

Міністерство освіти і науки України  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет  
Спеціальність: 201 «Агрономія»

«Допускається до захисту»  
В.о. завідувача кафедри землеробства,  
грунтознавства та агрохімії  
доцент \_\_\_\_\_ М.В. Первачук  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.  
протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

***Вплив технологічних прийомів вирощування на  
біоенергетичну продуктивність сої в умовах ТОВ «Україна  
Агропром» Херсонської області***

01.02. – ВР 113м 29 06 17 020

Студент - випускник

С.Г. Павленко

Керівник дипломної роботи

В.Ф. Петриченко

Рецензент

О.М. Колісник



## ЗМІСТ

	сторінка
АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗНАЧЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ.....	7
1.1. Народно-господарське значення сої.....	7
1.2. Особливості технології вирощування сої .....	10
1.3 Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на ріст, розвиток та формування урожайності сої .....	18
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПОРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	24
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень.....	24
2.2 Особливості погодних умов у роки проведення досліджень .....	26
2.3 Методи та методика проведення досліджень.....	32
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ.....	39
3.1 Висота рослин сої та наростання вегетативної маси .....	39
3.2 Вплив досліджуваних факторів на формування площі листкової поверхні рослин.....	42
3.3 Динаміка кількості та маси бульбочок га коренях рослин бобів кормових залежно від досліджуваних чинників .....	47
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ.....	51
4.1 Урожайність зерна сої .....	51
4.2 Якість насіння сої залежно від досліджуваних факторів .....	53
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	56
ВИСНОВКИ.....	59
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62
ДОДАТКИ.....	70

## АНОТАЦІЯ

Обсяг дипломної роботи за темою «Вплив технологічних прийомів вирощування на біоенергетичну продуктивність сої в умовах ТОВ «Україна Агропром» Херсонської області» становить: 71 сторінку друкованого тексту, 1 рисунок, 10 таблиць, 1 додаток, 80 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження** – процес росту, розвитку та формування продуктивності сої залежно від мінеральних добрив та біологічних препаратів.

**Мета роботи** – є встановлення залежностей формування урожайності та якості зерна сої від впливу мінеральних добрив та біологічних препаратів в умовах ТОВ «Україна Агропром» Херсонської області.

**Методи дослідження** польовий – для визначення дії і взаємодії факторів, які були поставлені на дослідження; лабораторний – здійснення агрохімічного аналізу ґрунту і рослин та визначення показників хімічного складу зерна сої; вимірвальний – для визначення біометричних показників рослин та величини врожаю зерна сої; математично - статистичний – для визначення достовірності отриманих результатів; розрахунково-порівняльний – для розрахунку економічної ефективності технологій вирощування сої залежно від факторів які були поставлені на вивчення.

**Особистий внесок** полягає у розробці робочої програми і безпосередній участі у проведенні польових дослідів, обліків та обрахунку отриманих даних. Автором дипломної роботи проведено ретельний аналіз 80 наукових джерел провідних вітчизняних вчених з даного напрямку досліджень.

**Практична цінність роботи** полягає у оптимізації окремих технологічних прийомів вирощування, що дасть змогу отримати високопродуктивні агрофітоценози сої із мінімальними затратами на їх вирощування.

Результати досліджень по темі дипломної роботи на мають велике наукове та виробниче значення і можуть бути рекомендовані до впровадження у господарствах Херсонської області.

## ВСТУП

Важливим завданням сучасного аграрного виробництва є формування рослинних білкових ресурсів. Серед різновидів сільськогосподарських культур у сировинному балансі країни провідне місце посідають зернобобові, які й забезпечують виробництво білкової продукції продовольчого і фуражного спрямування. Роль зернобобових культур з високим вмістом білка в останні роки зростає, що пов'язано зі значним зменшенням виробництва продуктів тваринництва [1].

Соя культурна є головною зернобобовою культурою світового землеробства, вона знаходиться у центрі уваги серед стратегічних рослин світу, так як має високу енергетичну і споживчу вартість. Використовують її як харчовий продукт, корм для тварин, сировину для технічних масел і пального, побутових товарів, медичних, кормових і промислових виробів. Такий широкий спектр використання та поширення сої у світі пояснюється високим вмістом в насінні культури білка (38-45%), який за амінокислотним складом прирівнюється до «ідеального», жиру міститься 18-25%, вуглеводів – 25-30%, у золі достатня кількість калію, фосфору, вітамінів, ферментів та мінеральних речовин [2].

За амінокислотним складом білок сої є найбільш наближеним до білка курячого яйця. Особливістю хімічного складу сої є вміст у ній фосфатів – лецитину і кефаліну, необхідних для живлення нервової тканини [8]. Загалом у зерні сої містяться практично всі цінні інгредієнти, що роблять її чудовим заміником продукції тваринного походження у харчуванні людини.

Соя - важлива технічна культура, яка посідає перше місце у світі з виробництва рослинної олії – на соєву олію припадає 26,6 %. Використовують її як на харчові цілі, так і для виробництва лаків, фарб, мила, пластмаси, клею, штучних волокон тощо. В останні роки її почали використовувати для виробництва біоетанолу [9].

Зазначене спонукає до зростання в Україні й світі попиту на сою та

нарощування обсягів її виробництва.

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарської галузі однією з головних проблем аграрного сектору економіки України залишається істотне збільшення й стабілізація виробництва зернобобових культур, зокрема насіння сої, яке є джерелом збалансованого за амінокислотним складом і вмістом екологічно чистого білка та олії [25].

Сьогодні за виробництвом сої Україна займає перше місце в Європі та восьме у світі. За 2001-2013 рр. її посіви в Україні збільшилися з 73 тис. до 1 млн. 363 тис. га [2], що засвідчує значимість даної культури. Соя є одним із найкращих попередників сівозміни внаслідок здатності її фіксувати біологічний азот, частина якого залишається в ґрунті й використовується наступними культурами.

Отримання високих і сталих урожаїв сої вимагає від товаровиробників глибокого знання сортових особливостей елементів технології. Ряд питань вирощування сої в різних зонах України вже достатньо вивчено, проте в умовах південного Степу агротехнічні заходи розроблені для вирощування її на зрошенні, а без поливу в умовах недостатнього зволоження це питання практично не вивчали, а отже воно є актуальним [34].

Серед факторів, що визначають рівень урожайності сої, важливе місце належить живленню рослин, яке сприяє кращому їх росту, розвитку та формуванню продуктивності. Тому удосконалення окремих технологічних прийомів вирощування цієї культури з метою підвищення врожайності і поліпшення основних показників якості насіння потребує подальшого вивчення. Це й зумовило необхідність проведення досліджень в умовах південного Степу України за вирощування сої без зрошення.

# РОЗДІЛ 1

## ЗНАЧЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

(огляд літератури)

### 1.1 Народно-господарське значення сої

Важливу роль у вирішенні проблеми білка відводять зернобобовим культурам, чільне місце серед яких займає соя. Її використовують для годівлі всіх видів тварин і птиці. В зерні сої міститься 36 – 48 % білка, 17 – 26 % жиру і більш ніж 20 % вуглеводів. У 100 кг зерна міститься 131 к. од. і 29,2 кг перетравного протеїну. Білок сої повністю збалансований за амінокислотним складом, він легко засвоюється і за біологічною цінністю наближається до білка тваринного походження – м'яса, молока і яєць. Окрім того зерно сої містить ферменти, вітаміни, мінеральні речовини, що дозволяє використовувати її для виробництва продуктів харчування, промислових товарів та в медицині [3, 4]. Вивчення моделей адаптивних сортових технологій вирощування сої має особливе значення як для загальних тенденцій розвитку рослинництва, так і для одержання максимально можливого рівня врожайності зерна у конкретній ґрунтово– кліматичній зоні України [5].

На ринку харчових продуктів споживча вартість насіння сої визначається високим вмістом у насінні білка (30 – 55 %), жиру (13 – 26 %), вуглеводів (20– 32 %). У золі багато калію, фосфору, а також вітамінів (А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР). За амінокислотним складом білок сої найбільш наближений до тваринного білка, який споживає людина. У зерні сої містяться майже всі необхідні для організмів людини й тварини поживні речовини. Високий вміст білка і надзвичайно сприятлива його збалансованість за амінокислотним складом, роблять сою хорошим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини. Із сої виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви та ін. Їх використовують як дієтичний продукт харчування, що містить антисклеротичні

речовини. Особливістю хімічного складу сої є вміст у ній фосфатидів – лецитину і нефаліну, необхідних для живлення нервової тканини [6].

Для ліквідації дефіциту кормового білку важливим важелем є вирощування зернобобових культур, зокрема сої, зерно якої містить до 50% білку та до 25% олії [7]. Білок сої повністю збалансований за амінокислотним складом і легко засвоюється організмами людей і тварин. За біологічною цінністю він прирівнюється до білків м'яса, молока, яєць і є значно дешевшим білком інших продуктів [8].

Введення до раціонів сільськогосподарських тварин сої значно покращує використання грубих і соковитих кормів.

Вирощування сої на зерно дозволяє забезпечити окремі галузі народного господарства не тільки рослинним білком, але й зменшити собівартість рослинницької продукції за рахунок включення в процес виробництва атмосферного азоту, покращити фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур та значним чином збільшити продуктивність сівозміни.

Соє є провідною, найбільш поширеною і вигідною білково-олійною культурою світового землекористування і займає четверте місце після таких культур як пшениця, рис і кукурудза.

Значне скорочення посівних площ під горохом і багаторічними бобовими травами, за рахунок яких збалансовували кормові раціони протеїном і які були основними попередниками для озимої пшениці, що призвело до збільшення посівних площ сої. Здатність її до фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями дозволяє використовувати соє як кращий попередник під основні сільськогосподарські культури та значно зменшити хімічне навантаження на агроценози за рахунок зниження норм синтетичних мінеральних добрив [9, 11].

У світовому виробництві рослинних білків на частку білка сої припадає 54%, а частку рослинної олії – 33%. Основними виробниками і споживачами сої є США, Бразилія, Аргентина, Китай, Японія, Франція, Німеччина, Італія та інші країни [13, 14].



Раніше проведеними дослідженнями встановлено, що соя добре росте й забезпечує високі врожаї на зрошуваних землях, де врожайність зерна може сягати 3,0-4,0 т/га і більше. У той же час практика засвідчує, що посіви сої внаслідок її біологічних особливостей сильно заростають бур'янами, оскільки без належного догляду культура неспроможна конкурувати з ними за світло, вологу, поживні речовини тощо. За даними наукових установ України, втрати врожаю сої від бур'янів становлять 15-40%, а інколи 50-70% і більше [15, 16].

Як свідчать численні дані, наведені в літературі, кращими попередниками для сої є культури, які добре очищають поля від бур'янів, залишають достатню кількість поживних речовин і вологи [12, 18, 19].

Дослідженнями встановлена доцільність розміщення сої після післяжнивних посівів ріпака озимого для осіннього використання на корм [20]. Формуючи велику листкову поверхню з осені, він пригнічує ріст бур'янів, зменшуючи забур'яненість поля для наступних посівів сої. Це дозволяє не застосовуючи гербіцидів, за допомогою лише агротехнічних прийомів (боронування, міжрядні рихлення) одержати сталу врожайність насіння на рівні 20,7-21,9 ц/га.

Сою можна вирощувати і у повторних посівах, що збільшує ефективність – індекс використання земельних ресурсів. Однак, як показали дослідження, врожайність насіння після озимих на зелений корм порівняно із розміщенням по зяблевій оранці знижується в 1,7 рази. Однією з основних причин зниження врожайності сої в даному випадку є істотне погіршення водного режиму ґрунту, викликаного використанням вологи озимими культурами та втратами її при обробітку ґрунту. Дослідженнями визначено велику залежність урожайності сої від природної родючості ґрунтів. Більш придатними для неї є чорноземні ґрунти з глибоким родючим шаром з високим вмістом гумусу, доброю водо- та повітропроникністю. Тут збирали в середньому 29-32 ц/га насіння сортів Іванка та Чернівецька 9. У той же час на сірих опідзолених пілуват-важкосуглинкових ґрунтах, що характеризуються високою щільністю (1,44-1,56 г/см<sup>3</sup>) та на яких досліджували окремі елементи сортової технології, рівень урожайності становив

17-19 ц/га. Внесення на таких ґрунтах мінеральних добрив залежно від попередника, сприяло підвищенню врожайності насіння середньоранніх сортів на 0,8-4,7 ц/га (7,9-23,2%), середньостиглих на 0,5-4,6 ц/га (2,6-23,7%). Оптимальною дозою добрив після всіх досліджуваних попередників виявилася  $N_{45}P_{90}K_{180}$ . Збільшення дози добрив на третину в досліді авторів не забезпечило істотного приросту врожаю. Кращу віддачу від внесення добрив отримали після ячменю ярого, а найнижчу після озимих на зелений корм. [21].

## 1.2 Особливості технології вирощування сої

За даними Інституту зрошуваного землеробства НААН, у зрошуваній зоні півдня України для пізньостиглих та середньопізніх сортів сої норма висіву становить 400-500, для середньостиглих – 500-600 і середньоранніх та ранньостиглих – 600-650 тисяч схожих насінин на гектар. На незрошуваних землях, в умовах недостатнього зволоження, норму висіву потрібно зменшувати на 10-15% [22]. Проте деякі високопродуктивні сорти забезпечують найбільшу врожайність при збільшенні норми висіву до 800 тис. шт./га [23].

Строки сівби сої залежать від температури ґрунту, біологічних особливостей сортів, тривалості вегетаційного періоду та ін. Календарні строки сівби сої в Україні припадають на другу-третю декаду квітня – першу декаду травню. Досвід основних сусідніх областей України показав, що сою доцільно висівати, коли температура ґрунту на глибині 10см встановиться на рівні 12-14 °С [24, 25]. У той же час в Білоцерківському сільськогосподарському інституті розроблена інтенсивна технологія вирощування сої, яка передбачає сівбу при температурі ґрунту 6-7 °С [26].

Окремі вчені вважають, що оптимальних строків сівби сої не існує і її слід висівати, коли вже не буде ймовірних приморозків, інші пропонують наддранні посіви [27, 28, 29, 30]. Багато авторів схильні до загущених посівів сої з мінімальною шириною міжрядь, окремі дослідники схильні до широкорядних посівів [31, 32, 33, 34].

На ґрунтах з підвищеним вмістом фосфору та калію найвищий врожай

насіння соя формує за внесення мінеральних добрив у дозах  $N_{60}P_{40}K_{40}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  [35]. Збільшення доз фосфору і калію до 60 кг на фоні 40 кг азоту не сприяло подальшому підвищенню врожаю насіння сої.

Згідно досліджень, що проведені в умовах західного Лісостепу України на чорноземі типовому середньоглибокому важко суглинковому, рекомендовано висівати сорт сої Подільська 416 широкорядним (45 см) способом сівби, під посіви вносити добрива в нормі  $N_{30}P_{60}K_{30} + (N_{15})$ , що забезпечить урожайність вказаної зернобобової культури на рівні 3,03 т/га та більш високий умовний збір сирого протеїну та сирого жиру в зерні сої. Із досліджуваних сортів сої найбільш високий збір сирого протеїну 1,109 т/га забезпечував сорт Агат, а сирого жиру 0,702 т/га – сорт Подільська 1 [36, 37, 38].

Зерно сої характеризується унікальним біохімічним складом поживних речовин. Її унікальність полягає у поєднанні найцінніших органічних сполук

– протеїну і жиру. Частка вмісту обох сполук в зерні сої є дуже високою. Середня кількість протеїну в насінні сої становить 38-40 % маси насіння, а жиру від 20 до 28 % залежно від сорту.

Крім протеїну і жиру зерно сої багате на вуглеводи різної розчинності, вміст яких сягає 22-35 % маси насіння. Вони представлені основними компонентами: розчинними цукрами – 9-12 % маси насіння, крохмалем – 3-9, клітковиною – 3-7 %. Цінність розчинних вуглеводів полягає у їхній добрій засвоюваності організмами тварин, а нерозчинних – у активізації процесу засвоєння поживних речовин.

За вирощування сої на зернові цілі важливим є не лише отримання високого врожаю зерна, але й висока якість його за вмістом сирого протеїну, жиру та мінеральних речовин.

Співвідношення складу різних сполук у зерні сої забезпечується на генетичному рівні, але за певних екологічних умов воно може змінюватися [39].

Кількість накопичення поживних речовин у вегетативних та генеративних органах сої істотно залежить від біологічних особливостей сорту та технології вирощування рослин у період вегетації.

Азот у вигляді амонійних сполук входить до структури білків і займає в ній досить вагому частку – біля 17 % [40].

Окрім протеїну в зерні сої цінним компонентом є соєва олія (жир), кількість якої зумовлюється як біологічними особливостями сорту, так і умовами вирощування [43]. Дослідження біохімічного аналізу зерна сої, вирощеного на органогенних осушуваних ґрунтах Лівобережного Лісостепу підтвердили взаємозв'язок між біологічною здатністю сорту накопичувати найбільшу кількість олії за максимально сприятливих умов вирощування. Внесення фосфорних і калійних добрив у дозі  $P_{45}K_{120}$  за умов проведення оранки і дискування забезпечило підвищення вмісту сирого протеїну на 0,56 т/га і 0,42 т/га жиру порівняно з варіантами без добрив. За проведення оранки і дискування та внесення фосфорного і калійного удобрення в дозі  $P_{45}K_{120}$  вихід сирого протеїну становив 1,23 – 1,36 т/га і 0,58 – 0,69 т/га жиру [44].

Соєве зерно багате і мінеральними елементами, кількість золи в ньому залежить від ґрунтових умов і клімату й може значно коливатися залежно від змін умов вирощування [45].

Дози мінеральних добрив під змішані посіви необхідно диференціювати залежно від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей окремих компонентів і їхнього взаємовпливу. Одні дослідники [46, 47] дотримуються думки, що більш ефективно застосовувати підвищені дози добрив під чисті посіви злакових і бобових культур, інші [48, 49, 50] вказують, що продуктивність змішаних посівів (кукурудзи і сої) вищою формується за внесення мінеральних добрив, причому бобовий компонент не знижує їхньої ефективної дії.

Досягти стабільного виробництва зерна сої на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва можливо за умови підвищення продуктивності культури шляхом подальшого вдосконалення і впровадження адаптивних технологій вирощування для найбільш повного використання потенціалу інтенсивних сортів.

Навіть у північній зоні Степу досить часто навесні погодні умови бувають

складними – зокрема швидке наростання середньодобової температури повітря. Тому на період настання оптимальних строків сівби в ґрунті не завжди вдається зберегти достатню кількість продуктивної вологи, внаслідок чого отримати повноцінні сходи сої в більшості випадків надто складно [12, 51]. Особливо важливим це питання є для Південного Степу України. З метою підвищення польової схожості насіння сільськогосподарських культур в науково-дослідних установах випробовують значну кількість регулюючих ріст біологічно активних препаратів та мікроелементів для інкрустації насіння на предмет виявлення їх ефективності [52].

Соя є дуже вимогливою культурою до поживного режиму ґрунту. На утворення 1 ц зерна вона виносить з ґрунту 7,5–10 кг азоту, 3–4,5 кг калію, 1,7–2,5 кг фосфору, тому ця культура добре реагує на органічні і мінеральні добрива у легкодоступній формі [56]. З урожаєм 25 ц/га соя виносить із ґрунту близько 200 кг азоту, 60 кг фосфору, 60–90 кг калію. Потреба в азоті до 60 % задовольняється за рахунок його біологічної фіксації з повітря [57].

Як зернобобова культура соя здатна до симбіозу з бульбочковими бактеріями. Завдяки цьому у біологічний колообіг залучається величезна кількість атмосферного азоту. Біологічно зв'язаний азот може становити до 60–70 % загального азоту врожаю, крім того значна його кількість залишається в ґрунті, що робить сою цінним попередником для наступних культур сівозміни [58].

В результаті симбіозу між бактеріями і соєю підвищується не тільки врожайність зерна, але й поліпшується його якість – збільшується вміст білка, жиру, вітамінів тощо [59]. Ріст і розвиток цієї культури може відбуватись і без внесення азотних добрив, так як симбіоз рослин з азотфіксуючими бактеріями забезпечує їх нормальне живлення та високу врожайність.

Соя належить до найважливіших культур світового землеробства. Вона відіграє важливу роль у складному процесі колообігу речовин у природі. За рахунок післязбиральних решток та кореневої системи в ґрунт надходить 80–100 кг/га біологічно зв'язаного азоту [60].

Здатність фіксувати атмосферний азот шляхом симбіозу бульбочкових бактерій (*Rhizobium*) з бобовими рослинами є важливою біологічною особливістю цієї культури, яка поки що вивчена недостатньо. Тривалий час бобово-ризобіальний симбіоз розглядали як прояв активності бульбочкових бактерій – їх здатність розмножуватися на коренях бобових рослин і утворювати бульбочки, покращувати ріст і розвиток рослини-господаря [61].

Біологічна активність ґрунту в період вегетації рослин є важливим показником його родючості. Про неї судять за активністю ферментів, темпами розкладу клітковини, інтенсивністю процесів нітрифікації і амоніфікації, кількістю мікроорганізмів у ґрунті і швидкістю виділення вуглекислоти. Виділення з ґрунту вуглекислоти (дихання ґрунту) і його біологічна активність – два різних процеси. Позитивний вплив на “дихання ґрунту” забезпечує внесення органічних добрив, вирощування зернобобових культур та інокуляція їх насіння перед сівбою [62].

У вирішенні проблеми біологічного азоту в землеробстві важливо спрямовувати агротехнічні прийоми технології вирощування на підвищення інтенсивності біологічної фіксації і збільшення питомої маси біологічного азоту в урожаї зерна та соломи [63].

Між біологічною активністю ґрунту, кількістю і якістю органічної речовини в ньому, а також факторами середовища (волога, температура, світло) існує тісна залежність. На біологічну активність ґрунту значно впливають культурні рослини, особливості технологій їх вирощування і попередники. Зростання інтенсивності біологічної активності ґрунту позитивно впливає на ріст і розвиток сої, підвищення її продуктивності, накопичення органічної маси в ґрунті, поліпшення його фізичних і хімічних властивостей. Все це дає підстави стверджувати, що соя не тільки високобілкова і продуктивна культура в кормовому балансі, але й фактор поліпшення умов середовища (ґрунту). У природі відбувається біологічний колообіг речовин і енергії; рослини, використовують сонячну енергію, перетворюють її в енергію біохімічних процесів, зумовлюючи цим особливості руху хімічних речовин у певних

природних умовах [64].

Відомо, що мінералізація органічної речовини рослин і бульбочкових бактерій в ґрунті та їх мікробіологічна активність залежать від певного співвідношення вуглецю і азоту в ґрунті, а також від вмісту в ньому кальцію і рівня кислотності [65, 66].

Для зернобобових культур велике значення для формування врожаю мають умови ґрунтового живлення рослин азотом. Потреба сої в поживних речовинах визначається її біологічними особливостями. На початку вегетації вона розвивається дуже повільно, від сходів до цвітіння використовує незначну кількість поживних речовин. Найбільшою потребою сої в елементах живлення є в період цвітіння – наливання бобів, поглинаючи в цей час близько 65–70 % азоту, фосфору і калію [34].

Питання азотного живлення сої є найбільш складним і дискусійним. Як ми уже зазначали, за сприятливих умов симбіозу мінеральні добрива при великому діапазоні доз не підвищують врожайність сої, а, інколи, навіть її знижують [68, 69, 70]. На Армавірській дослідній станції ВНДІОК прибавка врожайності сої від інокуляції насіння за п'ять років дослідження склала 0,24 т/га, від внесення мінеральних добрив – 0,07–0,08 т/га.

Сумісна дія інокуляції і мінеральних добрив спричинила отримання приросту врожайності сої в межах впливу однієї інокуляції і склала 0,23–0,25 т/га [8].

Проблема біологічного азоту була і залишається актуальною в землеробстві. Особливо велика його роль в умовах погіршення екологічної ситуації та недостатнього забезпечення сільського господарства азотними добривами. Екологічна доцільність використання процесу біологічної азотфіксації в господарських цілях сьогодні являється одним із основних напрямів сучасного землеробства. Такий підхід знаходить своє технологічне застосування при вирощуванні зерно-бобових культур, і в тому числі сої [72].

Використання мінеральних добрив, особливо азотних, під сою є суперечливим, оскільки ця культура спроможна за сприятливих умов

засвоювати значну кількість азоту з повітря завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями. Молекулярний азот вони фіксують у симбіозі з бобовими рослинами. З цього приводу К.А. Тімірязєв писав, що відкриття факту можливості живлення рослин вільним азотом повітря – одне з найвидатніших надбань науки дев'ятнадцятого століття. Суперечності з питання азотного живлення пов'язані з особливостями біології сої, а також з тих причин, що досліди проводилися на ґрунтах різної окультуреності, з неоднаковим їх фізико-хімічним складом та ґрунтово-кліматичними умовами різних зон вирощування [75].

Отже, соя формує підвищений урожай в основному за рахунок симбіотичного азоту при ранньому утворенні бульбочок і високоефективному симбіозі. Кількість азоту, яка необхідна для підтримання росту і розвитку рослин до включення в процес азотфіксації, невелика і може бути забезпечена його ґрунтовими запасами. Не виключена роль стартових доз азотних добрив, особливо на бідних ґрунтах, для страхування рослин від можливої нестачі азоту на випадок затримки появи бульбочкових, повільного їх розвитку за несприятливих умов. Враховуючи те, що наявність азоту аміачної форми в рослинах пов'язана з азотфіксацією і споживанням азоту з ґрунту, а вміст нітратного азоту – виключно з мінерального живлення, зниження відношення аміачного азоту до нітратного вказує на зменшення частки симбіотичного азоту в живленні сої при внесенні азотних добрив.

Актуальність досліджень обумовлена пошуком нових підходів до розробки технологічних прийомів вирощування сої з урахуванням умов нестійкого зволоження Лісостепу. Застосування інокуляції ризоторфіном сприяло отриманню 1,4 т/га, або 7,8 % приросту врожаю. Внесення фосфорних добрив в дозі  $P_{60}$  було малоефективним. При сумісному застосуванні  $P_{60}$  з азотними добривами та ризоторфіном спостерігалось підвищенню врожайності насіння сої на 14,5–19 %. Найбільш раціональним було застосування ризоторфіну на фоні внесення азотно-фосфорних добрив: урожайність сої була максимальною на ділянці з внесенням добрив у дозі  $N_{30}P_{60}$  – 2,62 т/га. Подальше



збільшення дози азоту було малоефективним [79].

Зернобобові культури сприяють поліпшенню біологічних процесів у ґрунті за рахунок розкладання кореневих та стерньових решток, що сприяє підвищенню ферментативної активності та спроможності наступних культур сівозміни використовувати малорозчинні поживні речовини [80]. Дослідженнями В. П. Орлова, А. П. Лосєва, Н. І. Мільто встановлено, що після збирання бобових культур у ґрунті збільшується вміст фосфору та калію порівняно з колосовими [38].

Накопичений у коренях бобових культур і вивільнений після їх відмирання кальцій цементує ґрунт, покращує його структуру. Після розкладання коренів бобових в ґрунті залишаються пори, які поліпшують доступ води і повітря в глибокі шари ґрунту, що сприяє кращому росту коріння наступних культур.

Соя здатна засвоювати азот з повітря і накопичувати його у ґрунті – до 100 кг/га [42], тому значно підвищується вміст білка як в її врожаях, так і культур, для яких вона буде попередником. У зв'язку з цим соя є цінною рослиною в сівозміні, оскільки сприяє підвищенню родючості ґрунту, а звідси – і загальній продуктивності рослинництва [12, 80].

Розвиток зрошуваного землеробства – це основа раціонального і ефективного природокористування Херсонської області [38].

Для нашої зони розроблена технологія вирощування сої, яка дає можливість в умовах недостатнього зволоження одержувати 25-30ц зерна, 250-300ц зеленої маси з одного гектара [88].

Вона заснована на суворому дотриманні всіх технологічних вимог і своєчасному високоякісному їх виконанню, впровадження сортів інтенсивного типу, внесення добрив на запрограмований урожай, але окремі моменти технології вивчені ще недостатньо, а такі як використання мінеральних добрив разом з біостимуляторами при вирощуванні сої взагалі не вивчалися [52].

Використання азотно-фосфорних добрив у нормах  $N_{60}P_{60}$  та  $N_{120}P_{120}$  збільшує вміст нітратів і рухомого фосфору, що позитивно впливає на ріст та

розвиток рослин сої. У проведених діслідах при використанні  $N_{60}P_{60}$  і  $N_{120}P_{120}$ , отримано найбільшу кількість протеїну, жиру. Максимальну врожайність отримано при  $N_{60}P_{60}$  [9].

За умов мінімалізації обробітку, зменшується кількість обробіток ґрунту, зменшується ущільнення ґрунту, знижується витрата палива [7].

Досвід держав світу вказує на те, що при нульових технологіях вирощування сільськогосподарських культур, стерня, що залишається в міжряддях, слугує мульчею, яка сприяє зберіганню вологи у ґрунті і зменшенню ерозії [4].

Ряд учених та сільгоспвиробників вважають, що зменшення ширини міжрядь при посіві сої позитивно впливає на продуктивність посівів. Так у дослідах Іщенко В.О. найбільша врожайність отримана при міжрядді 15см [92].

Інтенсивність режиму зрошення деякі вчені зв'язують зі скоростиглістю сортів. Так, наприклад, для скоростиглих сортів сої оптимальним є нижній поріг вологості ґрунту в межах 70-80-70% НВ [45]. Одним із важливих агротехнічних заходів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є застосування рістрегулюючих речовин росту, а також мікробних препаратів. Ці препарати екологічнобезпечні, сприяють інтенсифікації фізіологічно-біохімічних процесів у рослин і підвищують їхню стійкість до захворювань і позитивно впливають на стан мікробного угруповання ґрунтів [12].

### **1.3 Вплив обробки насіння та позакореневих підживлень на ріст, розвиток та формування урожайності сої**

На сьогодні мікробні препарати створено для більшості видів сільськогосподарських культур, визначено умови їх ефективного застосування, проведено низку необхідних для їх рекомендації у виробництво заходів, включно з виробничою перевіркою. Бактеріальні препарати містять в собі стимулятори росту рослин біологічного походження, які суттєво підвищують коефіцієнт використання добрив. Відомо, що використання мінерального азоту

добрив не перевищує 50%; фосфору (навіть з найкращого добрива – суперфосфату) – 20%; калію – 25- 30%. Решта вимивається опадами і попадає у водоймища, в яких розвивається велика кількість водоростей, проходить забруднення води нітратами, що приводить до значних економічних втрат. Застосування ж бактеризації землі підвищує використання добрив – на 20-30 %. Стимулятори росту, що знаходяться в мікробних препаратах, сприяють розростанню кореневої системи рослин і підвищенню її адсорбуючої активності, внаслідок чого відбувається засвоєння елементів живлення [74].

Історія відкриття бульбочкових бактерій та їхньої ролі в колообігу азоту тісно пов'язана з вивченням бобових рослин, які з давніх часів використовувались людиною. Перші згадки про вирощування бобових культур (кормових бобів, гороху, люпину, сої) дійшли до нас ще з древніх часів, за 4000-5000 років до нашої ери [9]. Дефіцит рослинного білка, орієнтація сільського господарства на екологічно чисте виробництво, а також високі ціни мінеральних та органічних добрив зумовили зростання зацікавленості до зернобобових культур [10]. Завдяки здатності у симбіозі з бульбочковими бактеріями фіксувати молекулярний азот ці рослини відіграють важливу роль у підвищенні родючості ґрунту. Біологічний азот є найбільш дешевим та екологічно чистим джерелом цього елемента для землеробства [16].

Соя – основне джерело рослинного білка та олії. Її насіння широко використовується при виробництві сільськогосподарської продукції та промислових виробів. Цей процес відбувається завдяки фіксації азоту бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, тому обробка насіння цими мікроорганізмами є ефективним і необхідним прийомом, який впливає на розвиток рослин протягом всього онтогенезу [64].

Широке використання бобовими рослинами азоту повітря є одним з напрямків альтернативного біологічного землеробства, метою якого є одержання екологічно чистого продукту для потреб харчування людини та годівлі тварин. Передпосівна інокуляція насіння сої повинна стати основним агротехнічним заходом ресурсо- та енергозберігаючої технології вирощування даної культури.

За останні роки в Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН розроблено низку мікробних препаратів для багатьох сільськогосподарських культур, в тому числі для сої. Разом з тим проводяться дослідження з селекції та виділення нових ефективних штамів Їх використання дозволяє збільшити урожайність бобових рослин та вміст білка в них [33].

Важливим резервом підвищення врожайності сільськогосподарських культур є застосування бактеріальних препаратів, регуляторів росту рослин і комплексних мінеральних добрив для передпосівної обробки насінневого матеріалу, позакореневого підживлення рослин і внесення з поливною водою [61, 62, 63, 64].

Необхідність цих агроприйомів очевидна, особливо, якщо врахувати, що польові культури використовують не більше 24-45 % азоту, 10-33 % – фосфору, 25-77 % – калію, які внесено з стандартними мінеральними добривами [64].

На сьогодні населення нашої планети становить 6,82 млрд людей. За прогнозами вчених, у 2050 році їх кількість зросте до 9,2 мільярда. До того часу площа продуктивних земель на душу населення скоротиться майже на третину [11]. Людство опиниться на порозі глобальної продовольчої кризи. Один із шляхів вирішення даної проблеми – інтенсифікація вирощування бобових культур, зокрема сої. Із 2000 року спостерігається структурна перебудова посівів зернобобових у напрямі зменшення частки гороху, кормових бобів, люпину, проте збільшення посівів сої. Тому аналіз сучасного її виробництва в Україні та в Полтавській області, зокрема, є актуальним, оскільки він показує стан і перспективи вирощування цієї культури. Аналіз основних досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Сьогодні соя поширена в 91 країні. Основні її посіви зосереджені в США, Бразилії, Китаї, Аргентині, Індії, Парагваї, Канаді, Індонезії, Італії, Південній Кореї, Таїланді, Нігерії, Франції, Росії, Румунії, країнах колишньої Югославії та інших. За обсягами виробництва соя (260 млн т) займає четверте місце в світі після кукурудзи (820 млн т), пшениці (648 млн т) та рису (450 млн т) [53].

Ще кілька десятиліть тому вважалося, що дана культура неприйнятна для

вирощування в Україні у зв'язку зі складною її адаптивністю до ґрунтово-кліматичних умов. Однак із часом створення і впровадження сучасних, високопродуктивних сортів сої, розробка зональних технологій її вирощування, а також світовий досвід аграріїв переконали в протилежному: нині соя поступово витісняє традиційні олійні та зерно-бобові культури й починає займати вагоме місце у структурі посівних площ сільськогосподарських культур [14].

Для динамічного розвитку виробництва сої в Україні розроблена галузева програма «Соя України 2008–2019». Її метою є доведення посівних площ під цією білково-олійною культурою за період 2008–2019 років до 1,0– 1,3 млн га і виробництво щорічно на рівні 1,5–3,0 млн т із вирішенням низки стратегічних завдань: проблеми дефіциту харчового білку; підвищення продуктивності тваринництва, птахівництва, рибництва на основі використання сої в кормовиробництві; забезпечення родючості ґрунтів; збільшення застосування її на технічні цілі; зростання валютних надходжень в Україну [5].

Дефіцит повноцінного білка, який містить усі незамінні амінокислоти, є характерним для більшості країн Африки, Південної Америки, Азії та інших континентів. Відомо, що найбільш розповсюдженим та дешевим його джерелом є зернобобові культури, серед яких важливе народногосподарське значення має соя [9].

Дефіцит рослинного білка в тваринних кормах в Україні щорічно складає 1,5-1,8 млн т, або 25-30 %. Нестача його призводить до значної перевитрати кормів через їх невисоку поживність, зниження продуктивності та відтворення тварин, а отже, й до істотного підвищення собівартості тваринницької продукції. Тому однією із найважливіших задач сучасного сільського господарства є вирішення проблеми дефіциту кормового білка у тваринництві, відповідного рівня та раціону для повноцінної годівлі тварин [17, 18].

У світових ресурсах біологічно фіксованого азоту усіма зернобобовими культурами частка сої складає понад 16,9 млн т або 70%. У США посіви сої біологічно фіксують 5,4 млн т азоту, Бразилії – 4,0, Аргентині – 2,9 млн т. Це

рівноцінно роботі потужних заводів по виробництву азотних добрив. У зв'язку з цим, у ряді країн під кукурудзу, що висівається після сої, вносять невисокі дози азотних добрив і одержують високу урожайність. Соя, завдяки успіхам у селекції, стала високоврожайною культурою. У американському штаті Міссурі в 2008 р. фермер Кіп Кулерс встановив світовий рекорд урожайності цієї культури – 108 ц/га. У 2010 р. вченими США і Японії розшифровано геном сої, що відкриває нові перспективи в селекції цієї культури. За великий історичний період створено потужний її генофонд, який є одним із найбільших серед сільськогосподарських культур. Основне виробництво сої розміщено у великих за населенням країнах – США, Бразилії, Аргентині, Китаї і Індії, які разом виробляють 91% світової сої (рис. 1). Із загального обсягу виробництва сої на переробку направляється 89%, на продовольчі цілі – 4,5%, насіння – 3, кормові цілі – 3,1, інші – 0,4%. При переробці з 1 т сої одержують 792 кг соєвого шроту, 178 кг соєвої олії, втрати становлять 30 кг, або практично немає відходів.

Одним із шляхів збільшення виробництва повноцінного і дешевого рослинного білка є розширення посівів сої, цінної білково-олійної культури, білок якої за амінокислотним складом є близьким до білка тваринного походження [64].

Вчені у різних зонах країни й континенту проводять науковий пошук у напрямі вирішення білкової проблеми. Важливого значення у вирішенні цієї проблеми має розвиток виробництва сої. Зерно сої містить: білків – 38-42 %, жирів – 18-23 %, вуглеводів – 25-30 %, а також ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. За обсягом виробництва зерна серед інших зернобобових культур соя займає перше місце в світі.

Культура сої вирізняється надзвичайними показниками якості, різнобічне використання та універсальне застосування, висока ефективність виробництва визначили її широке розповсюдження майже у всіх країнах світу [20].

Великий інтерес до соєвих бобів і значне розширення посівних площ під цією культурою у різних країнах світу полягає, безсумнівно, у хімічному складі насіння сої, за якого поєднується всі основні поживні властивості, хліба та м'яса,

а саме білки, жири та вуглеводи.

Таке поєднання зазначених складових висуває соєві боби за поживністю на перше місце серед усіх відомих на даний період продовольчих рослин. У багатьох дослідників Європи та Америки культура сої отримала чільне місце.

Використання добрив у технології вирощування сої є одним із найбільш ефективних заходів підвищення її врожайності. Проте, існують різні думки щодо сумісного застосування мінеральних і бактеріальних добрив. Без сумніву, для оптимізації поживного режиму доцільно створювати сприятливі умови, в першу чергу, для біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями. Обробка насіння мікробними препаратами є екологічно і економічно вигідним заходом. Це досить дешевий і ефективний прийом у технології вирощування сої, що сприяє підвищенню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції [64, 65].

У той же час відомо, що внесення фосфорно-калійних добрив сприяє кращому розвитку кореневої системи та збільшує кількість корневих бульбочок. Використання азотних добрив забезпечує збільшення маси, висоти рослин, площі листової поверхні та врожайності, однак може негативно впливати на активність симбіотичної азотфіксації [26, 27].

Отже, вивчення впливу мінеральних добрив та інокуляції на ріст і розвиток рослин та урожайність сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є важливим і актуальним питанням.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень

Ґрунтовий покрив зони південного Степу України представлений великою кількістю типів і підтипів ґрунтів, основними з яких є чорноземи південні, темно-каштанові та каштанові ґрунти [42].

Чорноземи південні розповсюджені на півдні зони переважно в Причорноморській низовині на схід від Дністра і займають 3,3 млн. га сільськогосподарських угідь, з яких 3 млн. га, або 91,2% знаходяться в обробітку. Ґрунтоутворюючими породами виступають переважно леси, що ущільнені за своїм складом і є малопроникними для води [42].

Темно-каштанові ґрунти за своїми властивостями близькі до чорноземів південних, проте відрізняються від них меншим вмістом гумусу (2-3%) і потужністю гумусового горизонту. Механічний склад їх найчастіше важкосуглинковий. Особливістю таких ґрунтів є твердий перехідний горизонт, наявність близького залягання солей від поверхні ґрунту (2-2,5 м), низька водопроникність [19].

Валового азоту в ґрунті міститься 0,20-0,25%, фосфору – 0,12-0,14%. Вміст рухомих форм фосфору у зрошуваних темно-каштанових ґрунтах в останні роки зріс, що пояснюється тривалим зрошенням і систематичним внесенням фосфорних добрив. Каштанові ґрунти розміщені вузькою смугою у Присиваській зоні Причорноморської низини і займають невелику площу (лише 79,8 тис. га). Вони відзначаються солонцюватістю і часто знаходяться в комплексі з солонцями [43].

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий слабкосолонцюватий середньосуглинковий. Характерною особливістю темно-каштанових ґрунтів є чітка диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом, що пов'язано з солонцюватістю цих ґрунтів.



В темно-каштанових ґрунтах валовий вміст елементів живлення нижчий за чорноземи: азоту – 0,112-0,164%, фосфору – 0,068-0,090 і калію – 2,10-2,33%. Вміст рухомих форм азоту низький, фосфору – середній, калію – середній та підвищений.

Водно-фізичні властивості темно-каштанового слабо-солонцюватого середньосуглинкового ґрунту на лесі наведені у табл. 2.1.

*Таблиця 2.1*

**Водно-фізичні властивості темно-каштанового ґрунту**

Шар ґрунту, см	Показники		
	Щільність зложення, г/см <sup>3</sup>	Польова вологоємність, % на масу	Вологість в'янення, % сухого ґрунту
0-30	1,28	22,1	9,2
0-50	1,34	20,4	10,1
0-100	1,41	20,1	9,5

Як свідчать наведені дані, вони є задовільними для вирощування сільськогосподарських культур [42].

Власне гумусний горизонт, темно-сірий з каштановим відтінком, потужністю до 28 см, характеризується грудочкувато-зернистою структурою. Він містить значну кількість корневих решток. Ґрунотворна порода представлена лесом, який збагачений на вапно та гіпс. Материнська порода починається на 1,5 метровій глибині [50].

У південній Степовій зоні маса підземних органів рослин значно переважає над масою надземних органів. Як слідство, формування органічної речовини відбувається переважно за рахунок корневих систем рослин. Орний горизонт 0-22 см. Перехідний горизонт має крупнозернисту або грудкувато-призматичну структуру. Під гумусним горизонтом залягає карбонатний ілювій у вигляді білозірки [42, 50].

В орному шарі темно-каштанового ґрунту легкого механічного складу міститься гідролізованого азоту 3,67 мг, рухомого фосфору – 4,78 мг, а

обмінного калію – від 23 мг до 100 мг на 100 г ґрунту [32].

В орному шарі темно-каштанових ґрунтів міститься 2-3% гумусу, кількість якого з глибиною поступово зменшується. Розвиток темно-каштанових ґрунтів в умовах слабкого промивання призводить до накопичення в цьому шарі поживних речовин. За їх кількістю темно-каштанові ґрунти майже не поступаються чорноземам південним [13].

Ємність поглинання темно-каштанових слабкосолонцюватих ґрунтів становить 30,5 мг.-екв./100 г ґрунту, причому на долю кальцію приходиться 21,3, магнію – 6,3, натрію – 1,3 та калію – 1,6 мг.-екв., тобто ґрунтово-вбирний комплекс насичений в основному кальцієм та магнієм. В темно-каштанових ґрунтах на значну глибину виносяться лише легкорозчинні солі. Скупчення карбонатів кальцію та магнію спостерігається в гумусному горизонті. В зв'язку з цим скипання під дією соляної кислоти може відбуватися на незначній глибині [42].

Наявність поглинутого натрію та калію зумовлює нестійку, що легко розпилюється, грудкувату структуру, а іноді безструктурність верхнього шару темно-каштанового ґрунту. Внаслідок цього після дощів та поливів ґрунти запливають, при пересиханні утворюють кірку, а при оранці часто утворюють глиби. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів практично нейтральна або слабколужна (рН = 6,8-7,4), вниз по профілі, як правило, зростає.

В роки з достатньою кількістю опадів, або в умовах зрошення темно-каштанові ґрунти, можуть забезпечувати формування високих і сталих рівнів урожайності сільськогосподарських культур. На півдні Степової зони України вони є кращим типом ґрунти [64].

## **2.2 Особливості погодних умов у роки проведення досліджень**

Степова зона розташована на південь від Лісостепової й простягається до Азово-Чорноморського узбережжя та Кримських гір. Степ займає 40 % площі України й охоплює Причорноморську низовину, південну частину Придніпровської і Подільської височин, а також рівнинну частину Кримського

півострова [66].

Зона південного Степу розташована в континентальній області кліматичного поясу помірних широт і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом. Середня температура січня змінюється з південного заходу на північний схід від  $-2$  до  $-9$  °С; липня - від  $+20$  до  $+24$  °С. Річна сума опадів в окремі роки зменшується від 450 до 300 мм. Щорічне надходження сумарної радіації становить 115-116 ккал/см<sup>2</sup>, з яких 94-95 ккал/см<sup>2</sup> надходить протягом вегетаційного періоду. Прихід фотосинтетичної активної радіації за період вегетації дорівнює 45-50 ккал/см<sup>2</sup>. Майже щороку бувають періоди з сильними вітрами, пиловими бурями та суховіями. Тривалість вегетаційного періоду для сільськогосподарських культур становить в середньому до 230, безморозного – до 190 днів [43].

Зими в Степовій зоні м'які, з нестійкими морозами та відлигами, в окремі роки вони бувають суворими. Середня температура найбільш холодного місяця року (січня) складає мінус - 2 – 4 °С. Сніговий покрив невеликий – 10-20 см. Середня глибина промерзання ґрунту становить 35 см. Сильні зимові вітри здувають сніг з відкритого степу у зниження, внаслідок чого ще більшою мірою зменшується поверхнєве зволоження ґрунту.

Весна у цій зоні, як правило, рання, холодна, з нешвидким наростанням температури повітря, зниженням відносної його вологості, збільшенням кількості сонячних днів.

Літо жарке та посушливе. Середня температура найбільш теплого місяця (липня)  $+23$  -  $+25$ °С. Проте часто і особливо в останні роки жара починається ще в червні, навіть у кінці травня, і триває до серпня. Влітку випадає найбільша кількість опадів про те переважно у вигляді злив. Волога швидко випаровується і звичайно не забезпечує глибокого промочування ґрунтів [35]. Запаси вологи в ґрунті тут створюються в основному за рахунок осінніх опадів та вод весняного сніготанення. Проте навіть у цей період ґрунти зволожуються неглибоко,

внаслідок чого продуктивної вологи накопичується небагато.

Осінь починається при переході середньодобових температур повітря через  $10^{\circ}\text{C}$ . Характерною особливістю осіннього періоду для південного Степу є повернення стійкого тепла з сонячною погодою. Важливим показником теплового режиму є сума температур, яка характеризує потребу рослин у теплі. Сума ефективних температур, що перевищують  $10^{\circ}\text{C}$  у південному Степу складає 3200-3400<sup>0</sup>.

Необхідно зазначити, що температурний режим Степової зони України є досить сприятливим для одержання високих рівнів урожайності сільськогосподарських культур за умови забезпечення рослин вологою [50]. Кількість сонячної радіації за рік у Степовій зоні складає 110-120 ккал/см<sup>2</sup>. Річна кількість опадів коливається в межах від 340 до 400 мм, у окремі роки навіть більше. Гідротермічний коефіцієнт (за Селяниновим), який визначається відношенням кількості опадів до суми температурного режиму, знаходиться в межах 0,5-0,7. Коефіцієнт зволоження (за Бучинським) є меншим 0,5, що свідчить про значну перевагу випаровування вологи над кількістю опадів. Тобто в цій зоні існує стійкий дефіцит вологи, який підтверджує необхідність зрошення. Тому не випадково у Степовій зоні було зосереджено 82,8 % усіх поливних земель України, на жаль, в останні роки цей показник знижується [51].

Річні зміни відносної вологості повітря мають обернену залежність від температурного режиму. Найбільш високі її показники, як правило, відзначають у грудні – січні місяцях. Кількість сухих днів, коли відносна вологість опускається до 30 %, на півдні Степової зони складає близько 50.

Щороку впродовж 40-45 днів, а в останні роки навіть до 100 днів і більше, має місце відсутність опадів. При одночасній наявності дуже високих літніх температур повітря та низькій відносній її вологості вона породжує посухи та суховії, які завдають великої шкоди сільському господарству. Найчастіше вони трапляються в травні та серпні. Але найбільш небезпечні липневі суховії, коли відбувається налив та дозрівання зерна озимих та ярих культур. Суховії настільки збільшують випаровування води, що коренева система не встигає

компенсувати її втрати, і рослини засихають навіть у тому випадку, якщо в ґрунті є запас доступної для них вологи. Суховії викликають пилові бурі зі швидкістю вітру 20-30 м/с. Разом з тим при великій кількості сонячних днів та тривалому вегетаційному періоді на зрошуваних ґрунтах можна одержувати по 2 врожаї сільськогосподарських культур за рік [51].

Для всебічної характеристики погодних умов використовували дані Херсонської агрометеорологічної станції, розташованої поблизу поля.

Таблиця 2.2

**Температура повітря, його відносна вологість та кількість опадів у роки проведення досліджень**

Місяці	Середньодобова температура повітря, °С			Середня відносна вологість повітря, %			Кількість опадів, мм		
	2016 р.	2017 р.	Середньо-багаторічна	2016 р.	2017 р.	Середньо-багаторічна	2016 р.	2017 р.	Середньо-багаторічна
Січень	-0,3	1,5	-3,0	89	87	86	59,6	25,4	33
Лютий	-0,3	-2,1	-1,8	82	85	83	32,9	78,9	31
Березень	5,3	1,5	2,3	71	70	79	14,0	15,2	26
Квітень	10,2	10,8	10,0	60	64	68	13,1	16,4	33
Травень	14,8	17,9	16,0	68	64	65	97,1	17,3	42
Червень	18,6	19,6	19,9	67	67	64	54,3	79,6	45
Липень	21,8	23,3	21,9	68	64	61	101,9	34,9	49
Серпень	21,4	23,3	21,3	76	65	60	120,3	58,8	38
Вересень	17,1	19,1	16,4	73	59	67	20,5	9,8	40
Жовтень	10,8	10,7	9,8	81	71	75	42,8	10,8	28
Листопад	5,5	4,5	4,4	86	89	85	47,7	40,1	36
Грудень	2,5	1,9	0,1	85	90	88	52,6	79,6	40
За рік	10,6	11,0	9,8	76	73	73	656,8	466,8	441

Погодні умови вегетаційного періоду 2016 року були сприятливими для вирощування сої. У більшості місяців року середньомісячна температура

повітря перевищувала норму на 1-4°C, за винятком періоду травень-липень, коли вона була нижчою за норму на 1-2°C. В цілому температурний режим був теплішим звичайного на 0,6-1,1°C. Середньомісячна температура повітря склала 10,2°C.

У роки досліджень за даними Херсонської агрометеостанції, в зоні Інгулецької зрошувальної системи були зафіксовані метеорологічні показники, які наведені в таблиці 2.2.

Особливістю року був значний недобір опадів у березні і квітні, вологими були травень, липень та серпень.

За температурними умовами зимовий період виявився теплішим звичайного, в цілому середня температура повітря за зиму склала 0,1-0,7°C тепла. Похолодання були короточасними і малоінтенсивними, найхолоднішим був місяць лютий з середньомісячною температурою повітря -0,3°C. Абсолютний мінімум температури повітря спостерігався в другій декаді лютого і становив 13,8oC морозу, на поверхні снігу 15oC морозу.

Тривалого снігового покриву не було. Він зберігався на полях в окремі дні в січні і лютому висотою від 7 до 11 см. Стійкий перехід температури повітря через 0oC в бік підвищення був відмічений 24 лютого [50].

Характерною особливістю весни було різке похолодання на початку квітня. В березні і квітні переважала тепла, з різким похолоданням температура. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 10°C відбувся 8 квітня, що на 14 днів раніше звичайних строків. З початку травня характер погоди змінився, встановилась прохолодна і дощова погода. Випадали короточасні дощі, спостерігалися грози. Відсутність ефективних опадів в березні і квітні (54 і 40% від норми відповідно), низька вологість повітря призвели до пересихання верхнього шару ґрунту, що вплинуло на схожість насіння сої. В цілому літо було дуже прохолодним і дощовим. Середня температура повітря за сезон була 20,1°C. Лише дві декади були відносно теплими (третья декада липня і серпня). Абсолютний максимум температури спостерігався на початку першої декади, в цей період максимальна температура

повітря підвищувалась до 35,5°C тепла. За літо з температурою повітря 30°C і вище нараховувалося 13 днів (норма 30 днів). На кінець літа накопичення позитивних температур повітря 2816°C. Оподи спостерігалися переважно у вигляді злив, сума їх за сезон склала 276,5 мм (211% від норми), з опадами 5 мм і більше налічувалось 11 днів, з опадами 10 мм і більше – 10 днів.

Особливо дощовими були третя декада червня, перша і друга декада липня і серпня. Добовий максимум опадів за даними метеостанції в другій декаді серпня. Кількість днів з суховіями – 9, основна кількість припадає на червень (7 днів). Сума позитивних температур з початку вегетаційного періоду 3662°C (при нормі 3654°C).

Погодні умови вегетаційного періоду 2005 року. За всіма метеорологічними показниками відносився до середніх років, причому особливістю року був значний недобір опадів у березні, квітні, травні, у середині серпня і до середини жовтня.

Погодні умови весни склалися незвично. Стійкий перехід температури повітря через 0°C у бік підвищення був відмічений 12-14 лютого, що на 2 тижні раніше звичайних строків. У березні переважала прохолодна суха погода. Наростання тепла відбувалося дуже повільно. Стійкий перехід температури повітря через 5°C відбувся 4 квітня, на 10 днів пізніше норми. Перехід середньодобової температури повітря через 10°C відбувся 10 квітня, що на 5 днів раніше норми. Останні заморозки в повітрі відмічалися 4 квітня (2,6°C морозу). На поверхні ґрунту – 9 квітня (2°C морозу). Погода першої половини травня була переважно прохолодною. В окремі дні випадали переважно невеликі короткочасні дощі. Починаючи з кінця другої декади і до кінця травня утримувалась спекотна і суха погода.

Максимум за місяць 34,3°C (31.05) – був близьким до абсолютного максимуму за весь період спостережень в травні місяці (34,4°C – 31.05 1958 року). На кінець весни температур вище 5°C накопичилось 305°C, при нормі 237,7°C, вище 15°C – 114,2°C (норма 65,0 °C).

Літо було теплим, з дощами у червні і першій половині липня і серпня. Перехід до літа (стійкий перехід середньодобової температури повітря через 15°C) відбувся 15 травня, на тиждень пізніше за норму (8.05). Середня температура повітря за літо склала 22,1°C, що було близьким до норми (22,0°C). В червні і липні загалом температура була в нормі, або близькою до неї. Через нерівномірний розподіл опадів вологозабезпеченість була строкатою. З 27 липня встановилася надзвичайно жарка посушлива погода. Жаркий період утримувався до 7 серпня. Середньодобова температура повітря була в межах 25-28°C, а температура на поверхні ґрунту досягала 58- 62°C. Середня температура повітря за вегетаційний період була вищою за норму на 1,4°C і склала 17,5-18,9°C.

Сума опадів за вегетаційний період сої склала 196,3 мм або на 73% норми. З опадами 5 мм і більше налічувалось 12 днів, з опадами 10 мм і більше

– 7 днів. В цілому за весняний період з мінімальною вологістю повітря 30% і нижче відмічалось 5 днів, суховії відмічалися 7 днів, основна кількість прийшла на третю декаду квітня. Опадів за період випало 14,6 мм. З опадами 5 мм і більше налічувалось 2 дні. З опадами 10 мм і більше спостерігали 1 день.

На початок осені внаслідок відсутності істотних опадів до середини жовтня встановилася ґрунтова посуха. У вересні температура повітря вдень 21-27°C, а у другій половині першої декади та протягом майже всієї другої декади денна температура становила 26-31°C. Середня за місяць температура склала 19,1°C, що вище норми на 2,7°C.

### **2.3 Методи та методика проведення досліджень**

Продуктивність та якість зерна сої залежно від різних варіантів удобрення вивчали в польових дослідах, які проводили протягом 2016-2017 років у ТОВ «Україна Агропром» розташованому в Херсонській області.

Закладання та проведення дослідів, відбір ґрунтових і рослинних зразків, підготовку їх до аналізу проводили згідно методичних вказівок, ДСТУ [46-47].



Повторність досліду чотириразова, посівна площа ділянок – 80 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>. Мінеральні добрива – аміачну селітру, гранульований суперфосфат та калійну сіль вносили врозкид під оранку згідно схеми досліду.

Польові досліді проводили за наступною схемою:

### Схема досліду

1. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> (контроль);
2. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + обробка насіння Ризогумін (АФБ);
3. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + обробка насіння Поліміксобактерин (ФМБ);
4. N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + обробка насіння Ризогумін (АФБ);
5. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + Ризогумін + Поліміксобактерин ;
6. N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + підживлення Кристалонем;

Передпосівну обробку насіння проводили азотфіксуючими та фосформобілізуючими бактеріями як окремо, так і сумісно. В одному з варіантів досліду по фоні внесення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> на початку бутонізації рослин сої проводили позакореневе підживлення комплексним мікродобривом Кристалон.

Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятою для зони південного Степу України. Вирощували сорт сої Оксана.

Оксана. Заявники - Інститут кормів УААН, Інститут зрошуваного землеробства УААН. Рекомендовані зони вирощування: Степ

Сорт створений шляхом індивідуального відбору із гібридної комбінації Вілкін + Білосніжка. Підвид - маньчжурський, апробаційна група - цінерада.

Форма рослин компактна, стебло зелене з рудим і рідким опушенням, висотою 150-165 см. Суцвіття - китиця, 12-14 квіток на квітконіжці. Квітка дрібна, біла.

Біб рудий, опуклий, на кінці з дзьобиком, середня кількість насінин у бобі 3,5, максимальна - 4. Насінина середнього розміру округлої форми, жовта з чорно-коричневою пігментацією. Рубчик чорний з вічком, середній, овальної форми. Маса 1000 насінин 138,9 г.

Вегетаційний період в зоні Степу -120,6 дня, середня врожайність за роки випробування в зоні Степу (на зрошенні) -18,8 ц/га. Вміст сирого протеїну 37,6%, вміст жиру 21,4% [58].

Попередником була пшениця озима. Після її збирання поле очищували від пожнивних решток і дискували дисковими боронами БДТ-7 по діагоналі у двох напрямках [44, 45]. Восени проводили оранку на глибину 25-28 см.

Весною, при настанні фізичної стиглості ґрунту, вносили азотні добрива, проводили боронування, глибоку культивуацію (на 10-12 см) та передпосівну культивуацію на глибину заробки насіння (5-7 см).

Мінеральні добрива : аміачну селітру (N-34%) вносили врозкид вручну під передпосівну культивуацію згідно схеми досліду, суперфосфат гранульований (P – 20%), та калійну сіль (40% K<sub>2</sub>O) вносили врозкид поділяючно вручну згідно схеми досліду, під зяблеву оранку, яку проводили восени на глибину 25-27 см. Вивчали вплив ефективності передпосівної обробки насіння досліджуваного сорту сої азотфіксуєчими та фосфатмобілізуєчими бактеріями. В одному з варіантів досліду по фоні рекомендованої для зони дози мінеральних добрив під сою (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) у фазу бутонізації проводили позакореневе підживлення рослин комплексним мікродобривом кристаломом із розрахунку 2 кг/га [12].

Ризогумін застосовується для бактеризації насіння сої з метою покращення азотного живлення рослин, підвищення продуктивності культури. До складу препарату входить бактеріальна суспензія бульбочкових бактерій сої *Bradyrhizobium japonicum* M-8 або 46 (перший компонент) та розчин фізіологічно активних речовин біологічного походження (ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти), мікроелементи в хелатованій формі та сполуки макроелементів у стартових концентраціях (другий компонент) [35].

Біопрепарат має багатофункціональний вплив на ріст і розвиток рослин. Забезпечує збільшення польової схожості і енергії проростання насіння, сприяє формуванню розвиненої кореневої системи і активного рослинно-бактеріального азотфіксувального симбіозу, інтенсифікує процес фотосинтезу у рослин. Завдяки цьому інокульовані рослини мають збільшену площу асиміляційної поверхні як

коріння, так і наземної маси, що впливає на засвоєння поживних речовин. Крім цього, внаслідок активної діяльності інтродукованих бактерій культура одержує додаткове азотне та фосфорне живлення. Препарат активно впливає на формування генеративних органів, що сприяє суттєвому зростанню насінневої продуктивності культури [34].

Сума зазначених функцій забезпечує гарантоване достовірне зростання урожайності, а одержана продукція має поліпшені якісні параметри.

Достовірний ефект інокуляції забезпечується і при вирощуванні культури на ґрунтах з високою щільністю популяції аборигенних бульбочкових бактерій.

Урожайність зерна сої при використанні Ризогуміну зростає до 30-50% при вирощуванні культури на нових місцях і до 20-25% за щільної аборигенної популяції бульбочкових бактерій у ґрунті.

Препарат використовується для передпосівної інокуляції насіння шляхом механізованої або ручної обробки посівного матеріалу.

Приготування суспензії препарату для обробки насіння. На одну гектарну норму насіння витрачається 200 мл препарату. При цьому змішування складових біодобрива здійснюється безпосередньо перед інокуляцією насіння у співвідношенні 170 мл/га першого компоненту і 30 мл/га другого компоненту.

Перед використанням компоненти препарату збовтують, зливають в одну ємність, додають водогінну воду, яка не містить хлору (з розрахунку 1- 1,5 % від маси гектарної дози насіння), перемішують і наносять одним із доступних способів нанасіння. Наприклад, для бактеризації 1 тонни насіння використовують 10-15 л води та 2 л Ризогуміну (1,7 л компоненту 1 та 0,3 л компоненту 2) [34].

При бактеризації слід особливу увагу приділити об'єму застосованої води, оскільки використання її понад рекомендованої кількості може призвести до втрати сипучості насіння та пошкодження його оболонки.

Бактеризація насіння сої Ризогуміном проводиться в день посіву (або за 1-2 дні до нього) на машинах типу ПК-20 Супер, ПКС-20 Супер, ПК-20-02 Супер аналогічно протруєнню згідно з інструкцією до машини. Попередньо машину

слід ретельно очистити від залишків протруйників.

Рідкий препарат поліміксобактерин є екологічно чистим біологічним добривом і відіграє роль стимулятора живлення та розвитку сільськогосподарських культур. Виробник: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України [38].

Поліміксобактерин призначений для поліпшення фосфорного живлення (еквівалентне внесенню 30-60 кг д. р. мінеральних фосфорних добрив). Застосування препарату сприяє підвищенню урожайності зернових на (10-20 %).

Розмір прибутку з розрахунку на 1 га при застосуванні Поліміксобактерину складає до 2000 грн. /га.

Витрати поліміксобактерину на посівну одиницю (га) складає для: цукрових буряків, соняшнику, кукурудзи – 60 мл; зернових культур, льону-довгунцю – 150 мл, на одну тонну насіння пшениці - 600 мл. На одну тонну насіння ярої або озимої пшениці робоча суміш складає 16 л, в яку входять захисно-стимулюючі речовини, 0,6 л бактеріального препарату, 15,4 л води, 160 г NaКМЦ попередньо розчиненого у воді, яка входить в склад робочої суміші, для забезпечення кращого прилипання мікроорганізмів до насіння [34].

Не допускати попадання прямих сонячних променів на препарат, приготовлену суспензію та бактеризоване насіння.

Препарат зберігають у сухому темному приміщенні або в холодильній камері за температури +4 °С упродовж 3 місяців. Підвищення температури зберігання вище 10 °С небажане, оскільки більш висока температура може призвести до зменшення терміну придатності біодобрива. Якщо препарат не відповідає вимогам інструкції або виникли ускладнення, застосування препарату цієї серії припиняють і повідомляють Інститут та постачальника [41].

Сівбу проводили, коли температура ґрунту на глибині заробки насіння становила +10-12 °С 30 квітня – 2 травня. Висівали сою із шириною міжрядь 15 см з послідуєчим прикочуванням.

Закладення та проведення дослідів, відбір ґрунтових і рослинних зразків, підготовку їх до аналізу проводили згідно методичних вказівок, ДСТУ. Спостереження та облік урожаю проводили за методиками Б.О. Доспехова (1979), Методикою польових дослідів за редакцією М.М. Горянського (1970), Практикуму по земледелию (1967), Методичними рекомендаціями по проведенню досліджень розроблених ІЗЗ НААН (1970, 1985) [28, 46 - 47].

Упродовж вегетаційного періоду проводили біометричні виміри: висоти рослин, площі листкової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу посіву, наростання сирої та сухої біомаси надземної частини рослин сортів сої, а після збирання врожаю – післяжнивних кореневих решток. Спостереження за середньодобовим приростом рослин проводили на двадцяти постійно закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях [46, 47].

Для визначення динаміки наростання надземної біомаси відбирали по десять рослин у двох несуміжних повтореннях по фазах розвитку. Визначали масу листків та стебел, а після фази бутонізації і бобів. Кількість та масу бульбочок визначали за методикою Г.С. Посипанова (1991) [61-63].

Масу коренів визначали рамковим методом у монолітах розміром 50x50 см глибиною 0-30 см.

Урожайність зерна обліковували шляхом збирання й обмолоту всіх ділянок досліді комбайном "Samro-130". Відразу ж після обмолоту відбирали зразки зерна для визначення вологості, засміченості та основних показників якості. Зокрема визначали масу 1000 зерен, вміст білка, жиру. за загальноприйнятими методиками та ДСТУ.

За загальноприйнятими методиками та ДСТУ проводили технологічний аналіз якості насіння. У відібраних зразках зерна проводили визначення вмісту «сирого» жиру шляхом екстрагування в апараті Сокслетта (за С.В. Рушковським ДСТУ 13496.15-97) та «сирого» протеїну – за кількістю загального азоту (за К'ельдалем ДСТУ 13496.4-93).

Результати вимірів, визначень та обліку врожайності підлягали дисперсійному аналізу та статистичній обробці за допомогою комп'ютерної техніки (з використанням програм Microsoft, Office Excel) використовуючи методичні рекомендації по проведенню польових дослідів [28].

Економічну ефективність вирощування сої розраховували за сучасними загальноприйнятими методиками [48].

## РОЗДІЛ 3

### ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

#### 3.1 Висота рослин сої та наростання вегетативної маси

Відомо, що формування врожаю будь-якої культури, в тому числі і сої відбувається вже з початкових фаз їх росту та розвитку і залежить від багатьох факторів, які включено в технологію вирощування [27].

Ми досліджували процеси росту рослин досліджуваних сортів сої у висоту, накопичення надземної їх біомаси, площі листкової поверхні, тощо.

Лінійна висота рослин упродовж їх вегетації має тенденцію до збільшення. За несприятливих умов вирощування цей показник може залишатися без істотних змін, тобто на одному рівні. У певні фази розвитку сільськогосподарські рослини, як правило, характеризуються відповідними показниками лінійної висоти. Саме за висотою рослин можна простежити й дати оцінку впливу того чи іншого фактора вирощування будь-якої культури [20, 7].

Багато дослідників повідомляють, що на ріст рослин у висоту найбільш сильно впливають мінеральні добрива [40]. До того ж, як правило, з підвищенням дози азотного добрива цей показник також істотно зростає.

На значення добрив, або створених за рахунок їх внесення фонів живлення, у підсиленні ростових процесів таких як лінійна висота, накопичення надземної маси вказують і інші дослідники [38]. Істотно ріст рослин у висоту залежить і від інших факторів вирощування, а саме від забезпеченості їх вологою, густоти стояння рослин, строків сівби, попередників, біологічних особливостей сорту чи гібриду, зони вирощування тощо.

Наші дослідження показали, що лінійна висота рослин сої змінювалася під впливом створених фонів живлення та інокуляції насіння перед сівбою (табл. 3.1). Разом з тим слід зазначити, що на цьому показникові досліджувані фактори позначалися досить суттєво порівняно з контрольним варіантом.

**Висота рослин сої за роками досліджень залежно від  
досліджуваних факторів, см**

Варіанти			Середнє
	2016	2017	
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	140,4	108,0	124,2
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	143,1	108,9	126,0
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння фосфор мобілізуючими бактерії	142,9	108,8	125,8
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	142,8	109,1	125,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном + фосфор-калій мобілізуючі бактерії	146,7	110,3	128,5
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристаломом	142,8	110,2	126,5
НІР <sub>05</sub>	1,7	1,9	-

Слід зазначити, що подібну закономірність у збільшенні лінійної висоти рослин сортів сої під впливом фону живлення та інокуляції спостерігали в усі роки досліджень, але за висотою вони були різними. Так, найвищої висоти рослини сої досягали у вологому 2016 році, а найменшої висоти - у менш сприятливому із років досліджень за зволоженням – 2017 році.

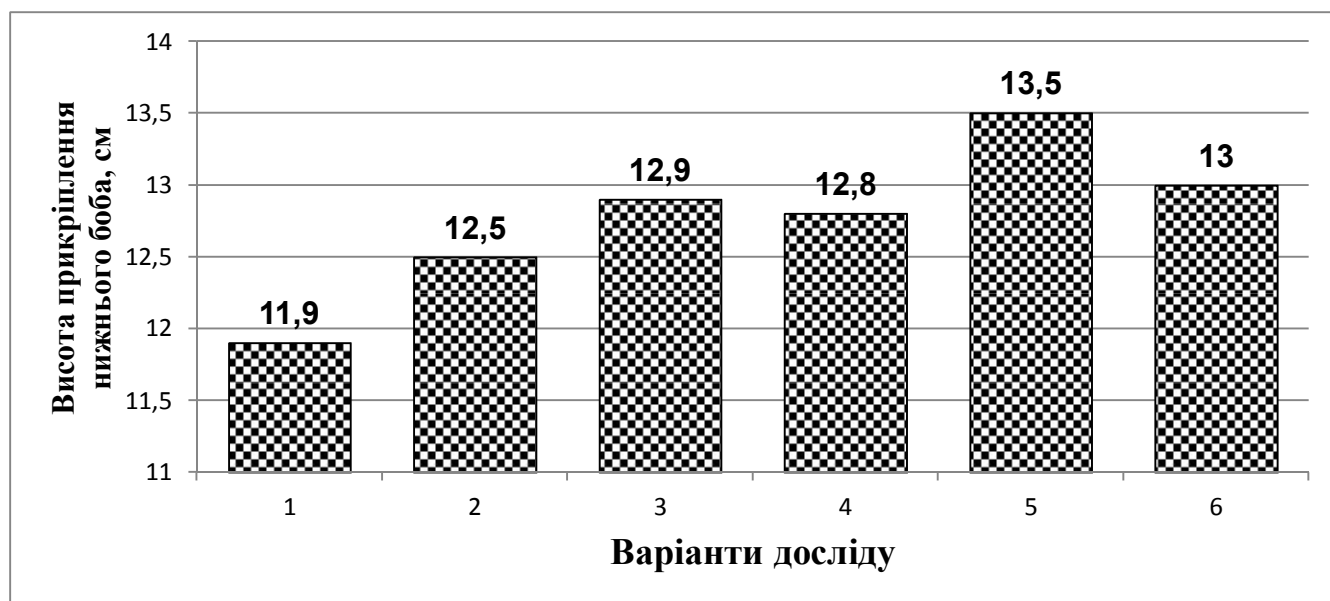
У середньому на контрольному варіанті висота рослин становила 124,2 см. Оброблення насіння інокулянтном перед посівом на фоні мінерального удобрення N<sub>30</sub> P<sub>30</sub> K<sub>30</sub> забезпечило формування висоти рослин у середньому 126 см, що на 6,4 см більше контролю. Обробка насіння фосформобілізуючими бактеріями сприяла формуванню дещо нижчої висоти рослин 125,8 см. Найвища висота рослин у досліді 128,5 см. формувалась на варіанті де вносили мінеральні добрива у нормі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> та проводили обробку насіння інокулянтном і фосформобілізуючими бактеріями. Що перевищувало контроль на 8,9 см.

Разом з формуванням лінійної висоти рослин сої, досліджувані фактори певною мірою вплинули й на висоту розташування нижнього бобу, що має виключно важливе значення при збиранні врожаю з метою недопущення втрат



зерна. Слід зазначити, що мінеральні добрива та інокуляція насіння азотфіксуючими та фосфатмобілізівними бактеріями сприяли тому, що зв'язування нижчого бобу відбувалося на 1,2-3,0 см вище ніж на контрольному варіанті (рис. 3.1).

Це, звичайно ж, є позитивним фактором, так як за більш високого розміщення нижнього бобу на рослині, цей біб буде потрапляти у загальну масу зерна при збиранні, а не залишатись на стеблі та втрачатись.



**Примітка:** 1.  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 2.  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + обробка насіння інокулянтном; 3.  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + обробка насіння фосформобілізуючі бактерії; 4.  $N_{60}P_{30}K_{30}$  + обробка насіння інокулянтном; 5.  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + обробка насіння інокулянтном + фосфор-калій мобілізуючі бактерії; 6.  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + підживлення кристалонном;

Рис 3.1. Висота прикріплення нижнього боба у росли н сої, залежно від досліджуваних чинників

Встановлено, що найвища висота прикріплення нижнього боба була на варіанті дослідження  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + обробка насіння інокулянтном + фосформобілізуючі бактерії 13,5 см, що на 2,5 см перевищувало контроль.

Для того щоб сформувати високу продуктивність, рослини мають накопичити відповідну кількість надземної маси та габітус, що у подальшому на пряму впливає на рівень урожайності культур. Ми визначали наростання надземної маси рослинами сої впродовж вегетації. Максимальних значень цей

показник досягає у фазу бутонізації рослин сої. (табл. 3.2). Надземна маса рослин, як визначено нашими дослідженнями, залежить від фону живлення, обробки насіння перед сівбою біопрепаратами і умов року.

Таблиця 3.2

**Накопичення сухої речовини посівами сої у фазу наливу  
бобів залежно від системи живлення, т/га**

Варіанти	роки		Середнє
	2016	2017	
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	3,97	3,03	3,50
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	4,11	3,12	3,62
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння фосфор мобілізуючими бактерії	4,04	3,07	3,56
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	4,50	3,19	3,85
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном + фосфор мобілізуючі бактерії	4,47	3,38	3,94
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристалоном	4,45	3,28	3,87
НІР <sub>05</sub>	0,24	0,22	

Слід звернути увагу, що накопичення сухої надземної маси рослин досліджуваних чинників різнилося під дією фону живлення й досить сильно залежно від умов років. Так, найбільшою надземна маса формувалася у більш вологому 2016 році, у якому від добрив та інокуляції вона зросла у середньому по всіх варіантах живлення на 12,5 % порівняно з контролем

**3.2 Вплив досліджуваних факторів на формування площі листкової поверхні рослин**

Формування площі листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу є передумовою отримання максимальних врожаїв культури [52]. Показник площі листкової поверхні рослин, тривалість її функціонування залежить від генотипу

сорту, ґрунтового-кліматичних умов зони вирощування та елементів технології вирощування культури [53].

А.А.Ничипорович [54] вважає, що для отримання максимальної врожайності індекс листкової поверхні більшості сільськогосподарських культур має становити 4-5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, на думку Яковлевої В.М. [22] оптимальний індекс може варіювати в межах від 2 до 7 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Головною умовою отримання високого рівня врожайності є формування потужного фотосинтетичного потенціалу (ФП) посіву. Як вказує Ничипорович А.А. [52], понад 90% врожаю формується за рахунок фотосинтетичної діяльності рослин у посіві. Проте сформована листкова поверхня найефективніше функціонує лише за оптимальних умов, які досягаються за рахунок оптимальної щільності посіву, удобрення, проведення передпосівного інокулювання та обробляння рістрегулюючими речовинами.

Фотосинтез є найбільш характерною і важливою особливістю зелених рослин. Це основне джерело формування їх біомаси. У процесі фотосинтезу рослини за рік утворюють близько 400 млрд тонн органічної речовини, виділяючи близько 460 млрд тонн кисню [53]. Найбільше накопичення (90– 95 %) сухої маси урожаю відбувається шляхом фотосинтезу в листках [54].

Головними факторами, що впливають на величину врожаю рослин сої, є розмір листкової поверхні та її продуктивний період, тобто тривале перебування в активному стані. За твердженням А. О. Ничипоровича [53], оптимальна площа листків має коливатися в межах 40–50 тис. м<sup>2</sup> на 1 гектар. У процесі формування листкової площі понад 60 тис. м<sup>2</sup> на 1 га – явище негативне, оскільки порушується нормальний газообмін та освітленість у посівах, внаслідок чого знижується продуктивність фотосинтезу. Біологічне значення розмірів листкової поверхні, передусім, полягає в тому, що від них залежить ступінь поглинання посівами фотосинтетично активної радіації (ФАР). Однією з основних умов для максимально ефективного використання енергії сонця є формування рослинами оптимальної листкової поверхні й тривале їх перебування в активному стані. Як відзначав А. О. Ничипорович, для одержання високого врожаю недостатньо

сформувати велику площу асиміляційної поверхні, а отримавши її, неможливо гарантувати високу врожайність культури [54].

Фотосинтез – єдиний процес у біосфері, який призводить до засвоєння енергії Сонця і забезпечує існування як рослин, так і всіх гетеротрофних організмів. У зв'язку з цим, головним завданням галузі землеробства є створення сприятливих умов для раціонального використання фотосинтетичної активної радіації та інших факторів життя. У зв'язку з цим формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення тривалості його продуктивної роботи є важливою науковою проблемою. Багатьма авторами визначено пряму кореляційну залежність між величиною врожайності і площею листків [53]. Досліджено це і на сої, але за вирощування її у «соєвому поясі» України [6] або на зрошенні. Для зони посушливого Степу без поливу це питання ще не вивчали, а отже воно є актуальним.

Від розмірів фотосинтетичного апарату та його активності в онтогенезі всіх сільськогосподарських рослин у тому числі і бобових, залежить рівень реалізації генетичного потенціалу, зокрема сої та сортів гороху [4]. Для кожного рослинного угруповання характерним є своє, унікальне розміщення фотосинтетичної поверхні та відповідне використання фотосинтетично активної радіації. Зміна структури ценозу дозволяє суттєво підвищувати рівень його продуктивності за рахунок зміни конкурентних взаємовідносин [27].

Продуктивність фотосинтезу в першу чергу залежить від площі листової поверхні рослин, яку регулюють створенням оптимальної структури посіву. Це обумовлює основну задачу розміру асиміляційної поверхні рослин – вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту впродовж вегетаційного періоду рослин. Однак більшість культур на початку та в другій половині вегетації такого покриття ще не забезпечують. Тому однією із ефективних можливостей більш повного використання фотосинтетично активної радіації є створення умов для прискореного розвитку листового апарату вже на початку вегетаційного періоду за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема мінеральних добрив, умов зволоження, стимуляторів росту та інших чинників [34].

За своїми біологічними особливостями соя є волого- та світлолюбивою культурою, тому вона зможе максимальною мірою реалізувати потенціал урожайності за умови забезпеченості рослин основними факторами життєдіяльності й у першу чергу вологою та елементами живлення. Це в свою чергу впливає і обумовлює облистяність рослин, накопичення ними надземної маси, інтенсивність фотосинтезу і в кінцевому підсумку впливає на рівень урожайності та його якість. Зазначене значною мірою визначається генетичними і ґрунтово-кліматичними особливостями, екологічними чинниками, тобто залежить від взаємодії рослинного організму з гідротермічними та антропогенними умовами регіону вирощування [43, 44].

У південному Степу України серед комплексу факторів у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур першочергове значення належить волозі та елементам живлення, а саме забезпеченості ґрунту сполуками азоту. Адже саме азотне живлення на ґрунтах південної зони України знаходиться в першому мінімумі. Багатьма дослідженнями встановлено, що інтенсивність росту рослин забезпечується раціональним застосуванням мінеральних добрив, які забезпечують і значно подовжують тривалість функціонування роботи листкового апарату. Отже дослідження особливостей формування фотосинтетичного апарату рослинами сортів сої залежно від фону живлення й інокуляції насіння в умовах Степу України без зрошення є виключно актуальними [4].

Дослідженнями встановлено, що ріст, розвиток рослин, формування ними фотосинтетичного апарату, а також інтенсивність його роботи значною мірою залежали і змінювалися під впливом досліджуваних факторів – фону живлення, інокуляції насіння, біологічних особливостей сорту, фази розвитку рослин (табл. 3.3).

Так, максимальних розмірів листкова поверхня досягала у періоди цвітіння та на початку утворення бобів, вже пізніше – у фазу наливу насіння вона незначно зменшується, що в першу чергу обумовлюється вологозабезпеченістю рослин.

**Площа листкової поверхні рослин сої в основні фази  
вегетації залежно від досліджуваних факторів, тис. м<sup>2</sup>/га  
(середнє за 2016-2017 рр.)**

Варіанти	Фази росту і розвитку			
	бутонізаці	цвітіння	утворення бобів	налив бобів
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	18,22	25,04	26,00	22,73
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	19,14	26,10	27,14	23,67
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння фосфор мобілізуючими бактерії	19,11	25,98	27,09	23,59
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	19,57	27,38	28,48	24,57
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном + фосфор-калій мобілізуючі бактерії	21,54	27,76	28,95	25,01
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристаломом	19,33	26,97	28,07	24,39

Нестача вологи призводить до призупинення ростових процесів рослин та відповідно й до послаблення їх фотосинтетичної діяльності. За таких умов у рослин швидше наступають і протікають основні фази розвитку, як і скорочується загальна тривалість вегетаційного періоду.

Разом з тим в усі періоди визначення площа листкової поверхні істотно зростала з покращенням фону живлення. Так, якщо у фазу бутонізації у контрольному варіанті в середньому за два роки досліджень вона склала 18,22 тис. м<sup>2</sup>/га, то за вирощування на ділянках з внесенням мінеральних добрив та за обробки насіння перед сівбою азотфіксуєчими і фосфатмобілізівними бактеріями, вона зростала до 19,14-21,24 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно.

Аналогічною зазначена залежність була і в інші періоди вегетації рослин. Максимальних значень асиміляційна поверхня рослин сої досягла у варіанті внесення N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> та обробки насіння АФБ. Проте практично такі ж показники вона мала за вирощування у варіантах внесення N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> з підживленням у фазу бутонізації кристаломом.

Слід зазначити, що площа листової поверхні істотно різнилася залежно від погодних умов року вирощування, а саме від кількості опадів упродовж вегетації рослин та запасів вологи на період сівби культури. Так, у 2016 сприятливому за зволоженням році вона вдвічі перевищувала асиміляційну площу, яка сформувалася у рослин сої в посушливому 2017 році досліджень.

Фотосинтетична діяльність посіву обох сортів сої, як є загальновідомо та підтверджено нашими дослідженнями, тісно корелює з рівнем урожайності насіння сої.

### **3.3 Динаміка кількості та маси бульбочок га коренях рослин бобів кормових залежно від досліджуваних чинників**

Соя є однією з найбільш продуктивних культур сучасного землеробства. Площа під її посівами в Україні за останнє десятиріччя зросла у чотири рази, а експорт насіння сої збільшився практично до 1 млн тонн. До того ж при цьому, на відміну від інших технічних культур, які вирощують для експорту, соя позитивно впливає на родючість ґрунту, зокрема, накопичує біологічний азот і знижує собівартість вирощування наступних після неї культур сівозміни, що є дуже важливим для галузі землеробства [8].

Разом з тим розвиток соєсіяння в Україні в цілому та в окремих регіонах стримують недостатньо обґрунтовані зональні адаптовані технології вирощування культури.

На півдні України сою, як правило, вирощують на зрошуваних землях, площі яких в останні роки значно зменшилися. Це спонукало нас провести дослідження з цією культурою без поливу. До того ж соя досить економно втрачає воду на формування врожаю, про що свідчить коефіцієнт транспірації цієї культури, який становить 500-600, що менше ніж у гороху, бобів, ріпаку, соняшнику та інших культур. Саме така особливість сої дозволяє відносити її до посухостійких культур. Разом з тим деякі дослідники вважають сою нестійкою до ґрунтової і повітряної посух, пов'язуючи це з тим, що ця культура

формувався в умовах мусонного клімату, який характеризується значною кількістю опадів і високою вологістю повітря [8]. До вимогливих до умов вологозабезпеченості культур сою відносить і академік НААНУ А.О. Бабич [14].

Інші дослідники, що вивчали реакцію сої на умови вологозабезпеченості впродовж періоду вегетації в степовій зоні, дійшли висновку, що сою слід віднести до культур середньої стійкості до посухи, вона здатна формувати задовільний рівень урожайності за обмеженої забезпеченості вологою за умови, що кількість опадів буде розділена

Нашими дослідженнями встановлено, що погодні умови років вирощування, а саме забезпеченість критичного періоду рослин сої впродовж періоду розвитку від початку зав'язування бобів та формування і наливу насіння атмосферними опадами, істотно позначилися на здатності рослин сої у симбіозі з бульбочковими бактеріями засвоювати азот. До того ж процес симбіотичної азотфіксації є екологічно чистим, він здійснюється за рахунок енергії фотосинтезу, інтенсивність його регулює сама рослина. За таких умов не відбувається нітратного забруднення продукції та довкілля, біологічний азот є значно дешевшим, ніж азот мінеральних добрив. Зазначене пересвідчує у доцільності розширення площ під бобовими культурами у загальній структурі посівів. Згідно досліджень [10] у даний період фактично вона навіть не досягає 10%, тоді як науково-обгрунтована частка бобових у сівозмінах складає 20-30%. За досягнення оптимальних площ бобових культур можливим було б вирішити проблему харчового і кормового білку та забезпечити відтворення родючості ґрунтів. Разом з тим, як зазначає автор, це можливо за умови забезпечення високоефективного симбіозу бобових рослин з бульбочковими бактеріями, без яких вони не здатні виконати своєї азотфіксуючої функції. Без використання біопрепаратів для обробки насіння бобових культур (без нітрагінізації) виробництво недобирає як мінімум 10- 30% урожаю.

У істотному підсиленні азотфіксуючої здатності рослин сортів сої за вирощування на півдні України на зрошенні важливим джерелом у постачанні їх азотом є бактерії роду *Rhizobium*. Обробка насіння сої інокулянтами



підвищувала врожайність, вміст білка в насінні, кількість та масу бульбочок у всіх досліджуваних сортів [61].

Окрім урожайності насіння з такою ж закономірністю змінювалися і маса коренів у досліджуваних сортів сої (табл. 3.8). Встановлено, що цей показник залежав як від біологічних особливостей сорту та погодних умов у роки вирощування, так і від фону удобрення та інокуляції насіння бактеріями при сівбі.

Найбільш розвинутою коренева система сортів сої сформувалася у сприятливому за зволоженням 2016 році, а найменшими показниками вона вирізнялася у посушливому 2017 році.

Таблиця 3.4

**Динаміка формування кількості та маси сирих бульбочок на коренях рослин сої залежно від варіантів технології вирощування, середнє за 2016– 2017 рр.**

Оброблення насіння	фаза бутонізації		фаза цвітіння		фаза наливання бобів	
	Сирих бульбочок					
	Кількість, шт./рослину	Маса г/рослину	Кількість, шт./рослину	Маса г/рослину	Кількість, шт./рослину	Маса г/рослину
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (контроль)	21,0	0,58	28,6	0,94	41,3	1,11
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	29,8	0,72	42,3	1,94	53,4	2,16
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння фосфор мобілізуючими бактерії	29,0	0,74	35,0	1,09	50,6	1,27
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном	28,3	0,71	39,3	1,74	50,6	1,84
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння інокулянтном + фосфор мобілізуючі бактерії	35,0	0,84	55,0	2,20	63,5	2,22
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристаломом	25,7	0,69	31,2	0,97	44,8	1,12

У тісному зв'язку з масою накопичених коренів сортами сої знаходився і такий важливий показник азотфіксації, як кількість утворених бульбочок.

У середньому за роки досліджень у фазі бутонізації на контрольному варіанті досліду на коренях однієї рослини сої формувалося 21,0 бульбочока а їх маса становила 0,58 г/рослину (табл. 3.4).

Дослідженнями встановлено, що кількість бульбочкових бактерій зростала під впливом фону живлення та інокуляції насіння азотфіксуючими і фосфатмобілізівними бактеріями у середньому на 6,2-11,3 %, Максимальним зазначений показник формувався за вирощування сої на фоні повного мінерального добрива  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та інокуляції насіння сумісно АФБ та ФМБ (табл. 3.4).

Близькими були значення щодо кількості бульбочкових бактерій за обробки насіння лише азотфіксуючими бактеріями по цьому ж фоні удобрення. Збільшення дози азотного добрива до  $N_{60}$  не мало переваги порівняно з меншою дозою  $N_{30}$  по аналогічному фоні фосфорно- калійного добрива.

## РОЗДІЛ 4

### ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНУ ЖИВЛЕННЯ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

#### 4.1. Урожайність зерна сої

Успішне вирощування будь-якої сільськогосподарської культури повинно враховувати як аспекти економічної ефективності виробництва і способи реалізації виробленої продукції, так і раціональне використання виробничих засобів для створення оптимальних умов функціонування агроценозів. Так, технологія вирощування повинна включати комплекс послідовних операцій, спрямованих на отримання високої врожайності з урахуванням біологічних особливостей рослин за фазами розвитку. Останнім часом у багатьох країнах, незважаючи на широкі можливості застосування агрохімікатів при вирощуванні сільськогосподарських культур, надається пріоритетне значення використанню мікробних препаратів [21].

Дефіцит рослинного білка, орієнтація сільського господарства на екологічно доцільне виробництво, а також висока вартість мінеральних та органічних добрив обумовлюють зростання зацікавленості до зернобобових культур [20]. Дані культури – невичерпне джерело збагачення ґрунту азотними сполуками за рахунок фіксації азоту бульбочковими бактеріями у симбіозі з рослинами, а тому мають важливе агротехнічне значення. Їх вирощування дозволяє знизити собівартість продукції рослинництва за рахунок включення в процес сільськогосподарського виробництва атмосферного азоту, покращити фітосанітарний стан посівів та значно підвищити продуктивність ріллі [28].

Цінною сільськогосподарською культурою, яка займає провідне місце серед зернобобових, є соя. Оскільки посівні площі в Україні щорічно зростають, культуру вирощують на нових місцях, де її ніколи не культивували. В цих умовах необхідно забезпечити присутність активних штамів бульбочкових бактерій у ґрунті за рахунок передпосівної інокуляції насіння сої [24].

Ефективне і раціональне застосування добрив, оптимізація режимів живлення рослин сої за рахунок використання сучасних біологічних препаратів є одним з пріоритетних заходів, які здатні забезпечити гарантоване й конкурентоспроможне виробництво зерна сої. Тому вивчення ефективності передпосівного інокулювання насіння у поєднанні з стимуляцією росту і розвитку рослин при вирощуванні за різних систем удобрення та обробітку ґрунту на продуктивність сої є актуальним і має важливе практичне значення.

Таблиця 4.1

**Урожайність насіння сої залежно від фону живлення, інокуляції та погодних умов років досліджень, т/га**

№ п/п	Фон живлення	2016	2017	Середнє
1.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (контроль)	2,51	1,34	1,93
2.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ	2,54	1,45	2,00
3.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння ФМБ	2,52	1,43	1,98
4.	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ	2,54	1,54	2,04
5.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ та ФМБ	2,85	1,65	2,25
6.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристаломом	2,53	1,52	2,03
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,09	0,08	-

Дані таблиці 4.1 свідчать, що врожайність зерна сої збільшувалася під впливом поєднання мінеральних добрив та обробки насіння азотфіксуючими та фосфатмобілізуєчими бактеріями. Так, у середньому за два роки досліджень на контрольному варіанті за внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> врожайність зерна сої становила 1,93 т/га. Під впливом досліджуваних факторів урожайність зроста відповідно 2,03 – 2,25 т/га.

Поєднання обробка насіння перед сібою інокілянтом (азотфіксуючими бактеріями АФБ) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> сприяло

зростанню урожайності зерна на 0,07 т/га або на 4%. Менш ефективним була обробка насіння фосформобілізуючими бактеріями.

Максимальну урожайність зерна у досліді 2,25 т/га забезпечив варіант із внесенням мінеральних добрив у нормі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + обробка насіння АФБ та ФМБ, що на 0,32 т/га або 15,6 % більше контролю.

#### **4.2. Якість насіння сої залежно від досліджуваних факторів**

Насіння сої містить 38-42% білка, 18-23 - жиру, 25-30% вуглеводів, а також ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Завдяки багатому й різноманітному хімічному складу, вона не знає рівних собі за темпами росту виробництва, її здавна широко використовують як універсальну продовольчу, кормову й олійну культуру. Вона не має аналогів у арсеналі рослинних ресурсів за продуктивністю і якісним складом. Зерно, макуха, зелена маса, сіно і соєвий силос відрізняються високими кормовими властивостями.

Сою використовують для виробництва промислової продукції - лаку, фарб, мила, пластмаси, клею, штучних волокон.

На даний час 60% зерна сої переробляється на олію. При цьому відходом є соєвий шрот, який містить біля 40% протеїну, 1,4% жиру, 5,7% клітковини, 28,9% безазотистих екстрактивних речовин і 5,9 % золи. Вихід соєвого шроту з одиниці урожаю складає 76-78%. За кормовими якостями він значно перевищує корми рослинного походження. Соєвий шрот містить менше клітковини і краще засвоюється в порівнянні з соняшниковим [43].

Високий вміст білка і надзвичайно цінна його збалансованість за амінокислотним складом, роблять сою чудовим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини. Із сої виготовляють соуси, молоко, сир, котлети, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви та ін. Вживаючи продукти з сої, слід дуже уважно прислухатися до свого організму, бо особливості засвоєння цієї їжі залежать як від ваших індивідуальних властивостей, так і від технології виробництва.

Обов'язкові вимоги до насіння сої, що гарантують безпеку життя і здоров'я людини, тварин та охорони довкілля викладені у ДСТУ [44].

Цінність зерна рослин, що вживається для харчування людей, на корм тваринам чи як сировина для переробної промисловості, в першу чергу визначається вмістом важливих запасних речовин – вуглеводів (в основному крохмалю), білків, жирів. У залежності від співвідношення цих речовин зерно поділяється на крохмалисте, білкове та олійне. До крохмалистого типу відносять зерно, що містить 50-70 % цього полісахариду, до білкового – зерно, що має 30-55 % білка, до олійного - зерно з 20-60 % жиру від сухої речовини. Сою, згідно з існуючою класифікацією, відносять до групи олійних рослин [45], але відомо, що зерно сої містить 24-55 % білка, 14-27 % жиру та 14-36 % вуглеводів [33]. Отже, основною запасною речовиною в зерні сої є білок. При віднесенні ж сої до групи олійних фактично зменшується її роль як високобілкової рослини.

На основі проведених досліджень встановлено, що під впливом досліджуваних факторів певним чином змінюється вміст сирого протеїну (табл. 4.2). Залежно від цього досліджувані фактори впливали й на умовний вихід (збір) протеїну з одиниці площі. Так, під впливом фону живлення та інокуляції насіння цей показник зростав на 0,04-0,09 т/га.

*Таблиця 4.2*

**Вміст сирого протеїну в зерні сої та його вихід залежно від досліджуваних факторів, у середньому за 2016 – 2017 рр.**

№ п/п	Фон живлення	Вміст протеїну, %	Умовний збір протеїну, т/га	Приріст до контролю, т/га
1.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	37,3	0,72	-
2.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ	37,8	0,76	0,04
3.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння ФМБ	37,7	0,75	0,03
4.	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ	37,9	0,77	0,05
5.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ та ФМБ	38,1	0,81	0,09
6.	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристаломом	37,9	0,77	0,05

Наведені дані свідчать, що фактори, прийняті нами на дослідження, сприяли деякому збільшенню олійності насіння сої. Так, якщо в насінні сої, що вирощене із застосування мінеральних добрив  $N_{30}P_{30}K_{30}$  даний показник склав 19,9 %, то за проведення передпосівних обробок насіння і підживлення кристалом його вміст збільшувався до 20,1-21,1 %. Досліджувані фактори збільшили умовний збір жиру в порівнянні з контролем на 0,03-0,09 т/га.

Таблиця 4.3

**Вміст сирого жиру в зерні сої та його вихід залежно від досліджуваних факторів, у середньому за 2016 – 2017 рр.**

№ п/п	Фон живлення	Вміст жиру, %	Умовний збір олії, т/га	Приріст до кон троллю, т/га
1.	$N_{30}P_{30}K_{30}$	19,9	0,38	-
2.	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + обробка насіння АФБ	20,4	0,41	0,02
3.	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + обробка насіння ФМБ	20,1	0,40	0,01
4.	$N_{60}P_{30}K_{30}$ + обробка насіння АФБ	20,6	0,42	0,04
5.	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + обробка насіння АФБ та ФМБ	21,1	0,48	0,09
6.	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + підживлення кристалом	20,4	0,41	0,03

Таким чином, найвищий вміст сирого протеїну 38,1 % і жиру 21,1 % в зерні та відповідно їх вихід з 1 га 0,81 і 0,48 т/га був отриманий на ділянках досліду, де проводили сумісне оброблення насіння азотфіксуючими і фосформобілізуєчими бактеріями на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Попит на сою як високобілкову олійну культуру з роками зростає, так як спектр використання її з роками розширюється. Серед зернобобових та олійних вона є однією з високопродуктивних культур і водночас однією з найвимогливіших до умов вирощування. Тому при впровадженні нових сортів у виробництво важливим є розробка сортової агротехніки, яка забезпечила б високорентабельне виробництво продукції [48].

В умовах ринкових відносин економіко-енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур набуває першочергового значення як один з найважливіших чинників їх конкурентоспроможності [28, 29]. Добір економічних варіантів технології, які забезпечують окупність затрачених ресурсів з максимальною ефективністю, необхідно розробляти на основі оцінки результатів досліджень та всебічного аналізу окремих блоків та елементів технологічного процесу. Це забезпечить зменшення обсягів виробництва продукції, покращення її якості та зниження виробничих витрат [48].

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур, у тому числі й найбільш потенційно спроможної за врожайністю бобової культури сої в умовах південного Степу України, як пересвідчують літературні джерела економічного напрямку, відбувається, в основному, за рахунок додаткових вкладень антропогенної енергії, яка матеріалізується у вигляді нових сортів, зрошення, добрив, пестицидів тощо [48]

З метою об'єктивного обґрунтування найбільш раціонального поєднання агрозаходів, що взяті нами на вивчення, була визначена економічна ефективність досліджуваних елементів технології, а саме – добір сортів, застосування мінеральних добрив й інокуляції насіння біопрепаратами, з використанням нормативних витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні сої без зрошення нього [68]. Загальні норми виробітку, ціни на



ручні та механізовані роботи приймали відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва. Розрахунки економічної ефективності вирощування сортів сої здійснювали за цінами, які сформувались на кінець 2017 року. При визначенні вартості валової продукції з 1 га в розрахунках використовували основний вид продукції - зерно. Аналізом розрахунків встановлено, що вартість отриманої продукції при вирощуванні сортів сої змінюється з такою ж закономірністю, як і врожайність культури.

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність технологій вирощування сої (у середньому за 2016-2017 рр.)**

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн	Виробничі витрати, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,93	21230	10324	5349	10906	106
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ	2,00	22000	10346	5173	11655	113
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння ФМБ	1,98	21780	10342	5223	11438	111
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ	2,04	22440	11152	5467	11288	101
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + обробка насіння АФБ та ФМБ	2,25	24750	10377	4612	14373	139
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + підживлення кристалом	2,03	22330	10480	5163	11850	113

Як свідчать наведені дані, чим вищою є врожайність зерна, тим більшою мірою зростає вартість вирощеної продукції, проте з внесенням мінеральних добрив та проведенням інокуляції насіння перед сівбою збільшуються і виробничі витрати на вирощування. За вирощування досліджуваного сорту сої з біологічних препаратів виробничі витрати у середньому за всі роки досліджень виявилися дещо меншими порівняно з включенням зазначених факторів до

технологічних прийомів вирощування сої. Максимальними вони визначені за вирощування сої на фоні застосування найвищої дози мінерального добрива –  $N_{60}P_{30}K_{30}$  і склали 11152 грн/га. За використання біологічних препаратів (у середньому за роки досліджень) витрати виявилися нижчими – 10342 - 10480 грн/га, що пов'язано з меншою вартістю даних препаратів та їх внесенням.

На основі ретельного аналізу даних економічної ефективності встановлено, що в середньому за роки досліджень найнижча вартість виробленої продукції 21230 грн./га спостерігалась на контрольному варіанті досліді.

Максимальна вартість виробленої продукції сформувалась на варіанті досліді за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , та передпосівного оброблення насіння АФБ у поєднанні із ФМБ 24750 грн./га.

Поряд із цим за зростання виробничих витрат та вартості виробленої продукції собівартість 1 т зерна сої знижувалась. Таким чином, найменшу собівартість 1 т зерна сої 4612 грн. було одержано на фоні мінерального живлення ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) та за передпосівного оброблення АФБ у поєднанні із ФМБ. Крім цього, на даних варіантах досліді було одержано і найвищий рівень рентабельності 139 %.

Таким чином, ретельний економічний аналіз результатів досліджень підтвердив зроблені нами висновки щодо оптимізації системи живлення досліджуваного сорту сої. Так, найбільш ефективною з економічної точки зору є модель технології вирощування сої, яка передбачає внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , передпосівне оброблення насіння комплексом інокулянтів у поєднанні із фосфор мобілізуючими бактеріями, що забезпечує максимальний умовно чистий прибуток, відповідно, 14373 грн/га, та найвищий рівень рентабельності 139 %.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень та обґрунтування отриманих результатів можна зробити такі висновки:

1. Встановлено, що найвища висота рослин у досліді 128,5 см. формувалась на варіанті де вносили мінеральні добрива у нормі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та проводили обробку насіння інокулянтном і фосформобілізуючими бактеріями. Що перевищувало контроль на 8,9 см.

2. Дослідженнями встановлено, що кількість бульбочкових бактерій зростала під впливом фону живлення та інокуляції насіння азотфіксуючими і фосфатмобілізівними бактеріями у середньому на 6,2-11,3 %, Максимальним зазначений показник формувався за вирощування сої на фоні повного мінерального добрива  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та інокуляції насіння сумісно АФБ (ризогумін) та ФМБ (поліміксобактерин).

3. Максимальних значень суха надземна маса рослин сої досягає у фазу бутонізації. Залежить вона від фону живлення, інокуляції, насіння та від погодних умов року. Найбільшою суха надземна маса сформована у 2016 р. У середньому по фонах живлення й обробки насіння порівняно з контролем вона зростає на 12,5 %.

4. Максимальне значення площі листкової поверхні рослин було у фазу утворення бобів. У середньому за два роки на контролі вона склала 26 тис.м<sup>2</sup>/га,. За вирощування по фоні мінеральних добрив та обробки насіння перед сівбою азотфіксуючими та фосфатмобілізівними бактеріями вона зростала відповідно до 28,95 тис.м<sup>2</sup>/га, що на 11,3 % більше контролю.

5. Встановлено, що за рівня мінерального удобрення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та застосування інокуляції насіння сумісно АФБ (ризогумін) та ФМБ (поліміксобактерин) формувалась максимальна зернова продуктивність сої, за цих умов вирощування урожайність зерна у середньому за роки досліджень становила 2,25 т/га, що на 0,32 т/га перевищувало контроль.

6. Найвищий вміст сирого протеїну в насінні сої – 38,1 %, та відповідно, його вихід 0,81 т/га відмічено при вирощуванні за технологією,

яка передбачала внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , оброблення насіння перед сівбою Ризогуміном та Поліміксобактерином.

7. Економічна оцінка технологій вирощування сої показала, що передпосівна обробка насіння Ризогуміном з Поліміксобактерином на фоні внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  забезпечували зниження собівартості продукції до 4612 грн./т, отримання чистого прибутку на рівні 14373 грн./га, при виробничих витратах - 10377 грн./га та найвищий рівень рентабельності 139 %.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення врожайності сої за рахунок оптимізації системи живлення в богарних умовах вирощування на основі отриманих результатів досліджень, їх економічного аналізу для отримання рівня урожаю – 2,2 т/га, вмісту сирого протеїну в зерні – 38,1 % та його виходу – 0,81 т/га агроформуванням південного Степу України рекомендується:

- вирощувати сорти сої середньопізньостиглої групи стиглості (типу Оксана) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;
- проводити сумісну передпосівну обробку насіння бактеріальними препаратами Ризогумін і Поліміксобактерин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агакишев, А.Г. Сравнительная эффективность препаратов клубеньковых бактерий на сои / А.Г. Агакишев, М.Р. Шарфиева, С.А. Дуньямашев // Биологическая фиксация молекулярного азота и азотных удобрений, метаболизм бобовых растений: тез. докл. респ. конф., посвящ. памяти чл.-кор. АН УССР А.В. Манорика /октябрь 1991/ –К., 1991. – С.3.
2. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.  
Горянский М.М. Методические указания по проведению исследований на орошаемых землях. – К.: Урожай, 1970. – 261 с.
3. Адамень Ф.Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях Юга Украины / Адамень Ф.Ф. – Симферополь: Таврия, 1995. – 94 с.
4. Бабич А. О. Особливості формування урожаю насіння залежно від способу сівби, густоти рослин і добрив в Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, С. І. Колісник // Міжнар. симпозіум по селекції, насінництву і технології вирощування польових культур. – Кам'янець-Подільський, 1995. – С. 24–25.
5. Бабич А. О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А.О. Бабич, А.А. Бабич-Побережна. – К.: Аграрна наука, 2011. – 548 с.
6. Бабич А.А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои при известковании, внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины / А.А. Бабич, В.Ф. Петриченко // Вестник с.х. науки. – 1992. – № 5-6. – С. 14-15.
7. Бабич А.О. Рекомендації по вирощуванню сої в агроформуваннях ринкового типу південно-західного регіону України / А.О. Бабич, М.І. Бахмат, Ю.В. Гойсюк і інші.. – Кам'янець-Подільський, 2001 – 18 с.
8. Бабич А.О. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. О. Бабич, С. І. Колісник [та ін.] // Пропозиція. – 2002. – № 5. – С. 38–40.
9. Бабич А.О. Рослинний білок і соєвий пояс України / А.О. Бабич, В.Ф.

Петриченко // Вісник аграрної науки. – 1992. – № 7. – С. 3-7.

10. Бабич А.О. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні / А.О. Бабич, А. Бабич-Побережна – К.: ФОП Данилюк В.Г., 2008. – 216 с. – (Монографія).

11. Бабич А.О. Соєві рекорди // Аграрний тиждень (Всеукраїнський діловий журнал) – квітень, № 7-8 (283), 2014. – С. 32-33.

12. Бабич А.О. Сучасне вирощування і використання сої . – К.: Урожай, 1993. – 430с.

13. Бабич А.О. Формування урожайності сої залежно від підбору сортів і технологічних прийомів в умовах південно-західного степу України / А.О. Бабич, А. В. Дробітько, О.М. Дробітько // Матеріали третьої Всеукр. конф. [“Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі”]. – Вінниця, 2000. – С. 9–10.

14. Бабич, А.О. Сучасний стан та перспективи використання сої на харчові і кормові цілі / А.О. Бабич // Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали 3-ї Всеукраїнської конференції 3 серпня 2000 р. / Інститут кормів УААН. – Вінниця, 2000.– С. 3-6.

15. Баранов В.Ф., Фигер А.Н. Лебедевский А.И. Посев / В кн.: Соя, М.: Колос, 1984. – С. 207-222.

16. Бахмат О.М. Вплив дії мінеральних добрив на урожайність насіння сої / О.М. Бахмат, О.С. Чинчик // Зб. наук. праць ПДАТУ. – Кам’янець-Подільський, 2007. – Вип. 15. – С. 41-44.

17. Бахмат О.М. Теоретичне обґрунтування біоорганічних і агротехнічних заходів адаптивної сортової технології вирощування сої в Лісостепу західному: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 / О. М. Бахмат. – Вінниця, 2012. – 36 с

18. Биленко П.Я. Эффективность минеральных удобрений под кукурузу чистого и смешанных посевов на оподзоленных черноземах левобережной Лесостепи УССР / П.Я. Биленко, Н.Я. Шевников // Агрохимия.

19. Білоус Н. Соя в умовах зрошення / Н. Білоус, В. Завірюхін, О. Коробко.

– Одеса: Маяк, 1969. – 64с.

20. Білявська Л.Г. Досвід вирощування сої в умовах Полтавської області / Л.Г. Білявська // Матеріали обласної науково-практичної конференції з питань ефективності ведення землеробства. Полтава: Інтерграфіка. 2003. – С. 69-71.

21. Бобро М.А. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів / М. А. Бобро, Є. М. Огурцов, В. Г. Міхаєв // Корми і кормовиробництво. – 2008. – Вип. 58. – С. 231–236.

22. Борона В.П. Соя без бур'янів / В.П. Борона, В.С. Задорожній, В.І. Шевчук, М.В. Первачук // Захист рослин. – 2000. - №4. – С. 11-12.

23. Голохоринська М.Г. Вплив попередників та удобрення на продуктивність сортів сої селекції Буковинського інституту АПВ в умовах південно-західного Лісостепу України / М.Г. Голохоринська, А.М. Пастух // Корми і кормо виробництво - 2008. - Вип. 61. - С 17-19.

24. Грабовський О.О. Досвід вирощування сої на зерно з використанням вдосконаленої технології / О.О. Грабовський, В.П. Шевченко, О.М. Кононюк // Соя: Матер. первой Всеукр. конф. по сое. – Одесса, 1993. – С. 38-39.

25. Гутриц Л.С. Влияние водного и пищевого режимов на урожайность сои / Л.С. Гутриц // Сб. науч. Тр. ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: ООО «Геликон», 2005. – С. 27-31.

26. Деревянский В.П. Борьба с сорняками на посевах сои. – К.: УкрИНТЭИ, 1996. – 116с.

27. Деревянский В.П. Соя. – К.: УкрИНТЄИ. – 1994. – С. 71-86.

28. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

29. Жеребко В.М. Ефективні заходи хімічного захисту посівів сої від бур'янів у Лісостепу України / В.М. Жеребко, О.П. Конопольський, Т.О. Чернеча // Таврійський науковий вісник. – 2007. – Вип. 52. – С. 92-97.

30. Заверюхин В.И. Возделывание сои на орошаемых землях / Под. ред. А.А.Собко. – М.: Колос, 1981. – С.107-119.



31. Заверюхин В.И. Соя в поукосных посевах / В.И. Заверюхин, И.Л. Левандовский, А.С. Бардадименко // Орошаемое земледелие. - К.: Урожай. – 1985. – Вып. 30. – С. 45-46.
32. Заверюхин В.И. Сроки сева сои / В.И. Заверюхин, А.С. Бардадименко // Технические культуры. – 1989. - №1.
33. Задубинна Є.В. Вплив способів обробітку органогенних ґрунтів та добрив на хімічний склад зерна сої / Є.В. Задубинна // Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”. - Випуск 4. – 2010. С. 34-39.
34. Зінченко О.І. Біологічне рослинництво : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Зінченко О.І., Алексеєва О.С., Приходько П.М. – К.: Вища школа, 1996. – 139 с.
35. Зінченко О.І. Рослинництво : підруч. [для студ.вищ. навч. закл.] / Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
36. Исмагилов М.И. Роль листьев и взаимоотношение растений в смешанных посевах / М.И. Исмагилов – Казань, 1979. – С. 21-26.
37. Іванченко В.І. Забезпечення ґрунтів України мікроелементами і їх значення у землеробстві / В.І. Іванченко // Землеробство: міжвід. темат. наук. зб. – К.: Урожай, 1994. – № 69. – С. 80–85.
38. Інтенсифікація польового кормовиробництва на зрошуваних землях півдня України: Монографія / За ред. М.Г. Гусева. – [М.Г. Гусев, В.С. Сніговий, С.В. Коковіхін, О.Ф. Севідов] – К.: Аграрна наука, 2007. – 244 с.
39. Каппушев А.М. Нормы и способы сева сои в Ставропольском крае / А.М. Каппушев, Н.М. Кузьмин // Масличные культуры. – 1986. – № 5.
40. Каримов З. Особенности роста и развития растений кукурузы, сорго и сои в смешанных посевах / З. Каримов, А. Хусаинов – Душанбе, 1980.– С. 115-130.
41. Крамарьов С.М. Ефективність передпосівної інкрустації насіння зернових культур і інокуляції сої в умовах північного Степу України / С.М.

Крамарьов, С.В. Красенков, С.Ф. Артеменко // (Науково-виробничий щорічник) Посібник українського хлібороба. – 2010. – С.154–160.

42. Крупский Н.К. Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупана – К.: Урожай, 1979. – 160 с.

43. Лещенко А.К. Вирощування сої на Україні. – К., 1987. – 236с.

44. Лещенко А.К. Культура сої на Україні / А.К. Лещенко; За ред. акад. М.М. Кулешова. – К.: Вид-во УАСГН, 1992. – 328 с.

45. Ливенский А.И. Увеличение производства белка при выращивании кормовых культур / Ливенский А.И. – Днепропетровск: Проминь, 1982. – 223 с.

46. Методика Державного сортопробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури); за ред. В. В. Волкодава. - Київ, 2001 - 69 с.

47. Методика проведення дослідів по кормовиробництву /Під ред. А.О. Бабича. – Вінниця, 1998. – 79 с.

48. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – К.: Урожай, 1986. – 117 с.

49. Мякушко Ю.П. Биохимическая характеристика семян различных сортов и гибридов сои / Ю.П. Мякушко, П.А. Каленов // Вестник с.-х. науки.

50. Нетіс І.Т. Зміна клімату в зоні зрошення / І.Т. Нетіс // Збірник наукових праць. Зрошуване землеробство. – К: Урожай, 1994. – С. 7 – 11.

51. Нетіс І.Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці / І. Т. Нетіс. – Херсон: Атлант, 2008. – 250 с.

52. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности растений. – В сб. Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зернобобовых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 5-11

53. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности

растений /В кн.: Итоги науки и техники физиологии растений. – М., 1977. – Т. 3. – С. 11-54

54. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Мора Н.С. и др. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. – М.: Изд. АН СССР, 1961. – 136 с.

55. Патица В.П. Напрями і координація наукових досліджень з ґрунтової мікробіології / Володимир Пилипович Патица // Вісник аграрної науки. – 1996. – № 6. – С. 5–10.

56. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні / В.Ф. Петриченко // Вісник аграрної науки. – 2008. – №3. – С.24-27.

57. Петриченко В.Ф. Вплив агротехнічних заходів на формування урожайності і біохімічних показників насіння сої / В. Ф. Петриченко, А.Б. Кирилук // Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – К., 2001. – Вип. 47. – С. 107 – 109.

58. Петриченко В.Ф. Фактори підвищення продуктивності сої в умовах Лісостепу/ В.Ф. Петриченко, Ю.М. Джура // Зб. наукових праць Інституту землеробства УААН. – К., 2002. – Вип. 3-4. – С.78-83.

59. Петриченко В.Ф. Формирование урожая и продуктивность сои на семена при известковании, внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях центральной Лесостепи Украины: автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд. с.-х. наук. – Каменец-Подольский, 1989. – 25 с.

60. Плешко, Б.И. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.И. Плешко. – М.: Колос, 1985. – 255с.

61. Посыпанов Г. С. Биологический азот. Проблемы экологии растительного белка / Г. С. Посыпанов. – Изд-во ТСХА, 1993. – 272 с.

62. Посыпанов Г. С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г. С. Посыпанов // Известия ТСХА, 1983. – Вып. 5. – С. 17 – 26.

63. Посыпанов Г. С. Формирование урожая в зависимости от инокуляции

семян, орошения и режима минерального питания / Г. С. Посыпанов, Б. М. Князев, Б. Х. Жеруков // Известия ТСХА. – 1990. – Вып. 3. – С. 39 – 44.

64. Сайко В.Ф. Землеробство на шляху до ринку / К.: Знання, 1986. –

65. Самошкин В.И. Ризоторфин под сою / В.И. Самошкин, Н.З. Толкачев // Масличные культуры. – 2014. – № 2. – С. 25–26.

66. Самошкин В.И. Эффективность гаммаризоторфина на посевах сои в Крыму / В.И. Самошкин, Н.З. Толкачев // Бюл. ВНИИСХ микробиологии. – 1981. – № 34. – С. 34–36.

67. Сварадж Л. Действие водного дефицита на симбиотическую азотофиксацию у сои / Л. Сварадж, С.В. Мищенко, Г.И. Козлова [и др.] // Физиология растений. – 1984. – № 5. – С. 833–840.

68. Сварадж Л. Действие темноты на симбиотическую азотофиксацию у сои / Л. Сварадж, П.Н. Дуброво, С.В. Ищенко [и др.] // Физиология растений. – 1995. – № 3. – С. 480–487.

69. Семцов А.В. Реакція рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах центрального Лісостепу України / А.В. Семцов, А.О. Бабич // Вісн. аграр. науки. – 2001. – № 2. – С. 71–72.

70. Сівозміни у землеробстві України: Методичні рекомендації за редакцією В.Ф.Сайка, П.І.Бойка. – Київ: Аграрна наука, 2002. – 146 с.

71. Смолянінов В.В. Безгербіцидна технологія вирощування сої в умовах Лісостепу України / В.В.Смолянінов // Проблеми агропромислового виробництва. Міжвід. наук. зб. – Чернівці, 1995. – Вип. 5. – С.108-114.

72. Снеговой В.С. Выращивание сои на юге Украины / В.С. Снеговой, Н.П. Малярчук, Е.Н. Рыщук и др. // Методические рекомендации.

73. Соя. Перспектива та проблеми виробництва. (Методичні рекомендації). – Херсон, 2008. – 26 с.

74. Утеуш Ю.А., Лобас М.Г. Кормові ресурси флори України. – К.: Вища школа, 1996. - С. 68-72.

– Фатеев А.И. Значение микроэлементов в ферментативных процессах в растениях / А.И. Фатеев, С.П. Полянчиков // Агроном. – 2008. – Херсон:

Айлант, 2003. – 20 с.

75. Цветкова М.А. Действие минеральных и бактериальных удобрений при орошении на урожай и качество зерна сои / М.А. Цветкова, Р.А. Термеева // Химия в сельском хозяйстве. – 1983. – № 3. – С. 20–22.

76. Чапалда М.І. Ефективність внесення мінеральних добрив під зернобобові культури в умовах Чернівецької області / М.І. Чапалда, А.М. Пастух, В.В. Смолянінов // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Респуб. між від. темат.наук. зб.: Київ, 1974. – Вип.17. – С.77- 80.

77. Чинчик О.С. Вплив мінеральних добрив на продуктивність насіння сої в умовах південно-західної частини Лісостепу України / О.С. Чинчик // Зб. наук. праць ПДАТА. – Кам'янець-Подільський, 2003 . – Вип. 11. – С. 98-101.

78. Чинчик О.С. Оптимізація сортової агротехніки вирощування сої за рахунок способу сівби та удобрення в умовах західного Лісостепу України. – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. – Подільський державний аграрно-технічний університет, Кам'янець- Подільський, 2008 р.

79. Шарапов Н.И. Закономерности химизма растений / Н.И. Шарапов.– Л., ИздСво Академии наук СССР. – 1962. – 255 с.

80. Шевников Н.Я. Совершенствование примов технологи выращивания сои в условиях левобережной Лесостепи Украин / Н.Я. Шевников // Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої: Симпозиум 2. – Вінниця, 1993. – 110с.

# ДОДАТКИ

## Додаток 1

**Таблиця розрахунку дисперсійного аналізу вирощування сої за роки досліджень**

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	347,37	29	–	–	–	–
Повторень	3,79	2	–	–	–	–
Фактора А	175,21	1	175,208	884,99	4,41	–
Взаємодія	2,29	4	0,572	2,89	2,93	–
Похибка ( $C_z$ )	3,56	18	0,198	–	–	2,101

**Таблиця розрахунку дисперсійного аналізу вирощування сої за роки досліджень**

Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
				факт.	теор.	
Загальне	27,64	29	–	–	–	–
Повторень	0,18	2	–	–	–	–
Фактора А	6,41	1	6,413	343,88	4,41	–
Взаємодія	0,44	4	0,111	5,95	2,93	–
Похибка ( $C_z$ )	0,34	18	0,019	–	–	2,101