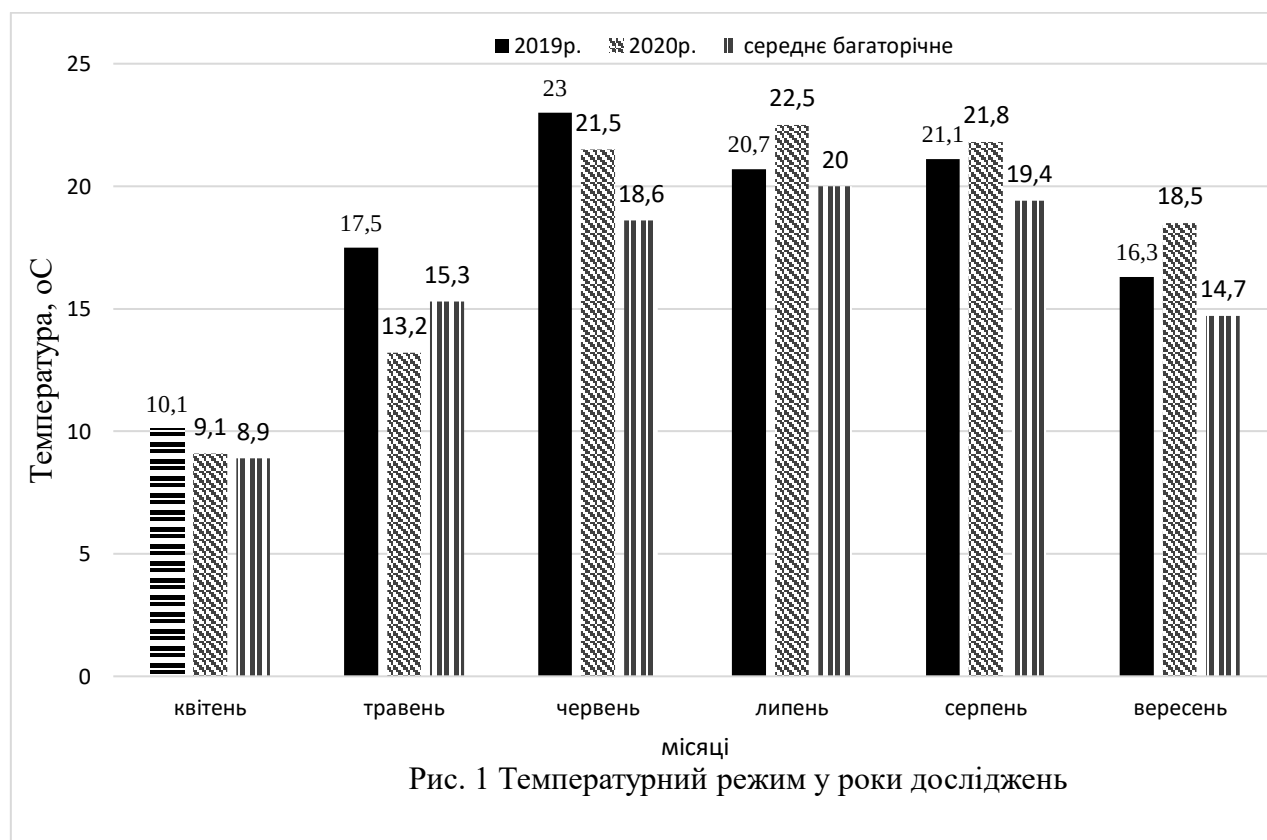
Кліматичні умови зони проведення досліджень доповнюють характеристику умов проведення досліджень.

Зима в зоні Центральної України малосніжна, з нестійким сніговим покривом. Сніготанення під час відлиг є причиною вимокання або випирання озимих культур, а при різких суттєвих зниженнях температури – вимерзання.

Для нормального росту і розвитку польових культур мають значення теплові ресурси середовища, які визначаються температурним режимом.

Перехід позитивних температур через нуль навесні припадає на березень, через $+5^{\circ}\text{C}$ - в першій декаді квітня, а через $+10^{\circ}\text{C}$ – в третій. Літо Центральної України характеризується теплою малохмарною погодою. З переходом середньодобової температури повітря через $+10^{\circ}\text{C}$ створюються оптимальні умови для вегетації більшості сільськогосподарських культур, вегетаційний період яких іноді триває до другої половини жовтня. Безморозний період триває близько 167 днів [54].

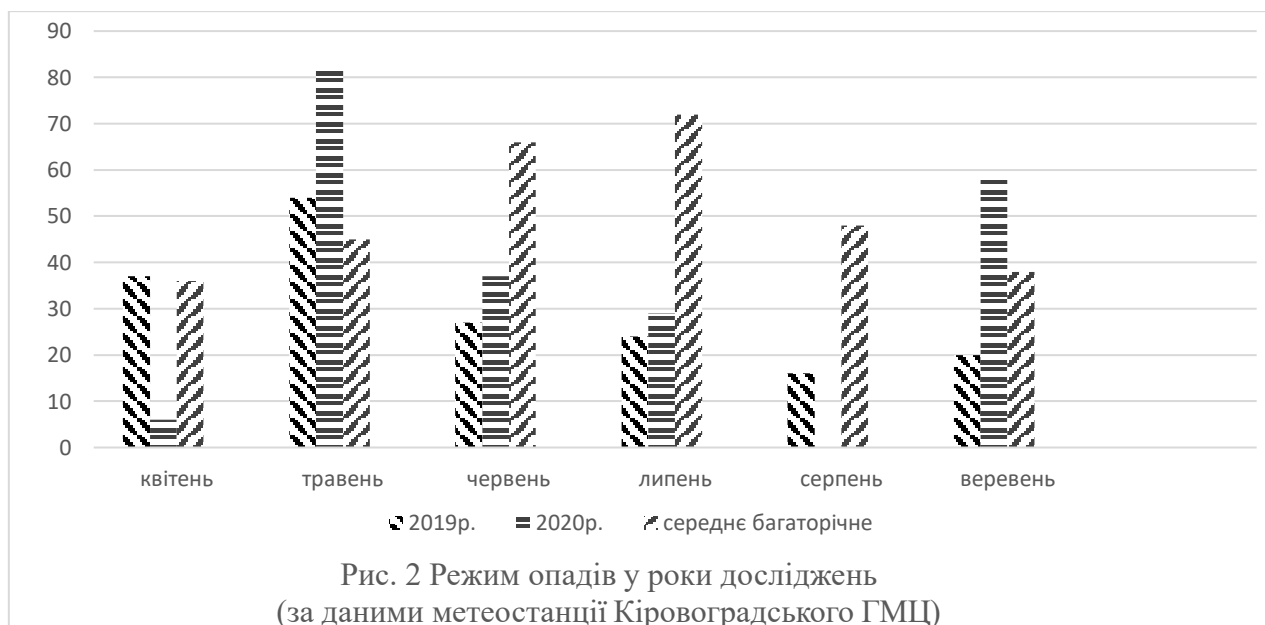
Погодні умови років проведення досліджень різнилися як за зволоженістю, так і за температурним режимом. В 2019 році середньодобова температура повітря за період вегетації сої (квітень-вересень) склала $18,1^{\circ}\text{C}$, 2020 року – $17,8^{\circ}\text{C}$, що було вищим, ніж за середнім багаторічним показником відповідно на $1,9$ та $1,6^{\circ}\text{C}$ (рис.1).



Найнижчими температурами характеризувався квітень-місяць обох років, коли проводили сівбу сої: 2019 року температура повітря була на рівні 10,1 °C, 2020 року – 9,1 °C, при цьому опадів випало відповідно 103 та 17 % до норми. Найвищу середньодобову температуру повітря в 2019 року зафіксовано у червні, коли стовпчик термометра сягнув позначки відповідно 23,0 °C. Саме в цей період відбувається інтенсивний процес росту рослин. В цей час випало відповідно 27 мм опадів, що становило лише 41 % норми, а це в свою чергу не могло не позначитися на формуванні продуктивності культури (рис.2). Подібна до попередньої ситуація 2020 року склалася у липні: на фоні високих середньодобових температур повітря (відповідно 22,5°C) випало відповідно 29 мм опадів., що становило лише 40 % до норми. Саме в цей період відбувається не лише ріст культури, а і цвітіння та закладання бобів. Така ситуація не могла не позначитися на продуктивності культури.

В цілому температура повітря періоду вегетації культури у роки проведення досліджень була вищою порівняно до середніх багаторічних значень і досить сприятливою для вирощування сої.

Опадів за час вегетації сої 2019 року випало лише 58 % від норми, що склало 178 мм, а 2020 року – 212 мм або 70 % до норми. Більш вологими під час вегетації сої 2019 року були квітень та травень, а 2020 – травень та вересень.



Нестачу вологи рослини сої найчастіше відчують влітку, коли в окремі періоди спостерігаються тривалі бездощові періоди. Найбільш посушливими періодами за час досліджень виявилися липень та серпень 2019 року (33 % до норми) і липень і серпень 2020 року (відповідно 29 та 0 мм опадів або 40 та 0 % до норми). Потрібно звернути увагу на те, що у липні відбувається формування бобів на рослинах сої та їх налив, а при нестачі вологи це не могло не позначитися на майбутньому врожаї насіння сої.

В цілому роки досліджень були сприятливими для росту, розвитку і формування урожаю сої.

2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження виконували на дослідному полі кафедри загального землеробства ЦНТУ протягом 2019-2020 років.

Дослід польовий двофакторний, в якому вивчали вплив бактеріальних добрив на продуктивність сої в умовах Центральної України.

Схема досліду включала наступні варіанти:

Фактор А. Бактеріальні препарати:

1. Контроль – без обробки насіння;
2. Обробка АгріБактером;
3. Обробка Нітрофіксом;

Фактор В. Фонове внесення повного мінерального добрива:

1. Контроль – без фонового внесення;
2. Фон $N_{40}P_{40}K_{40}$.

Загальна площа посівної ділянки – 4,5 м² (2,5м x 1,8м), облікової – 4,05 м² (2,25м x 1,8м). Кожний варіант мав 4 рядки рослин сої. Спосіб сівби – широкорядний (0,45м).

В дослідженнях був використаний середньостиглий сорт сої Ромашка, оригінатор - Інститут сільського господарства Степу НААН. Рекомендований

для зони Степу та Лісостепу України. Сорт придатний для зерно-кормового (універсального) та харчового використання. Урожайність сорту 3,1-3,6 т/га. Тривалість періоду вегетації становить 120-125 діб. До характеристики сорту входить: стійкий до осипання, вилягання, посухи, до бактеріозу, септоріозу, вірусної мозаїки, шкідників. Технологічний. Вміст сирого протеїну в насінні 40-41 %, жиру - 20-22 %. Апробаційна група масгосагра. Тип росту індетермінантний. Колір опушення – світло-коричневий. Форма куща напівстисла. Висота рослини 82-98 см, кріплення нижнього бобу – 19 см. Листочки – яйце-списоподібні, забарвлення квітки – фіолетове, бобів – коричневе. Форма насіння – овальна, забарвлення жовте, рубчик коричневий. Маса 1000 насінин – 164 г [55].

Агротехніка вирощування в досліді була типовою для зони, крім заходів, що досліджували. Сівбу сої проводили вручну при настанні температури ґрунту на глибині сівби сої +10+12 °С згідно схеми досліду нормою 450-500 тис./га.

У дослідження згідно схеми взято наступні інокулянти, обробку якими проводили у день сівби культури:

1. АгріБактер (оригіатор - ЛАГЕ І СІА. С.А. (LAGE Y CIA. S.A.) (Україна)) - високоякісний двокомпонентний препарат інокулянту для сої, який містить живі клітини бактерій роду *Bradyrhizobium*. Норма витрати препарату 1,5 л/т насіння [56].

2. Нітрофікс (СР) (оригіатор - ТОВ «Біонасервіс плюс» (Україна)) - сухий інокулянт для сої. Норма витрати препарату 1,6 кг/т насіння [57].

Згідно схеми досліду проводили фонове передпосівне внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ нітроамофоскою.

В досліді проводили такі обліки, спостереження та аналізи.

1. Фенологічні спостереження за рослинами сої проводили за “Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур” (1985) з визначенням дат таких фаз розвитку культури:

- сходи;
- перший справжній листок;

- цвітіння;
- утворення бобів у середньому ярусі рослин;
- налив насіння в середньому ярусі рослин;
- повна стиглість.

Початком фенофази вважали наявність її ознак у 10% рослин у варіанті досліду, за повну фенофазу - у 75% рослин.

2. Густоту рослин визначали у фазу повних сходів і перед збиранням урожаю по діагоналі облікової ділянки першого та третього повторень кожного варіанту, потім перераховували на польову схожість насіння та виживання рослин за час вегетації культури.

3. Кількість та масу бульбочок, площу асиміляційної поверхні визначали в динаміці на одних і тих самих зразках. Площу листкової поверхні визначали методом “висічок”. Масу бульбочок визначали зважуванням на терезах з точністю до 0,1 г, їх кількість – підрахунком.

4. Облік врожаю проводили суцільним методом з кожної ділянки окремо під час повної стиглості насіння. Збирання проводили вручну, насіння вимолочували з бобів, очищували від сміттєвих домішок і зважували з точністю до 0,01 кг.

5. Для визначення структури урожаю перед збиранням відбирали зразки культури по 5 рослин в кожному рядку з кожного варіанту в трьох повтореннях.

Аналіз структури врожаю передбачав визначення наступних параметрів:

- кількість гілок на рослині;
- кількість бобів на рослині;
- кількість насінин на рослині;
- маса насіння на рослині;
- маса 1000 насінин.

Масу 1000 насінин визначали шляхом зважування двох проб по 500 насінин в кожній з точністю до 0,1 г і наступним визначенням середнього арифметичного цих зважувань.

7. Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу на персональному комп'ютері за допомогою програми M_stat [58].

8. Економічну ефективність досліджуваних заходів розраховували за загальноприйнятою методикою після складання технологічної карти [59].

9. Біоенергетичну ефективність прийомів технології вирощування визначали за загальноприйнятими методиками [60, 61].

При проведенні обліків та спостережень користувалися загальноприйнятими та спеціальними методиками [62-65].

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНОКУЛЯЦІЇ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ

3.1. Настання фаз росту та розвитку рослин сої та тривалість міжфазних періодів залежно від інокуляції насіння

Проростанням насіння у ґрунті розпочинається ріст та розвиток рослин сої, як і будь-якої іншої культури. На відсоток насінин, що проросли впливає оточуюче насінину середовище, що в подальшому позначається на продуктивності культури.

Настання кожної фази позначається тривалістю міжфазних періодів. Нашими дослідженнями 2019-2020 рр. було встановлено, що у всіх варіантах дослідження тривалість міжфазних періодів сходи-перший справжній листок та перший справжній листок-цвітіння була однаковою і становила в середньому за два роки відповідно 19 та 30 днів. В подальшому використання бактеріальних добрив на природному та штучному фонах по-різному вплинуло на перебіг основних фаз росту та розвитку. Так, застосування інокулянтів на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяло подовженню тривалості всіх міжфазних періодів після фази цвітіння в середньому на 1-2 дні. Використання інокулянтів на природному фоні майже не впливало на перебіг міжфазних періодів, тривалість яких була на рівні показників контрольного варіанту (табл. 3.1).

В цілому у контрольному варіанті від сходів культури до повної стиглості проходило в середньому 114 днів, при використанні інокулянтів АгріБактер та Нітрофікс, відповідно 115 та 114 днів, тоді як на фоні внесення повного мінерального добрива згаданий показник у контрольному варіанті був на рівні 117 днів, а у варіантах з використанням інокулянтів на фоні мінеральних добрив – 120 та 121 день (рис. 3.1).

Таблиця 3.1

Тривалість періодів між основними фазами росту та розвитку рослин сої, днів
(середнє за 2019-2020 рр.)

Міжфазні періоди	Варіанти дослідів								Середнє по досліді
	контроль (без фону)				фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)				
	без обробки	АгріБактер	Нітрофікс	середнє	без обробки	АгріБактер	Нітрофікс	середнє	
Сходи-перший справжній листок	19	19	19	19,0	19	19	19	19,0	19,0
Перший справжній листок -цвітіння	30	30	30	30,0	30	30	30	30,0	30,0
Цвітіння-утворення бобів у середньому ярусі	18	19	18	18,3	19	20	20	19,6	19,0
Утворення бобів у середньому ярусі- налив насіння	23	23	24	23,3	24	25	25	24,6	24,0
Налив насіння- повна стиглість	24	24	24	24,0	25	26	27	26,0	25,0
Сходи-повна стиглість	114,0	115,0	114,0	114,6	117,0	120,0	121,0	119,2	117,0

Таким чином, можна стверджувати, що бактеріальні азотфіксуючі препарати майже не змінюють тривалості періоду вегетації рослин сої, тоді як використання фоновго внесення повного мінерального добрива суттєво змінює тривалість періоду вегетації (в середньому на 6 днів).

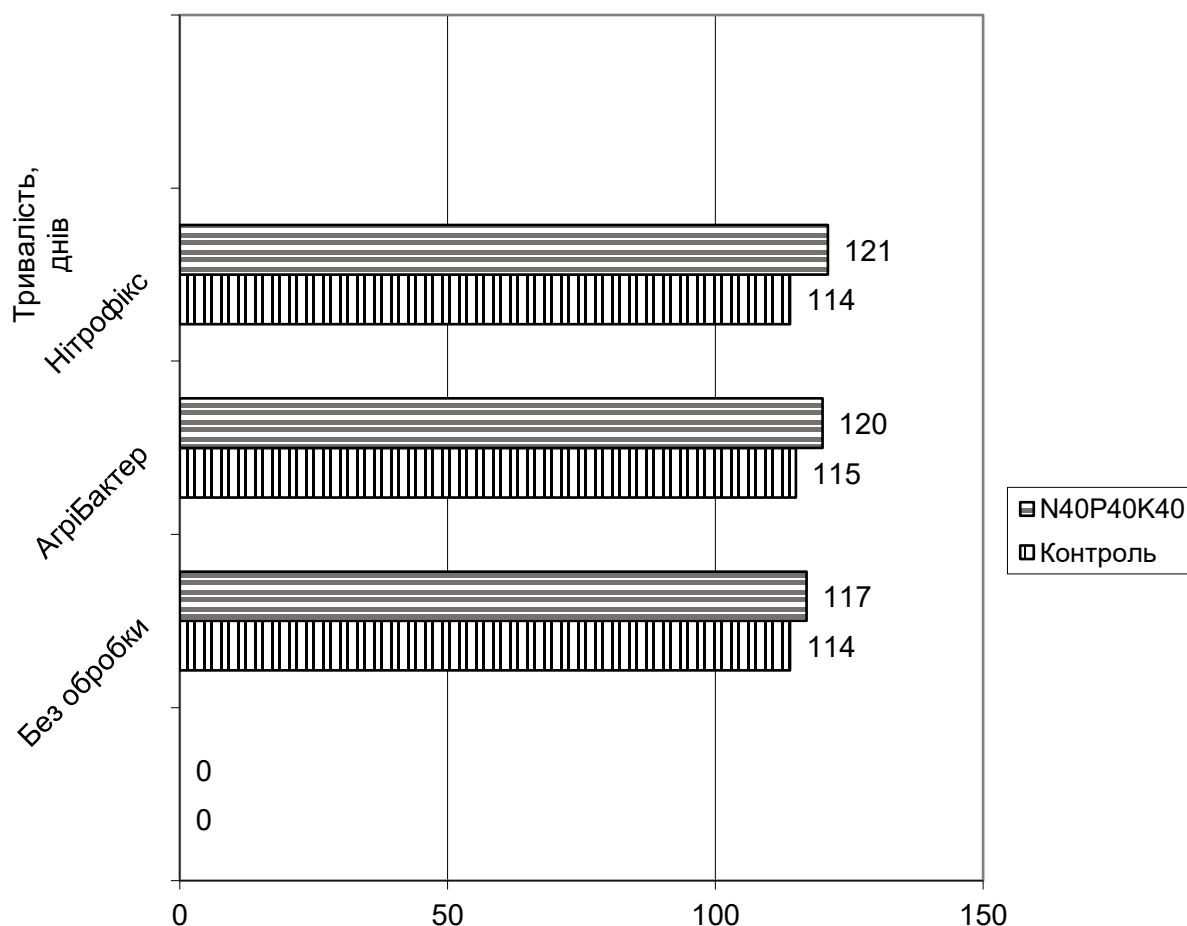


Рис. 3.1. Тривалість періоду вегетації сої залежно від інокуляції насіння (середнє за 2019-2020 рр.)

Це може відіграти визначальну роль при запізненні із строками збирання культури, адже сорт Ромашка відноситься до середньостиглих і строки збирання припадають на другу-третю декаду вересня, коли в окремі роки в даний місяць може випадати понаднормова кількість опадів. Цей факт може перешкоджати якісному збиранню врожаю.

3.2. Показники польової схожості насіння та виживаності рослин сої залежно від інокуляції

Освітленість рослин, забезпеченість вологою і поживними речовинами залежить від густоти рослин в посівах, а в подальшому це позначається на формуванні продуктивності культури: кількості бобів, насінин на рослині, висоті рослини, стійкості їх проти вилягання, врожайності. Зміна густоти рослин призводить до зміни біометричних показників індивідуальної продуктивності рослин. Використання ж бактеріальних препаратів, зокрема на фоні мінеральних добрив та інші фактори впливають на проростання насіння і в подальшому на виживання рослин протягом періоду вегетації.

Для забезпечення рекомендованої для сорту Ромашка густоти рослин слід дотримуватися норми висіву 450-500 тисяч схожих насінин на гектар.

Дослідженнями 2019-2020 рр. було встановлено, що на початковому етапі росту та розвитку рослин сої, під час сходів культури у всіх варіантах досліду густота рослин була майже однаковою (табл. 3.2). Показники густоти посівів по варіантах коливалися в межах від 472,2 до 473,9 тис.шт./га. Це забезпечило польову схожість насіння на рівні 94,4-94,8 %. Даний факт свідчить про високі якісні показники посівного матеріалу сої сорту Ромашка.

Таким чином, дослідженнями встановлено, що до моменту сходів культури проходить невеликий проміжок часу, щоб суттєво вплинути на формування густоти рослин під час даної фази.

Дещо інша ситуація склалася під час обліку густоти перед збиранням культури. Було встановлено, що обробка насіння Нітрофіксом сприяла кращій порівняно до контрольного варіанту виживаності рослин сої. Перевищення показника становило 0,9 %. У варіанті з використанням АгріБактеру показник виживання рослин був на рівні контрольного варіанту.

Фонове внесення повного мінерального добрива сприяло підвищенню виживання рослин сої від дії бактеріальних добрив в середньому на 0,5 %. Кращим варіантом за показником виживання був контрольний варіант, в якому

було лише фонове внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ - 96,7 %. На рівні контрольного варіанту виживання рослин сої було у варіанті з використанням Нітрофіксу – 96,5%.

Таблиця 3.2

Густота рослин сої залежно від інокуляції насіння
(середнє за 2019-2020 рр.)

Варіанти дослідів		Густота рослин по сходах, тис.шт./га	Польова схожість, %	Густота рослин перед збиранням, тис.шт./га	Виживаність рослин, %
Фон	інокуляція				
Контроль	без обробки	473,4	94,7	451,9	95,5
	АгріБактер	473,9	94,8	452,3	95,4
	Нітрофікс	473,4	94,7	456,4	96,4
Середнє		473,6	94,7	453,6	95,8
$N_{40}P_{40}K_{40}$	без обробки	473,6	94,7	457,9	96,7
	АгріБактер	472,2	94,4	452,9	95,9
	Нітрофікс	473,3	94,7	456,9	96,5
Середнє		473,2	94,6	455,9	96,3

Вплив інокуляції насіння сої на польову схожість та виживання відображено на рисунку 3.2.

За роками досліджень згадані показники різнилися. Польова схожість насіння та виживання рослин сої були вищими 2019 року. Очевидно це можна пояснити тим, що погодні умови даного року були сприятливішими: на фоні достатньої кількості опадів (на рівні норми) майже оптимальна температура повітря, тоді як 2020 року – високі середньодобові температури на фоні значно меншої від норми кількості опадів.

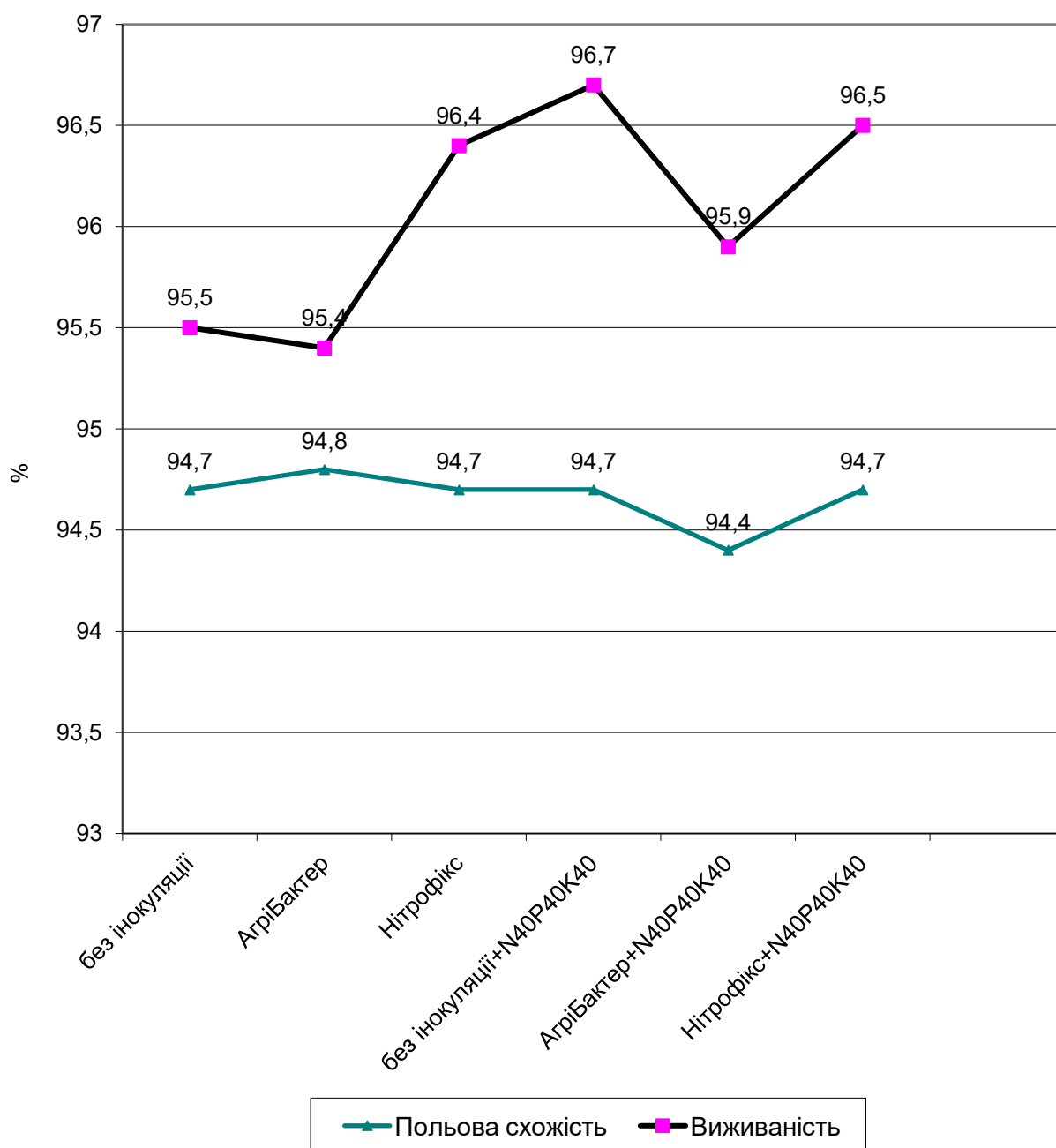


Рис. 3.2. Вплив інокуляції насіння сої на польову схожість та виживання рослин сої протягом періоду вегетації

Таким чином, інокуляція насіння сої сприяє кращому виживанню рослин сої під час вегетації. Особливо це відзначається на фоні внесення повного мінерального добрива.

3.3. Вплив інокуляції насіння сої на асиміляційну (листкову) площу рослин

Фотосинтетична діяльність рослин - це унікальний процес перетворення енергії світла в енергію хімічних зв'язків, яка потрібна для загального метаболізму рослини [66]. Вона включає фотохімічні реакції, які послідовно проходять за рахунок енергії, що поглинається фотосистемами рослини. Тому великий інтерес у науковців викликає вивчення питань, направлених на дослідження складових, що характеризують фотосинтетичну діяльність рослин в посівах [67-71].

За твердженням окремих науковців [15, 17, 72] фотосинтетична діяльність рослин залежить від багатьох чинників, тому для отримання максимальних врожаїв культури необхідно всесторонньо враховувати закономірності зміни елементів фотосинтетичної продуктивності рослин під дією окремих заходів технології вирощування.

Однією з основних характеристик асиміляційної продуктивності рослин сої є здатність до утворення листової поверхні. Ця властивість напряду залежить від чинників зовнішнього середовища і впливає на кінцевий результат – врожайність культури.

Дослідженнями, проведеними протягом 2019-2020 років, було встановлено, що інокуляція насіння впливала на формування площі листової поверхні (табл. 3.3).

Так, на початку цвітіння сої у варіантах з використання інокулянтів АгріБактер та Нітрофікс площа листової поверхні була більшою, ніж у контрольному варіанті на 2,1 та 3,3 тис.м²/га або 6,3 та 9,8% відповідно. Подібна перевага склалася і у варіантах на фоновому внесенні повного мінерального добрива. В середньому у контрольному варіанті (по фактору А) одна рослина мала 775,5 см² площі листової поверхні. Фонове внесення мінеральних добрив підсилювало дію інокулянтів і на початку цвітіння на такому фоні одна рослина сої формувала 815,4 см² площі листків.

Таблиця 3.3

Динаміка площі листової поверхні сої залежно від інокуляції насіння
(середнє 2019-2020 рр.)

Варіанти дослідів		Строк визначення					
фон	обробка насіння	початок цвітіння		через 10 днів		через 20 днів	
		см ² /роsl.	тис.м ² /га	см ² /роsl.	Тис.м ² /га	см ² /роsl.	Тис.м ² /га
Контроль	без обробки	740,9	33,6	798,3	36,2	870,8	39,5
	АгріБактер	790,2	35,7	917,3	41,5	1052,0	47,6
	Нітрофікс	795,5	36,9	902,3	41,8	1044,8	48,4
Середнє		775,5	35,4	872,7	39,8	989,2	45,2
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	без обробки	783,7	36,1	865,1	39,9	969,2	44,7
	АгріБактер	840,6	38,1	905,3	41,0	1029,8	46,7
	Нітрофікс	821,9	37,6	937,3	42,9	1020,7	46,7
Середнє		815,4	37,2	902,6	41,3	1006,6	46,0

При подальших спостереженнях було встановлено, що перевага за площею листової поверхні у контрольному варіанті зберіглася за тим, де насіння обробляли Нітрофіксом.

Фонове внесення повного мінерального добрива такої залежності за згаданим варіантом не зберегло. На початку цвітіння перевага за площею листової поверхні була у варіанті з використанням АгріБактеру (38,1 тис.м²/га), через 10 днів – за варіантом з використанням Нітрофіксу (42,9 тис.м²/га), а через 20 днів показники в цих варіантах зрівнялися. В перерахунку на одну рослину асиміляційна продуктивність склала відповідно 840,6 см², 937,3 см² та 1029,8 см². Перевага над контрольним варіантом становила відповідно 13,4; 18,5 та 18,2 %.

Використання інокулянтів на фоні мінеральних добрив сприяло формуванню більшої площі листкової поверхні при спостереженнях в динаміці (рис. 3.3).

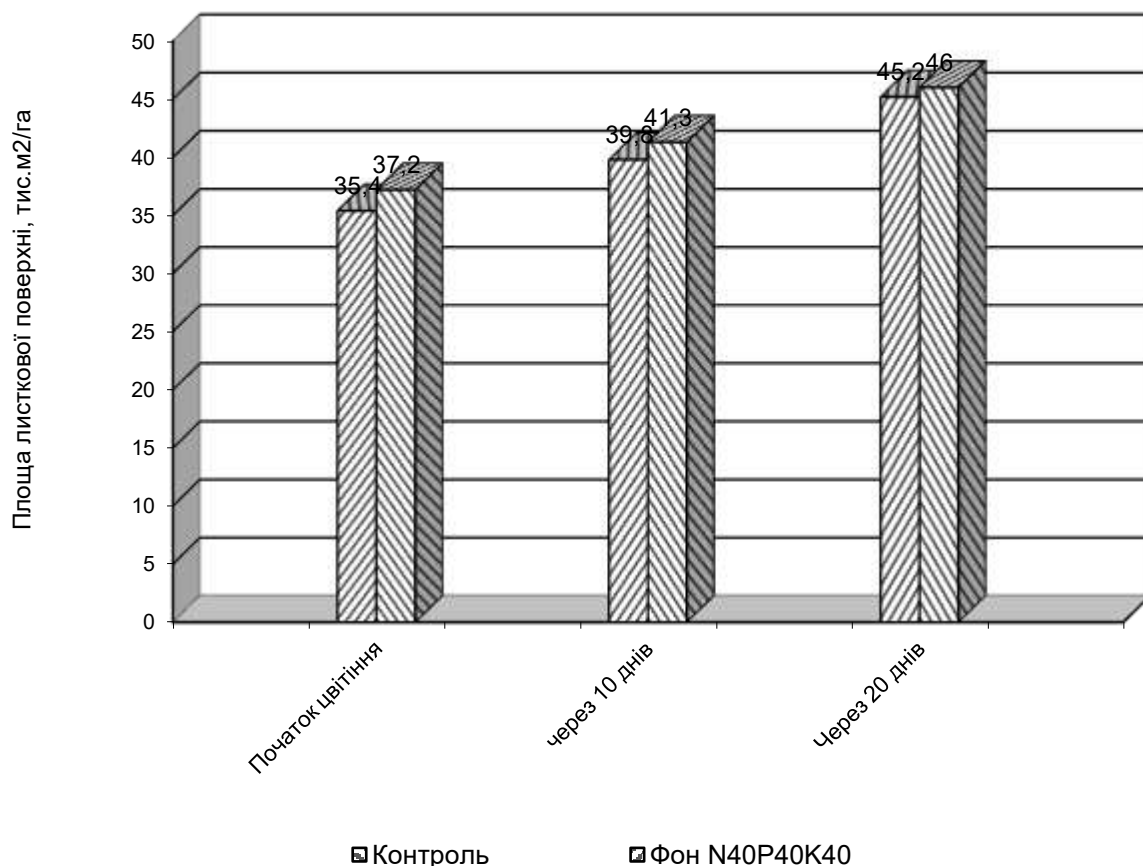


Рис. 3.3. Динаміка площі листкової поверхні залежно від інокуляції насіння (середнє за 2019-2020 рр.)

Таким чином, формування площі листкової поверхні рослинами сої та її приріст залежить від обробки насіння інокулянтами перед сівбою, що проявляється її більшими показниками на фоні внесення повного мінерального добрива.

3.4. Симбіотична діяльність рослин сої залежно від інокуляції

Біологічною особливістю сої є здатність у симбіозі (взаємодії) з бульбочковими бактеріями перетворювати азот повітря [73]. Така властивість

повноцінно реалізується лише за наступних умов: 1) наявності активного і вірулентного штаму бактерій, 2) нейтральної реакції ґрунтового розчину (рН 6,5-7,0), 3) доброї повітропроникності ґрунту, 4) оптимального зволоження ґрунту (70-80 % найменшої вологості), 5) достатній кількості елементів живлення, як то фосфору, калію, інших макроелементів та мікроелементів, 6) доброї асиміляційної діяльності рослин, у яких доправляються вуглеводи до бульбочкових бактерій [74].

Бульбочкові бактерії досить вологочутливі мікроорганізми, які для свого розмноження в умовах ґрунту потребують вологості на рівні не нижче 16% від повної вологості. У сухому ґрунті бульбочкові бактерії досить швидко відмирають; навіть бульбочки, що вже утворилися на кореневій системі рослин, за умов тривалого нестатку вологи теж відмирають. В умовах Центральної України опади навесні та за період першої половини літа, коли розпочинається утворення бульбочок, збільшення їх маси та кількості, є необхідними та достатніми для ефективної азотфіксації. За таких умов рослини сої, маючи високий потенціал, здатні сформувати високу врожайність насіння культури, засвоюючи азот в першу чергу за рахунок фіксації азоту повітря. Але, якщо хоча б один з чинників обмежує активний симбіоз між рослиною та бульбочковими бактеріями, то знижена фіксація азоту не дозволяє рослинам сої рости і розвиватися нормально, може спостерігатися опадання квітів та зав'язі, і, як наслідок, продуктивність різко знижується [75]. Якщо бульбочки невеликі, сірого забарвлення, не містять леггемоглобіну, або зовсім не утворюються, то в рослини азот надходить лише з ґрунту та добрив.

Під час періоду вегетації, зокрема в фазу цвітіння, польовий окомірний аналіз рослин за станом бульбочок дає досить достовірну відповідь про ефективність симбіозу [76].

Процес накопичення азоту в бульбочках залежить від фази росту і розвитку рослин сої. Розпочинається утворення бульбочок на коренях рослин культури приблизно разом з фазою утворення і появи на поверхні ґрунту перших листочків та продовжується до фази повного цвітіння сої. З часом запас азоту у

кульках бульбочок збільшується, а після фази цвітіння бобової рослини, яка є переломним моментом розвитку самої рослини і життєдіяльності бульбочкових мікроорганізмів, різко зменшується. Характер фізіологічних та біохімічних процесів, що відбуваються у організмі бобової рослини до і після цвітіння, достатньо різняться [77].

Таким чином, протіканням процесу формування бульбочок на кореневій системі рослин сої можна пояснювати рівень оптимальності умов, що були створені для життєдіяльності культури.

Дослідженнями з визначення впливу інокуляції насіння сої на її продуктивність протягом 2019-2020 років було встановлено, що формування бульбочок на коренях рослин напряду залежало від бактеризації насіння азот фіксуючими препаратами. Було встановлено, що утворення бульбочок у варіантах з використанням інокулянтів АгріБактер та Нітрофікс відбувалося інтенсивніше, ніж у контрольному варіанті. Так, на початку цвітіння перевищення кількості бульбочок порівняно до контролю відповідно склало 67,6 та 90,1%. Кількість бульбочок, що утворилися на коренях однієї рослини у варіанті з використанням препарату АгріБактер склала 23,3 шт./рослину, а при використанні Нітрофіксу – 26,7 шт./рослину, що відповідно склало 1141,5 та 1335,3 шт./м². Ця залежність зберіглася при обліках через 10 та 20 днів. Інтенсивність приросту бульбочок у варіантах з використанням інокулянтів була високою, про що свідчить 117,8 % їх приросту у варіанті з Нітрофіксу та 82,1 % у варіанті з використанням АгріБактеру (табл. 3.4).

Дещо інша ситуація склалася у варіантах з використанням фонових внесень повного мінерального добрива. На початку цвітіння сої перевага за кількістю бульбочок була за контрольним варіантом (фон N₄₀P₄₀K₄₀) – 13,1 шт./рослину, тоді як у варіантах з використанням інокулянтів на фоні мінеральних добрив цей показник коливався на рівні 12,3-12,9 шт./рослину, що було меншим, ніж у відповідному контрольному варіанті (по фактору А) на 1,5-6,1% та контрольному варіанті (по фактору В) на 7,2-11,5%. Відставання приросту кількості бульбочок у варіантах на фоні використання повного

мінерального добрива у рекомендованій дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ може свідчити лише про те, що саме в такій дозі відбувається пригнічення симбіотичної діяльності бульбочкових бактерій, і як наслідок, утворення меншої кількості бульбочок.

Таблиця 3.4

Вплив інокуляції насіння на кількість бульбочок на коренях сої
(середнє за 2019-2020 рр.)

Варіанти дослідів		Строк визначення					
фон	обробка насіння	початок цвітіння		через 10 днів		через 20 днів	
		шт./роsl.	шт./м ²	шт./роsl.	шт./м ²	шт./роsl.	шт./м ²
Контроль	без обробки	13,9	637,4	16,6	761,9	17,9	818,3
	АгріБактер	23,3	1141,5	28,3	1384,3	32,6	1589,3
	Нітрофікс	26,7	1335,3	31,1	1555,4	39,0	1937,6
Середнє		21,6	1038,0	25,3	1233,9	29,8	1448,4
$N_{40}P_{40}K_{40}$ (фон)	без обробки	13,1	604,5	16,8	775,1	18,9	869,8
	АгріБактер	12,3	557,4	15,5	702,9	19,7	895,7
	Нітрофікс	12,9	590,4	15,7	722,9	20,1	924,1
Середнє		12,8	584,1	15,0	733,7	19,6	896,5

Під час обліку через 10 днів після початку цвітіння залежність була аналогічною (рис. 3.4).

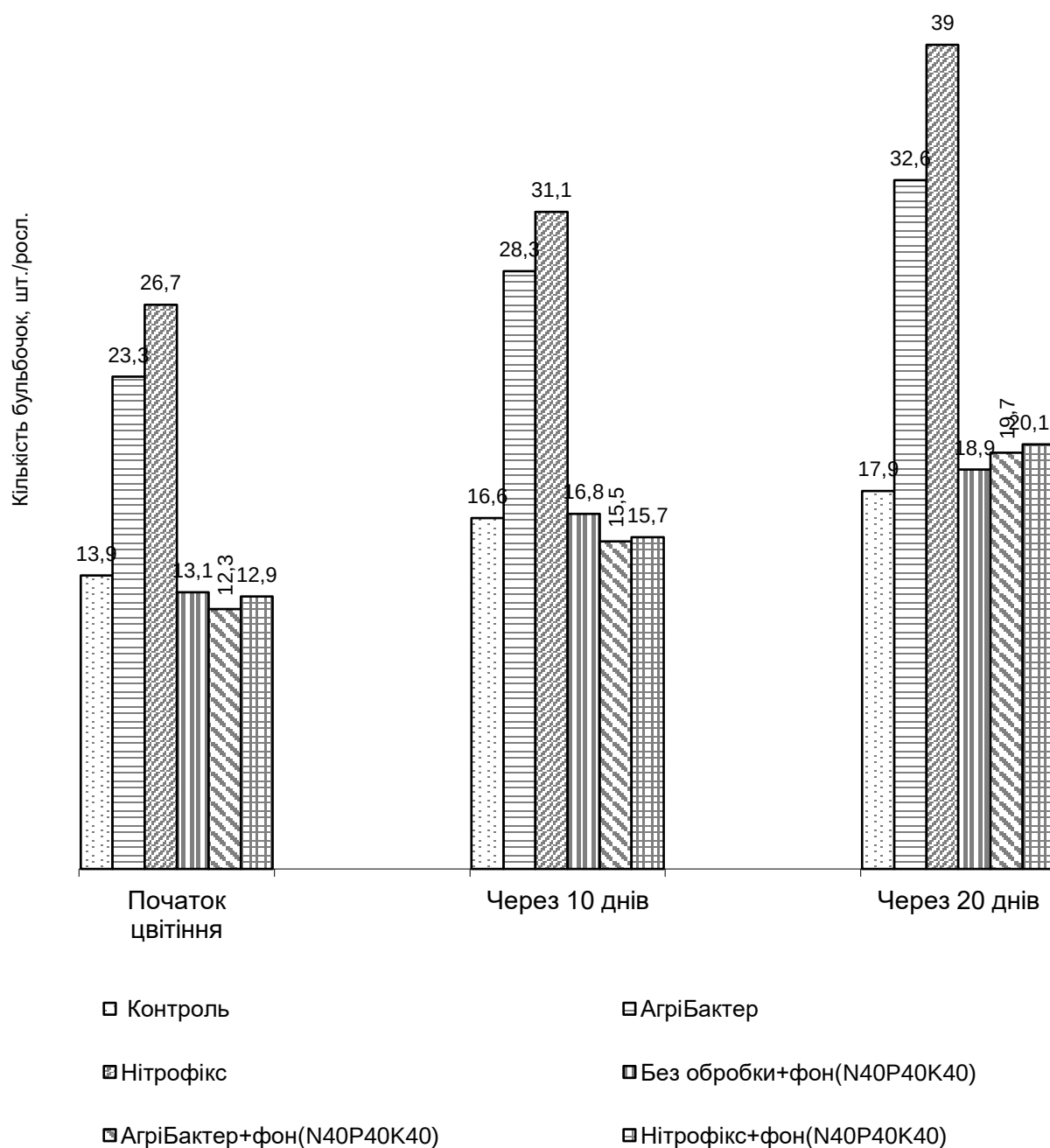


Рис. 3.4. Динаміка наростання кількості бульбочок залежно від інокуляції насіння сої (середнє за 2019-2020 рр.)

Облік бульбочок в динаміці через 20 днів після початку цвітіння показав, що їх кількість у варіантах з використанням інокулянтів була незначно більшою порівняно до варіанту з фоновим внесенням повного мінерального добрива.

Проте без фонового мінерального удобрення у згаданих варіантах кількість бульбочок була найбільшою.

Отже, інокуляція насіння сприяє формуванню більшого симбіотичного апарату на кореневій системі рослин сої, що в свою чергу сприяє активній фіксації азоту повітря і в подальшому впливає на формування врожайності сої.

Слід відмітити, що більша кількість бульбочок утворювалася на коренях рослин сої в умовах 2019 року, коли на фоні достатньої кількості опадів під час цвітіння сої створилися комфортні умови для симбіотичної активності рослин культури та бульбочкових бактерій.

Під час обліку кількості бульбочок паралельно на тих самих зразках рослин сої проводили облік маси бульбочок., під час якого було встановлено, що використання інокулянтів впливало на наростання їх маси.

Так, на початку цвітіння сої у контрольному варіанті маса бульбочок з однієї рослини складала 0,82 г, тоді як при використанні інокулянтів, цей показник збільшувався до 1,07-1,14 г, що було більшим, ніж у контрольному варіанті на 30,5-39,0%. Така залежність зберіглася і в подальшому під час обліку через 10 та 20 днів після початку цвітіння. В перерахунку на 1 м² у контрольному варіанті маса бульбочок на коренях рослин сої складала 37,5 г. У варіантах з використанням АгріБактеру та Нітрофіксу показник відповідно склав 51,5 та 55,7 г. Через 20 днів маса бульбочок у згаданих варіантах склала відповідно 69,9 та 72,1 г. Перевага за приростом маси бульбочок зберіглася у варіанті з використанням Нітрофіксу (табл. 3.5).

Фонове внесення повного мінерального добрива в рекомендованій для Центральної України дозі пригальмувало в умовах років досліджень симбіотичний процес і маса бульбочок на коренях рослин сої у варіантах з використанням інокулянтів формувалася меншою, ніж у контрольному варіанті. Особливо це стало помітним на більш пізніх строках визначення (рис. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив інокуляції насіння сої на масу бульбочок на коренях рослин
(середнє за 2019-2020 рр.)

Варіанти дослідів		Строк визначення					
фон	обробка насіння	початок цвітіння		через 10 днів		через 20 днів	
		г/роsl.	г/м ²	г/роsl.	г/м ²	г/роsl.	г/м ²
Контроль	без обробки	0,82	37,5	1,13	46,5	1,27	49,9
	АгріБактер	1,07	51,5	1,21	58,5	1,47	69,9
	Нітрофікс	1,14	55,7	1,42	69,5	1,47	72,1
Середнє		1,01	48,2	1,26	58,2	1,41	58,9
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	без обробки	0,73	33,7	0,83	38,1	0,87	39,9
	АгріБактер	0,71	35,5	0,82	37,4	0,90	41,2
	Нітрофікс	0,63	29,1	0,79	36,2	0,90	41,3
Середнє		0,69	31,8	0,81	37,2	0,89	40,8

Спостереження за наростанням маси бульбочкових бактерій показали, що у контрольному варіанті в середньому формувалося від 48,2 до 58,9 г/м², тоді як у варіанті з фоновим внесенням повного мінерального добрива – від 31,8 до 40,8 г при визначенні маси в динаміці.

Кращі умови для формування як кількості, так і маси бульбочок склалися 2019 року. В умовах 2020 року на фоні високих середньодобових температур повітря під час симбіотичної активності бульбочкових бактерій спостерігалася тривала посуха. Очевидно це і стало причиною менших показників кількості та маси бульбочок в умовах даного року.

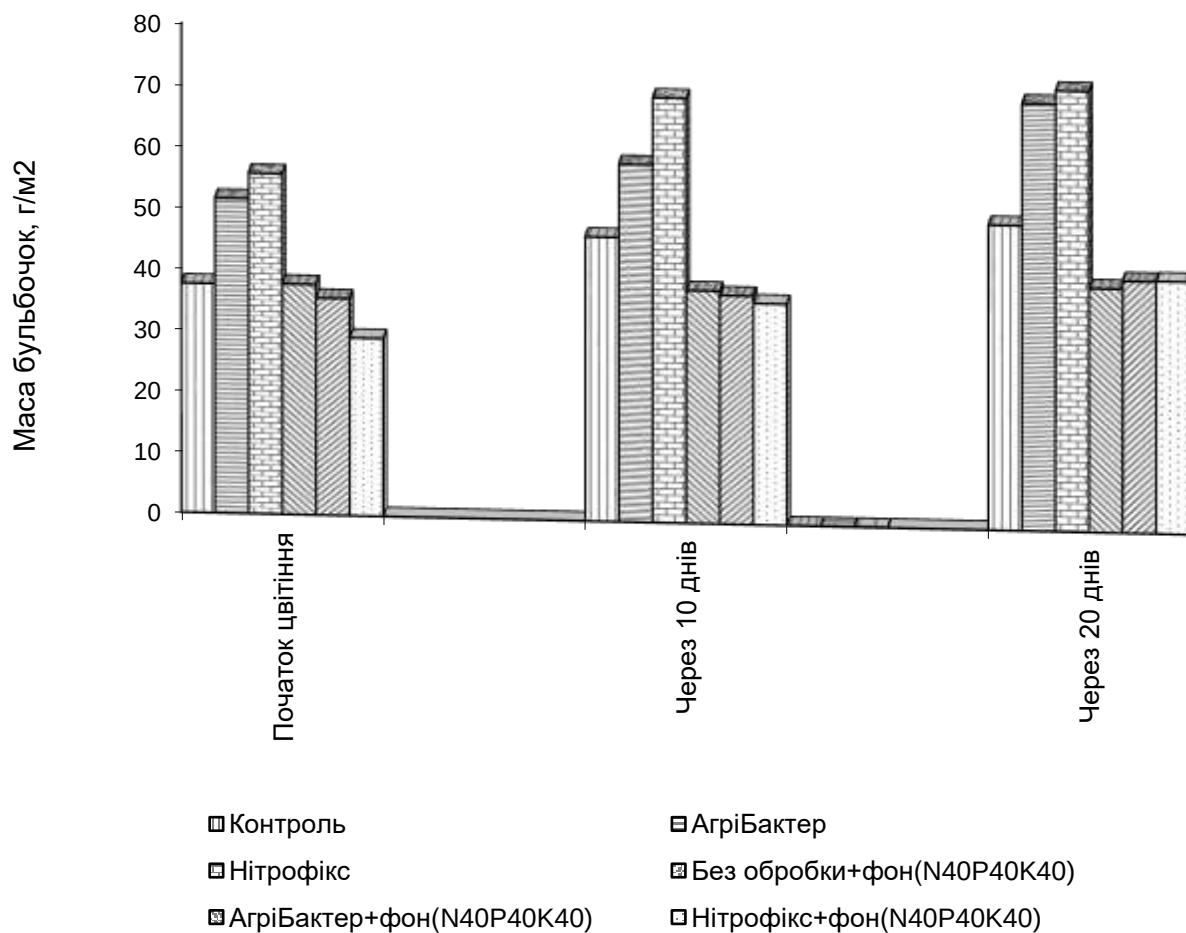


Рис. 3.5. Динаміка формування маси бульбочок на коренях рослин сої залежно від інокуляції насіння (середнє за 2019-2020рр.)

3.5. Вплив інокуляції насіння на врожайність сої в умовах Центральної України

Сучасне сільське господарство виставляє все зростаючі вимоги до нових сортів сільськогосподарських рослин, які повинні характеризуватися оптимальним співвідношенням продуктивності і стійкості до несприятливих зовнішніх біотичних і абіотичних чинників відповідно до конкретної ґрунтово-кліматичної зони виробництва. Особливо чутливою до зміни зовнішніх факторів

виступає соя, як бобова культура, що не дає можливості збільшення необхідного рівня її виробництва та отримання врожаю без вивчення впливу цих факторів на продуктивність культури.

Кінцевим і основним показником продуктивності рослин сільськогосподарських культур є врожайність, яка залежить від багатьох параметрів. Ці параметри утворюють сукупну взаємодію агротехнічних заходів технології вирощування сої та характеристик зовнішнього середовища, як то температура повітря, вологозабезпечення, поживний режим ґрунту і т.д.

Нашими дослідженнями було встановлено, що інокуляція насіння перед сівбою сої впливала на формування врожайності культури. Так, у варіантах з використанням інокулянтів формувалася істотно більша врожайність сої порівняно до контрольного варіанту. Перевищення показника було на рівні 2,8-3,2 ц/га, що склало 19,4-22,2% (табл. 3.6).

В середньому за роки досліджень на природному фоні врожайність становила 1,64 т/га. Використання повного мінерального добрива в якості фону сприяло отриманню прибавки врожаю в середньому на рівні 0,15 т/га або 9,1 %, що було істотним. У контрольному варіанті на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$ врожайність склала 1,71 т/га, що порівняно до контролю без фонового живлення було істотно більшим - на 0,27 т/га (або 18,8 %), тобто це прибавка від дії мінеральних добрив.

Прибавка врожайності від інокуляції на фоні мінеральних добрив була досить низькою порівняно до прибавки у варіантах з інокуляцією на безфоновому вирощуванні сої і склала 0,07-0,16 т/га. Істотно більшою вона була лише у варіанті з використанням Нітрофіксу, де прибавка склала 0,16 т/га або 9,4 % (рис. 3.6).

Таблиця 3.6

Врожайність сої сорту Ромашка залежно від інокуляції насіння, т/га

Варіанти дослідів		2019р.	2020р.	Середнє за 2019- 2020рр.	±до контролю			
фон	обробка насіння				по фактору А		по фактору В	
					т/га	%	т/га	%
Контроль	без обробки	1,41	1,46	1,44	-	-	-	-
	АгріБактер	1,79	1,65	1,72	+0,28	+19,4	-	-
	Нітрофікс	1,80	1,71	1,76	+0,32	+22,2	-	-
Середнє		1,67	1,61	1,64	-	-	-	-
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	без обробки	1,78	1,64	1,71	-	-	+0,27	+18,8
	АгріБактер	1,84	1,72	1,78	+0,07	+4,1	+0,06	+3,5
	Нітрофікс	1,95	1,78	1,87	+0,16	+9,4	+0,11	+6,3
Середнє		1,86	1,71	1,79	-	-	-	-
Середнє по досліді		1,77	1,66	1,72	-	-	-	-
НІР ₀₅ по фактору А		0,141	0,374					
В		0,115	0,305					
АВ		0,200	0,528					

Менша врожайність формувалася у варіантах дослідів у умовах 2020 року, коли показник в середньому з варіантів склав 1,66 т/га, тоді як 2019 року – 1,77 т/га. Очевидно, що погодні умови 2020 року завадили повноцінно використати потенціал даного сорту сої для формування високого рівня врожайності (дод. А, Б).

Найбільшу врожайність як 2019, так і 2020 року отримано у варіанті з використанням Нітрофіксу на фоні внесення повного мінерального добрива в дозі N₄₀P₄₀K₄₀.

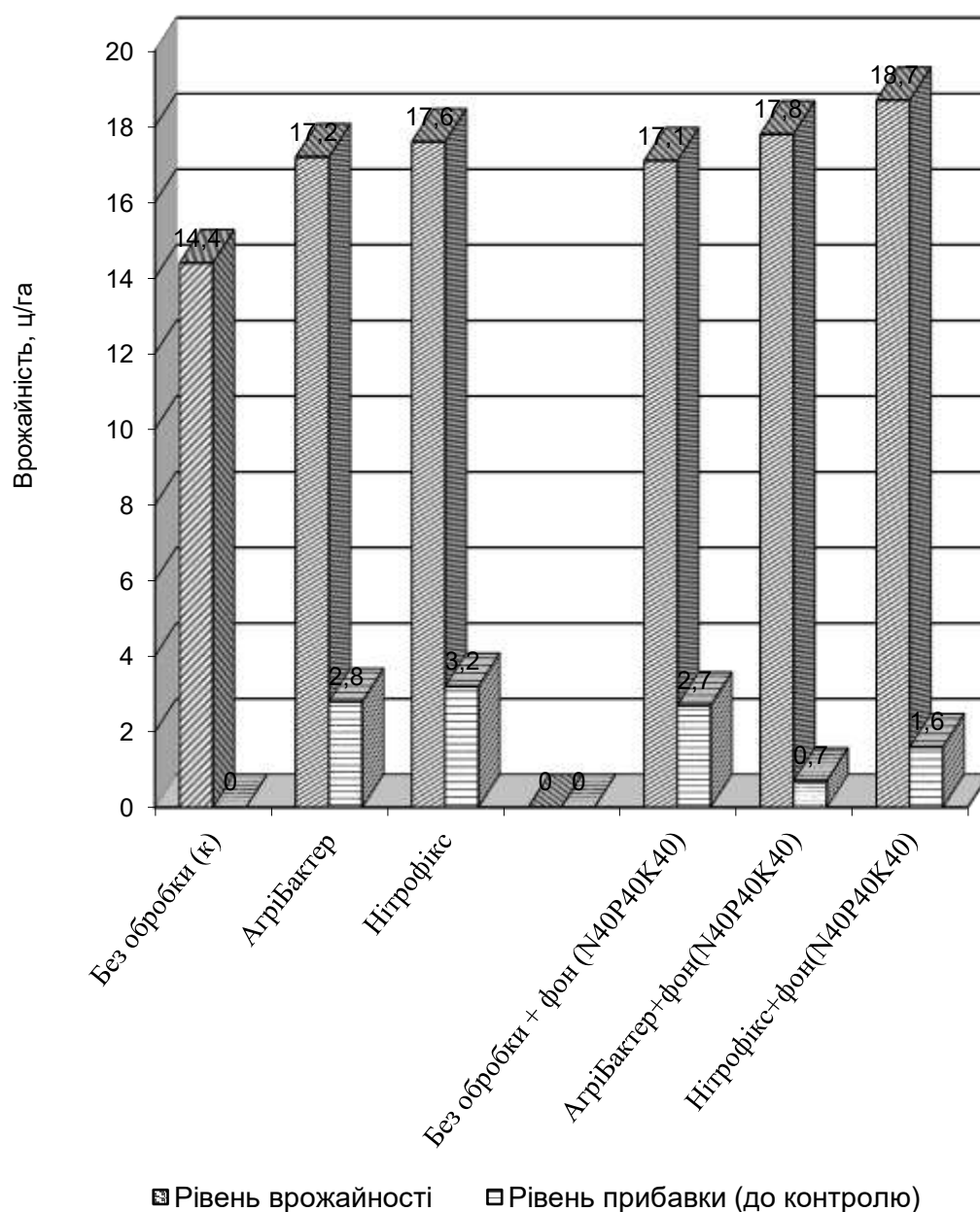


Рис. 3.6. Продуктивність сої сорту Ромашка залежно від інокуляції насіння (середнє за 2019-2020 рр.)

Таким чином, інокуляція насіння сої сорту Ромашка АгріБактером та Нітрофіксом забезпечує істотну прибавку врожаю насіння, тоді як фонове внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ дещо пригнічує симбіотичну діяльність бульбочкових бактерій, що в подальшому позначається недобором прибавки врожайності.

3.6. Структура врожаю сої залежно від бактеріальних препаратів

Індивідуальна продуктивність окремо взятої рослини з посіву суттєво впливає на формування продуктивності культури в цілому. Вона залежить від забезпеченості рослини факторами або чинниками життя в онтогенезі, це в свою чергу відображається у зміні основних елементів структури врожаю, як то: кількість бобів та насінин на рослині, озерненість бобів, маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин [78, 79].

Нашими дослідженнями встановлено, що інокуляція насіння сої впливала на формування показників структури врожаю. Так, у варіантах з використанням АгріБактеру та Нітрофіксу на рослині утворювалося більше, ніж у контрольному варіанті, гілок – відповідно 2,3 та 2,5 шт., бобів – відповідно 31,5 та 33,7 шт. або на 24,0 та 32,7 % більше; насіння – відповідно 57,3 та 63,1 шт. або на 46,5 та 61,4 % більше. Аналогічна залежність була і з рештою показників структури врожаю (табл. 3.7).

Подібна залежність спостерігалася і з показниками структури врожаю у варіантах з інокуляцією насіння сої на фоні повного мінерального добрива у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$. Більшими значеннями окремих показників структури врожаю відзначився варіант з використанням Нітрофіксу: кількість бобів становила 39,8 шт./рослину, маса 1000 насінин – 157,4 г.

В цілому фонове внесення мінеральних добрив під посіви інокульованим насінням забезпечило в середньому формування більших показників структури врожаю сої: перевищення кількості гілок порівняно до контрольного варіанту склало 9,1 %, бобів – 21,5 %, насіння з рослини – 7,5 %, маси насіння з рослини – 1,2 %, маси 1000 насінин – 0,9 %. Подібна залежність по варіантах досліджу зберіглася і окремо за роками досліджень.

Таким чином, інокуляція насіння сої сприяє формуванню більших показників структури врожаю як на природному фоні, так і на фоні повного мінерального добрива у дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$, що в кінцевому результаті позначається на врожайності сої.

Таблиця 3.7

Структура урожаю сої залежно від застосування інокулянтів
(середнє за 2019-2020 рр.)

Варіанти дослідю		Кількість гілок на рослині, шт.	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість насіння з рослини, шт.	Маса насіння з рослини, г	Маса 1000 насінин, г
фон	обробка насіння					
Контроль	без обробки	1,8	25,4	39,1	7,6	154,9
	АгріБактер	2,3	31,5	57,3	8,2	155,3
	Нітрофікс	2,5	33,7	63,1	8,9	157,7
Середнє		2,2	30,2	53,2	8,3	155,9
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	без обробки	2,3	33,2	48,3	8,3	157,3
	АгріБактер	2,5	37,3	62,3	8,5	157,1
	Нітрофікс	2,4	39,8	61,1	8,4	157,4
Середнє		2,4	36,7	57,2	8,4	157,3

Інокуляція насіння сої сорту Ромашка позитивно впливає на формування продуктивності культурою, проте фонове внесення рекомендованої дози мінеральних добрив стримує більш повне розкриття потенціалу сорту від дії інокулянтів, що підтверджується результатами наших досліджень.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ДОБРИВ

4.1. Економічне обґрунтування застосування бактеріальних добрив

Ефективність виробництва вказує на кінцевий корисний результат від використання всіх виробничих ресурсів завдяки порівнянню отриманих результатів і затрат виробничих ресурсів. У сільськогосподарському виробництві – це отримання максимального врожайності з одного гектару посівних площ з найменшими витратами засобів і праці [80].

Прибавка врожайності культур, збільшення виходу валової продукції з одного гектару при економному використанні засобів та праці є основною задачею рослинницької галузі [81].

Для визначення економічної ефективності вирощування сої сорту Ромашка залежно від застосування інокулянтів необхідно одержаний ефект порівняти з виробничими витратами, що його створили.

Якщо додаткові витрати однакові чи перекриваються вартістю додаткового виходу продукції, то вони вважаються виправданими та є економічно ефективними [80, 82].

Загальну кількість додаткової продукції обраховують за різницею між урожаєм з 1 га посіву, на якому використовували добрива (інокулянти), і з 1 га контрольного посіву, де їх не застосовували. Вартість додаткового виходу продукції встановлюють шляхом множення прибавки на реалізаційну ціну. Вартість 1 т насіння сої становила 17000 грн. (ціни станом на 15.04.2022 р.), вартість добрив (вартість: нітроамофоска - 14000 грн./т, АгріБактер - 1250 грн./л, Нітрофікс - 737 грн./л) [83, 84].

Економічна ефективність бактеріальних добрив при вирощуванні сої сорту Ромашка залежить від співвідношення величини додаткового врожаю і затрат, пов'язаних з їх використанням.

Розрахована за вказаними вище показниками порівняльна економічна ефективність вирощування сої сорту Ромашка залежно від застосування добрив наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сої сорту Ромашка залежно від застосування добрив

Показники	Варіанти дослідів					
	1	2	3	4	5	6
Урожайність, т/га	1,44	1,72	1,76	1,71	1,78	1,87
Вартість врожаю, тис.грн./га	24, 48	29, 24	29,92	29,07	30,26	31,79
Витрати, тис.грн./га	12,80	13,15	13,11	17,51	17,71	17, 67
Вартість добрив, тис.грн./га	-	0,141	0,113	3,500	3,641	3,613
в т.ч. біопрепарати	-	0,141	0,113	-	0,141	0,113
мінеральні добрива	-	-	-	3,5	3,5	3,5
Умовно чистий дохід, тис.грн./га	12,80	16,10	16,81	11,56	14,08	14,12
Питома вага інокулянтів та мінеральних добрив у структурі витрат, %	-	1,07	0,86	19,99	20,56	20,44
Собівартість насіння, тис.грн./т	8,889	7,643	7,451	10,241	9,471	9,451
Рівень рентабельності, %	91,2	122,4	128,2	66,0	79,5	79,9

Найбільш прибутковим серед варіантів дослідів із застосуванням бактеріальних добрив є варіант з Нітрофіксом, використання якого забезпечило чистий прибуток на рівні 16,81 тис.грн./га. Застосування цього ж препарату на фоні мінеральних добрив показало зниження чистого доходу до 14,12 тис.грн./га: зменшення можна пояснити високою вартістю мінеральних добрив, які становлять майже 19,58 % виробничих витрат.

Аналіз показників економічної ефективності свідчить про те, що собівартість за варіантами змінювалася від найнижчої (із застосуванням Нітрофіксу) - 7,451 тис.грн./т - до найвищої (без інокулянтів на фоні мінеральних добрив) - 10,241 тис.грн./т; це свідчить про підвищення собівартості майже в 1,4 рази.

Застосування Нітрофіксу на природному фоні показало найкращі результати при розрахунку рівня рентабельності, який склав 128,2 %.

Таким чином з економічної точки зору найприбутковішим при вирощуванні сої сорту Ромашка є застосування Нітрофіксу на природному фоні (без мінерального удобрення).

4.2. Біоенергетична оцінка застосуванням бактеріальних добрив

Останнім часом, поряд із традиційними методами оцінки ефективності виробництва сільськогосподарської продукції за допомогою економічних показників, все більшого значення набуває метод енергетичної оцінки, суть якого складається в зіставленні кількості накопиченої біологічної енергії й витраченої антропогенної.

Показники біоенергетичної оцінки в меншому ступені залежать від умов: найбільш стабільним показником виступає кількість енергії, яка накопичується в додатковій продукції.

Дослідженнями з вивчення ефективності бактеріальних добрив встановлено, що в середньому за роки досліджень більше сукупної енергії витрачається на застосування інокулянтів на фоні мінеральних добрив – 24,06-24,40 ГДж/га, тоді як за умови використання бактеріальних препаратів лише 21,55-21,78 ГДж/га. Найменші витрати серед досліджуваних варіантів забезпечив такий з використанням АгріБактеру – 21,55 ГДж/га.

Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 3,08 - був у варіанті з обробкою насіння Нітрофіксом. Близький результат забезпечила обробка насіння АгріБактером - 3,04 (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Біоенергетична оцінка застосуванням бактеріальних добрив при вирощуванні сої сорту Ромашка

	Варіанти дослідів					
	1	2	3	4	5	6
Урожайність, т з 1 га	1,44	1,72	1,76	1,71	1,78	1,87
Витрати сукупної енергії на 1 га, ГДж	20,53	21,55	21,78	22,54	24,06	24,40
Вихід з 1 га:						
сухої речовини, т	2,89	3,45	3,53	3,43	3,57	3,75
кормових одиниць, т	2,38	2,85	2,91	2,83	2,95	3,09
перетравного протеїну, т	0,33	0,39	0,40	0,39	0,41	0,43
валової енергії, ГДж	54,90	65,57	67,09	65,19	67,86	71,29
обмінної енергії, ГДж	34,77	41,53	42,50	41,29	42,98	45,15
Енергоемність 1т сухої речовини, ГДж	7,11	6,25	6,18	6,58	6,74	6,51
Енергетичний коефіцієнт	2,67	3,04	3,08	2,89	2,82	2,92
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,69	1,93	1,95	1,83	1,79	1,85
Приріст валової енергії на 1 га, ГДж	34,36	44,02	45,31	42,64	43,80	46,89

Найбільший приріст валової енергії забезпечило застосування інокулянту Нітрофікс на фоні повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 46,89 ГДж/га, що на 3,5 % перевищувало аналогічний показник на природному фоні.

Таким чином, розрахунок біоенергетичної ефективності вирощування сої сорту Ромашка показав, що енергетично доцільно інокуляцію насіння перед сівбою проводити Нітрофіксом.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНОКУЛЯНТІВ

5.1. Структура та функціонування охорони праці на підприємствах агропромислового комплексу

Загальнодержавною справою в Україні є охорона праці та довкілля. Конституція України гарантує здорові та безпечні умови праці усім селянам, робітникам, службовцям.

У главі «Охорона праці» Кодексу законів про працю закріплено діяльність адміністрації любого підприємства агропромислового комплексу в області охорони праці; в ній викладені вимоги до дотримання умов безпеки та нешкідливості праці.

До обов'язків адміністрації входить забезпечення здорових і безпечних умов праці, що встановлені законом і закріплені у Положенні про роботу по охороні праці на підприємствах АПК та узгоджені з Центральним Комітетом профспілки робітників сільського господарства. Це досягається адміністраціями шляхом залучення сучасних засобів безпеки та забезпечення санітарно-гігієнічних умов, які запобігають професійним захворюванням.

Згідно даного Положення керівники підприємств, управлінь, інститутів, дослідних станцій, господарств, управляючі відділами, завідуючі фермами, начальники цехів, керівники діляниць, бригадири у відділах, фермах, в цехах, на діляницях, бригадах керують, курують та несуть відповідальність за організацію роботи з охорони праці [85].

5.2. Техніка безпеки при виконанні механізованих робіт по обробці насіннєвого матеріалу інокулянтами

Сучасне сільське господарство неможливо уявити без використання різних видів добрив, які є основою підвищення кількості та покращення якості

сільськогосподарської продукції. Їх раціональне застосування підвищує родючість ґрунтів, підтримує позитивний баланс елементів живлення та гумусу. Близько 50 % загального врожаю сої отримують за рахунок використання добрив, зокрема і бактеріальних.

Правильне застосування добрив досягається комплексом заходів: визначенням доз або норм внесення мінеральних, органічних та бактеріальних добрив; своєчасним внесенням; дотриманням правил транспортування, приготування, внесення, заробки та утилізації залишків.

Інокулянти — це препарати, що містять культуру мікроорганізмів, сприяючих поліпшенню живлення рослин, що широко використовуються у сільському господарстві. Вони зовсім не шкідливі, тому при роботі з ними немає необхідності у спеціальному одязі або інші засобах захисту. Проте при застосуванні мінеральних добрив потрібно дотримуватися визначених правил.

До роботи з добривами допускаються особи, яким виповнилося 18 років, і які повинні пройти інструктаж з техніки безпеки і охорони праці та чітко дотримуватися їх правил. На роботах із небезпечними та шкідливими умовами праці, із забрудненням середовища або здійснюваних у несприятливих умовах, працівники отримують спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту.

Власник підприємства зобов'язаний організувати комплектування та утримання спецодягу і спецвзуття, тому що ці засоби є власністю підприємства. У сховищі або іншому пристосованому приміщенні обов'язково вивішуються правила техніки безпеки і санітарні правила при роботі з добривами.

Відстань від сховищ з інокулянтами, мінеральними добривами та пестицидами до житлових будинків і підприємств з переробки і зберігання харчових продуктів повинна бути не менш 500 метрів, а до об'єктів, не пов'язаних з постійним перебуванням людей - 200м.

У сховищі та за його межами під час роботи з бактеріальними добривами всі працівники повинні одягнути спецодяг: комбінезон, рукавиці, окуляри, респіратори (за необхідності).

Бактеризацію насіння слід проводити обережно, щоб інокулянт не потрапив на шкіру та очі. Інакше потрібно негайно промити шкіру та очі проточною водою.

При внесенні добрив (сівбі інокульованого насіння) не дозволяється знаходитись поруч з робочими органами машин. Завантаження сівалок насінням необхідно проводити лише при повній її зупинці. Всі приводи машини повинні бути закриті щитами.

При транспортуванні сипучих добрив з метою запобігання їх втрат автомашини і причепи повинні бути герметизовані й укриті брезентом або іншим водостійким матеріалом. При безперервній роботі з добривами рекомендується робити п'ятихвилинні перерви кожні півгодини роботи в респіраторі. По закінченню інокуляції необхідно прийняти душ або ретельно вимитися з милом. На місці роботи працюючого повинен бути постійно запас чистої води та аптечка. При потраплянні добрив в очі слід терміново промити їх великою кількістю чистої води і за необхідності звернутися до медичного закладу [86-88].

5.3. Охорона довкілля при застосуванні інокулянтів

Працівники підприємства перед початком роботи з інокулянтами або мінеральними добривами проходять обов'язковий інструктаж з техніки безпеки. При цьому звертається особлива увага працюючих на безпосередньо частину роботи, що буде виконана в умовах лабораторії, хімсховища і т.д., хоча доведено, що інокулянти не є шкідливими для людини та оточуючого середовища. Такий безпековий інструктаж перед бактеризацією проводить науковий керівник досліджень, завідувач лабораторією або інженер з техніки безпеки підприємства, результати якого обов'язково заносять до журналу реєстрації підписів з техніки безпеки. Отже, до роботи допускають працівників, які пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Бактеріальні добрива змішують з насінням сої вручну, попередньо змішавши їх з водою.

В відкритих умовах (на полі) працювати з інокульованим насінням потрібно дуже швидко, залишати яке на відкритому сонці неможна, адже бульбочкові бактерії обов'язково гинуть під дією сонячних променів. Після завершення польових робіт працівнику потрібно ретельно вимити руки.

У сільськогосподарському виробництві за сучасних умов неможливо уявити технології вирощування культурних рослин без застосування будь-яких хімічних речовин (мінеральних добрив, гербіцидів, регуляторів росту рослин, інсектицидів, бактеріальних добрив та ін.). Кожна група препаратів має своє призначення і виконує певну функцію у технологічному процесі вирощування культури: органічні та мінеральні добрива забезпечують кращий поживний режим ґрунту, а отже рослини елементами живлення, гербіциди захищають посіви культурних рослин від бур'янів, інсектициди – від комах, фунгіциди – від захворювань. Важливе значення при вирощуванні культури має і застосування інокулянтів, які можна використовувать для обробки насіння перед сівбою, а також для зараження ґрунту.

Застосування бактеріальних препаратів на сільськогосподарських культурах, зокрема і бобових, є частиною інтенсивного землеробства і рослинництва в наш час, коли з меншими витратами часу та засобів можна досягти вищої продуктивності з кращими показниками якостями вирощуваної продукції.

Інокулянти містять штами бульбочкових бактерій, які спочатку живуть і розмножуються у стерильному субстраті, а далі з кореневою системою бобових рослин засвоюють азот повітря, чим поліпшують азотне живлення самих рослин, а отже підвищують їх продуктивність.

У випадку незначного зараження ґрунту бульбочковими бактеріями виникає необхідність штучного його зараження. Їх у підготовленому для продажу стані розповсюджують фірми з продажу добрив та ЗЗР.

Бактерії на субстраті мають високу концентрацію, не розчиняються у воді. Зберігати інокулянти потрібно у темному сухому місці, окремо від отрутохімікатів, при температурі $+3+15^{\circ}\text{C}$.

Бактеріальні препарати не представляють загрози для оточуючого середовища, ґрунту, людини та тварин, а отже з інокулянтами можна працювати вільно, не турбуючись, що вони можуть потрапити на шкіру рук [85, 87, 88].

Проблема охорони довкілля при використанні інокулянтів має багато нюансів, починаючи з подолання безгосподарності і закінчуючи створенням контрольованої системи природокористування, головним засобом вирішення якої є економічна оптимізація землеробства і агропромислового виробництва та екологізація всіх процесів технології вирощування.

Критерієм екологічного ведення сільського господарства є здатність відновлення екосистеми до початкового або близького до нього стану після припинення виробничої діяльності людини. Тому потрібна стандартизація якості оточуючого середовища в різних напрямках: води, повітря, ґрунту, продукції.

У зв'язку з цим науковцями рекомендується повністю виключити використання синтетичних пестицидів, обґрунтовано знизити дози мінеральних добрив та по можливості замінити їх біопрепаратами, фізичними прийомами і засобами, впроваджувати науково обґрунтовану агротехніку вирощування культур. Ці вимоги регламентовані комплексом затверджених на рівні держави документів і нормативних актів [89].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Проведені протягом 2019-2020 рр. дослідження з вивчення впливу бактеріальних добрив на продуктивність сої сорту Ромашка в умовах Центральної України та аналіз їх результатів дозволили зробити наступні висновки:

1. Інокуляція насіння сої сорту Ромашка бактеріальними препаратами на фоні фонового внесення рекомендованої дози $N_{40}P_{40}K_{40}$ подовжує тривалість періоду вегетації культури.

2. Використання Нітрофіксу сприяє кращому виживанню рослин сої під час вегетації культури – до 96,4-96,5 %.

3. Використання бактеріальних препаратів АгріБактер та Нітрофікс покращує протікання асиміляційних процесів в рослині, що відзначається формуванням більшої площі листової поверхні як окремо взятої рослини, так і посівів сої в цілому.

4. Бактеризація насіння сої перед сівбою сприяє формуванню більшої кількості бульбочок на коренях рослин та їх маси, ніж без інокуляції, проте фонове внесення повного мінерального добрива в рекомендованій для зони Центральної України дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ пригнічує симбіотичну діяльність бульбочкових бактерій, що проявляється у меншій кількості та масі бульбочок.

5. Найбільш ефективним в умовах Центральної України є проведення сівби сої сорту Ромашка інокульованим АгріБактером насінням на природному фоні та Нітрофіксом на природному фоні і на фоні $N_{40}P_{40}K_{40}$, що забезпечує отримання істотно більшої прибавки врожаю на рівні від 0,16 до 0,32 т/га, або 9,4-22,2 % порівняно до відповідного контролю.

6. Використання інокулянтів забезпечує отримання чистого доходу на рівні 16,10-16,81 тис.грн./га, тоді як інокуляція насіння на фоні повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$ – лише 14,08-14,12 тис.грн./га. При цьому застосування фонового внесення мінеральних добрив зменшує рівень рентабельності на 42,9-48,3 % порівняно до аналогічного варіанту на

природному фоні. Найвищий рівень рентабельності забезпечує інокуляція насіння Нітрофіксом.

7. Максимальний коефіцієнт біоенергетичної ефективності (1,95) забезпечує інокуляція насіння сої сорту Ромашка Нітрофіксом. Мінеральні добрива є більш енерговитратними, тому цей факт зменшує біоенергетичний коефіцієнт корисної дії від їх використання.

Аналіз результатів досліджень, проведених протягом 2019-2020 рр. в умовах дослідного поля кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету, дозволяє зробити наступні пропозиції сільськогосподарським виробникам: в умовах Центральної України сівбу сої сорту Ромашка проводити інокульованим Нітрофіксом насінням. Також альтернативним бактеріальним азотфіксуючим препаратом може бути АгріБактер. Інокуляція насіння на фоні припосівного внесення рекомендованої дози повного мінерального добрива $N_{40}P_{40}K_{40}$ забезпечує вищий рівень врожайності, проте економічно та енергетично є не вигідним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. Соя і соєвий шрот в годівлі тварин, птиці і риби / А. Бабич, О. Рамі, А. Побережна. Київ: Соєве об'єднання, 2000. 90 с.
2. Зубець М.В. Напрямки економічного зростання агропромислового комплексу України. Київ: Аграрна наука, 1999. 56 с.
3. Индустриальная технология возделывания сои в условиях Кировоградской области: методические рекомендации / Н. П. Полишко, Н. И. Иванченко, В. Т. Маткевич 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. Умников С. Д. Зернобобовые культуры. Москва: Сельхозиздат, 1935. 218 с.
6. Пять континентов / Н. И. Вавилов. Под тропиками Азии / А. Н. Краснов. 2е изд. Москва: Мысль, 1987. 348 с.
7. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Ленинград: Колос, 1971. 751 с.
8. Енкен В. Б. Соя. Москва: Сельхозиздат, 1959. 622 с.
9. Лещенко А. К. Культура сои на Украине. Украина. Київ: видавництво УАСГН, 1962. 325 с.
10. Корсаков М. И. Соя: Систематика и основы селекции: автореф. Дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.09 – растениеводство. Ленинград, 1973. 44с.
11. Бабич А.А. Соя на корм. Москва: Колос, 1974. 112 с.
12. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. Київ: Урожай, 1993. 432 с.
13. Адамень Ф. Ф. Агробіологічні особливості возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень, В. А. Вергунов, П. Н. Лазер. Киев: Аграрна наука, 2006. 456 с.

14. Голов Г. В. Расчет доз удобрений под планируемый урожай сои. Технические культуры. 1988. № 6. С. 27-28.
15. Вавилов М. И. Центры происхождения культурных растений: труды по прикладной ботанике и селекции. Ленинград, 1926. Т. XVI. С. 248.
16. Бабич А. А. Размещение и производство зернобобовых на Украине. В кн.: Роль зернобобовых культур в севооборотах. Орёл, 1974. С. 92-100.
17. Кузин В.Т. Возделывание сои на Дальнем Востоке. Благовещенск, 1976. 39 с.
18. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ: Урожай, 1993. 432 с.
19. Бабич А., Побережна А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. Пропозиція. 2000. №4. С. 42-45.
20. Кияк Г.С. Рослинництво. Київ: Вища школа, 1976. 400 с.
21. Коренев Г. В., Подгорный П. И., Щербак С. Н. Растениеводство. Москва: Колос, 1983. 511 с.
22. Сарneckий Г. А. Масличные и эфиромасличные культуры. Киев: Урожай, 1983. 152 с.
23. Білоножка М. А., Шевченко В. П., Алімов Д. М. та ін. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур: навчальний посібник / за ред. М. А. Білоножка. Київ: Вища школа, 1990. С. 86-89.
24. Губанов Я. В., Тихвинский С. Ф., Горелов Е. П. и др. Технические культуры: учебное пособие / под ред. Я. В. Губанова. Москва: Агропромиздат, 1986. 287 с.
25. Бугай С. М., Зинченко А. И., Моисеенко В. И. и др. Растениеводство: учебное пособие. Киев: Выща школа. 1987. 328 с.
26. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. Київ, 1995. 298 с.

27. Кієнко Г. Л., Полішко М. П., Медведєва Л. Р. та ін. Методичні рекомендації по вирощуванню високих врожаїв сої. Кіровоград, 1993. 20 с.
28. Лебедев И. А. Соя – ценная культура. Москва: Сельхозиздат, 1961. 120 с.
29. Беликов И. Ф., Ткаченко И. Г. Соя в Приморском крае. Владивосток, 1968. 56 с.
30. Блохин В. Д., Сигута А. И., Чурилов Ю. В. Соя на гребнях. Хабаровск, 1975. 20 с.
31. Карягин Ю. Г., Лушаков В. Н. Соя – ценная культура. Алма-Ата: Кайнар, 1976. 86 с.
32. Коробко В. А. Селекция и семеноводство сои в Молдавии. Кишинёв: Штиинца, 1984. 80 с.
33. Бондаренко Г. А., Заверюхин А. А., Залеский Д. П. Соя на полях Крыма. Симферополь, 1977. 48 с.
34. Заверюхин В. И. Возделывание сои на орошаемых землях. Москва: Колос, 1981. 159 с.
35. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинёв: Штиинца, 1990. 489 с.
36. Приман І. Д. Інтенсифікація кормовиробництва. Київ: Урожай, 1992. 280с.
37. Лещенко А. К., Бабич А. О. Соя. Київ: Урожай, 1977. 104 с.
38. Картер Д., Хартвич Э. Агротехника сои: пер. С англ. Москва: Колос, 1970. 167 с.
39. Толкачёв Н. З., Патыка В. Ф. Повышение продуктивности сои путём усиления симбиотической азотфиксации. Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої: симпозіум 2. Вінниця, 1993. С. 36-39.

40. Паков И. С. Биологический азот и продуктивность сои. Проблемы азота в интенсивном земледелии: тезисы докладов Всесоюзной конференции. Новосибирск, 1990. С. 39-41.
41. Панжиев А. П., Добродомов В. Л. Влияние инокуляции семян сои нитрагином на её рост, развитие и урожайность. Технические культуры. 1992. № 1. С.14-15.
42. Шепитько Е. Н., Ковтун Н. В. Влияние бактериальных и минеральных удобрений на продуктивность сои в условиях Луганской области. Соя: материалы первой Всеукраинской конференции по сое. Одесса, 1993. С. 25-27.
43. Дерев'янський В. Ф., Стрюк М. В., Стрюк С. Г. Влияние микроэлементов на продуктивность сои. Технические культуры. 1993. №3-4. С.7-9.
44. Стрюк М. В., Стрюк С. Г., Дерев'янський В. П. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність сої. Науково-технічний бюлетень. Київ, 1994. № 2. С. 8-10.
45. Бабич А. А., Петриченко В. Ф., Ковальчук А. П. Влияние азотного питания на показатели величины и качества зерна в условиях Лесостепи Украины. Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої: симпозіум 2. Вінниця, 1993. С. 25-27.
46. Поздняков В. Г. Экономические и технологические аспекты производства сои. Москва, 1990. С. 4-26.
47. Тишков Н. М. Влияние применения удобрений в севообороте на параметры почвенного плодородия и продуктивность сои. Науч.-техн. Бюлл. ВНИИ масличных культур. Краснодар, 1989. Вып. 4. С. 42-54.
48. Никонов П. В. Расширять применение биологических средств. Защита растений. 1987. №6. С.11-14.
49. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої у вирішенні світової продовольчої проблеми. Соя: материалы первой Всеукр. Конференции по сое. Одесса, 1993. С. 5-7.

50. Баранов В. Ф., Ефимов А. Г. Безгербицидная технология возделывания сои на орошаемых землях. Технические культуры. 1991. №5. С. 34-37.
51. Огузор Н. С. Урожайность и качество сои в зависимости от сроков внесения азотных удобрений. Сборник трудов Кубанского СХИ. Краснодар, 1988. Вып. 2. С.47-54.
52. Волох И. П. Формирование урожая сои при локальном внесении удобрений в основных экологических зонах Приамурья: автореф. Дис. ... канд. С.-х. наук: 06.01.09. Новосибирск, 1991. 30 с.
53. Курносова А. Ф. Влияние микроэлементов на урожай и кормовую ценность сои. Резервы повышения продуктивности зерновых культур в условиях западных районов УССР: сборник научных трудов Львовского СХИ. Львов, 1980. Т. 92. С. 41-43.
54. Савранчук В. В., Семеняка І. М., Мостіпан М. І. та ін. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва в Кіровоградській області / ред. Колегія В. В.Савранчук, І. М.Семеняка та ін. Кіровоград: видавництво ПП «Ліра ЛТД», 2005. 263 с.
55. [URL:http://www.agronauka.com.ua/products?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=125&category_id=6](http://www.agronauka.com.ua/products?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=125&category_id=6)
56. URL:https://agrarii-razom.com.ua/preparations/agribakter-%28agribacter%29
57. URL: https://agrarii-razom.com.ua/preparations/nitrofix-%28sr%29
58. Доспехов Б. А. Методика Полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
59. Методические указания к выполнению дипломных работ (для агрономических факультетов) / под ред. И. И. Ярчука. Днепропетровск, 1980. 55 с. Методические указания к выполнению дипломных работ (для агрономических факультетов) / под ред. И. И. Ярчука. Днепропетровск, 1980. 55 с.

60. Біоенергетична оцінка технологій вирощування кормових і зернофуражних культур: методичні рекомендації / під ред. В. Т. Засухи, М. М. Пономаренко, Д. П. Беліченко та ін. Київ: ТОВ “Міжнародна фінансова агенція”, 1998. 22с.
61. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологий возделывания кукурузы / под общей ред. С. С. Бакай, Е. И. Базарова и др. Москва, 1988. 52 с.
62. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М. А. Федина. Вып.1. Общая часть. Москва: Колос, 1985. 270 с.
63. Методические материалы (изменения и дополнения к методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур). Москва: Колос, 1988. 32 с.
64. Методичні рекомендації по вирощуванню, переробці та використанню сої: Хмельницька державна с.-г. дослідна станція Хмельницького НВО „Еліта”. Київ, 1993. 24 с.
65. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3: Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковицы, тутовый шелкопряд. Москва: Колос, 1983. 184 с.
66. Кулик М. Ф., Бабич А. О., Засуха А.А. та ін. Вдосконалення технологій зберігання та використання зерна. Вінниця, 1996. С. 179-183.
67. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности растений в посевах. В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5-36.
68. Овчаров К. Е. Тайны зелёного растения. Москва: Наука, 1973. 208 с.
69. Патрон П. И. Комплексное действие агроприёмов в овощеводстве. Кишинёв: Штиинца, 1981. 283 с.

70. Утеуш Ю. А., Лобас М. Г. Кормові ресурси флори України. Київ, 1996. С. 15-89.
71. Чирков Ю. Г. Фотосинтез: два века спустя. Москва: Знание, 1981. 192 с.
66. Буянкин И. Н. Совершенствование почвозащитной обработки почвы. Вестник с.-х. наук. 1986. № 8. С. 33-37.
72. Чайка М. Т., Решетников В. Н., Романов А. К. и др. Фотосинтетический аппарат и селекция тритикале. Минск: Навука і тэхніка. 1991. 239 с.
73. Бабич А. А. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на урожай сои. Зерновое хозяйство. 1973. № 10. С. 43-44.
74. Доросинский Л. М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Ленинград: Колос, 1970. 192 с.
75. Лупашку М. Ф. Экология и интенсификация полевого кормопроизводства. Кишинёв: Картя Молдовеняскэ, 1989. 427 с.
76. Коренев Г. В., Гатаулина Г. Г., Зинченко А. И. и др. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Москва: Агропромиздат, 1988. С. 145-168.
77. Юхимчук Ф. Ф. Азотный обмен и возрастные изменения бобовых растений. Киев: Госсельхозиздат, 1957. 160 с.
78. Михайлов В. Г., Манченко И. Ф. Корреляция содержания белка в семенах сои за количественными признаками и простыми индексами. СНТ: Корма и кормопроизводство. Киев: Урожай, 1992. Вып. 33. С. 28-30.
79. Петриченко В. Ф. Влияние способов сева и густоты стояния растений на структуру урожая сои. СНТ ВСГИ: Генетика, селекция и технология возделывания сои на Украине и в Молдове. Одесса, 1991. С. 79-82.
80. Організація виробництва і аграрного бізнесу в сільськогосподарських підприємствах: підручник/ за ред. проф. С. П. Азізова. - Київ: ІАЕ, 2001. 834 с.
81. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи. 3-тє видання, доповнене і перероблене. Мін-во сільського госп-ва УСССР та ін./ упоряд.

- Л. С. Пристапчук, О. Ф. Лук'янчук, В. М. Карпенко. К.: Урожай, 1982. 504 с.
82. Довідник економіста-аграрника / за ред. Н. П. Кононенко. – Київ: Урожай, 1991. 520 с.
83. URL:<https://plant-agro.prom.ua/p1164979030-inokulyant-agritema-agribakter.html>
84. URL: <https://prom.ua/ua/p647961166-inokulyant-dlya-soi.html>
85. Лехман С. Д., Целинський В. П. та ін. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. Київ: Урожай, 1990. 400 с.
86. Канарёв Ф. М., Перегожин М. А., Гряник Г. Н. Охрана труда / под ред. Ф. М. Канарёва. Москва: Колос, 1982. 351 с.
87. Козлов Л. И. Охрана труда в сельском хозяйстве. Киев: Урожай, 1972. 232 с.
88. Буракова С. А. Охрана труда в сельском хозяйстве: учебное пособие. Киев: Выща школа, 1989. 255 с.
89. Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф. та ін. Адаптивні системи землеробства: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2007. С. 180-181.

ДОДАТКИ

Додаток А

Двофакторний дисперсійний аналіз

Дослід врожайність насіння сої, 2019 рік

Одиниця виміру даних т/га

Варіантів 6, Повторень 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	1,41	1,27	1,39	1,57
2	1,79	1,73	1,90	1,74
3	1,80	1,60	1,83	1,97
4	1,78	1,62	1,76	1,96
5	1,84	1,76	1,92	1,84
6	1,95	1,78	2,17	1,90

Середня по досліді – 1,762

Середні по фактору А

А	Середнє
1	1,595
2	1,815
3	1,875

Середні по фактору В

В	Середнє
1	1,667
2	1,857

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Добуток квадратів	Ступеня свободи	Середній квадрат	F
Загальна	78,82	17		
Повторень	16,40	2		
Фактора А	26,08	2	13,04	10,82
Фактора В	16,24	1	16,24	13,47
Фактора АВ	8,04	2	4,02	3,33
Залишка	12,06	10	1,21	

Таблиця впливів та НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0,33	0,141
В	0,21	0,115
АВ	0,10	0,200
Залишка	0,36	

Точність досліді 3,60 % Варіація даних = 12,22 %

04-27-2022

Додаток Б

Двофакторний дисперсійний аналіз

Дослід врожайності насіння сої, 2020 рік

Одиниця виміру даних т/га

Варіантів 6, Повторень 3

Вихідні дані

Варіант	Середнє	Повторення		
1	1,46	1,27	1,15	1,96
2	1,65	1,30	1,59	1,63
3	1,71	1,5,4	1,86	1,73
4	1,64	1,38	1,52	2,02
5	1,72	1,86	1,49	1,81
6	1,78	1,81	1,76	1,77

Середня по досліді – 1,660

Середні по фактору А

А	Середнє
1	1,550
2	1,685
3	1,745

Середні по фактору В

В	Середнє
1	1,607
2	1,713

Таблиця дисперсій

Дисперсія	Добуток квадратів	Ступеня свободи	Середній квадрат	F
Загальна	138,90	17		
Повторень	36,42	2		
Фактора А	11,97	2	5,98	0,71
Фактора В	5,12	1	5,12	0,61
Фактора АВ	1,21	2	0,61	0,07
Залишка	84,18	10	8,42	

Таблиця впливів та НІР

Фактор	Сила впливу	НІР
А	0,09	0,374
В	0,04	0,305
АВ	0,01	0,528
Залишка	0,87	

Точність досліді 7,01 % Варіація даних = 17,22 %

04-27-2022