

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАБОЛОТНИЙ ГРИГОРІЙ МИХАЙЛОВИЧ  
МАЗУР ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ  
ЦИГАНСЬКА ОЛЕНА ІВАНІВНА  
ДІДУР ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ  
ЦИГАНСЬКИЙ В'ЯЧЕСЛАВ ІВАНОВИЧ  
ПАНЦИРЕВА ГАННА ВІТАЛІЇВНА

**АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА  
ШЛЯХИ МАКСИМАЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ЇЇ ПРОДУКТИВНОСТІ**

Монографія

*Видано за рахунок видатків загального фонду державного бюджету  
прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення  
технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив,  
бактеріальних препаратів, позакорневих підживлень та фізіологічно-  
активних речовин» (0120U102034)*



Вінниця – 2020

УДК: 635.655:631.5

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (Протокол № 6 від 18.12.2020 р.).

**Рецензенти:**

Камінський Віктор Францевич, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, директор Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»;

Мойсієнко Віра Василівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри рослинництва Поліського національного університету м. Житомир;

Гетман Надія Яківна, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет.

**ISBN 978-966-949-666-9**

**Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І. М., Циганський В.І., Панцирева Г.В.**

*У монографії представлені результати досліджень факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету на базі дослідного господарства «Агрономічне» в селі Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Наведені дослідження присвячені вивченню особливостей росту, розвитку та формування фотосинтетичної, симбіотичної, індивідуальної та зернової продуктивності сортів сої залежно від рівня мінерального удобрення та способів використання комплексу мікроелементів в умовах Правобережного Лісостепу, а також дана економічна та біоенергетична оцінки запропонованої технології вирощування сортів сої.*

*Одержаний і узагальнений матеріал висвітлено у захищеній кандидатській дисертаційній роботі Циганської Олени Іванівни на тему: «Формування продуктивності сортів сої залежно від способів застосування макро- і мікроелементів в умовах правобережного Лісостепу» під керівництвом кандидата с.-г. наук, професора Заболотного Григорія Михайловича. Наукові та практичні дослідження впроваджено у навчальний процес кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур при викладанні навчальних дисциплін «Рослинництво», «Рослинництво з основами кормовиробництва», «Технологія виробництва продукції рослинництва».*

## ЗМІСТ

	сторінка
<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПОХОДЖЕННЯ РОДУ СОЯ (GLYCINE)</b> .....	8
1.1 Походження та історія поширення культури сої .....	8
1.2 Ботанічна класифікація роду Соя ( <i>Glycine</i> ).....	12
1.3 Морфо-біологічні особливості роду Соя ( <i>Glycine</i> ).....	16
1.4. Хімічний склад зерна сої.....	19
<b>РОЗДІЛ 2. ПОТЕНЦІАЛ ВИРОБНИЦТВА СОЇ - НЕВИЧЕРПНОГО ДЖЕРЕЛА БІЛКІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ</b> .....	26
2.1 Агробіологічний потенціал сої .....	26
2.2 Сучасний стан та масштаби світового виробництва сої .....	30
2.3 Місце України на світовому ринку за виробництвом і торгівлею соєю.....	33
<b>РОЗДІЛ 3. РОЛЬ СЕЛЕКЦІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ</b> .....	39
3.1 Напрями та методи селекції.....	39
3.2 Біотехнології на сої .....	44
3.3 Підбір сортів сої та їх коротка характеристика .....	49
<b>РОЗДІЛ 4. ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ</b> .....	57
4.1 Роль азотфіксуючих бактерій у поліпшенні мінерального живлення рослин .....	57
4.2 Роль фосфатмобілізуєчих бактерій у поліпшенні мінерального живлення рослин .....	61
4.3 Вплив мікроелементів на ріст, розвиток та формування урожайності сої .....	65
4.4 Ефективність застосування регуляторів росту рослин .....	71

<b>РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ЗЕРНО</b> .....	75
5.1 Місце сої в сівозміні та підготовка ґрунту до сівби.....	75
5.2 Підготовка насіння до сівби та сівба .....	84
5.3 Вплив мінеральних добрив на формування продуктивності сої .....	91
5.4. Догляд за посівами, боротьба з бур'янами, захист від шкідників та хвороб.....	99
5.5. Особливості позакореневого підживлення сої.....	105
5.6. Збирання врожаю, післязбиральна доробка та зберігання зерна....	108
<b>РОЗДІЛ 6. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН СОРТІВ СОЇ</b> .....	118
6.1 Вплив погодних умов, мінерального живлення та способів оброблення комплексом мікроелементів на проходження фаз росту і розвитку сортів сої .....	118
6.2 Динаміка густоти рослин сої на площі та їх збереження .....	126
6.3 Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої .....	129
6.4 Особливості формування плодоелементів рослин сортів сої.....	135
<b>РОЗДІЛ 7. ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ УДОБРЕННЯ ТА КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ</b> .....	140
7.1 Динаміка формування площі листової поверхні рослин сої .....	140
7.2 Формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та комплексу мікроелементів .....	145
7.3 Вплив мінеральних добрив та комплексу мікроелементів на чисту продуктивність фотосинтезу .....	148
7.4 Динаміка накопичення сухої речовини посівами сої залежно від впливу доз мінеральних добрив та комплексу мікроелементів.....	152
<b>РОЗДІЛ 8 СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ УДОБРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ</b> .....	157



8.1 Динаміка кількості та маси бульбочок у рослин сортів сої залежно від рівня удобрення та способів оброблення комплексом мікроелементів...	158
8.2 Загальний та активний симбіотичний потенціал сортів сої.....	164
8.3 Кількість біологічно фіксованого азоту посівами сої.....	170
<b>РОЗДІЛ 9 ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ.....</b>	<b>174</b>
9.1 Індивідуальна продуктивність рослин сортів сої.....	174
9.2 Урожайність зерна сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та комплексу мікроелементів.....	177
9.3 Мінливість якісних показників зерна сортів сої та вихід сирого протеїну і сирого жиру залежно від досліджуваних факторів.....	183
<b>РОЗДІЛ 10 ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ ТА ОЦІНКА ЇХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ.....</b>	<b>190</b>
10.1 Енергетична ефективність вирощування сортів сої на зерно.....	190
10.2 Економічна ефективність вирощування сортів сої на зерно.....	193
10.3 Оцінка технологій вирощування сортів сої на конкурентоздатність.....	197
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>201</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>204</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>235</b>

## ПЕРЕДМОВА

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу України соя, як цінна білково-олійна культура, яка має широкий спектр використання в харчовій та технічній промисловості, набуває виключного значення. У ній сконцентровано найцінніші властивості всього рослинного світу. Соя характеризується високою адаптацією до умов регіонів вирощування, універсальністю використання, збалансованістю білка за амінокислотним складом, його функціональною активністю. Завдяки цим властивостям та високій продуктивності соя займає у світовій піраміді рослинного білка перше місце як за площами посіву, так і за валовим збором зерна серед однорічних зернобобових і олійних культур.

Соя є складовою частиною кругообігу речовин у природі, завдяки фотосинтезу і здатністю до біологічної фіксації атмосферного азоту, її вирощування дає змогу покращити азотний баланс в ґрунтах, фітосанітарний стан посівів та суттєво підвищити продуктивність одиниці сівозмінної площі. Крім того, вирощування сої в сівозміні дає змогу швидко підвищувати культуру землеробства, поліпшувати родючість ґрунту, збільшувати обсяги доступних поживних речовин для культурних рослин, одержувати екологічно чисту продукцію.

Бобові культури відіграють важливу роль у вирішенні проблеми збільшення виробництва рослинного білка та забезпечення продовольчої безпеки держави, серед яких важливе місце належить сої як культурі з високими адаптивними властивостями.

Проте, на даний час в недостатній мірі обґрунтовано, зокрема для умов Правобережного Лісостепу, систему її удобрення з огляду на існуючі тенденції клімату в бік потепління та загальної посушливості. Внаслідок чого, при впровадженні у виробництво нових сортів сої, виникає потреба у пошуку і встановленні доз мінеральних добрив для оптимального забезпечення рослин елементами живлення, а також найкращого співвідношення потенціал

виробництва – реальні виробничі витрати. У цьому плані надзвичайно важливим є поєднання раціонального забезпечення рослин макро- та мікроелементами. Саме збалансоване застосування макро- і мікроелементів для передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення не лише оптимізує загальний баланс живлення рослин, підвищує ефективність добрив, забезпечує більш якісну повноту реалізації стресостійкості, резистентності до біотичних чинників, але й значно підвищує якість отриманої продукції за білковим складом, вмістом жирів тощо.

Саме тому, розробка нових та удосконалення існуючих технологій вирощування сортів сої на зерно при застосуванні різних способів використання препарату на основі комплексу мікроелементів та доз мінеральних добрив, з огляду на адаптивний потенціал сорту та умов його культивування, обумовлює актуальність наукових досліджень та їх теоретичне обґрунтування.

## РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПОХОДЖЕННЯ РОДУ СОЯ (GLYCINE)

Соя відноситься до родини бобових (*Leguminosae Juss*), підродини метеликових (*Papilionaceae Maub*). і роду гліцине (*Glycine L.*). Назва *Soja* походить від китайського слова „шу” – боби [11]. У землеробстві соя відома вже понад 6 тис. років. Також як і пшениця, рис, кукурудза і просо вона відноситься до найбільш древніх культур. Більшість авторів, батьківщиною культурної сої вважає Південно-Східну Азію і насамперед Китай [7]. Вирощування сої було однією з умов процвітання стародавніх цивілізацій. Там була введена в культуру, розпочата її селекція про що свідчить зосередженість великої кількості різноманітних місцевих форм різного рівня окультурення. Пріоритет відкриття поживних властивостей цієї культури також належить китайцям. У Китаї вона віддавна є заміником м'ясних і молочних продуктів. В Європі сою почали вирощувати лише у XVIII столітті, а в Україні – з 70-х років XIX століття.

### 1.1. Походження та історія поширення культури сої

Сою можна одночасно розглядати як давню культуру, яка була відкрита сучасною наукою. З давніх часів вона використовувалася людиною в їжу разом із рисом, пшеницею та просом, а після п'ятидесятих років минулого століття стала важливим джерелом білка для людей та тварин, а також цінною промисловою сировиною для отримання олії [1].

Повідомлення про використання в культурі та походження сої досить обмежені та суперечливі. Ряд авторів зазначають, що це одна з найбільш давніх культурних рослин, яка була відома китайцям ще в 5 ст. до н.е., і одна з п'яти священних рослин, до яких окрім сої відносяться рис, ячмінь, пшениця та просо. Халдвелл та ін. (США-1973), посилаючись на дослідження Морза, вважають, що перший писемний документ, у якому згадується про лікарські рослини Пен Цао Му (Матерія Медика) китайського імператора Шеньнуна, за рецептами якого із

сої виготовляли більше 300 різноманітних ліків. Любке поділяє цю точку зору; на його думку, соя отримала свою назву від китайського слова «соу», що означає «великий біб» [7].

У світовому землеробстві соя відома більше 6000 років. М. І. Вавилов відносив її як і пшеницю, кукурудзу, ячмінь, льон, бавовник до первинних, найбільш давніх культур. Соя згадується в багатьох пам'ятках народного епосу країн Південно-Східної Азії. Про неї тут склали легенди, сказання як про дивовижну рослину-товариша людини і в радощах, і в біді, рятівниці від голоду та хвороб, прапороносцю мужності, працелюбства, шляхетності, подружньої вірності та злагоди. Соя входить у ритуал зустрічі весни, днів осіннього благоденства та застільних веселоців. Але точно з'ясувати походження та історію цієї культури все ще не вдається: так мало збереглося вірогідних доказів. Багато вчених вважає, що культура соя виникла з дикоростучої. Цю думку поділяють також К.Н. Максимович, А. Франте та Л. Сиваше, П. Аршерсов, В. Мороз та інші [2].

Більшість авторів батьківщиною культурної сої вважають райони Південно-Східної Азії і насамперед Північний і Центральний Китай. Але деякі вчені припускають можливість більш ранньої появи культурної сої в Індії, ніж у Китаї, або її одночасне окультурювання в Індії та в Китаї, а інші не виключають можливості існування декількох місць походження сої, роздрібнених у часі та просторі, пов'язаних із Східною та Південною материковою та острівною Азією, а також Африкою та Австралією. Але, якщо навіть погодитися з поліфілетичним походженням сої, то все-таки Китаю належить першість у великій багатомісячній роботі по відборі культурних форм цієї рослини. Із Китаю культурна соя могла потрапити в Корею та Японію а потім трьома шляхами в оточуючі південно-східні країни: першим – у В'єтнам і Таїланд, другим – у Індію та Індонезію, третім – у Непал, Тибет, Кашмір. У країнах Малої Азії, Європи, Америки, Африки та Австралії сучасна культура сої має коротку історію, яка обчислюється лише декількома століттями [7].

Соя була завезена в Україну з Китаю у XIX сторіччі і спочатку

культивувався у наукових цілях. Вирощування сої в Україні було започатковано у 1877 р. агрономом І. Г. Подобою на території теперішньої Запорізької області. У 1878–1883 рр. на Полтавщині сою вивчав Л. А. Черноглазов, вважаючи цю рослину дуже корисною [6].

З 1885 р. на Київщині сою вирощував В.І. Гомілевський, одержуючи з десятини по 150-197 пудів зерна сої. У 1884 р. на Одеській сільськогосподарській виставці демонструвалися рослини сої, насіння та продукти з неї – олія, мило, какао, макуха та ін. У 1900 р. було видано книгу В.І. Гомілевського „Про китайський біб і його значення для російського господарства”, в якій дослідник узагальнив результати власних дослідів із соєю, а також досвід вітчизняних і деяких закордонних дослідників. Окремі загальні положення цього дослідження й агрономічні поради щодо сої мають значення і сьогодні [6].

І. І. Білецький вкінці XIX сторіччя протягом 12 років проводив досліді на полях Харківського земельного училища із 40 сортами сої, з яких надійно визрівали 19 середньостиглих і ранніх сортів. Однак у дореволюційній Росії не знайшлося масового виробника та споживача сої. Через недостатню вивченість біології культури та її агротехніки врожаї були дуже низькими. Не було налагоджено переробку зерна сої [6].

Наприкінці минулого сторіччя нове поживлення інтересу до сої виникло в зв'язку з роботою І. Є. Овсинського. Його сорти висівалися не тільки в Росії, але й у Західній Європі і США. Вони стали вихідним матеріалом для подальших робіт із селекції, акліматизації і гібридизації. Планове виробництво сої було розпочато у бувшому Радянському Союзі у 1927 р. Посівні площі сої поступово збільшувалися: з 16,6 тис га у 1927 р. до 461,4 тис га у 1931 р. Особливо багато її сяяло в Україні. У 1932 році частка посівної площі України становила 150 тис. га [7].

Отож, існують різні думки відносно походження культурної сої *Glycine max (L) Merrill*. Проте філогенетично давнім є дикоростучий вид уссурійської сої *Glycine Soja Sieb. Et Zucc.* Він признаний майже всіма систематиками.

У сучасній систематиці американські вчені рід *Glycine* розділяють на два

підроди: *Glycine* із 6 видами та *Soja*, куди належать два види *G.soja* і *G.max*. Підрид *Glycine* включає багаторічні рослини, які ростуть в Австралії, на островах Тихого океану, Філіппінах та на півдні Китаю, тоді як підрид *Soja* має однорічний життєвий цикл розвитку рослини.

Американські генетики вважають, що соя походить від однієї або двох форм, які несуть по 20 хромосом, хоча нині такі предки не описані. Японський генетик К. Карасава стверджує, що культурна соя виникла із дикої шляхом нагромадження мутацій без зміни кількості хромосом. Другий японський вчений Я. Фукуда допускає, що процес еволюції йшов наступним шляхом: *G.ussuriensis*→*G. gracilis*→*G. max*. Соя є природним тетраплоїдом із цитологічно функціональною диплодією. Це значить, що гібридне розщеплення проходить на диплоїдному рівні, й кожна хромосома генома знаходиться у подвійному наборі.

Для диких видів характерні наступні ознаки: дрібні боби і тверде насіння (маса 1000 насінин становить 5-12 г), яке здатне зберігати схожість за несприятливих умов, а також наявність у деяких із них густого опушення, що забезпечило стійкість рослин проти посухи, шкідників та інших негативних факторів; вміст антипоживних речовин, які зберігають її у природних умовах від поїдання дикими тваринами, птахами; розтріскування бобів і розлітання насіння, що сприяло його кращому поширенню; розмір квіток маленький, які заховані у пазухах листків; різні за довжиною і формою черешки листків: овальна, ланцетоподібна, яйцеподібна; форма рослини і можливість гілкування сприяли оптимізації освітлення, формуванню бобів і наливанню насіння; витке стебло для того, щоб використати сусідні високі рослини, як підтримуюча культура; симбіоз рослини і бульбочкових бактерій, що сприяє кращому виживанню; вміст білку в насінні сягає 56 % і жиру – 13 %. Цей генотип із відповідними біологічними особливостями забезпечили виживання, поширення, створення на його основі культурної сої, яка нині належить до провідних культур світового землеробства.

На перших етапах окультурення люди збирали насіння сої із кращих рослин методом добору, розмножували його, хоча ці рослини мали багато

спільного з дикорослими, робили перші кроки у її вирощуванні. У ті часи завдяки діяльності людини з'явилися кращі форми її рослин, значно продуктивніші, з більшим розміром насіння, менш витким і потовщеним стеблом, дружнішим дозріванням.

Формування культурної сої відбувалось в умовах короткого дня, мусонного клімату, достатньої кількості опадів у період формування урожаю багато століть. Фактично такі умови залишили значний негативний відбиток у біології цієї культури, що пов'язано з інтродукцією, тобто розповсюдженість сортів може бути в конкретному регіоні, де вони створювалась, що є на сьогодні актуальним для селекціонерів з питання адаптації. Проте її привабливість як сільськогосподарської культури не перешкодила розповсюдженню на всі континенти.

Існують дві версії поширення сої з Південно-східного центру її походження, Китаю, в Європу і Америку. За першою, в Європу вона була завезена мандрівниками із Китаю і Далекого Сходу Росії, в Америку доставлена з Китаю морським шляхом як баласт у штат Пенсільванію. Не можна відкидати й можливість завезення сої у Європу китайцями, які тривалий час мали розвинений флот і торгували з країнами Європи.

## 1.2. Ботанічна класифікація роду Соя (*Glycine*)

Соя належить до роду, який, за даними F.J.Herman (1962), поділяється на три підроди (*submenus*) *Leptocytamus*, *Glycine* і *Soja*. За свідченням П.М.Жуковського, рід *Glycine* об'єднує 10 видів. В СНД ростуть лише два види: соя культурна – *Glycine hispida Maxim, Moench.* (синоніми: *Soja hispida, Moench.; Soja japonica Savi.* та ін.), яка є важливою сільськогосподарською культурою, та уссурійська дикоросла соя – *G. ussuriensis Regel and et. Maak.*, що росте на берегах річок і озер, а також на сопках Далекого Сходу.

Соя культурна, або щетиниста (2n-38, 40), – однорічна трав'яниста рослина, зовні подібна до квасолі (рис. 1.1.).



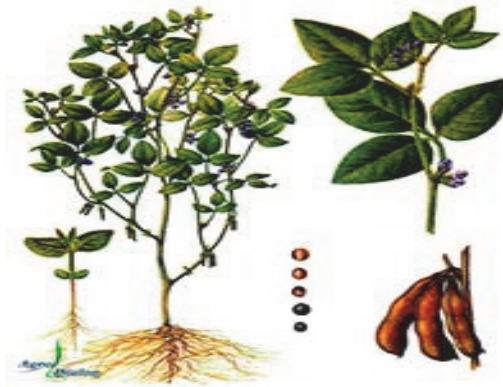


Рис. 1.1. Рослина сої, суцвіття та боби

Відомо шість підвидів культурної сої:

- напівкультурна (*Glycine max var gracilis* Enk.),
- індійська (*Glycine max var indica* Enk.),
- китайська (*Glycine max var chinensis*),
- корейська (*Glycine max var korajensis* Enk.),
- маньчжурська (*Glycine max var manshurica* Enk.),
- слов'янська (*Glycine max var slavonica* Kov. et Pinz).

Підвид напівкультурний включає середньостиглі, виткі форми різної висоти. Стебла і гілки дуже тонкі, у високорослих форм часто виткі. Верхівка виступаюча, іноді проміжна. Листки дрібні довжиною 5-7 см і шириною 4-5 см, овальні, з загостреним кінчиком, світло-зелені і зелені. Опушення білувате або світло-руде, рідке. Квітки фіолетові, іноді білі. Китиці багатоквіткові або середньоквіткові. Боби короткі, довжиною 2-3,5 см. Насіння дрібне, маса 1000 насінин 40-70 г, коричневе, чорне або буре. У насінні багато білку (43-46 %) і мало жиру (14-16%). Форми цього підвиду поширені в північно-східному і центральному Китаї.

До індійського підвиду належать дуже пізньостиглі і високорослі форми. Кущ широкий і напівстиснутий. Листки дрібні, 7-8 см довжиною. Опушення стиснуте, коротке, білувате або світло-руде. Квітки дрібні, китиці від мало-

квіткових до багатоквіткових. Боби короткі і вузькі. Насіння дрібне, маса 1000 насінин 45-100 г. Насіння за формою овально-плоске або овально-видовжене, переважає темнозабарвлене, характеризується високою білковістю і низьким вмістом олії.

До китайського підвиду належать пізні та дуже пізні форми. Рослини високі, стиснуті, рідше проміжні, з підвищеним гілкуванням. Стебло і гілки тонкі, схильні до нахилу, вилягання та завивання. Верхня частина стебла виступаюча, рідше проміжна, міжвузля довгі, листки дрібні, овальні з загостреною або притупленою верхівкою. Форми китайського підвиду характеризуються підвищеною облистянністю. Опушення середнє, рідше густе, зустрічаються неопушені форми, забарвлення опушення білувате, світло-руде або руде. Квіти дрібні, в більшості випадків фіолетові, китиці – від малоквіткових до довгих багатоквіткових. Боби короткі або середні, вузькі, плоскі малонасінні. Маса 1000 насінин 60-140 г, хоча зустрічаються і крупнонасінні форми. Більшість сортів жовтонасінні, також зустрічаються і темнозабарвлені форми.

До маньчжурського підвиду належать скоростиглі і середньоскоростиглі сорти з періодом вегетації 80-140 днів, середньорослі, з напівстиснутою формою куща, гіллястість середня, тип росту проміжний. Листя дрібне, середнє або крупне. Опушення густе, рудувате або біле. Квіти в більшості випадків фіолетові. Китиці короткі, малоквіткові або середньоквіткові. Боби середньої довжини і ширини, в бобі 2-3 насінини, Маса 1000 насінин – 140-190 г. Форма насіння – овальна або куляста. Більшість сортів мають жовте насіння, але зустрічаються і зелене, коричневе та чорне.

Корейський підвид включає в себе пізні та дуже пізні форми, які дозрівають за 140-180 днів, бувають також низькорослі скоростиглі, з періодом вегетації 90-130 днів. Кущ широкий або напівстиснутий, гіллястість середня або висока, стебло і гілки грубі. Міжвузля середні та короткі. Листя крупне, форма листка широкояйцевидна з загостреною або притупленою верхівкою, опушення від середнього до рідкого, білувате, світло-руде або руде. Квіти крупні, китиці

середні або багатоквіткові. Боби крупні, рідше середні, широкі, переважають двонасінні, схильні до розтріскування. Насіння крупне, форма округла або куляста.

Слов'янський підвид включає в себе скоростиглі і середньостиглі форми з періодом вегетації 85-120 днів. Рослини низькорослі або середньої висоти, форма куща стиснута, гіллястість висока. Проявляється схильність до полягання та до сплетення гілок, але зустрічаються і високо-стійкі до вилягання сорти. Листки дрібні, рідше середні, від овально - загострених до клиновидних. Опущення густе, рудувате, рідко біле. Квітки дрібні, фіолетові. Китиці середньоквіткові. Боби короткі, рідше середні по довжині, двонасінні. Більша частина бобів розташована в нижній третині куща. Насіння дрібне або середнє, маса 1000 насінин – 100-130 г. Форма насіння овальна або округло-випукла. Забарвлення насіння переважно жовте, рубчик коричневий, як правило з білим вічком.

В СНД поширені маньчжурський та слов'янський підвиди. Соя, яка належить до маньчжурського підвиду, середньоросла, переважно 70-100 см заввишки, утворює великого і середнього розміру листки, боби та насіння. Сорти цього підвиду середньостиглі й переважно зернового типу. Соя слов'янського підвиду – низько-, рідше середньоросла, здебільшого заввишки 40-70 см, частіше утворює тонші стебла, кущ стиснутий, листки, боби і насіння менші, скоростигла. В Україні вирощують сорти сої переважно маньчжурського підвиду і зовсім мало слов'янського.

### **1.3. Морфо-біологічні особливості роду Соя (*Glycine*)**

Соя – однорічна трав'яниста рослина з грубим стрижневим коренем, який проникає на глибину ґрунту 1,5-2,0 м. Від стрижневого формуються довгі бічні корені. Основна маса коріння залягає в орному шарі ґрунту. Глибина залягання кореневої системитзалежить від сорту та умов вирощування.

Висота стебла коливається від 20 см до 2 м. У сортів, поширених в Україні, – від 40 см до 1 м. Воно або грубе і товсте (діаметром завбільшки 11-13 мм) або ніжне і тонке (3-4 мм), прямостояче чи сланке, іноді витке, злегка колінчасто-зігнуте, добре гілкується. Бічні гілки завдовжки до 10-18 см, відхиляються від стебла під різним кутом і утворюють з 5-10 гілок різної форми. Стебло сої і бокові гілки закінчуються суцвіттям або витягнутою верхівкою, яка несе листки. Перш є властиве рослинам із закінченим (детермінантним) типом росту, друге – незакінченим (індетермінантним) типом росту. Завдяки селекції виникли рослини з проміжним типом росту. Основні форми куща – стисла або компактна, проміжна, розкидиста. Стебло і гілки вкриті білими, бурими, жовтими волосками. Опушення – коротке, густе, довге, дуже рідке, повстяне. При досяганні стебло жовтіє, становиться буро-жовтим чи рудим

Листочки - трійчасті (іноді на черешку утворюється до п'яти листочків), з малими прилистками, розміщені почергово, за винятком двох перших примордіальних, які є простими і розміщуються супротивно. Мають різну форму – широкояйцеподібну, овальну, ромбічну, клиноподібну з тупими або загостреними верхівками; опушені, включаючи прилистки, волосками білого, сірого або бурого кольору, завдовжки 15-16, завширшки 3-10 см. Пластинка листка буває гладенька або зморшкувата, м'яка або груба. Колір від світло до темно зеленого. У більшості сортів листки при досяганні рослин опадають, що полегшує механізоване збирання врожаю. Суцвіття сої багатоквіткова проста китиця. Вона знаходиться в пазухах листків. Має 15-26, а іноді більше квіток. Розміщуються квітки у пазухах листків на квітконіжках, утворюючи суцвіття-китиці (грона), які можуть бути короткими, малоквітковими – з 2-4 квітками або довгими, багатоквітковими – з 10-20 квітками і більше. Квітки малі, мають п'ятизубчасту зелену чашечку та п'ятипелюстковий віночок білого або фіолетового кольору, маточку з верхньою зав'яззю та 10 тичинок 9 зрослих і одну вільну.

Плід сої – біб. Боби опушені, вкриті волосками як і вся рослина. Вирізняють крупні боби (6-7 см), середні - (4-5см), дрібні (3-4 см).



Рис. 1.2. Плід сої – опушений біб

Кількість насінин у бобі від 1 до 4, частіше 2-3, ця ознака успадковується. Кількість бобів на рослині від 10 до 350. Боби на рослині розташовуються більш-менш рівномірно, стисло у верхній, або нижній частині рослини. Висота прикріплення нижнього бобу від 2 до 30 см, залежить від способу і густоти посіву. Насіння сої відрізняється за формою, кольором і величиною. За формою має найрізноманітніший габітус: округле, овальне, округло-овальне, овально-видовжене, плоске або опукле; велике, середнє чи дрібне; жовте, зелене, коричневе, чорне, жовте, з коричневою пігментацією; з насіннєвим рубчиком світлого, сірого або темно-коричневого кольору. Маса 1000 насінин – 50-400 г. Коли насіння проростає, сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту.

Соя – культура мусонного клімату, має підвищені вимоги до забезпечення вологою і теплом. Потреба сої в теплі зростає від проростання насіння до сходів, а потім до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури дещо зменшуються. Насіння починає проростати при температурі 8-10 0 С, проте при такій температурі сходи з'являються через 20-30 днів, при 14-16 0 С – через 7-8 днів, а при 20-22 0 С – через 4-5 днів. Підвищення середньодобової температури на початку вегетації до 24-25 0 С призводить до деякого зниження ростових процесів, а температура 35-37 0 С негативно впливає

на ріст, розвиток і утворення бульбочок. Оптимальна температура в період вегетаційного росту 18-22 0 С, для формування репродуктивних органів – 22-24 0 С, цвітіння – 25-27 0 С, формування бобів – 20-22 0 С і дозрівання – 18-20 0 С. Рослини досить легко переносять весняні приморозки до -2,5 0 С, осінні приморозки до -3 0 С не мають негативного впливу на врожай насіння, приморозки -4,0-4,5 0 С призводять до сильного промерзання листків, квітки і боби гинуть.

Сою на формування врожаю використовує значно більше води, ніж зернові колосові культури. Коефіцієнт транспірації коливається від 400 до 1000. Оптимальна вологість ґрунту в період вегетації повинна бути не нижче 70-80%, а на момент дозрівання – 60% від найменшої вологоємності. Впродовж вегетації потреба в волозі неоднакова. Від сходів до цвітіння спостерігається менша потреба в волозі. Найінтенсивніше водоспоживання відбувається в фазу цвітіння і формування бобів. За цей період соя споживає 6-70% сумарного використання води за вегетацію. Сою негативно реагує на повітряну засуху, особливо в період цвітіння і утворення бобів. При дуже низькій вологості в цей період на рослинах не утворюються нові і відбувається скидання вже сформованих бобів. Вимоги до ґрунтів відносно низькі. Сою можна вирощувати на всіх типах ґрунтів при умові, що вони не повинні бути кислими і були добре аеровані. Вона не переносить тривалого затоплення (більше 3-х днів), засолення і кислотності нижче рН 5,5.

#### 1.4. Хімічний склад зерна сої

За хімічним складом соя в арсеналі світових рослинних ресурсів належить до найбільш цінних, рідкісних за комплексом ознак рослин. Соевий феномен криється у рідкісному хімічному складі, у потребі народів, широкому ареалі вирощування і використання для вирішення проблеми білка, олії та інших продуктів. За важливістю у нарощуванні продовольчих ресурсів, місцем у світовій торгівлі, роллю в харчуванні населення і годівлі тварин соя знаходиться у першому ряду культур світового землеробства. Зерно її надзвичайно багате за своїм хімічним складом, що високо ціниться населенням планети.

У сої унікальне поєднання найбільш важливих органічних сполук – білка і жиру (60% маси насіння) – головної складової частини її зерна. Отже, білок і жир сої, їх високий вміст, добра перетравність і доступність для населення стали причиною бурхливого росту її світового виробництва. Якісний склад білків, жирів, вуглеводів і вітамінів у зерні сої значно коливається залежно від сортових особливостей і умов вирощування. Ясно, що в усьому світі, де відчувається нестача продуктів харчування, соєві боби набувають великого значення завдяки її великій ефективності у виробництві білка і рослинної олії.

У насінні сої міститься 40 % білка. Це складний комплекс високомолекулярних сполук, які відрізняються за молекулярною вагою, амінокислотним складом, вмістом азоту, сірки і фосфору, згрупованих у декілька різноманітних за розчинністю фракцій. Білок сої на 88-95 % представлений водорозчинною фракцією, включає легкорозчинні глобуліни (60-81 %), альбуміни – (8-25), важкорозчинні-глобуліни (3-7%). Біологічна цінність його полягає в тому, що він у середньому становить 96 умовних одиниць, яєць – 97. Багато років соєвий білок у виді шроту, як побічного продукту при переробці, застосовували на корм. В останні роки, наприклад, у США соєві білкові добавки використовують при виготовленні ковбас, сосисок, фаршу, а також при переробці курячого м'яса, телятини, шинки та інших продуктів із смаком і структурою натурального м'яса. Попитом населення – в цій країні користується

фарш, який складається із-соевих концентратів (24%) і натурального м'яса (76%). Широке застосування соєвого білка зумовлене тим, що його вартість значно нижча вартості сухого знежиреного молока, в 3 рази менша вартості білка пшениці. Додавання соєвого білка до м'ясних продуктів без зниження їх поживних і смакових якостей зумовлюють значне зниження цін на м'ясні аналоги.

В Японії давно і широко використовують «тофу» (сир), що являє собою коагульований білок, а також соєву пасту, соус і соєве молоко. З давніх давен соєві білкові продукти широко застосовують у харчуванні людей у найбільших за населенням країнах світу Китаї та Індії, а також у Кореї, Бразилії, Аргентині, Канаді, Німеччині. Головною перевагою соєвого білка є висока його збалансованість за амінокислотним складом. Він характеризується високою перетравністю, хорошою розчинністю, функціональними властивостями. Важливо також те, що безпосереднє використання соєвого рослинного білка в харчуванні забезпечує в 5 раз більше білка, ніж можна одержати від тварин, яких відгодовують на тій же площі оброблюваної ріллі.

Соєа дає велику кількість харчового білка з гектара землі. Так, випас великої рогатої худоби на 1 га – забезпечує одержання такої кількості білка, якої достатньо для харчування людини протягом 190 днів, що відповідає 65 кг тваринного білка. З 1 га пшениці можна одержати 202 кг білка, що достатньо для людини на 2167 днів. Соєві боби з 1 га землі дають 655 кг їстівного білка, якого достатньо для людини на 5494 дні.

Соєвий білок, який відзначається високою функціональністю, використовують не тільки в харчуванні, але й у лікувальних цілях, як сировину для приготування препаратів, стимулюючих центральну нервову систему, застосовують при лікуванні діабету і променевої хвороби, виводу з організму радіонуклідів. Це особливо важливо для районів радіоактивного забруднення. Виявлена також антигіпоксична і гіпотермічна активність виділеної із насіння сої ліпоксидази. Соєві білки поліпшують склад крові, зменшують вірогідність інфаркту міокарда, атеросклерозу, гіпертонії, зберігають потенцію чоловіків



старшого віку. Маючи всі незамінні амінокислоти, соя підвищує опірність організму, використовується для приготування препаратів, регулюючих обмін сполук, діяльність мозку, нервової системи. Соеві білкові продукти корисні як молодим, так і людям похилого віку, Особливе значення мають соєві білки в годівлі високопродуктивної худоби і нарощуванні продукції тваринництва. Якщо в період формування врожаю велика частина білків міститься ще в листках, то в період наливання і досягання бобів спостерігається перерозподіл його, в результаті чого основна кількість нагромаджується в насінні. Завдяки унікальності біологічних особливостей і процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту атмосфери, в її листках синтезується значно більше білка і жиру, ніж в інших зернобобових культурах горосі, кормових бобах, люпині. Крім того, за біологічною цінністю соєвий білок близький до білків тваринного походження, тому добре поєднується в харчуванні з іншими білками тваринного і рослинного походження. Білок сої має незаперечну перевагу перед іншими рослинними і тваринними білками, завдяки найнижчій його вартості.

На рівні ФАО ООН білок сої прийнятий за стандарт на рослинні білки. Серед білкових ресурсів на світовому ринку і на найбільших торгових біржах користуються великою популярністю – зерно сої, соєвий шрот, соєва олія і соєві білкові продукти.

Зерно сої – цінна сировина для одержання харчового рослинного білка, який використовують для приготування заміників натурального м'яса, риби та інших, добавок у кондитерські та хлібобулочні вироби. Уже розроблені технології для одержання трьох видів сировинних білкових харчових продуктів із сої: шроти, соєве борошно і крупа – 44-55 % білка, соєві білкові концентрати – 70 і соєві білкові ізоляти – 90 %.

Жири. В насінні сої міститься 18-23 % жиру, а в деяких сортах до 28,6 %. При переробці зерна сої одержують соєву олію. Цінність її зумовлена високим складом гліцеридів, високоенергетичних жирних кислот: у ньому близько 95 % гліцеридів жирних кислот, з яких 85 % ненасичених і 15 насичених. Його калорійність становить 8,37 кал в 1 кг олії. За поживністю і перетравністю соєва

олія близька, або мало поступається коров'ячому маслу. Соева олія краще інших, не тільки завдяки її функціональним і харчовим властивостям, але й тому, що вона забезпечує світовий ринок великою кількістю високоякісної харчової рослинної олії.

Вуглеводи. У насінні сої міститься вуглеводів 22-35 %, у тому числі моноцукрів – 0,7-2,2, сахарози – 3,31-13,5, рафінози – 1,13, стахіози – 3,52, крохмалю і декстрину – 8,1-8,97, (пентозанів – 3,8-5,45, галоктону 4,6, арабану – 3,8, целюлози (клітковини) – 3,3-3,7, геміцелюлози – 1,3-6,5 % та ін. Однак лише частина цих речовин засвоюється організмом людини і тварин. Вони представлені основними компонентами: розчинні цукри – 9-12 % маси насіння, крохмаль – 3-9, клітковина – 3-7 %. Розчинні цукри складаються в основному із сахарози, рафінози і стахіози, які в сумі становлять 99 % всіх розчинних цукрів. Моносахариди становлять менше 1 % розчинних цукрів. Вуглеводи сої цінні тим, що більша частина їх добре розчинна у воді й легко засвоюється організмом тварин. Галоктони, пентозани, геміцелюлози погано засвоюються або зовсім не використовуються. Нерозчинні вуглеводи (клітковина, декстрини, пектини) також відіграють позитивну роль у харчовому процесі, активізуючи засвоєння інших поживних речовин.

Фосфатиди. Насіння сої – багате джерелом фосфатидів. Це фосфоровмісні жироподібні речовини, які в соєвому насінні представлені лецитином (близько 30 % всіх фосфатидів), кефаліном, фітином, нуклеїновими кислотами, інозитолфосфатидами. В сої фосфатиди, стерини і їх ефіри, токофероли, пігменти є структурними елементами клітин рослин, відіграють активну роль у фізіологічних процесах, а, потрапляючи в олію при екстракції, впливають на її якість. Вміст фосфатидів у насінні сої коливається від 1,3 до 2,5 % (середній вміст 1,8 %). Фосфатиди беруть участь у процесах перетворення жирів в організмах людини і тварин, сприяють утворенню білків і запобігають їх розпаду, підвищують засвоєння жирів і білків. Насіння сої, як багате джерело фосфатидів, використовують для промислового їх виробництва.

Стерини, які містяться в насінні сої, витягуються разом з олією і становлять 0,32 – 0,64 % його маси. Неорганічні речовини багато представлені в насінні сої (4,5-6,8 %). В них міститься: калію – 1,61-2,5 %, фосфору – 0,51-1,09, сірки – 0,48, кальцію – 0,35-0,98, магнію – 0,11-0,55, натрію – 0,15-0,62, заліза – 0,01 %. У насінні сої містяться мікроелементи, які входять до складу ферментів, або є їх активаторами і впливають на синтез білків, жирів, вуглеводів. Вміст мікроелементів у насінні сої у середньому становить, мг/кг сухої речовини: міді – 12, марганцю – 30, бору – 13, цинку – 28, алюмінію – 20, барію – 9, хрому – 1,5, кобальту – 0,1, стронцію – 0,2. Засвоюваність ряду неорганічних речовин досить низька. Неповна засвоюваність фосфору зумовлена тим, що приблизно 50-66 % його кількості входить до складу фітинової кислоти, яка, в свою чергу, знижує засвоюваність кальцію, марганцю, міді, молібдену, магнію, заліза і цинку. Найбільша кількість азоту, наприклад, міститься в листках, бобах і бульбочках, фосфору – в бобах і бульбочках, калію - в бобах, листках і стеблах, кальцію – в листках, стеблах і бобах, алюмінію, заліза і сірки - в коріннях, марганцю – в листках.

Не можна не враховувати, що значна частка мінеральних елементів, які входять до складу насіння сої, відіграють позитивну роль при використанні соєвих продуктів у харчових і кормових цілях. Її листки багаті на мідь, залізо та інші речовини.

Ферменти і вітаміни. У сої ферментний склад досить різноманітний. Серед основних слід назвати уреазу, ліпок – сидазу, ліпазу, протеазу, катепсін, пероксидазу, каталазу, інвертаду, редуктазу, аскорбіназу та ін.

У соєвій рослині у більшій або в меншій кількості знайдено всі вітаміни. В стиглому насінні містяться такі вітаміни: В – каротин (провітамін А), тіамін (В<sub>1</sub>), рибофлавін (В<sub>2</sub>), аскорбінова кислота (С), альфа-токоферол (джерело вітаміну Е), філлохінон (вітамін К), біотин, пірадоксин, фолієва кислота, пантатенова кислота, нікотинова кислота (РР), інокозитол, холін, ніацин, В – каротин, із якого утворюється вітамін росту (А), що застерігає тварин від захворювання ксерофтальмією, міститься в зеленому насінні сої у кількості 2-

7 мг/кг у стиглому насінні – 1,3 мг/кг, в листках – 70, в стеблах – 3,0, у квітках – 5,2, в бобах – 2,3 мг/кг. Вміст його в соєвому молоці (7,5 мг/кг) в 2 рази більший, ніж у коров'ячому.

У насінні сої, як і в інших бобових культурах, особливо багато вітамінів В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub>. Тіамін (В<sub>1</sub>) відіграє дуже велику роль в обміні вуглеводів, запобігає захворюванню поліневритом. При недостатчі вітаміну В<sub>2</sub> (рибофлавіну) уповільнюється синтез ряду ферментів, що призводить до багатьох хвороб. У стиглому насінні сої вміст вітаміну становить 11-17 мг/кг, або в три рази більше, ніж у сухому коров'ячому молоці; вітаміну В<sub>2</sub> в середньому 2,4 мг/кг, що в 6 раз більше, ніж у пшениці, ячмені, вівсі, гречці та в 3 рази більше, ніж у кукурудзі. Найбільша кількість цих вітамінів у проростках і в молодих органах рослин сої, причому в її проростках вміст вітаміну В<sub>2</sub> в 3 рази більший, ніж у стиглому насінні.

Вітаміни групи В нестійкі проти високих температур, – тому їх кількість різко зменшується в соєвих продуктах, які піддавались тепловій обробці. Токофероли, що знаходяться в насінні та олії сої, є кращим джерелом вітаміну Е, який відіграє важливу роль у підтримці функції розмноження тварин. В 1 кг насіння сої міститься близько 600 мг цього вітаміну, а в 1 кг соєвої олії – 1,7-2,2. Вітамін К (філохінон) знайдений у насінні сої. Він забезпечує нормальне зертання крові. Вміст інших вітамінів у зерні сої такий: пантотенової кислоти – 12 мг/кг, біотину – 0,5, піридоксину – 3,5, фолієвої кислоти – 1,3, нікотинової (РР) – 30, холіну – 3-3,8 мг/кг.

Вітамін Д міститься в зерні та продуктах переробки сої у незначній кількості. При введенні в раціони соєвого молока, як замітника натурального, їх доповнюють цим вітаміном. У сої містяться інгібітори протеолітичних ферментів перетравного тракту (інгібітор трипсину, гемаглютеніни та ін.). Середній вміст інгібіторів у білку насіння сої становить 6,7-8,4 %. Встановлена від'ємна кореляція між вмістом білка в насінні й трипсинінгібіторної активності, Знаючи це, можна відбирати для селекції високобілкові форми з низькою активністю інгібіторів. Інгібітори проєталітичних ферментів відіграють важливу

роль у житті рослин сої які беруть участь у регулюванні процесу протеалізу в достигаючому і проростаючому насінні, а також виконують функції захисних білків, формуючи комплексну стійкість її сортів проти несприятливих факторів, хвороб і шкідників.

При термічній обробці сої руйнуються інгібітори трипсину, та інших антипоживних речовин. У зв'язку з цим для харчування людей і годівлі тварин рекомендується застосовувати соєві продукти, які пройшли термічну обробку – автоклавування, пасирування, обсмажування, варіння, екструзію та ін. При переробці сої для одержання шроту і олії – її зерно піддається термічній обробці в технологічному процесі, тому шроти і макуха включаються в комбікорми без додаткової обробки. Сире зерно сої згодовувати не рекомендується, його обов'язково потрібно піддавати термічній обробці, яка підвищує перетравність білка та інших поживних елементів.

## **РОЗДІЛ 2. ПОТЕНЦІАЛ ВИРОБНИЦТВА СОЇ - НЕВИЧЕРПНОГО ДЖЕРЕЛА БІЛКІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ.**

На вітчизняному аграрному ринку соя вже багато років поряд із зерновими культурами займає провідні позиції в експорті і переробці на харчові та кормові цілі, а також має стратегічно важливе значення у забезпеченні продовольчої і економічної безпеки країни. Основними передумовами, які зумовили зміну становища цієї культури в світі за останні 20 років, стали зрушення у структурі харчування населення розвинених країн, що пов'язані із переходом від використання тваринних жирів на рослинні та олію; а також збільшення його чисельності в країнах Азії і стрімкий розвиток галузі тваринництва у ЄС. У сукупності це зумовило зростання глобального попиту на сою та переорієнтацію багатьох країн на її вирощування, серед яких опинилася і наша країна [3].

### **2.1. Агробіологічний потенціал сої**

Соя – основна високобілкова культура світового рослинництва, вона є однією серед найбільш поширених зернобобових і олійних культур, відіграє вирішальну роль у сільському господарстві, технічній і переробній промисловості та медицині. Це цінна зернобобова культура, яка набуває особливого значення при формуванні вітчизняного ринку високо-протеїнових кормів, збалансованих за поживними речовинами та амінокислотами. У насінні сої міститься в середньому 36 – 45 % білка, 19 – 22 % – жиру, 23 – 28 % вуглеводів, значний вміст вітамінів, ферментів, мінеральних та інших речовин [33, 66].

Серед зернобобових культур соя завдяки широкому спектру використання посідає виняткове місце. Основною її відмінністю є хімічний склад зерна, що з позицій енергетичної цінності дозволяє назвати соєву рослину унікальним створінням природи [230]. Соя була завезена в Україну з Китаю у

XIX ст. Її культивували з науковою метою [62]. Першість у світовому виробництві сої багато років займали країни Південно-Східної Азії, де вона й дотепер залишається одним з основних джерел продовольчих і кормових ресурсів [58, 14, 15, 238]. У другій половині XX ст. у Північній і Південній Америці високими темпами розширювались площі посіву сої, зростала її урожайність та збільшувалося виробництво. Наразі світовий приріст обсягів виробництва сої головним чином відбувається за рахунок цього регіону [185, 187].

У вирішенні проблеми кормового і харчового білка в Україні важливе місце займає збільшення виробництва зерна сої, білок якої за біологічною цінністю та складом незамінних амінокислот наближається до білків тваринного походження. Дефіцит рослинного білка в Україні обумовлений, перш за все, небажанням товаровиробників серйозно займатися виробництвом високобілкових інгредієнтів, особливо сої [39, 204]. Соя не має рівних за кількістю виготовлених з неї продуктів. Із сої виготовляють соуси, молоко, сир, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви тощо. Завдяки добрій перетравності та розчинності її білок використовують також у лікувальних цілях. Соя підвищує імунітет організму людини до різних захворювань завдяки незамінним амінокислотам, які регулюють обмін речовин [124].

Соя як найбільш цінна зернобобова культура набуває в умовах Лісостепу України все більшого поширення, насіння якої використовується здебільшого для збалансування корму за білком, що різко підвищує ефективність його використання. У зв'язку з цим, виникає необхідність розширити посівну площу сої та збільшити її виробництво, особливо у вузькоспеціалізованих сівозмінах великих та дрібнотоварних агроформувань [169].

Соя посідає перше місце у світовому виробництві рослинної олії, яку використовують на харчові цілі і для виробництва промислової продукції [203, 250].

В Україні склалися сприятливі кліматичні умови для вирощування сої, тому впродовж 20 років посівні площі та валовий збір цієї культури збільшились у 12 та 17 разів, відповідно [132]. Виробництво сої зросло від 64,4 тис. т у 2000 р. до рекордного показника – 876,1 тис. т у 2006 р. Це було досягнуто завдяки створенню та впровадженню у виробництво сортів сої нового покоління, розробці сортової технології їх вирощування, підвищенню попиту на цю культуру на ринку. Україна вперше вийшла на світовий рівень нарощування білково–олійних ресурсів за рахунок сої [165].

При дотриманні рекомендованих технологій вирощування можна досягти урожайності 2,5 т/га і вище. Такий рівень виробництва виводить Україну в лідери з виробництва сої серед країн ЄС та СНД, а також дає змогу нашій країні розміститися у десятці найбільших виробників її у світі [289].

З метою чіткої стратегії виробництва цієї культури в умовах економічної нестабільності розроблена програма «Соя України». На думку провідних світових фахівців, при збереженні темпів приросту населення, збільшенні потреб у рослинному білку та олії на світових ринках посіви сої будуть розширюватись, і цілком можливо, що вона залишиться головною білково-олійною культурою й в XXI столітті [202, 285].

За повідомленнями вчених [4, 243, 291], при вирощуванні сої в США, підбір сортів та розміщення їх у різних ґрунтово-кліматичних зонах залежить від тривалості світлового дня. В Україні, де лімітуючими факторами вирощування сої є тепло і волога, сорти даної культури поділяються на різні групи стиглості залежно від тривалості вегетаційного періоду.

Збільшення виробництва сої в усіх зонах вирощування зумовлене як розширенням посівних площ, так і підвищенням її урожайності. Проте, велике значення у підвищенні врожайності та поліпшенні якості насіння сої має підбір сорту [16, 160].

Виявлено, що від суми активних та ефективних температур напряму залежить тривалість проходження фаз росту і розвитку в онтогенезі сільськогосподарських рослин, у тому числі сої [24]. У Степу Північному та



Лісостепу Південному, які достатньо забезпечені теплом і в яких достатньо довгий період вегетації, можна вирощувати такі сорти сої, у яких тривалість вегетаційного періоду становить 130 – 140 днів. Та в умовах Лісостепу Правобережного і Лівобережного та Полісся, де є дефіцит тепла, рекомендовані для вирощування лише ранньостиглі або середньостиглі сорти сої з вегетаційним періодом до 120 – 130 днів [181].

Підвищення поживної та енергетичної цінності кормів для сільськогосподарських тварин можливе лише шляхом збільшення в них насіння сої. Провідне місце займає вивчення і створення комплексних агроекологічних систем, технологічних заходів вирощування цієї культури [125, 27].

Світова площа посіву сої в 2009 р. вперше досягла 100 млн га. Світове виробництво цієї культури досягло 253 млн т, за обсягами виробництва вона займає четверте місце в світі після кукурудзи, пшениці і рису. Сівозміни із зерновими бобовими культурами, зокрема з соєю, вважають класичними для відтворення родючості ґрунтів, підвищення їх продуктивності, нарощування продовольчих ресурсів та поліпшення екологічної безпеки. Неперевершеною є роль сої для підвищення родючості ґрунту завдяки симбіозу її з бульбочковими бактеріями, внаслідок чого вона накопичує 150 – 200 кг/га азоту, на 60 – 80 % забезпечує власну потребу в цьому елементі живлення, збагачує ним ґрунт, покращує азотний баланс останнього, підвищує врожайність культур, які висівають після неї, і продуктивність сівозміни в цілому. Саме тому інокуляція сої є необхідним агротехнічним заходом [233, 210].

Дослідження свідчать, що в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах при вирощуванні сортів сої які відносяться до різних груп стиглості найбільшу врожайність можна отримати від більш пізньостиглих. Тобто в однакових сприятливих умовах вирощування сортів сої з довшою тривалістю вегетаційного періоду можуть мати вищу врожайність [227].

На території України для виробництва зерна сої за ґрунтово-кліматичними умовами найбільш придатний Правобережний Лісостеп. Таким чином, посівні

площі культур, а також рівні їх врожайності, в значній мірі залежать від кліматичних умов року та зони вирощування [108].

У перспективі виробництво сої передбачає формування в Україні соєвого поясу в Лісостепу. Тут ґрунтово-кліматичні умови найкраще відповідають біологічним потребам цієї культури, завдяки чому вона досягає повної стиглості та формує високий урожай. На цій території сою можна вирощувати на площі 2 млн га, в перспективі навіть і більше [42, 34]. Не зважаючи на це, при виборі сорту сої для вирощування особливу увагу необхідно звертати на те, для якої зони він районований. При недостатній екологічній пластичності сорт, який формує високу урожайність в умовах Степу, в Лісостеповій зоні України не дасть таких результатів [159]. Під час вирощування сої в умовах Північно-східного Лісостепу України доцільно надавати перевагу сортам із високою пластичністю та стабільністю, що є важливим чинником реалізації генетичного потенціалу сорту та отримання гарантовано високого врожаю сої [154].

Отже, на основі глибокого аналізу джерел літератури, можна зробити висновок, що соя є досить пластичною сільськогосподарською культурою з великим потенціалом та значними посівними площами не тільки в Україні, а й світі. Унікальна за своїм складом вона поєднує в собі значну кількість господарсько-цінних ознак, та відіграє провідну роль у вирішенні проблеми рослинного білка, забезпечуючи при цьому одержання продуктів харчування високої якості. Крім того соя, як азотфіксуюча бобова культура є незамінною складовою біологічного землеробства, підвищуючи показники родючості ґрунту, що робить її одним із кращих попередників для наступних культур сівозміни.

## **2.2. Сучасний стан та масштаби світового виробництва сої**

Соя ще з тринадцятого століття була традиційною культурою для Східної та Південної Азії, де вона була не лише як зернобобова культура, а й як

ефективний замітник молочних та м'ясних продуктів. Незважаючи на це, великої світової популярності вона почала набувати лише в другій половині ХХ ст. Так, за останні 50 років світове виробництво сої зросло в дев'ять разів. Передусім цьому сприяло створення нових більш врожайних сортів та гібридів і покращення технології виробництва й переробки. Зниження втрат при зборі сої також мало місце для зростання показників середньосвітової врожайності. Іншою причиною став розвиток інфраструктури, який призвів до активізації світової торгівлі, і це дало можливість виробникам реалізовувати готову продукцію на нові ринки [2].

За останні роки у світі істотно зменшилися посівні площі пшениці й ячменю і лише для сої характерна постійна динаміка збільшення її площ. Паралельно підвищується і урожайність цієї культури. На теперішній час за посівними площами та валовими зборами зерна соя посідає четверте місце у світі серед основних польових культур. Якщо на початку інтенсивного впровадження сої на неї робили ставку як на олійну культуру, то в останні роки акцент все більше переноситься як на джерело білка, особливо харчового, збалансованого за амінокислотним складом. Соевий білок поліпшує харчові властивості інших рослинних білків, оскільки ті амінокислоти, яких не вистачає в інших білках, є в достатній кількості у соєвому продукті. Уведення соєвого білка у меню є чудовим способом компенсувати брак лізину та інших амінокислот у білку пшениці, рису, жита, ячменю, вівса, проса, кукурудзи

На сьогоднішній день світове виробництво сої становить майже 352 млн т і незмінно лідерами є США, Бразилія, Аргентина, які в 2016-2017 р. зібрали рекордні 286 млн т сої, що становить 82 % світового виробництва. Також до провідних виробників відносять Китай (12,3 млн т), Індію (11,5 млн т) та Парагвай (10,3 млн т) [2].

Причиною тому є часткове підвищення площ під сою, за рахунок зменшення посівів кукурудзи в США, а також підвищення врожайності бобових в основних країнах-виробниках. Крім того, загальна світова пропозиція зростає через великі поточні запаси.

США, Бразилія, Аргентина є лідерами виробництва продукту. Сполучені штати вирощують 33 % світової сої. Продаж сої на зовнішні ринки склав 46,675 млн т і досяг половини всього світового експорту. Головні покупці сої із США - Китай, Японія і Мексика. Бразилія і Аргентина посідають другу і третю сходинки. Інші місця розподілилися наступним чином: Китай, Індія, Парагвай, Канада. Україна розташувалася на 8 місці у світі по виробництву, але займає 6 місце з продажу сої (табл. 2.1, рис. 2.1).

*Таблиця 2.1.*

**Країни-лідери з виробництва сої в світі, млн т**

№	Країна	2016	2017	2018
1	США	108,0	117	119,5
2	Бразилія	94,5	112,5	116,5
3	Аргентина	58,5	59,8	53,4
4	Китай	12,35	11,9	16,6
5	Індія	9,8	14	10,5
6	Парагвай	8,5	10,3	10,0
7	Канада	6,05	6,2	7,7
8	Україна	3,9	3,9	4,4
9	Уругвай	3,5	2,2	3,2
10	Болівія	2,7	3,2	3,6

Активне використання соєвого шроту для кормів змушує виробників продукції тваринництва купувати сою та продукти її переробки і сприяє зростанню загального світового попиту на сою.

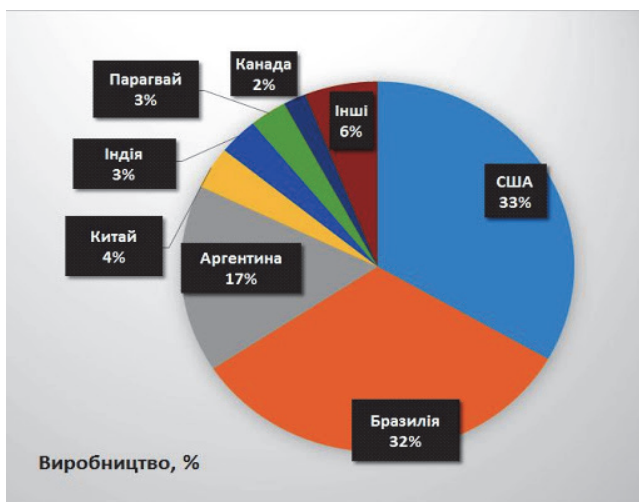


Рис. 2.1. Світові лідери з виробництва сої, %

Переробка сої на біодизельне паливо також є суттєвим фактором підвищення інтересу до неї. Але є зворотна сторона – ціна на сою стає залежною від світових енергоносіїв.

Якщо казати про світовий імпорт, бажаючи купити сою вишикувались в наступному порядку: лідирує Китай – 63,51 % світового попиту і ця доля буде зростати, друге місце в Євросоюзу – 10,81 %, Мексика, Японія і Тайвань - 3,20%, 2,29 % і 1,85 % відповідно [6].

### 2.3. Місце України на світовому ринку за виробництвом і торгівлею соєю

В Україні з 2000-х років спостерігається стійка тенденція і високі темпи збільшення посівних площ та валових зборів сої. Україна вийшла на перше місце в Європі за виробництвом сої. Це сталося завдяки створенню та впровадженню у виробництво сортів сої нового покоління, розробці сортової технології їх вирощування, підвищенню попиту на сою на світовому ринку. Прогнози свідчать

про те, що виробництво сої зростатиме і на далі і вітчизняне птахівництво буде повністю забезпечене власною соєю

Вирощування сої на відміну від надмірного збільшення посівних площ соняшнику має позитивний ефект для всього сільського господарства, оскільки ця культура є ідеальним попередником практично для всіх зернових культур, її особливою властивістю є наявність бульбочкових бактерій, які дозволяють фіксувати азот з повітря і за період вегетації накопичувати його в ґрунті в межах 80-100 кг/га.

Це дуже важливо в економічному плані при недостатніх обсягах внесення мінеральних та органічних добрив, що призводить до від'ємного балансу поживних речовин у ґрунті, який за розрахунками науковців складає біля 200 кг/га, чим порушується основне правило землеробства, яке зобов'язує товаровиробника повернути у ґрунт еквівалентну кількість поживних речовин, що була витрачена на формування урожаю.

Учені України розпочали оригінальні дослідження з термічної обробки зерна сої для підвищення її засвоюваності, а також заготівлі гранул монокорму з рослин сої, зібраних у фазі жовтої стиглості. Україна є одним із ініціаторів розробки технології вирощування сої на зрошуваних землях та активного впровадження її у виробництво. Як свідчать наукові дослідження та практика кращих господарств України, за кращих агротехнічних умов, особливо за умов зрошення, можна щороку одержувати високі, сталі врожаї цієї культури [5].

Соя – один з найкращих попередників для зернових культур, до того ж сама є високорентабельною культурою, яка сприяє підвищенню родючості ґрунтів. Суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України. При дотриманні рекомендованих технологій вирощування можна досягти врожайності 2,5 т/га і вище. Враховуючи витрати на 1 га і середню ціну реалізації, рентабельність виробництва сої становить понад 50 %. Тому, беручи до уваги стабільний попит на цю культуру в світі та Україні, виробники сої можуть отримати великий економічний ефект від її вирощування.

Фахівці прогнозували до 2015 року збільшення виробництва сої в Україні до 4 млн тонн, при площі посіву на рівні 2 млн га, а також збільшення частки сої в структурі зернових і зернобобових до 10 %. А за даними НААН України соя в структурі посівних площ може займати до 20%. Слід відмітити, що сподівання фахівців справдилися повністю, і навіть більше (табл. 2.2). Єдиною проблемою при вирощуванні залишається недостатній ріст її врожайності. Нині Мінагрополітики України сприяє впровадженню у виробництво високоврожайних сортів сої [4].

Соя надзвичайно корисний продукт. Один кілограм сої за кількістю протеїну замінює два кілограми м'яса або риби, чотири кілограми пшениці або ж 12 літрів молока [8].

*Таблиця 2.2.*

**Посівна площа, врожайність сої та її частка в структурі зернових та зернобобових в Україні за 1990-2019 рр.**

Рік	Посівна площа, тис. га	Урожайність, ц/га	Частка сої в структурі зернових та зернобобових, %
1990	92,6	11,3	0,6
1995	24,7	9,7	0,18
2000	64,8	10,6	0,47
2005	438,5	14,3	2,9
2010	1076,0	16,2	7,1
2011	1134,2	20,4	7,2
2012	1476,4	17,0	9,6
2013	1356,7	20,5	8,4
2014 <sup>1</sup>	1805,8	21,7	12,2
2015 <sup>1</sup>	2158,1	18,4	14,6
2016 <sup>1</sup>	1869,4	23,0	13,0
2017 <sup>1</sup>	1999,3	19,7	13,6
2018 <sup>1</sup>	1728,7	25,8	11,7
2019 <sup>2</sup>	1834,5	-	-

Примітка:1- Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях. 2- Прогноз. Станом на 6 травня 2019 року засіяно 532 тис. га (29 %).

По вирощуванню сої сучасна Україна посідає перше місце у Європі і колишніх країнах СНД, і увійшла до топ – 10 світових виробників (8 позиція). Причому за врожайністю випереджає кілька країн, що попереду у цьому переліку. За врожайністю у топ-10 Україна посідає 6 місце.

Варто зауважити, що останніми роками спостерігається цікава тенденція строкатості як врожайності, так і посівних площ: наприклад, 2014 року було посіяно 1,8 млн га сої, отримали врожайність 21,7 ц/га, 2015 року посіяли понад 2,1 млн га, врожайність впала до 18,4 ц/га. Аналізуючи дані таблиці 2.2. за роками, спостерігається зниження показника урожайності сої при зростанні посівної площі.

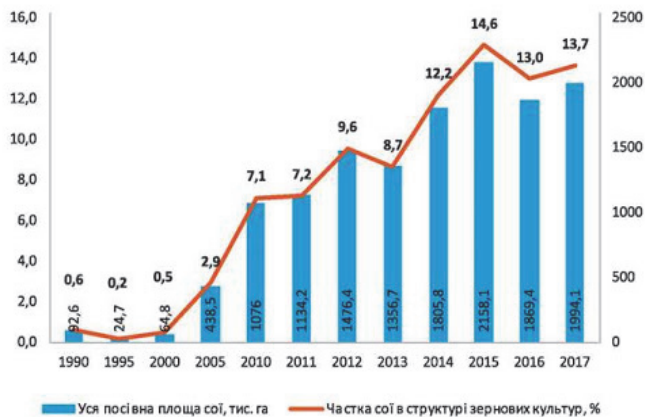


Рис. 2.2. Динаміка посівних площ сої в Україні за 1990-2018 рр.

У 2018 році українські аграрії засіяли соєю трохи більше 1,7 млн га, що на 14,5 % менше у порівнянні з минулим роком, свідчать дані Держстату. Це мінімальні площі за останні п'ять років. Найбільші посівні площі сої у 2018 році були зафіксовані у Полтавській (178,6 тис. га), Хмельницькій (169,1 тис. га), Київській (138,3 тис. га), Сумській (137,0 тис. га), Житомирській (131,6 тис. га) та Кіровоградській (116,2 тис. га) областях (разом по 6 регіонах 52 %, рис. 2.3.). Найбільше скорочення площ посівів сої відбулося у Луганській області (на 59,1 % менше, ніж торік), Дніпропетровській (47,7 %), Миколаївській (43,2 %),



Харківській (36,5 %), Одеській (29 %) та Кіровоградській областях (27,3 %) [1].

Основною причиною суттєвого скорочення площ під соєю у 2018 році стали «соеві правки» Закону України № 2245-VIII від 21 грудня 2017 року, відповідно до яких з 1 вересня 2018 року до 31 грудня 2021 року скасовується бюджетне відшкодування ПДВ при експорті соєвих бобів. Станом на 30 серпня, президент України підписав законопроект №7403-д, яким скасовується норма щодо Невідшкодування ПДВ при експорті сої, насіння свиріпи та ріпаку для виробників, які самостійно поставляють ці культури за кордон. Даний законопроект сприятиме відновленню зацікавленості товаровиробників у вирощуванні цієї культури, що сприятиме стабілізації площ посівів та виробництва цієї культури у 2019 році [5].

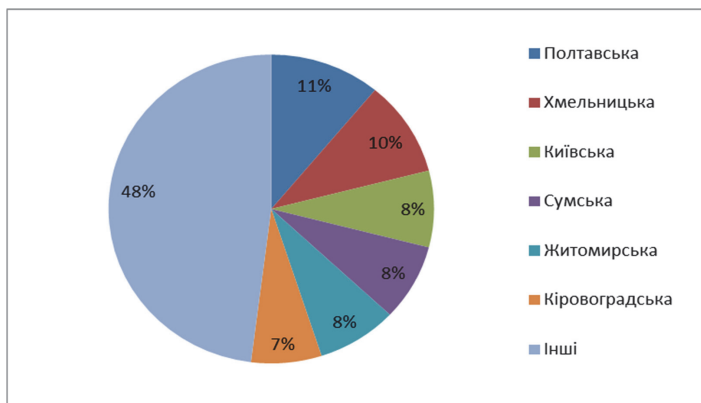


Рис. 2.3. Регіони з найбільшими посівними площами сої в Україні та їх частка у загальній структурі в 2018 р., %

Метою впровадження даного законопроекту було стимулювання розвитку в Україні підприємств з переробки насіння олійних культур, забезпечення завантаження вже діючих вітчизняних переробних потужностей, зменшення питомої ваги експорту сільськогосподарської сировини, яка може бути перероблена в Україні і збільшити експорт готової продукції та стимулювання умов для створення нових робочих місць.

Та, нажаль, ухвалення даного законопроекту мало негативні наслідки. Так, якщо 2017 року було експортовано 2,9 млн тонн сої (2018 лише 1,9) на суму \$1,06 млрд, то щоб досягти такої ж цифри від експорту шроту, його необхідно продати 2643 тис. тонн за середньої ринкової ціни \$400,8/тонна. Та у 2018 році за 11 місяців Україна експортувала лише 353,8 тис. тонн соєвого шроту з вироблених 751 тис. тонн (менше половини). Тож постає питання: для кого цей шрот переробляти? В Україні розвинене птахівництво, де нарощується поголів'я. Але відбувається скорочення поголів'я ВРХ і свиней. Тому необхідно вирішувати проблеми пошуку шляхів реалізації переробленої продукції. У світі соя популярна також як продукт харчування для людей, в Україні ж, поки-що, йдеться здебільшого про неї як про сировину для комбикормів.

## РОЗДІЛ 3. РОЛЬ СЕЛЕКЦІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

### 3.1. Напрями та методи селекції

В Україні урожайність сортів сої у виробничих умовах значно нижча від їхньої потенційної можливості, що свідчить про недостатній рівень вивченості особливостей росту й розвитку рослин, формування фотосинтетичних параметрів посівів залежно від поширеності й розвитку хвороб та шкідників, рівня стійкості до посухи та холоду.

Незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених цим питанням, з кожним роком проходять випробування та реєстрацію нові сорти, які характеризуються генетичною різноманітністю, але потребують індивідуального оцінювання на стійкість щодо біо- та абіотичних чинників для виявлення джерел стійкості та залучення в сучасні селекційні програми, що і становить актуальність напрямку наших досліджень. Сою, як і більшість вирощуваних видів рослин, уведено в культуру в епоху неоліту. Завдяки селекції вдалося створити зовсім нову рослину і значно підвищити її урожайність. Сучасну селекцію здійснюють методами гібридизації, мутагенезу, генної інженерії, біотехнології та поєднанням їх у селекційному процесі. Дослідження генетичного і селекційного напрямів здійснюють відомі наукові центри, університети, великі світові компанії, фірми.

З огляду на стратегію адаптивної селекції сої вирішальними у довгостроковій перспективі стають як подальше зростання продуктивності її сортів і агроценозів, так і стійкість до біо- та абіотичних чинників, які набувають особливого значення у процесі поширення в нові регіони з більш суворим кліматом. У зв'язку із цим у країнах із тропічним і субтропічним кліматом, достатньою кількістю вологи і тепла Північної і Південної Америки, Південної Європи, де тепер розміщені основні посіви цієї культури, переваги в селекції

традиційно надаватимуться підвищенню потенційної продуктивності сортів на основі міжсорткових схрещувань і біотехнології.

Із науковим розвитком рослинництва і землеробства, розширенням ареалу вирощування і напрямів використання сої роль селекції в еволюції культури посилювалася. У різних країнах світу створені високопродуктивні, добре адаптовані до місцевих умов сорти, які відзначаються оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, мають підвищений вміст протеїну або жиру в насінні, стійкі до основних хвороб і шкідників, здатні фіксувати значну кількість азоту із повітря. Різноманітність форм сої, які вирощувалися, зростала частіше за все по ознаках, важливих з точки зору господарського використання людиною (урожайність, вегетаційний період, вміст білка, жиру тощо). В основних країнах-виробниках сої у посівах переважають сорти невиліягаючі, з товстим стеблом, стиснутою формою рослини, з меншим гілкуванням, детермінантного типу, з крупним насінням, придатні для механізованого збирання, харчового й комплексного використання.

По мірі створення вихідного матеріалу почали використовувати методи гібридизації, мутагенезу, Педиґрі тощо. Уже пізніше входять у практику наукові методи селекції, генетики, біотехнології, з використанням яких створюються більш урожайні сорти, генетично модифіковані рослинні організми. Методи селекції сої змінювалися, удосконалювалися, розроблялися для розв'язання конкретного завдання у відповідному регіоні. В останні роки у селекційній практиці інтенсивно застосовують методи з використанням культури тканин, клітин, ізольованих зародків і соматичної гібридизації. Завдяки їм вдалось перенести гени віддалених видів у культурні сорти, в результаті чого одержали генетично модифіковані організми, що несуть принципово нові ознаки. У культурі *in vitro* можливо ефективно вести селекцію на стійкість до патогенів, гербіцидів, засолених ґрунтів, високого або зниженого рН, посухи, підвищених або низьких температур.

Завдяки сучасним методам селекції вдається скоротити період створення сортів із 10–12 до 5–6 років. До прикладу, в Північній та Південній Америці, де

ся порівняно нова культура, відзначено найбільші темпи збільшення її виробництва за рахунок селекційних досліджень. Створені сорти інтенсивного типу із підвищеним рівнем стійкості до хвороб. Урожайність кращих із них за оптимальних умов перевищує 4 т/га, насіння містить 36–37 % білка та 21–22 % олії.

За багато сторіч сформувався великий генофонд сої культурної і дикорослої. До сучасного генофонду сої культурної (*Glycine max*) входять понад 270 тис. зразків (генотипів), які наявні або яких підтримують у 91 країні. Мобілізація генетичних ресурсів лежить в основі адаптивної системи селекції.

Найбільшу у світі добірку ідіоплазми сої має батьківщина цієї культури - Китай: приблизно 26 тис. генотипів, менша кількість – у США – 19 тис. (колекція Міністерства сільського господарства США). В Україні колекція зразків становить 18,1 тис., вона розміщується в таких установах: селекційно-генетичний інститут (Національний центр насіннізнавства та сортовивчення (далі СГІ НЦНС), ННЦ «Інститут землеробства НААН», Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, Інституту рослинництва ім. В. Я Юр'єва НААН, Інституту землеробства південного регіону НААН, Полтавської державної аграрної академії, Кіровоградської ДСГДС, Буковинської ДСГДС та ін. У Росії налічують 16,5 тис. зразків. Колекція Бразилії становить 18,7 тис. зразків, Японії – 15,2; Тайваню – 19,9; Індії – 10,4; Австралії – 4,7; Південної Кореї – 3,7; Філіппін – 3,3; Франції – 3,0; Румунії – 2,7; Мексики – 2,6; Колумбії – 2,4; Зімбабве та Індонезії – 2,2; Сербії – 1,2 тис. зразків та ін.

Стосовно сортового складу цієї культури в нашій країні він найбільший серед країн Європи. До Реєстру внесено 112 сортів сої, придатних для поширення у відповідних ґрунтово-кліматичних зонах, до того ж серед них 88 сортів української селекції, або 80 %, які не поступаються іноземним і можуть повністю забезпечити потреби внутрішнього ринку [41].

Основну роль у цих позитивних зрушеннях відіграє сорт, який є стрижнем будь-як коли помітно підвищується температура повітря і ґрунту, дуже часто настають тривалі міждошові періоди. Такі погодні умови спричиняють

стресовий стан рослин і різке зниження їхньої продуктивності, поширення хвороб і шкідників, погіршення якості продукції. Спеціалісти прогнозують, що такі негативні явища посилюватимуться у найближчій перспективі, тому що вони пов'язані з антропогенними чинниками. Тих заходів, яких вживає світова спільнота, недостатньо, щоб протистояти негативним явищам природи.

За швидких змін термічного й водного режимів необхідна істотна перебудова структури сільськогосподарського виробництва, основу якого становлять сорти нового типу, волого- та ресурсозберігальні технології вирощування сільськогосподарських культур, засоби захисту від шкідників і хвороб тощо.

У зв'язку із цим сільськогосподарське виробництво потребує високоадаптивних сортів, які б давали задовільні врожаї навіть за несприятливих умов довкілля [240, 241].

У сучасній селекційній роботі на перше місце виходить рівень адаптивного потенціалу сорту, його можливість пристосовуватися до різних змін метеорологічних чинників.

Розрізняють такі напрями використання сої: кормовий зернофуражний, кормовий укісний, харчовий, біосировинний (зерно для використання у технічних цілях). У зв'язку із цим сформовано чотири відповідні напрями селекції. До сортів певного напрямку використання ставлять різні вимоги під час їхнього створення. Значну кількість ознак і властивостей потрібно контролювати і поліпшувати в процесі селекції. Проте для конкретного напрямку обов'язково потрібно конкретизувати основні, найбільш важливі, завдання і такі, що піддаються вирішенню на цьому етапі. Ураховуючи взаємозв'язок ознак, слід поліпшувати одні, не погіршуючи інших.

Традиційними напрямками селекції сої є селекція на врожайність, скоростиглість, стійкість щодо вилягання, хвороб, шкідників, несприятливих умов середовища (зміни температури та водного режиму), підвищений вміст олії та білка в зерні. За минулі роки визначився новий напрям – на підвищену азотфіксувальну активність [242].

Залежно від напрямку використання й зони поширення сорту завдання селекції поділяють на загальні, регіональні і специфічні. Загальними завданнями селекції сортів сої всіх напрямів використання є: економічно вигідна висока і стабільна за роками урожайність у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, високий якісний склад продукції, стійкість до комплексу шкідливих організмів, придатність до комплексної механізації вирощування і збирання. Регіональні завдання зумовлені специфікою ґрунтово-кліматичних умов (тривалість безморозного періоду, терміни та інтенсивність дії негативних чинників, різні типи посух), рівнем інтенсифікації землеробства, комплексом шкідливих організмів. Усе це надає відповідних особливостей зональним проблемам селекції і шляхам їх вирішення. Так, сорти, призначені для вирощування у Лісостепу України, мають бути скоростиглими, фотоперіодично нейтральними, холодостійкими на різних етапах органогенезу і швидко віддавати вологу під час досягання насіння. Сорти, призначені для вирощування у Поліссі, мають вирізнятися стійкістю до підвищеної кислотності ґрунту, для Степу - стійкістю до підвищеної температури повітря і ґрунту та її різких коливань.

Отже, для кожної зони потрібно розробити модель конкретного екотипу на підставі основних показників та параметрів сорту. Специфічні завдання селекції сої пов'язані з певним напрямом її використання. Так, наприклад, харчові сорти мають мати велике насіння (маса 1000 насінин – 200 г і більше), його високу вирівняність (85-90 %), жовтий колір насінневої оболонки та рубчика. У третьому тисячолітті стабільному збільшенню посівів і виробництва сої в Україні сприяли значні досягнення вітчизняних селекціонерів, які створили високопродуктивні, адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних зон сорти [33, 243].

Більшість комерційних сортів України мають потенційну урожайність 3–4 т/га, а на зрощуваних ґрунтах – значно більшу. Реалізація потенціалу продуктивності певного сорту сої тісно пов'язана з його адаптивними властивостями – пластичністю і стабільністю. За оптимального забезпечення ґрунтового живлення і вологи створюються сприятливі умови для виявлення

генетичного потенціалу сорту, тобто високої його пластичності, яка виявляється у максимально позитивній реакції на поліпшення умов вирощування збільшенням насінневої продуктивності.

Різка зміна параметрів клімату в бік потепління у супроводі посухи створила фактично нові умови для сої в основних регіонах України, де вирощують культуру. У різних регіонах України та за кордоном селекції скоростиглих сортів приділяють велику увагу. Однак скоростиглі сорти, створені в одній зоні, під час перенесення в іншу різко змінюють параметри і виявляються непридатними для виробництва. Доведено, що селекцію на скоростиглість потрібно вести стосовно конкретної зони. Як уважають Г. В. Джонсон і Р. Л. Бернард [244], на кожні 160 км по широті, тобто на 1°, потрібно мати новий сорт.

### **3.2. Біотехнології на сої**

Розвиток методів біотехнології й молекулярної генетики призвів до розробки підходів, що дозволяють цілеспрямовано змінювати геном живих організмів. Модифікація геному традиційних сільськогосподарських культур надає їм стійкість до пестицидів, шкідників, хвороб, сприяючи значному збільшенню врожайності. Так, введення у геноми сої культурної (*Glicine max*) гена стійкості до гліфосату з *Agrobacterium tumefaciens* дозволяє одержати гліфосаттолерантну сою, стійку до цього гербіциду. Генетично модифікована соя (ГМС) має високу врожайність, яка за хімічним складом не відрізняється від натуральної і дозволена до використання в багатьох країнах світу. Однак останнім часом все частіше стали з'являтися повідомлення про негативний вплив ГМС на організм тварин і людини: це й ослаблення імунної системи організму, алергійні реакції аж до смертельного результату, і онкологічні захворювання.

Останні десятиріччя минулого століття ознаменовані новим відкриттям у біотехнології і практичним втіленням зі створення генетично модифікованих рослин агробактеріальним методом (1994 р. вважається офіційним роком народження ГМ-продуктів). У 1995 році американській фірмі «Монсанто»



вдалося запустити на ринок ГМ-сою RoundupReady, яка повністю стійка до гербіциду суцільної дії – Раундап, де діючою речовиною є гліфосат. В основі цього методу є використання комбінації промотра 35S (П-35S) вірус мозаїки цвітної капусти (CaMV) і термінатора NOS (Т-NOS) Тплазмиди *Agrobacteriumtumefaciens*, в яку вбудований цільовий ген, що синтезує білок стійкості до раундапу. Майже за двадцятирічний термін наявності ГМО склались різні думки щодо цього біотехнологічного дітища.

Одні вважають, що цей винахід є прогресивним по цілеспрямованому створенню за короткий час нових видів та сортів рослин із бажаними ознаками, здешевлює рослинницьку продукцію за рахунок застосування хімічного засобу боротьби з бур'янами на основі гліфосатної групи гербіцидів. Проте на полях із високою потенційною засміченістю насінням бур'янів у дощовий період вегетації сої приходиться двічі-тричі використовувати згаданий гербіцид, що інколи прирівнюється до вартості застосування звичайної хімічної системи захисту.

Інші вважають це загрозою для людства. Зникають деякі генотипи, появляється значна кількість стійких бур'янів до гліфосату, а основне, що може призвести до непередбачуваності поведінки віруснобактеріального комплексу ГМР в людському організмі, де 0,5 % геному є віруснобактеріального походження. Останнє твердження носить більш риторичний і гіпотетичний характер, конкретного наукового підтвердження немає, хоча має право на існування.

У свій час через відсутність законодавчої бази щодо ГМР сої вона нелегально потрапляє на терени України і з невідомим походженням. В останні роки простежується тенденція до зменшення посіву генетично модифікованої сої, хоча і наразі не зареєстровано жодного сорту з біотехнологічними конструкціями. Крім того, по лінії насінневих інспекцій обов'язково проводиться оцінка насінневого матеріалу на вміст відповідних генетичних конструкцій. Але на превеликий жаль, вона здійснюється тестовим методом, що ґрунтується на наявності відповідного промотра (вірус) і термінатора (бактерія), що є

природними і можуть уражати нетрансгенні рослини. У такому випадку слід проводити додатковий ПЦР-аналіз на наявність самого гена.

Соя нині є одним із найважливіших факторів системи «здорового харчування», яке на сьогодні завойовує все більше прибічників. Також широкого застосування вона набула в тваринництві – як корми, дослідження показали, що тварини у раціоні яких присутня соя, швидко набирають вагу, при цьому знову ж таки їхнє м'ясо та молоко ми безпосередньо вживаємо. Було б несправедливо не згадати про те, що з сої виготовляють соєве молоко, яке використовують для приготування сумішей для годівлі немовлят – майбутнього нації.

Отже, як соя у наш час відіграє провідну роль в раціоні людини. Власне, з цим і пов'язане прагнення виробників якомога краще оптимізувати та зробити дешевшим виробництво цієї культури. ГМ-соя має ряд позитивних якостей: вона стійка до шкідників, її майже не потрібно обробляти, що дозволяє суттєво знизити її собівартість. Але слід пам'ятати, що поряд з цим «позитивом» завжди іде поправка на її генетичну модифікованість та супутню небезпеку, пов'язану з її використанням.

Як показали дослідження, проведені в Англії («Дейлі мейл» (Лондон), 13 серпня 2001, автор – Шон Паултер), один із десяти продуктів харчування, що перебувають у продажі в центральних магазинах, містить генетично змінні компоненти без вказівки подробиць на етикетці. Серед них такі продукти повсякденного попиту, як хліб, тістечка, гамбургери, готові закуски, соєві продукти й хрустка картопля, що продаються у великій кількості торговельних точок. Господарі великих супермаркетів стверджували, що вони видалили генетично змінні компоненти із продуктів у відповідь на тривоги покупців. Але є очевидним, що виробники й роздрібні торговці не здійснюють належного контролю. Відповідно до правил, прийнятих у Європейському Союзі, у продуктах харчування дозволений вміст до 1% генетично змінених компонентів без вказівки на етикетці. Однак службовці, що стежать за дотриманням торговельних стандартів, виявили, що в десятій частині обстежених ними

продуктів харчування ця межа була перевищена. В одному випадку генетично зміненими були більше 5% наявної в одному продукті сої.

Досвід вирощування генетично модифікованої сої у країнах Євросоюзу й США показав, що її застосування при виробництві соєвого шроту (використовуваного як корм у птахівництві) підвищує кислотність в організмі птахів. Крім того, вирощування трансгенної сої призводить до генетичних мутацій бур'янів, які стають несприйнятливими до впливу гербіцидів. Взагалі використання гліфосату з рослинами, стійкими до нього, сприяє розвитку стійкості до гліфосату в бур'янах, навіть без взаємного запилення. Плевел із високою стійкістю до гліфосату був уже знайдений в Австралії. Як наслідок, гербіцидостійкі рослини можуть призвести всупереч бажанню до збільшення використання гербіцидів проти змінених бур'янів. Для знищення порослі самих трансгенних рослин необхідно використання іншого гербіциду (Джерело: *New Scientist*, 6 July, 1996).

Щодо застосування препаратів з діючою речовиною гліфосат, на сьогодні в багатьох країнах дозволено вирощувати деякі культури, стійкі до цього гербіциду (*Raundup-ready*), зокрема і соя. Раніше стверджувалося, що гербіциди з гліфосатом є безпечними, оскільки мішенню його впливу є фермент, який є лише в рослин і відсутній у людей, тварин, комах. Однак дослідження показали високу токсичність гліфосату [245]. У Каліфорнії гліфосат визнаний у числі трьох причин професійних хвороб, пов'язаних із пестицидами серед сільськогосподарських робітників. Токсикози часто пов'язуються і з інертними розчинами й миючими засобами в деяких сполученнях, які дуже збільшують шкідливі ефекти гліфосату.

Є також дані, що принаймні деякі формули гліфосату спричиняють мутації у генах [246].

Крім того, гліфосат може бути дуже отруйним для риб, шкодить земляним червам і багатьом корисним мікоризним грибам та іншим мікроорганізмам, які залучені в рециркуляцію поживних речовин у ґрунті. Настільки отруйний, що навіть досліджується його потенціал як антибактеріального препарату [247].

Нові гени й генетичні продукти, що вводяться у наше харчування, часто взяті від бактерій і вірусів й інших непродовольчих різновидів, які ми ніколи не їли раніше. Результати тривалого впливу цих генів і їхніх продуктів на людське здоров'я важко передбачити, особливо з тієї причини, що генетичні продукти не є відокремленими.

На жаль, важко стверджувати, на якій площі вирощується на теренах нашої рідної української землі генетично модифікована соя. Насіння модифікованої сої коштує чималих грошей, і вітчизняним фермерам дешевше купувати своє насіння цієї культури. Однак існує масове нелегальне вирощування в південних областях трансгенних сортів сої. За неофіційним даними, в 2005 році такі посіви досягли 200 тис. га (із 430 тис. га загальних посівів культури), що заслуговує безперечного першого місця у Європі. Трансгенна соя приходить в Україну під видом дослідних або фуражних партій. Її вже зараз, особливо на півдні України, такі посіви превалюють.

Міністерство аграрної політики та продовольства організує та здійснює державний нагляд (контроль) за додержанням заходів біологічної і генетичної безпеки щодо сільськогосподарських рослин під час створення, дослідження та практичного використання ГМО у відкритих системах на підприємствах, в установах та організаціях агропромислового комплексу незалежно від їх підпорядкування і форми власності. Верховною Радою України 17 грудня 2009 року було прийнято Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» щодо інформування громадян про наявність у харчових продуктах генетично модифікованих організмів (ГМО)», який набрав чинності з дня його опублікування, тобто з 30 грудня 2009 року та Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо надання інформації про вміст у продукції генетично модифікованих компонентів», який набрав чинності з 7 березня 2010 року. У березні 2011 р. було підготовлено зміни до ст. 25 «Про екологічну інформацію» Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища».

Україна запровадила обов'язкове інформування громадськості щодо генетично модифікованих організмів. Стаття 20 Закону про біобезпеку гарантує доступність цієї інформації для громадськості - це відповідає принципам ЄС щодо ГМО. Додатково, відповідно до ст. 14 Закону про біобезпеку, реєстри генетично модифікованих організмів та генетично модифікованих продуктів повинні публікуватися на сайті відповідального ЦОВВ та в засобах масової інформації. Однак це не гарантує, що соя, яку купляють товаровиробники, гарантовано не ГМ.

В Інтернеті трапляються оголошення, у яких рекламуються ГМ-сорти, створені методами традиційної селекції, зокрема сорти Валюта, Медя, Ювілейна та інші. І навпаки ГМ-сорти можуть видаватись як звичайні. Попит визначає пропозицію.

Слід відзначити, що власних можливостей для виробництва «звичайної» сої й соєвих продуктів в Україні цілком достатньо. Так, потреби вітчизняного тваринництва можуть бути цілком забезпечені генетично чистим шротом. Перспективним є й ринок Європи, що споживає більше 30 млн т сої, а вирощує усього 1,5 млн.

### **3.3. Підбір сортів сої та їх коротка характеристика.**

Канадська селекція базується за напрямом створення ультраскоростиглих сортів сої з мінімальною реакцією на тривалість світлого періоду, які здатні давати на рівні 3,0–3,5 т/га насіння у зонах північніше 53–54°.

У цьому ж напрямі працюють селекціонери Європейських країн, таких як Швеція, Німеччина, Чехія, Австрія та інші. Створені ними сорти послужили цінним вихідним матеріалом для скоростиглих сортів в Україні.

Високо адаптовані сорти, які виділяються комплексом господарсько-цінних ознак, створені також у Китаї, Індії, Японії. У цих країнах, де багато сої використовують на харчові цілі, виведені спеціальні сорти, що характеризуються дуже крупним насінням, високим вмістом білка, мінімальною кількістю антипоживних факторів.

У будь-якій країні, де займаються селекцією сої, головними напрямами є збільшення урожайності та її стабільності за зміни умов зовнішнього середовища, створення генотипів з оптимальною тривалістю вегетаційного періоду, введення генів стійкості у новий вихідний матеріал, який створюється шляхом гібридизації, підвищення адаптивності, покращення технологічності, тобто придатності до індустріальної технології вирощування, поліпшення азотофіксувальної здатності. Дуже важливо, щоб всі ці ознаки були присутніми в одному сорті, хоча це досить складна справа. Тому часто програма створення нового сорту включає ряд етапів, і кінцева мета досягається поступовим поліпшенням окремих ознак. Для досягнення поставленої мети слід вирішити низку завдань.

Пріоритетним напрямом селекції є і залишається створення високопродуктивних сортів цієї культури в усіх селекційних установах країн світу. У цьому напрямі вітчизняними селекціонерами була проведена велика робота зі слов'янським підвидом культурної сої з формування моделей сорту для вирощування у відповідних регіонах України, які сіють цю культуру. В основі них лежать близько 30 біологічних, морфологічних, біохімічних, технологічних ознак, більшість яких є рецесивними, що створює труднощі з конструювання відповідних моделей. Проте наразі створені сучасні сорти сої, які мають генетичний потенціал продуктивності 4,5–5,0 т/га, цей показник є комплексним і його реалізація значною мірою залежить від значних показників індивідуальної продуктивності: збільшення кількості продуктивних вузлів, бобів у вузлі, кількості насінини у бобі, крупності насіння; морфологічного - детермінантний тип росту; технологічного – висота закладки нижнього бобу тощо. Як правило, у найбільш продуктивних форм сої або поєднуються середні значення основних елементів продуктивності, або деякі з них мають максимальні значення, а інші – середні.

У цьому напрямі значного успіху досягнуто провідними селекційними установами світу, про що свідчить середня урожайність сої, яка становить

близько 2,5 т/га, тоді як пару десятиріч потому вона наближалась до 2,0 т/га. Наприклад, в Італії вона досягає 3,8 т/га, Канаді – 2,8, Аргентині – 2,7 т/га.

Основною перешкодою, яка обмежує урожай, є комплекс факторів довкілля, особливо недостатня кількість вологи в ґрунті. Тому за умов зрошення, а також у таких штатах США, як Айова, Іллінойс та інших, де випадає 800–1000 мм опадів, середня урожайність сої перевищує 3,0 т/га, а у посушливих зонах вона є меншою (1,0 т/га), тому покращення адаптивного потенціалу культури є найбільш важливим завданням на найближчу перспективу.

Це також важливо для України, де значні площі культури розміщені у степовій та південно-лісостеповій зонах, які відзначаються недостатньою кількістю опадів, що часто супроводжуються суховіями та дуже високими температурами.

Нові сорти повинні максимально використовувати для формування урожаю світлову енергію, воду та поживні елементи, оптимально поєднувати основні компоненти продуктивності з підвищеною здатністю до зв'язування азоту з повітря, стійкістю до вилягання, невеликим, але продуктивним листовим апаратом, оптимальною площею листової поверхні, компактністю габітусу рослин, добре розвиненими китицями, підвищеною кількістю насінин у бобі та високим урожайним індексом (співвідношення між масою насінин та вегетативною надземною частиною). Селекціонери повинні наближати цей показник до 60 %.

Досвідчені фермери кажуть, що вдало вибраний сорт сої та якісне насіння – 50% успіху. Часто в багатьох країнах світу сорти сої на 30–60 % визначають майбутній урожай. Необхідно, у першу чергу, розуміти, що у світі використовують два типи селекції сої: звичайна, методом схрещування батьківських рослин, і метод генної інженерії. В Україні сорти, отримані методом генної інженерії, вирощувати заборонено. Але, на відміну від зарубіжних країн, українські аграрії часто вибирають ГМ-насіння. Контролю та покарання за це на державному рівні поки немає, але насправді така ситуація дуже дискредитує вітчизняного виробника в очах потенційних закупівельників

нашої продукції у Європі та світі. Отож, вибір правильного сорту залежить від вимог ринку та агровиробника. Найбільш привабливими є сорти сої, здатні забезпечити рентабельну врожайність і пластичність вирощування за різних технологій.

Основними критеріями оцінки при виборі сорту є продуктивність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до осипання та вилягання, стійкість до хвороб і шкідників. А у зволоженій зоні і під час зрошення – стійкість до тимчасового перезволоження, у посушливій зоні – до посухи, тобто здатність до пристосування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Ще при виборі необхідно звертати увагу на харчові властивості – вміст білка, що прямо пропорційно впливає на вартість вирощеної продукції; особливі характеристики для певних ринків збуту, наприклад, світлий рубчик для вищого сорту тощо. Отож необхідно завжди пам'ятати про можливість планування виходу рівня білку з гектара. Звичайно, у південних регіонах вона вища, але пластичність сортів дозволяє керувати цим процесом уже в будь-якому регіоні. Важливо звернути увагу на ринок, для якого була проведена селекція обраного сорту. Наприклад, американці більше цінують сою з вищим вмістом жирів, європейська селекція направлена на вищий вміст білку.

Застарілі сорти менш чутливі до дотримання технологічних тонкощів і за різних технологій дають приблизно однаковий результат до 2 т/га. Сучасні сорти можуть дати до 5 т/га, однак потребують уважного ставлення та індивідуального підходу. Міфи про низьку врожайність сої ультраранніх та ранніх сортів зруйнувало нове покоління сортів селекції Saatbau, реалізація потенціалу продуктивності яких, тісно пов'язана з його адаптивними властивостями – пластичністю та стабільністю. Адже особливістю цієї лінійки сортів є швидкий період дозрівання та відмінна протидія стресовим умовам – від 105 до 115 днів, завдяки чому виробники мають можливість без поспіху розпланувати інші польові роботи в період збирання врожаю. Крім того, практично всі сорти сої мають світлий насінневий рубчик, що є досить важливою ознакою для експорту та переробки.



Характерною особливістю сортів селекції Saatbau є проходження процесу цвітіння, який у них відбувається знизу до верху. На практиці ця особливість дуже корисна. Через стреси в період цвітіння соя може припинити цей процес. Потім, коли стрес минає, цвітіння рослин сої відновлюється. Але висхідне цвітіння фактично мінімізує будь-які негативні наслідки: на рослині утворюються боби з самого низу до самого верху. Зовсім інша картина відбувається у сортів, цвітіння яких відбувається в напрямку з середини до низу та до верху. При настанні стресових ситуацій рослини таких сортів сої призупиняють цвітіння, а після проходження стресу цвітіння поновлюється, але вже тільки у напрямку з середини до верху. Внизу цвітіння вже не поновлюється. Саме тому сорти сої Saatbau практично завжди потенційно здатні закладати більшу кількість бобів, а отже, формувати більшу врожайність.

При витриманому балансі якісних показників багато іноземних селекціонерів уже подбали і про оптимальне закладання нижніх бобів, стійкість до вилягання та ряду хвороб, що дозволяє уникнути значних втрат при збиранні врожаю. Деякі виробники зазначають, що вітчизняна селекція, здебільшого, має обмежений перелік «суперсил» сої в окремому сорті. Щороку клімат України змінюється, і кращі результати показують сорти з більшим періодом дозрівання. Хоча приморозки бувають уже у вересні-жовтні. Це може призупинити вегетацію середніх та пізніх сортів. До слова, у Державному реєстрі сортів рослин України внесено 246 різних сортів сої – від ультраскоростиглих до пізньостиглих. За тривалістю вегетаційного періоду, згідно з Міжнародною класифікацією ФАО, сорти сої умовно розподілені на 13 груп стиглості. В умовах України аграріям можна успішно вирощувати сорти перших шести груп, решта здатні розвиватися лише при короткому світловому дні. Для умов українського Степу добре підійдуть переважно середньостиглі та пізньостиглі сорти, для Лісостепу – скоростиглі та середньостиглі і в Поліссі – ультраскоростиглі та скоростиглі.

Наразі роль скоростиглих сортів сої і справді зростає через необхідність звільнити місце для сівби озимої пшениці. Важливою є маса 1000 насінин. З

однієї сторони, максимальні врожаї показують сорти з середньою вагою зернин та більшою їх кількістю на рослині (більше зернин у стручку, більше стручків на рослині), з іншої сторони – більша вага зернин забезпечує кращі початкові умови для рослини, полегшує перехід із зернового до листкового живлення та дозволяє сіяти з більшою глибиною. Важливо не лише вибрати розмір насіння. Необхідно, щоб весь насіннєвий матеріал був максимально однорідним. Бо майже неможливо налаштувати стабільний висів, коли насіння має значні відмінності в розмірах. Зрештою, повна інформація про конкретний сорт дасть змогу легко зорієнтується і в строках сівби, і в нормі висіву чи ширині міжрядь.

***Коротка характеристика сортів, рекомендованих до вирощування в зоні Лісостепу.***

*Легенда.* Висота рослин 70-75 см. Рослини з рудим опушенням. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний. Маса 1000 насіння 150-155 гр. В насінні міститься 40-41% протеїну і 19-20% жиру. Дуже скоростиглий сорт, в умовах Київської області досягає за 80-85 днів. Стейкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Сорт рекомендується для вирощування в лісостепових і поліських районах України в основних і повторних посівах. Високі врожаї (30 ц/га) може забезпечити при нормах висіву при широкорядному і рядковому способах посіву 700-750 тис. схожих насінин на га.

*Устя.* Висота рослин 70-45 см. Стебло темно-коричневе з рудим опушенням. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний. Маса 1000 насінин 155-160 гр. В насінні міститься 41-42% протеїну і 19-20% жиру. Скоростиглий сорт в умовах Київської області досягає за 102-104 дні. Стейкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Високі врожаї (30-35 ц/га) можна отримати при нормах висіву 700-750 тис. схожих насінин на 1 га при широкорядному і рядковому способі сівби.

*Ворскла.* Висота рослин 80-85 см. Стебло з прямим закінченням, з сірим опушенням. Насіння овальне, жовте, рубчик жовтий, середній, з овальним вічком. Маса 1000 насінин 155-160 г. В насінні міститься 41-42% протеїну і 20-21% жиру. Скоростиглий сорт в умовах Київської області досягає за 100-105

днів, Стійкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Сорт рекомендується для вирощування в лісостепових та поліських районах України. Високі врожаї (30 ц/га) може забезпечити при нормах висіву при широкорядному і рядковому способах посіву 700-750 тис. схожих насінин на га.

*Слена.* Рослини темно-коричневі з рудим опушенням. Висота рослин 85-90 см, висота прикріплення нижніх бобів 12-13 см. Маса 1000 насінин 160-175 г. В насінні міститься 40-42% протеїну і 21-22% жиру.

Скоростиглий сорт, в умовах Київської області досягає за 102-105 днів. Стійкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Сорт рекомендується для вирощування в лісостепових районах України в основних посівах. Високі врожаї (33-35ц/га) в Лісостепу України може забезпечити при нормах висіву 600 тис. схожих насінин на га при сівбі у другій декаді травня.

*Вільшанка.* Висота рослин 92-95 см. Стебло темно-коричневе з рудим опушенням. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний з білим «вічком». Маса 1000 насінин 240-250 г. В насінні міститься 41-42% протеїну і 21-22% жиру. Скоростиглий сорт, в умовах Київської області досягає за 100-105 днів. Стійкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Сорт рекомендується для вирощування в лісостепових районах України в основних посівах. Високі врожаї (30-35ц/га) може забезпечити при нормах висіву 650-700 тис. схожих насінин при широкорядному і рядковому способах посіву.

*Київська 98.* Висота рослин 95-100 см. Висота прикріплення нижніх бобів 10-14 см. Рослини темно-коричневі з рудим опушенням. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний. Маса 1000 насінин 150-160 г. В насінні міститься 40-41% протеїну і 21-23% жиру. Скоростиглий сорт. В умовах Київської області досягає за 108-110 днів. Стійкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Сорт рекомендується для вирощування в лісостепових районах України в основних посівах, на півдні Лісостепу може висіватись в поукісних посівах.

*Сузір'я.* Висота рослин 90-92 см. Стебло темно-коричневе з рудим опушенням. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний.

Маса 1000 насінин 220-240 г. В насінні міститься 42-43% протеїну і 20-21% жиру. Середньоскоростиглий сорт. В умовах Київської області досягає за 110-115 днів. Стійкий до ураження найбільш поширеними хворобами. Сорт рекомендується для вирощування в лісостепових районах України в основних посівах. Високі врожаї (35-37ц/га) може забезпечити при широкорядному і рядковому способах сівби та нормі висіву 600-650 тис. схожих насінин на га.

## РОЗДІЛ 4. ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

### 4.1. Роль азотфіксуючих бактерій у поліпшенні мінерального живлення рослин

Азотфіксація – один з найважливіших процесів, який забезпечує кругообіг азоту в природі, що впливає на біологічну продуктивність рослин. Стовп повітря, який знаходиться над одним гектаром поверхні містить 80 тис.т азоту. Якби рослини пшениці могли засвоювати азот прямо з повітря, то його б вистачило для отримання урожаю 30 ц/га протягом більш ніж півмільйона років. Однак, рослини самостійно не можуть засвоювати молекулярний азот, що змусило людство шукати способи забезпечення рослин цим важливим елементом через промисловий синтез азотних сполук, доступних для рослин, але, не зважаючи на це, природний процес азотфіксації бобовими культурами у симбіозі з бульбочковими бактеріями залишається важливим і достатньо дешевим заходом підвищення родючості ґрунтів.

У процесі вирощування кожної сільськогосподарської культури перед товаровиробником постає першочергове завдання щодо створення сприятливих умов для реалізації її потенціальних можливостей. У зв'язку з розширенням посівних площ такої зернобобової культури як соя виникає питання з'ясування та формування умов живлення, щоб забезпечити високу її продуктивність. Важливим фактором стримування зростання продуктивності сої є недостатньо удосконалена система удобрення цієї культури. Як відомо з літературних джерел, соя на формування 1 ц насіння потребує 7,2–10,0 кг азоту, 1,8–4,0 кг фосфору та 2,2–4,4 кг калію. Серед макроелементів рослини сої найбільше засвоюють азот. Завдяки здатності сої до фіксації азоту з повітря та проведення інокуляції її насіння ця культура забезпечує свої потреби в азоті майже на 70 % [16].

Особливого значення в сучасних умовах набуває проблема ресурсо- та енергозбереження за використання мінеральних добрив під дану культуру. Це

обумовлює проведення подальшого пошуку нових шляхів вирішення цієї проблеми за раціонального й ефективного застосування різних препаратів та мінеральних добрив. Соя – унікальна рослина: завдяки успішному поєднанню двох важливих процесів – фотосинтезу та біологічної фіксації азоту, – вона забезпечує свої потреби та покращує азотний баланс ґрунту і є добрим попередником для інших культур. Біологічна здатність даної культури до симбіотичного типу живлення завдяки бульбочковим бактеріям роду *Rhizobium* забезпечує рослини фіксованим атмосферним азотом у формі органічних сполук в необмеженій кількості й у найбільш необхідний період росту і розвитку рослин, що дає можливість формувати стабільні та екологічно чисті врожаї. Тому в сучасних умовах досить актуальним є вирішення питання азотфіксації бобових культур за застосування біологічних препаратів на основі перспективних бульбочкових бактерій та використання мікроелементів для підвищення продуктивності рослин сої [18].

У сучасному сільськогосподарському виробництві насиченість сівозміни бобовими культурами може досягати 20 – 25%. Для гарантованого отримання високих показників азотфіксації, насіння бобових культур перед висівом обробляють препаратами, що містять високий титр (кількість) бульбочкових бактерій. Процедура отримала назву інокуляція. За здатністю фіксувати азот з повітря бобові культури істотно відрізняються між собою. Найбільш продуктивні: Люцерна – до 300 кг/га, конюшина червона – 180 кг/га, буркун білий та люпин в межах 150 кг/га, горох і соя – 50 – 70 кг/га. На сьогоднішній день відома група вільноживучих азотфіксаторів у ґрунті з родів Клострідіум та Азотобактер.

Діяльність вільноживучих азотфіксуючих бактерій у ґрунті обмежена нестачею органічної речовини, а тому їх продуктивність незначна – біля 5 кг/га за вегетаційний період. Бульбочкові бактерії забезпечують бобову рослину азотом фіксованим з повітря, а від рослини отримують мінеральні солі та продукти вуглеводного обміну. Продуктивність процесу засвоєння азоту з повітря залежить від багатьох факторів. Першою і головною умовою є висока

вірулентність, яка є ознакою якісного інокулянта. Оптимальна вологість ґрунту повинна бути в межах 60 – 70% від повної вологості. Мінімальна вологість ґрунту, за якої бульбочкові бактерії можуть розвиватись становить 16 – 18% від повної вологості. За нижчого рівня вологості ґрунту бульбочкові бактерії переходять в неактивний стан, спостерігається їх часткове відмирання. Надмірна вологість також небажана, оскільки порушується аерація ґрунту, що негативно впливає на розвиток бульбочкових бактерій. Процес азотфіксації відбувається за температури +10°C і вище. Оптимальною температурою, за якої азотфіксація досягає максимальних значень, вважається 20 – 25°C. Температура понад 30°C негативно впливає на процес азотфіксації. Другою важливою умовою є реакція ґрунту, як екологічний фактор, що впливає на активність і вірулентність бульбочкових бактерій.



Рис. 4.1. Сформовані азотфіксуючі бульбочки на кореневій системі сої

На кислих ґрунтах сполуки марганцю та алюмінію мають токсичну дію на розвиток кореневої системи, знижують доступність для рослин кальцію, фосфору, молібдену, вуглекислоти чим негативно впливають на процеси засвоєння азоту. Оптимальною вважається реакція ґрунту близька до нейтральної. Кисла реакція ґрунту впливає як на саму рослину – шляхом погіршення розвитку кореневої системи, так і на бульбочкові бактерії, через скорочення періоду функціонування бактероїдної тканини, а отже, і скорочення

об'ємів азотфіксації. Крім того слід зауважити, що ключовий мікроелемент для бобових культур – молібден краще засвоюється на ґрунтах з нейтральною реакцією. Спостерігається і певна екологічна адаптація видів і штамів бульбочкових бактерій до кислотності ґрунту. Бульбочкові бактерії конюшини більш стійкі до підвищеної кислотності ґрунту, ніж бульбочкові бактерії люцерни, посіви якої розміщені в основному на ґрунтах з нейтральною і слабколужною реакцією. Третя особливість – умови мінерального живлення бобових рослин. Вони мають значний вплив на азотфіксацію, оскільки, бульбочкові бактерії отримують елементи мінерального живлення та вуглеводи від рослини–господаря.

Одними з найважливіших елементів живлення, які впливають на процес симбіотичної азотфіксації бобовими, є азот та молібден. Дослідженнями встановлено, що чим вищий вміст доступних форм азоту, тим важче іде проникнення бактерій в корінь, а отже, формується менше бульбочок на коренях і їх активність невисока. Зниження частки атмосферного азоту, що засвоюється рослинами при підвищеній забезпеченості мінеральним азотом, має лише відносний характер. Абсолютна кількість азоту, засвоєного бактеріями з повітря, практично не знижується, а в окремих випадках навіть підвищується, у порівнянні з варіантами досліду де азот не вносили. Важливе значення для азотфіксації має забезпеченість бобових рослин фосфором, за низького вмісту якого в ґрунті бульбочки можуть зовсім не утворюватись. За недостатнього живлення фосфором у рослин погіршується засвоєння азоту. Бобові належать до культур з підвищеним виносом калію, а тому, удобрення калійними добривами позитивно впливає на продуктивність азотфіксації, що очевидно пов'язано з фізіологічним впливом калію у вуглеводному обміні в рослинах. Для бобових рослин особливо важливими мікроелементами є молібден та бор. Нестача молібдену гальмує утворення бульбочок, порушується синтез вільних амінокислот та леггемоглобіну. За нестачі бору в бульбочках не формуються судинні пучки, як наслідок, порушується розвиток бактероїдної тканини. Для подолання та упередження можливого прояву дефіциту цих важливих елементів



мінерального живлення у виробництві використовують мікродобрива при передпосівному протруюванні насіння та позакоренево – по листку.

Високий ефект від застосування інокуляції спостерігається на ґрунтах, де відсутні або низькопродуктивні специфічні ризобії. Так, на чорноземних ґрунтах переважають в основному малоактивні бульбочкові бактерії з низьким рівнем азотфіксації. Широке застосування біологічного азоту для бобових рослин є одним із альтернативних шляхів одержання екологічно чистого продукту для потреб харчування людини та годівлі тварин. Передпосівна інокуляція насіння сої є важливим агротехнічним заходом ресурсо – та енергозберігаючої технології вирощування даної культури.

#### **4.2. Роль фосфатмобілізуючих бактерій у поліпшенні мінерального живлення рослин**

Серед актуальних проблем сільськогосподарського виробництва, що не вирішені до цього часу, однією із головних є проблема мінерального, зокрема фосфорного, живлення рослин. Застосування фосфорних мінеральних добрив не повністю вирішує проблеми дефіциту фосфору тому, що коефіцієнт його використання з добрив не перевищує 20% і в умовах економічної кризи мінеральні добрива недоступні виробнику сільськогосподарської продукції із-за їх дорожнечі.

Одним із шляхів вирішення проблеми є застосування бактеріальних препаратів поліфункціональної дії, які мають цілий ряд переваг: поліпшують мінеральне живлення рослин, нагромаджують біологічний азот у ґрунті, призводять до зниження темпів розкладання гумусових речовин, покращують структурованість ґрунту, зменшують випаровування вологи ґрунту і масштаби ерозії [163]. Бактеріальні препарати дозволяють одержати екологічно чисту продукцію, тому що містять природні ефективні штами, які не здатні викликати у людини віддалені генетичні наслідки подібно неприродним хімічно синтезованим засобам. Одним із важливих наслідків використання

бактеріальних препаратів поліфункціональної дії є також зниження рівня захворюваності рослин, що дозволить зменшити застосування пестицидів і тим самим поліпшити екологічну ситуацію в агрофітоценозах.

Препарати на основі фосфатмобілізуєчих бактерій дозволяють мобілізувати 30% і більше закріпленого в ґрунті фосфору [164]. Однак до цього часу не повністю з'ясовано механізм взаємодії фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів з мінеральною основою ґрунту та рослинами, особливо бобовими, для яких існує теоретична можливість поліпшення не тільки фосфорного, але й азотного живлення.

Значна кількість мікроорганізмів має здатність до розчинення фосфору. До них належать бактерії, гриби, актиноміцети і навіть водорості. Ці мікроорганізми здатні розвиватися в різних умовах, але істотно різняться здатністю до розчинення мінерального фосфату, яка залежить від типу ґрунту, його фізико-хімічного складу, а також виду культури, яка на ній ростиме. Концентрація заліза, температура й джерела вуглецю та азоту значною мірою впливають на фосфатмобілізуєчі потенціали цих мікроорганізмів. Як правило, гриби продукують більше кислот, ніж бактерії, а отже, проявляють велику фосфатмобілізуєчу активність. Навіть більше – вони здатні проникати набагато далі в ґрунтах, аніж бактерії, тож мають більший потенціал для розчинення фосфору в ґрунтах. Серед філаментозних грибів, які розчиняють фосфат, найхарактернішими є роди *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* і *Rhizoctonia*. Разом з цим, в ґрунті бактерії-фосфатмобілізатори становлять близько 50% загальної кількості мікробної популяції, а гриби – лише 0,1–0,5%.

З-поміж видів бактерій на практиці найчастіше використовують *Pseudomonas* і *Bacillus*, а серед грибів переважають види *Aspergillus* і *Penicillium*. Проте рослини по-різному реагують на інокуляцію фосфатмобілізаторами. Їхня реакція залежить від цілої низки чинників, таких як температура і рН ґрунту, вологість, засоленість, джерело нерозчинного фосфору, метод інокуляції, джерело вуглецю і штам мікроорганізму. Організми, що беруть участь в кругообігу фосфору в ґрунтах, дуже різноманітні, й мікроорганізми, ймовірно,

відіграють у цьому процесі найважливішу роль. Проте близько 99% ґрунтових мікроорганізмів-фосфатмобілізаторів не знайшли успішного застосування як біологічної основи біодобрив.

Основні механізми, використовувані ґрунтовими мікроорганізмами, що перетворюють фосфор на доступні для рослин форми, включають: 1) вивільнення комплексоутворювальних або мінералорозчинних сполук, наприклад: аніони органічних кислот, сидерофори, протони, гідроксильні іони; 2) вивільнення позаклітинних ферментів (біохімічна фосфатмінералізація) і 3) вивільнення фосфору під час деградації субстрату (біологічна фосфатмінералізація).

Мікроорганізми відіграють важливу роль у всіх трьох основних компонентах фосфорного циклу ґрунту(тобто розчинення – осадження, сорбція – десорбція і мінералізація – іммобілізація). Крім того, ці мікроорганізми за наявності лабільного вуглецю слугують накопичувачами фосфору, швидко іммобілізуючи його навіть попри низькі його кількості в ґрунтах. Таким чином фосфатмобілізуючі мікроорганізми стають джерелом фосфору для рослин після його вивільнення з клітин після їхньої загибелі внаслідок змін умов довкілля, голодування або хижацтва. Зміни довкілля, такі як висушування з наступним зволоженням або заморожування – відтавання, можуть призводити до так званих промивних явищ, раптового збільшення доступності фосфору в ґрунтовому розчині в результаті незвично високої частки лізису мікроорганізмів. Так, зокрема, було виявлено, що близько 30-45% мікробного фосфору (0,8-1,0 мг/кг) вивільнялося в піщаному ґрунті після циклів сушіння – повторного зволоження впродовж перших 24 годин.

Несприятлива дія на довкілля хімічних фосфорних добрив, виснаження ресурсів високосортних фосфатних порід і нестримне зростання ціни на них змушують людство шукати новий підхід до забезпечення рослин фосфором та його доступності для застосування в сільському господарстві. Ґрунтові мікроорганізми беруть участь у низці важливих природних процесів, які впливають на трансформацію фосфору і, відповідно, на його доступність

рослинам. Зокрема, мікроорганізми можуть розчиняти і мінералізувати фосфор із неорганічних і органічних ґрунтових пулів. Мікробіологічні фосфатмобілізатори є ефективним способом вирішення проблеми доступності фосфору в ґрунті для агрокультур. Також учені висловили припущення, що накопичений у сільськогосподарських ґрунтах фосфор міститься в достатній кількості для підтримання максимального рівня врожаю у всьому світі впродовж приблизно 100 років, якщо його перевести в доступну для рослин форму.

Окрім інформації про роль мікроорганізмів у доступності фосфору для поглинання рослинами, є низка повідомлень про стимулювання ними росту рослин, що досягається шляхом вироблення корисних метаболітів, таких як фітогормони, антибіотики або сидерофори. Вчені зазначають, що різні препарати фосфатмобілізаторів сприяють зростанню багатьох агрокультур.

Хоча за останні декілька десятиліть були проведені значні дослідження, пов'язані з фосфатмобілізаторами і їхнім значенням для стабільного ведення сільського господарства, за результативністю ці наукові пошуки все ще залишаються в зачатковому стані. Проте використання ефективних фосфаттрансформувальних мікроорганізмів відкриває новий горизонт для підвищення врожайності сільськогосподарських культур поряд із підтриманням здоров'я ґрунту.

Біотехнологічні й молекулярні підходи до вирішення цього питання могли б поглибити розуміння механізмів мобілізації фосфору, що, безумовно, посприяло б успішній взаємодії рослин і мікроорганізмів. Також зусилля практиків мають бути спрямовані на використання фосфатмобілізуючих мікроорганізмів для зменшення рівня використання пестицидів у рослинництві.

Таким чином, вивчення механізмів взаємодії мікроорганізмів з мінеральною основою ґрунту актуальне і цінне з наукового погляду, а подальший добір серед фосфатмобілізуючих мікроорганізмів штамів з підвищеною здатністю до синтезу біологічно активних речовин і антибіотиків дозволить створити ефективний бактеріальний препарат поліфункціональної дії.

### **4.3. Вплив мікроелементів на ріст, розвиток та формування урожайності сої**

До мікроелементів належать метали й неметали, які містяться в тканинах рослин у концентраціях 0,001 – 0,01 % маси сухої речовини. У природних умовах основним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт, а саме: розчинні й нерозчинні мінеральні й органічні компоненти, які наявні в ньому.

Органічні кислоти здатні ефективно зв'язувати катіони металів, підвищуючи їхню розчинність і запобігаючи утворенню нерозчинних солей. Кислоти, які виділяє коріння рослин, захоплюють катіони металів подібно крабові, який хапає свою здобич клешнями, тому такі сполуки називають хелаторами (від лат. *chelate* – клешня), а комплекси з металами – халатами. Так відбувається процес підвищення доступності мінеральних поживних речовин (хелатування) у природних умовах [10].

У промислових умовах для підвищення ефективності застосування добрив на основі мікроелементів уже впродовж кількох десятиліть широко використовують штучні синтетичні хелатори як комплексоутворювачі. Вважається, що хелатні комплекси металів значно ефективніше поглинаються рослинами, ніж добре розчинені мінеральні солі. Це дає можливість у кілька разів знизити норму внесення мікроелементів у перерахунку на діючу речовину й, отже, знизити витрати на дорогу сировину та уникнути надмірного забруднення ґрунту та ґрунтових вод [214].

Про макромінеральні добрива нам дещо відомо, про мікромінеральні – значно менше, хоча їм належить величезна біологічна роль у життєдіяльності живих організмів. Нестача окремих мікроелементів призводить до значних збоїв у життєдіяльності рослин. Кожна культурна рослина використовує тільки ті, які їй «до смаку», і в мінімальній кількості, але їх нестача в поживному середовищі порушує обмін речовин, хід фізіолого-біологічних процесів і, як наслідок, знижує урожай та його якість [143].

Мікроелементи в живих організмах відіграють роль активаторів, які прискорюють біохімічні та фізіологічні процеси, регуляторів окисно-відновних процесів і обміну речовин. Вони входять до складу великої кількості ферментів, які беруть участь у біохімічних реакціях синтезу, розпаду і обміну органічних речовин. Поряд з макроелементами мікроелементи позитивно впливають на фотосинтез, на синтез хлорофілу в листках рослин. Доведено позитивний вплив окремих мікроелементів на здатність рослин протистояти несприятливим погодно-кліматичним умовам. Наявні достовірні дані про те, що мікроелементи підвищують стійкість рослин до грибкових, вірусних і бактеріальних хвороб.

Перші повідомлення про застосування мікроелементів в агрономії були зроблені 100 років тому, в 1913 р. [112].

Застосування мікроелементів є рентабельним, так як при порівняно невисокій вартості вони проявляють захисну дію на рослини по відношенню до різноманітних хвороб, а це позитивно відображається якщо не на кількості, то на якості урожаю [191]. Основна роль мікроелементів у підвищенні якості та кількості врожаю полягає в наступному:

- при наявності необхідної кількості мікроелементів рослини мають можливість синтезувати повний спектр ферментів, які дають змогу більш інтенсивно використовувати енергію, воду та живлення (N, P, K), і, відповідно, отримати більш високий урожай.

- мікроелементи й ферменти на їх основі посилюють відновлювальну активність тканин і перешкоджають захворюванню рослин.

- мікроелементи є однією із тих небагатьох речовин, які підвищують імунітет рослин. При їх нестачі утворюється стан фізіологічної депресії і загальної схильності рослин до хвороб.

- більшість мікроелементів є активними каталізаторами, що пришвидшують цілий ряд біохімічних реакцій. Об'єднаний вплив мікроелементів значно підсилює їх каталітичні властивості. У ряді випадків тільки композиції мікроелементів можуть відновити нормальний розвиток рослин [143].

З аналізу результатів вітчизняних та закордонних спеціалістів по дослідженню ефективності застосування мікроелементів у сільському господарстві можна виявити те, що нестача в ґрунті засвоєваних форм мікроелементів призводить до зменшення урожаю сільськогосподарських культур і до погіршення його якості. Являється причиною появи різноманітних хвороб. Оптимальним є одночасне надходження макро- і мікроелементів, особливо це стосується фосфору і цинку, нітратного азоту і молібдену. Упродовж всього вегетаційного періоду рослини відчують потребу в основних мікроелементах, а деякі нереутилізуються, тобто не використовуються повторно в рослинах. Вони не переміщуються зі старих органів у більш молоді [63, 143].

Зернобобові відносяться до групи рослин невисокого виносу мікроелементів і порівняно високої здатності засвоєння [221].

Для багатьох рослин такий елемент як бор необхідний упродовж всього вегетаційного періоду. Сильно страждають від нестачі бору репродуктивні органи рослин, при цьому хвора рослина може не утворювати цвіту чи утворювати, але мало, відмічається пустоцвіт, опадання зав'язей. Важливу функцію виконує бор у вуглеводному обміні. Бор сприяє кращому використанню кальцію в процесах обміну речовин у рослинах. Тому, при нестачі бору рослини не можуть нормально використовувати кальцій, хоча він знаходиться в ґрунті у достатній кількості. Встановлено, що розміри поглинання та накопичення бору рослинами зростають при збільшенні калію в ґрунті. У зв'язку з цим застосування борвмісних добрив та покращення забезпечення рослин цим елементом сприяє не тільки збільшенню урожайності, але й значному зростанню якості продукції [232, 201].

Нестача міді часто співпадає з нестачею цинку, а на піщаних ґрунтах також з нестачею магнію. Внесення високих доз азотних добрив посилює потребу рослин у міді та сприяє загостренню симптомів мідної нестачі. Характерною особливістю дії міді являється те, що цей мікроелемент підвищує стійкість рослин проти грибкових і бактеріальних захворювань [102, 82].

Роль марганцю в обміні речовин у рослин схожа з функціями магнію і заліза. Оскільки марганець активізує ферменти в рослині, його нестача впливає на процеси обміну речовин, зокрема на синтез вуглеводів і протеїнів. Фізіологічна роль марганцю в рослинах пов'язана, перш за все, з його участю в окисно-відновних процесах, що відбуваються в живій клітині, він входить до ряду ферментних систем і бере участь у фотосинтезі, диханні, вуглеводному і білковому обміні. Марганець бере участь не тільки у фотосинтезі, а і в синтезі вітаміну С. При нестачі марганцю знижується синтез органічних речовин, зменшується вміст хлорофілу в рослинах, вони хворіють хлорозом [12].

Молибден за своїм практичним значенням висунутий на одне з перших місць серед інших мікроелементів, так як цей елемент виявився дуже важливим фактором у вирішенні двох кардинальних проблем сучасного сільського господарства – забезпечення рослин азотом, а сільськогосподарських тварин білком. Під впливом молибдену в рослинах збільшується вміст хлорофілу, вуглеводів, каротину і аскорбінової кислоти, підвищується вміст білкових речовин.

При нестачі молибдену в тканинах рослин накопичується велика кількість нітратів та порушується нормальний обмін речовин у рослинах. Симптомам молибденової нестачі передують у першу чергу зміни в азотному обміні в рослин. Призупиняється процес біологічної редукції нітратів, уповільнюється синтез амінів, амінокислот і білків. Все це призводить не тільки до зниження урожаю, але і до різкого погіршення його якості [112].

Фізіологічна роль молибдену пов'язана з фіксацією атмосферного азоту, редукцією нітратного азоту в рослинах, з його участю в окисно-відновних процесах, вуглеводному обміні, у синтезі хлорофілу і вітамінів. Результати досліджень по вивченню молибденових добрив показали, що при їх застосуванні підвищується урожай сільськогосподарських культур і його якість, але особливо важлива їх роль в інтенсифікації симбіотичної азотфіксації бобових культур та покращенні азотного живлення наступних культур [57, 93]. Молибден є



важливим для життєдіяльності бульбочкових бактерій тому, що він входить до складу таких ферментів, як нітратредуктаза, нітрітрредуктаза. Ці ферменти беруть активну участь у фіксації молекулярного азоту бульбочковими бактеріями, у відновленні нітратів до аміаку та в забезпеченні рослин ним. Тому, при нестачі молібдену в ґрунті його внесення сприяє підвищенню вмісту білка зернобобових культур [145].

Агрохімічними дослідженнями встановлена необхідність цинку для рослин. Його фізіологічна роль у рослинах багатостороння. Цинк відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах, що проходять в рослинному організмі. Він є складовою частиною ферментів і безпосередньо бере участь в утворенні хлорофілу, сприяє синтезу вітамінів [10, 74].

Багато досліджень підтверджують, що вміст білка в рослинах при нестачі цинку зменшується. Під впливом цинку підвищується синтез сахарози, крохмалю, загальний вміст вуглеводів і білкових речовин. Застосування цинкових добрив збільшує вміст аскорбінової кислоти, сухої речовини. Цинкові добрива підвищують посухо-, жаро- і холодостійкість рослин [10].

Кобальт бере активну участь у реакціях окислення і відновлення, позитивно впливає на дихання та обмін енергії, а також біосинтез білка нуклеїнових кислот. Завдяки позитивному впливу на обмін речовин, синтез білків, засвоєння вуглеводів він є потужним стимулятором росту [143].

Позитивний вплив кобальту на сільськогосподарські рослини проявляється в посиленні азотфіксації бобових, зростанню вмісту хлорофілу в листі та зниженню темпів його розпаду в темряві, підвищенню вмісту вітаміну В12 в бульбочках [115].

Цей мікроелемент впливає на накопичення цукру та жиру в рослинах, позитивно впливає на процес синтезу хлорофілу в листі рослин, зменшує його розпад у темряві, збільшує інтенсивність дихання, вміст аскорбінової кислоти в рослинах. У результаті позакореневих підживлень кобальтом у листках рослин підвищується загальний вміст нуклеїнових кислот [115, 235, 266, 277].

На думку вчених [167], з усіх мікроелементів, що містяться в рослинах, залізу належить, безперечно, провідна роль. Залізо в складі органічних з'єднань необхідне

для окисно-відновних процесів, які відбуваються при диханні і фотосинтезі. Це пояснюється дуже високим ступенем каталітичних властивостей цих з'єднань. Неорганічні з'єднання заліза також здатні каталізувати багато біохімічних реакцій, а в поєднанні з органічними речовинами каталітичні властивості заліза зростають у багато разів [143].

Дослідженнями встановлено, що завдяки обприскуванню посівів сої рідким комплексним добривом приріст урожаю зерна становить 0,43 – 0,78 т/га (20 – 36,2 %) до контролю; вміст білка у зерні підвищується на 0,74 – 2,93 % [220].

Щодо симбіотичної азотфіксації сої, в залежності від внесення хелатних мікродобрив, встановлено, що кількість і маса бульбочок у значній мірі залежала від внесення таких хелатних добрив, як нутривант, рексолин, басфоліар екстра 36, вуксал, що сприяло підвищенню симбіотичної продуктивності сортів сої [289].

Проведені дослідження показали, що бактеризація насіння сої мікробними препаратами, обробка посівів Хетоміком та Еколист стандарт на фоні внесення вапнякових добрив позитивно впливали на ріст і розвиток рослин. Так, залежно від виду препарату та внесення добрив, висота рослин перевищувала контрольні показники на 8–20 см, висота кріплення нижнього бобу – на 8–12 см і становила 10–20 см у варіантах внесення вапнякових добрив, обробки насіння та посівів мікробними препаратами. При внесенні вапнякових добрив, обробці насіння Ризогуміном + Хетомік та обробці посівів Хетоміком спостерігалось інтенсивне гілкування сої з утворенням додаткових листків та бобів. Густота рослин істотно не змінювалась [71].

Таким чином, огляд джерел літератури підтвердив високу цінність культури сої та необхідність її подальшого вивчення. Проте результати досліджень у різних ґрунтово-кліматичних зонах вказують на доцільність встановлення оптимальних параметрів відносно умов мінерального живлення та особливостей використання мікродобрив.

#### 4.4. Ефективність застосування регуляторів росту рослин

Вагомим резервом збільшення виробництва сої є застосування нових регуляторів росту рослин і біопестицидів. Хвороби сої - один з основних факторів, які дестабілізують виробництво продукції в Україні. У світовому рослинництві для її захисту все частіше застосовують препарати біологічного походження. Біопрепарати порівняно з пестицидами хімічного походження мають високу окупність, нешкідливі для людства, тварин і навколишнього середовища. Серед високоефективних і найменш витратних розробок вітчизняної аграрної науки за останні роки вагоме місце належить впровадженню вітчизняних регуляторів росту рослин.

Одним зі способів стимуляції росту і розвитку рослин, підвищення урожайності, якості насіння сої, а також стійкості рослин до шкідників і хвороб є застосування регуляторів росту. Широке використання регуляторів росту рослин, які мають різнобічний спектр дії, сприяє значному зниженню обсягів застосування засобів захисту рослин від шкідників і хвороб. Крім того, володіючи антистресовими властивостями, регулятори росту підвищують стійкість рослин до низьких і високих температур, надлишку води, посухи та заморозків.

Застосування регуляторів росту забезпечує:

- високі показники польової схожості;
- розвиток розгалуженої кореневої системи;
- прискорення росту і розвитку кореневої системи, яка забезпечує ефективне засвоєння поживних елементів, у тому числі малорозчинних сполук фосфору;
- зменшення вилягання посівів;
- розвиток поверхні листа, підвищує вміст фотосинтетичних хлорофілів;
- стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища, таких як високі температури, нестача або надлишок світла і вологи;
- підвищення врожайності на 15-20%;

- покращення якості продукції.

Виробники пропонують великий спектр хімікатів, у тому числі і регулятори росту рослин, інокулянти, які могли б суттєво збільшити врожай культури. Проте нестача фінансових ресурсів часто стримує впровадження у сільськогосподарське виробництво наукових розробок, які передбачають застосування цих хімікатів.

Успіх застосування сучасних технологій вирощування сої залежить не тільки від якісного і своєчасного виконання усього комплексу технологічних заходів, але значною мірою від конкретно взятого агротехнічного прийому, який повинен відповідати як агрокліматичним умовам виробництва, так і сортовим особливостям сої.

Невід'ємною частиною інтенсивних технологій вирощування є використання регуляторів росту рослин.

Підтверджено необхідність обробки насіння сої регуляторами росту, які сприяють значному підвищенню продуктивності культури за незначних економічних витрат. Виведення нових сортів сої викликає необхідність проведення досліджень ефективності використання регуляторів росту рослин як в чистому вигляді, так і за інших умов.

Сучасні регулятори росту рослин об'єднані в три великі групи:

- гормональні інгібітори росту – етилен, абсцизова кислота (АБК);
- гормональні стимулятори росту – ауксин, гібберелін, цитокинін та їх синтетичні аналоги;
- стимулятори та інгібітори росту: ендогені – феноли, кумарин, вітаміни; екзогені – ретарданти, морфактини.

Вони різняться специфічністю дії, обумовленою різною хімічною природою, яка визначається типом гормону. Кожний клас фітогормонів має певний характерний вплив і, залежно від об'єкту або концентрації, може впливати на різні ростові процеси. Потрібно відмітити, що молекулярна природа та механізм дії більшості фітогормонів остаточно не вивчені, що пов'язано з широтою спектра фізіологічної їх дії та подібністю складу препаратів. Серед

хімічних речовин, які застосовують для підвищення продуктивності рослин, важливе місце посідають фізіологічно активні форми гумінових кислот.

Існує дві точки зору відносно ефективності гумінових кислот. Одні вчені вважають, що вони покращують фізико-хімічні властивості ґрунту і через них створюють більш сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Встановлено, що гумінові кислоти позитивно діють на рослину завдяки ауксинам, які регулюють ріст і розвиток рослин, посилюють розвиток кореневої системи та надземної маси, суттєво впливають на фотосинтез і утворення хлорофілу. Гумат натрію у малих дозах стимулює ріст рослин і підвищує опір до несприятливих факторів, але у великих пригнічує рослини.

На противагу існують і протилежні думки щодо обробки насіння регуляторами росту. Окремі вчені вважають, що використання регуляторів росту для оброблення насіння є неефективним, тому що до 90% препарату залишається у ґрунті з оболонкою насіння.

Регулятори росту рослин сприяють підвищенню біологічної, господарської ефективності рослинництва, зниженню вмісту в кінцевій продукції нітратів, іонів важких металів, радіонуклідів. Регулятори вирізняються значною антистрессовою дією, що доведено численними дослідженнями.

Слід враховувати, що регулятори росту рослин потрібно використовувати у відповідних дозах згідно зі строками і способами застосування. Порушення цих вимог може призвести до зниження очікуваного ефекту.

Що стосується сої, то в сучасних технологіях її вирощування особливе значення має правильний добір мікробіологічних препаратів, так званих інокулянтів, та їхнє поєднання із регуляторами росту рослин. Завдяки останнім інтенсифікується розвиток азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих бактерій.

Ефективність рістрегулювальних препаратів значною мірою залежить від способу їхнього застосування (обробка насіння чи обприскування посіву). Регулятори росту рослин використовують не тільки під час обробки насіння – ними обприскують посіви у відповідні фази розвитку рослин, критичні за умовами вирощування й елементами живлення. Для сої – це фази бутонізації та

цвітіння. Обприскування посівів регуляторами росту доцільно об'єднувати з внесенням пестицидів у бакових сумішах, а також рідких комплексних добрив і мікроелементів. Найефективнішим методом є поєднання мікробних препаратів із регуляторами росту рослин під час обробки насіння та обприскування посівів сої.

## РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ЗЕРНО

Со́я як бобова культура – важливий фактор підвищення родючості ґрунту. У світі основні посіви її розміщують на незрошуваних землях. В Україні посіви сої розміщуються в основному на незрошуваних землях у регіонах з кращою вологозабезпеченістю і тепловим режимом, а також на зрошуваних землях. Тут вона забезпечуватиме високі й сталі врожаї при суворому дотриманні всіх вимог технології вирощування з врахуванням біологічних особливостей сортів стосовно до місцевих умов.

Сучасна технологія ґрунтується на високій культурі землеробства, високоврожайних сортах, застосуванні нової техніки, науково обґрунтованих норм, добрив, гербіцидів, оптимальних строків сівби, способів сівби і густоти рослин; збиранні без втрат, збереженні всього врожаю. Вона передбачає поєднання і послідовне виконання операцій в єдиному процесі вирощування, скорочення за рахунок цього і кількості обробітків ґрунту, при точному та якісному виконанні всіх робіт, застосуванні нових форм організації праці. Сучасні сорти і технологія дають змогу подолати бар'єр урожайності сої і одержувати високу продуктивність посівів і розширювати ареал її вирощування.

Повне освоєння всіх прийомів і якісне проведення операцій в оптимальні строки забезпечить одержання на великих площах на незрошуваних землях 18-25, а на зрошуваних – 28-35 ц/га. Широке освоєння технології вирощування відкриває новий етап у збільшенні виробництва зерна сої:

### **5.1. Місце сої в сіво́зміні та підготовка ґрунту до сівби**

Со́ю можна чергувати практично з будь-якою культурою, вирощуваною в регіоні, за винятком тих, у яких є загальні з нею хвороби і шкідники. Вона кращий попередник інших культур. Її, напевне, не бажано вирощувати після другої бобової культури, бо біологічний азот, який со́я засвоює з повітря і

залишає після себе, представляє велику цінність для небобових культур – кукурудзи, ячменю, сорго та ін.

Соя вимоглива до попередників і сама є кращим попередником інших культур. В основних районах виробництва зерна, кормів, олійних культур вона може мати велике значення для підвищення культури землеробства, витримує насичення нею сівозмін, позитивно впливає на врожайність інших культур. Соя є важливою культурою для господарств з різноманітною спеціалізацією, особливо із зернофуражним і тваринницьким напрямом.

Завдяки діяльності коріння і бульбочкових бактерій, соя залишає ґрунт у пухкому стані, поліпшує його фізичні й хімічні властивості, що сприяє кращому проникненню вологи, зменшенню забрудненості, пошкодженню хворобами, поповненню балансу поживних речовин, чим сприяє одержанню високого врожаю наступних за нею культур сівозміни. Вона як цінний попередник – важливий фактор, різкого підвищення продуктивності сівозмінної площі.

Соя ставить підвищені вимоги до умов вирощування. Вона, на жаль, слабо конкурує з бур'янами, особливо в перший період вегетації і тому потребує таких попередників, які б добре очищали поля від бур'янів, залишали, достатню кількість вологи, поживних речовин і, по можливості, менше шкідників і збудників хвороб. Для неї небажані попередники із родини бобових, а також арахіс або соняшник, через можливий розвиток загальних хвороб і шкідників, а також сорго, суданська трава, через сильне висушування, ґрунту. Її не можна висівати поблизу насаджень акації і багаторічних бобових трав через поширення загальних хвороб, і шкідників.

Найбільш доцільно, в протиерозійному відношенні, висівати сою на рівних площах і з невеликим схилом, що запобігає стоку опадів, змиттю ґрунту і більш повному використуванню рослинами вологи. На бідних, змитих схилових землях соя менше, ніж інші культури, наприклад, кукурудза, цукрові буряки та соняшник зменшує врожайність. Важливо і те, що соя слабше від інших культур реагує на недостатній вміст азоту на змитому ґрунті, бо вона засвоює його із



повітря за допомогою бульбочкових бактерій і, в свою чергу, підвищує родючість еродованих земель.

На посівах сої менше, ніж на полях інших просапних культур, розвиваються ерозійні процеси. Якщо соя в сівозміні займає те саме місце, що й кукурудза, ґрунт під нею менше піддається ерозії. Сою можна вирощувати як у ланці сівозміни, так і беззмінно. Високі врожаї вона, як правило, дає при розміщенні після удобрених зернових, кормових та інших культур. Можливі беззмінні посіви протягом декількох років. Соя менш чутлива на беззмінні посіви, ніж такі бобові культури, як горох, кормові боби, люпин. Іноді повторні посіви, особливо в нових районах і при сівбі другий рік підряд, забезпечують деяке підвищення врожаю, що напевно є результатом: збільшення кількості бульбочкових бактерій у ґрунті, поліпшення його фізичного стану і поживного режиму, очищення від бур'янів. Відомі польові дослідження, де сою вирощують у монокультурі протягом 50 років і при регулюванні умов мінерального живлення, інтенсивній системі захисту від шкідників, хвороб і бур'янів одержують стабільно високі врожаї зерна.

У сучасних умовах аграрного виробництва соя стає ключовою бобовою культурою в сівозміні, потіснивши горох. Вирощування сої сприяє збагаченню ґрунту біологічним азотом, що має тривалу пролонговану дію. Так, його ефективність простежується як під час першого року вирощування сої, так і протягом другого та третього.

Кращим попередником сої є пшениця озима та кукурудза на зерно. Розміщення її після цукрових буряків зумовлює істотне зниження врожайності зерна, особливо в посушливі роки. Сама соя є хорошим попередником для ярих культур, а її ранньостиглі сорти, особливо за вирощування в південній частині Лісостепу, – також і для пшениці озимої.

Отже, на частині площ культури, вирощувані на пару, за висіву в традиційній ланці горохвіка-овес-кукурудза на силос-пшениця озима-буряки цукрові можна замінити соєю. Це дає можливість мати ефективну ланку

сівозміни для таких культур, як кукурудза на зерно, пшениця озима (якщо останню висівають після ранньостиглої сої).

Середня врожайність ланки в такому разі дещо знижується, але прибутковість зростає. Добрим попередником сої є удобрена кукурудза на зерно. За якісного загортання післяжнивних решток кукурудзи врожай сої може бути таким самим, як після озимої пшениці.

У зоні достатнього зволоження регіону сою можна висівати також після цукрових буряків

Не слід висівати сою по бобових попередниках: гороху, квасолі, нуту і багаторічних травах – це підвищує ураженість рослин кореневими гнилями, а також після соняшнику або ріпаку – призводить до ураження рослин склеротиніозом. У короткоротаційних сівозмінах (чотири-п'ять полів) частка сої може становити 20-25% [248].

Вибір способу й глибини основного обробітку ґрунту під посів сої значною мірою залежить від біологічних особливостей сої, зокрема розвитку її кореневої системи, що на початку вегетації інтенсивно росте і в подальшому може використовувати елементи живлення з глибших шарів.

Серед переліку високорентабельних культур, які нині активно культивують у землеробстві України, соя останні п'ять-сім років посідає чільне місце. Значний попит на продукцію сої викликаний необхідністю вирішення проблеми забезпечення білком. І що важливо, цей продукт рослинного походження, як відомо, значно дешевший від тваринного. Статистика свідчить, що не лише за обсягом попиту, а й за економікою вирощування соя перевершує інші культури цієї групи.

Постійний попит на сою потребує не лише забезпечення стабільності, а й подальшого збільшення продуктивності культури. Цього можна досягти тільки шляхом оптимізації всіх складових агротехнології, з-поміж яких ланка обробітку ґрунту під посів сої посідає одне з чільних місць. Зважаючи на те, що соя – яра культура пізніх строків сівби, є можливість якісно підготувати ґрунт під посів сої як у циклі зяблевого обробітку, так і навесні – в передпосівний період.

Технологія обробітку під сою визначається низкою чинників, зокрема ґрунтово-кліматичними умовами, біологічними особливостями культури, попередником та строками його збирання, рівнем забур'янення поля, технічним оснащенням господарства.

Вибір способу й глибини основного обробітку ґрунту під сою значною мірою залежить від біологічних особливостей сої, зокрема розвитку її кореневої системи, що на початку вегетації інтенсивно росте і в подальшому може використовувати елементи живлення з глибших шарів. У такому разі одним із лімітуючих чинників, здатних обмежувати ріст і розвиток кореневої системи, є підвищена щільність ґрунту. Особливо негативно позначається на продуктивності сої сформована плужна підшва. Тому під час вибору поля під сою та в процесі підготовки ґрунту під посів сої важливо моніторити рівень його щільності.

Сформована коренева система сої за оптимальної (ліворуч) та підвищеної (праворуч) щільності ґрунту. Оптимальним для забезпечення сприятливих умов росту кореневої системи та ризобіальної мікрофлори є діапазон ґрунтової щільності під сою: на початку вегетації – 1,10-1,20, а на час цвітіння і формування бобів – 1,25-1,28 г/см<sup>3</sup> ґрунту. Створення можливості для проникнення кореневої системи сої у глибші шари (за даними наукової літератури – до 170-200 см) дає стабілізувати вологозабезпеченість культури сої, особливо за пересихання верхньої частини орного шару, що часто спостерігається в період закладання генеративних органів сої та цвітіння. Збільшене водоспоживання в цей період зумовлене інтенсивним розвитком вегетативної маси культури сої і формуванням більшої площі листкової поверхні. Оптимальний рівень ущільнення ґрунту під сою забезпечує сприятливіші умови для його аерації, що також важливо під час формування симбіотичного апарату на кореневій системі сої. Саме це є однією з підстав для проведення оранки під сою: залежно від умов глибина обробітку може коливатися від 22 до 28 см.

Бажаний ефект щодо часткового загортання поживних решток і глибокого розпушування підорного шару ґрунту під посів сої здатні забезпечити сучасні комбіновані агрегати, які в своєму складі мають дискові робочі органи та лапи для глибокого розпушування ґрунту (типу Tiger MT, Sunflower четвертої серії та ін.). Після попередників із меншою біомасою поживних решток (соя, гречка тощо) достатній обробіток восени забезпечать чисельні знаряддя типу Agrisem Combiplow або його вітчизняний аналог ЧГ-40.

Щодо ефективності вирощування сої за no-till-технологією у зональному розрізі (Степ, Лісостеп) варто зазначити, що вона не має стабільної переваги порівняно з іншими виробничими технологіями. Певні переваги no-till (вищі запаси вологи в окремі періоди вегетації, можливість оперативної сівби в кращі агротехнічні строки, вирівнювання поверхні поля) можуть нівелюватися негативними сторонами цієї технології. Зокрема – вищою щільністю ґрунту; зниженням температури на час сівби на 3-5°C через наявність на полі мульчі (особливо після попередника-кукурудзи), що впливатиме на якість сходів сої; ймовірністю більшого пестицидного навантаження на культуру; доступністю елементів живлення, що зумовлено їхньою локалізацією. Зважаючи на це, одне з важливих завдань аграрія – оптимальний добір сорту для посіву сої за його реакцією на ці особливості no-till.

Ознаки порушення азотного живлення сої в зоні загортання валків соломи. Останнім часом унаслідок звуження спеціалізації та вирощування кількох високорентабельних культур у господарствах доволі часто сою вирощують за такого чергування: зернові колосові (пшениця, ячмінь) – соя, кукурудза – соя, кукурудза (два роки) – соя (два роки). У сівзміні із зерновими за врожайності зерна 4-6 т/га на полі залишається 5-8 т/га соломи, яка має значно кращий ступінь подрібнення, ніж кукурудза. Проте це не є підставою для ігнорування якісного загортання соломи зернових колосових, оскільки з огляду на її хімічний склад (співвідношення C:N), тривалість деструкції та якість утворених продуктів цього процесу може відбуватись погіршення азотного режиму ґрунту, що надалі негативно позначиться на ростових процесах культури.

Особливу увагу слід звернути на якомога рівномірніше розподілення післяжнивних решток усією площею поля і, за можливості, знизити негативний вплив валків у місцях масового їхнього зосередження. Для цього доцільно додатково застосовувати подрібнювачі або пружинні борони. Останнім часом проблему з валками на полі вирішують шляхом витримування максимальної висоти зрізу культур під час їхнього збирання. У результаті такого скошування забезпечується доволі рівномірне розподілення біомаси полем. У такому разі прийнятну якість обробітку можуть забезпечити дискові знаряддя, застосовані восени або ж навесні (в останньому разі – якщо це не критично з огляду на забур'янення поля). Слід зазначити, що залишена з осені стерня сприятиме додатковому накопиченню вологи взимку завдяки поліпшеному затриманню снігу. До того ж за зиму стерня втрачає частину своїх фізико-механічних властивостей і її можна якісно загорнути в ґрунт навесні, тим більше, що терміни висіву сої дають змогу це зробити.

Якість загортання біомаси дисковими знаряддями залежатиме від діаметра диска. Ясна річ, робочі органи більшого діаметра загортають рослинні рештки глибше, тоді як меншого – мілкіше, проте інтенсивніше перемішують органіку з ґрунтом у шарі 8-15 см. Якщо операцію проводити восени, то солома зернових до початку сівби сої піддається частковій деструкції і не впливатиме на якість висівання та отримання сходів сої. Якщо ж є потреба загорнути потужнішу кількість листостеблової біомаси (після кукурудзи), якої за врожайності зерна на рівні 8-10 т/га формується від 10 до 12 т/га, то, беззаперечно, з цим завданням краще справляється плуг. Якщо в господарстві практикують високе зрізування кукурудзи, то виникає потреба проведення додаткових операцій із використанням подрібнювача або дискових знарядь. Водночас сучасні плуги із передплужниками та оптимальними за формою полицями (типу Diamant) здатні без додаткових знарядь якісно загортати такі пожнивні рештки за один прохід.

Одне із завдань обробітку ґрунту під сою – регулювати рівень забур'яненості поля. Доцільність застосування ефективних агротехнічних прийомів із використанням загальнопоширених ґрунтообробних знарядь може

бути альтернативою застосуванню гербіцидів в економічному (з огляду на вартість засобів захисту, які є переважно імпортованими) та екологічному плані (зниження пестицидного навантаження на агрокосистему, ймовірність формування в бур'янів резистентності тощо). Наукові дослідження та практичний досвід свідчать, що за малорічного типу забур'яненості поля з посівом попередника ґрунт під сою можна готувати із застосуванням післязбирального лушіння, додаткового обробітку дисковими знаряддями у міру появи сходів бур'янів та пізньоосіннього безполицевого обробітку на глибину 15-16 см. У такому разі провокації сходів бур'янів і їхнього знищення досягають не лише використанням дисків, а й оранкою без обертання скиби, що є завершальним заходом у циклі зяблевого обробітку ґрунту під сою. У разі, якщо поле засмічене коренепаростковими багаторічними бур'янами, застосовують технологію за принципом поліпшеного зябу: вслід за післязбиральним лушінням проводять один-два обробітки важкими культиваторами на глибину до 14-16 см. У жовтні – листопаді поле орють на глибину 22-25 см, що, крім значного зниження забур'яненості, забезпечує ще й зберігання оптимальних параметрів агрофізичного стану орного шару та, відповідно, накопичення вологи осінньо-зимового періоду.

У передпосівному циклі, головним чином – після сівби сої, практикують до- та післясходове розпушування ґрунту класичними зубовими боронами. Традиційно ці операції виконують у фазі «білої ниточки» малорічних бур'янів. Раніше цей агрозахід проводили легкими зубовими або сітчастими боронами. Нині їм на зміну прийшли сучасні пружинні борони (БПН-12 «Метелик», Strigel та інші їхні аналоги), діаметр робочих органів яких і чутливість до опору дають змогу працювати не лише по сходах, а й по культурі, висота якої становить 10-15 см, без істотного зрідження посівів. Проведення операції в цей період вегетації рослин дає змогу впливати на другу-третю хвили появи бур'янів.

Додатковий захист від бур'янів можна забезпечити висіванням сої широкорядним способом, що дає змогу проводити потрібний обробіток ґрунту протягом вегетації культури. Крім можливості контролювати бур'яни,

широкорядний висів, згідно з результатами наукових досліджень, сприяє кращому засвоєнню ФАР, оптимізації площі живлення рослин, зниженню ураженості культури хворобами завдяки кращій аерації посівів.

Висота зрізу та втрати врожаю через невирівняну поверхню поля. Весняний передпосівний обробіток під сою спрямований на збереження вологи, боротьбу з бур'янами, вирівнювання поля та розпушення ґрунту. З настанням фізичної ґрунтової стиглості обробіток на легких ґрунтах під сою починають із боронування або комбінованого (культивация з боронуванням) обробітків, на суглинкових і глинистих проводять лише культивацию. У міру появи бур'янів до висівання культури сої проводять дві-три культивации на глибину від 10-12 до 6-8 см. Кратність таких культиваций залежить від ступеня засміченості бур'янами та вологості ґрунту. За недостатнього рівня вологи глибину культиваций та їхню кількість зменшують. Безпосередньо перед сівбою сої проводять культивацию з боронуванням або ж обробіток сучасними комбінованими агрегатами.

Варто зазначити, що потенційний урожай сої забезпечують більшою мірою боби нижніх продуктивних вузлів, тому для уникнення втрат сої збирання врожаю проводять на максимально низькому зрізі. У зв'язку з цим важливо, щоб поверхня ґрунту на час і особливо після сівби була максимально вирівняною [249].

У сучасному землеробстві неможливо розробити загальну технологію обробітку ґрунту під сою навіть для одного господарства, оскільки в ній завжди будуть присутні кілька змінних агротехнічного, економічного чи навіть технічного походження. Тому, зважаючи на принцип рівнозначності й незамінності чинників формування врожаю, найефективнішою буде технологія, розроблена для умов кожного окремого поля.

## **5.2. Підготовка насіння до сівби та сівба**

Посів варто проводити якісним насінневим матеріалом. Насіння сої повинно бути максимально відсортованим, відкаліброваним за величиною, з

високою енергією проростання та схожістю. Для визначення посівних якостей насіння сої проводять його аналіз у відповідних сертифікованих лабораторіях, де визначають сортову чистоту (повинно бути не менше 98%), схожість (не менше 90%), енергію проростання і масу 1000 насінин.

Для цього відбирають із кожної партії насіння зразок, передають на аналіз для визначення вологи партії. Відібраний зразок засипають в посуд, який потім щільно закривають. Аналіз на ураження насіння збудниками хвороб проводять методом пророщування відібраного зразка насіння у вологих умовах, використовуючи поживне середовище. Як правило, це робиться у спеціалізованих лабораторіях.

Використання здорового насіннєвого матеріалу сої обмежує розповсюдження найбільш шкідливих хвороб і шкідників. Для зниження їх інфекційного початку та ураження рослин хворобами необхідно суворо дотримуватися чергування культур у сівозміні. Для зниження рівня ураження сої грибковими і бактеріальними захворюваннями за два тижні до висіву насіння сої протравлюють. Також варто провести інокуляцію насіння сої.

Інокуляція зернобобових – це екологічно безпечна та економічно вигідна технологія азотфіксації, яка полягає в обробці насіння препаратом, який містить бульбочкові бактерії роду *Rhizobium*. Бактерії *Rhizobium* у результаті симбіозу з бобовими культурами утворюють на корінні бульбочки, за допомогою яких рослини можуть фіксувати азот повітря. При симбіотичній взаємодії рослина «живить» бульбочки, поставляючи продукти фотосинтезу, а бульбочки забезпечують рослину азотом.

Переваги інокуляції:

- Економія добрив. Інокуляція і симбіотична азотфіксація забезпечують до 80% потреби сої в азоті.
- На відміну від мінеральних добрив, симбіотична азотфіксація є процесом, який регулює сама культура. Азот потрапляє в рослину при необхідності, а в критичні фази розвитку культури у максимальній кількості.



- Ефект накопичення азоту в ґрунті. Підвищується родючість та активізується ґрунтова мікрофлора завдяки фіксованому біологічному азоту в ґрунті.

Оцінка утворювання бульбочок: 1. Перевірка починається через 3 тижні після появи сходів у фазі 2-3-трийчатих листків. 2. Кількість бульбочок збільшується до стадії цвітіння та досягає максимуму на стадії наливу бобів. 3. Важлива не тільки кількість бульбочок, а й їх активність, загальна маса та розташування на основному корінні.

Інокулянти розрізняють за формою препарату – сухі, рідкі та гелеподібні. Сухі препарати. Основний носій – торф. Торф забезпечує життєздатність азотфіксуючих бактерій. Ефективність торфу у порівнянні з рідкими інокулянтами пояснюється тим, що він є природним ефективним середовищем для азотофіксуючих бактерій. Час від моменту внесення до «вживлення» в кореневу систему рослин у нього більший, ніж у рідкого препарату, та згодом він наздоганяє і часто переганяє в ефективності утворення бульбочок.

Рідкі препарати забезпечують максимально рівномірне нанесення азотоутворюючих бактерій на поверхню насіння, що на першому етапі дозволяє після посіву розпочати більш активне вживлення на корінні у порівнянні із сухими препаратами. Разом з тим, у випадку зниження температури після посіву, бактерії опиняються в менш сприятливих умовах у порівнянні з торф'яним бактеріальним середовищем. Перевага рідких препаратів – у зручності їх нанесення на насіння. З метою зниження пригнічуваного впливу препаратів на бактерії інокулянта, обробку насіння розтягують в часі – на початку обробляють протруйниками, а перед сівбою проводять інокуляцію. Також варто зазначити, що деякими рідкими інокулянтами можна обробляти насіння за 90 днів до сівби.

Гелеподібні препарати не містять у собі азотфіксуючих бактерій та використовуються в складі інокулянтів як прилипачі – стабілізатори, які дозволяють обробляти насіння за 30 і більше днів до сівби. Номенклатура інокулянтів, які пропонуються, доволі розширена і зупинити вибір на якомусь із них не так-то й просто, у будь-якому разі потрібно уважно ознайомитися з

якісними показниками препаратів, якщо вже за формою вибір зроблено виходячи з можливості способу обробки насіння.

При вирощуванні зернобобових культур одним із не менш важливих прийомів є обробка насіння сої протруйником. Обробку насіння препаратами в сумішах із стабілізаторами можна проводити за 20 днів до посіву. Без стабілізаторів – не пізніше ніж за 5 днів до посіву. Обробку насіння сої протруйниками на основі карбоксину, тіабендазолу, тирана проводять за 5-7 днів до інокуляції. Деякі види протруйників (на основі беномілу, флудіоксонілу) можна використовувати в спільній обробці з інокулянтом. Тоді рекомендується збільшити дозу інокулянта на 50 %.

Біопрепарати містять живі мікроорганізми, тому обробку насіння інокулянтами та біопротруйниками проводять в захищеному від сонячних променів місці. Важливим етапом у підготовці насіння до сівби є інокуляція насіння бактеріальними препаратами та при необхідності протруювання. Обробіток насіння сої бактеріальними препаратами або їх комплексом не тільки покращує азотне живлення а й покращує імунітет рослин до ряду грибкових захворювань. Основна мета передпосівної обробки насінні – це забезпечення рівномірного розподілу препарату по всій масі насіння. Обробку треба проводити не раніше як за 10-12 годин до сівби. Обробку насіння можна проводити механізовано, а для незначних площ посівів – вручну.

Обробку проводять протруювачами насіння ПС-10, та його аналогами. При цьому не слід забувати, що шнекові транспортери цих машин дещо травмують насіння сої. Використання бетонозмішувачів, які також забезпечують рівномірний розподіл препарату в масі зерна, не пошкоджуючи при цьому насіння.

Обробку насіння біопрепаратами вручну можна розділити на два способи: суспензія препарату рівномірно наноситься на зерно, що навантажується на машину стрічковим транспортером; насіння розміщують на асфальтованому майданчику або брезенті і рівномірно зволожують суспензією при перемішуванні.

Потрібно пам'ятати, що суттєвий вплив на ефективність біопрепарату виявляють хімічні засоби захисту рослин. Більшість протруйників насіння негативно діють на бульбочкові та асоціативні азотфіксувальні бактерії. У більшості випадків здоровий посівний матеріал можна не протруювати. Допускається спільна обробка біопрепаратами та малотоксичними протруйниками – фундазолом, бавістином, вітаваксом, максим Х11)35. Використання середньо токсичних для бактерій фунгіцидів (байтан, ТМТД) треба проводити за 2-4 тижні до сівби. Високотоксичні (гранозан, фентіурам) – несумісні з обробкою біопрепаратами. При комплексній обробці насіння фунгіцидами дозу біопрепарату треба подвоїти. Поєднання біопрепаратів, фунгіцидів, стимуляторів росту та мікроелементів в одному технологічному процесі категорично забороняється.

Кожної весни доводиться вирішувати невідкладні проблеми під час сівби сої. Серед них визначення на кожному полі оптимального строку сівби, кращого способу сівби, ширини міжрядь і густоти рослин з врахуванням ґрунтових, погодних умов, сортових особливостей, які впливають на одержання врожаю її зерна. Складність у тому, що кожна весна не схожа на попередню, а умови сівби різко відрізняються щороку, тому необхідно щоразу приймати практичні рішення, щоб закласти основу високого врожаю. Першим важливим кроком одержання максимального врожаю є вибір оптимального строку сівби.

Для сої строки сівби мають вирішальне значення, бо від них залежить час і можливість її досягання, величина врожаю і якість насіння. Чи необхідно дату сівби встановлювати за календарем або за температурою й вологістю ґрунту? Температура ґрунту має вирішальне значення для вибору строку сівби, який також залежить від розміщення поля, вологості посівного шару і від того, чи є сорт скоростиглим, чи пізньостиглим. До посіву сої приступають, коли температура ґрунту на глибині заробки насіння прогріється до 10-12 °С. В зоні Північного Лісостепу це період припадає орієнтовно на 28-30 квітня. Сою висівають на глибину 3-4 см, якщо весна суха, то глибину можна збільшити до 5-6 см, щоб насіння лягло на вологе ложе. Насінню сої необхідно набрати 130-

150% вологи від своєї маси для проростання. Прикочувати посів котками можна лише на дуже легких супіщаних та піщаних типах ґрунтів. На важких та середніх ґрунтах прикочувати сою не рекомендується, щоб запобігти утворенню ґрунтової кірки внаслідок весняних дощів. Це стосується і передпосівного обробітку ґрунту ґрунтообробними механізмами типу «Європак».

Для сої важливо враховувати тривалість дня і строк сівби, бо вплив тривалості дня на розвиток її рослин сильно залежить від того, який сорт висівають – ранньостиглий чи пізньостиглий. Дуже ранні сорти добре пристосовані до умов північного соєсіяння, де дні довгі, вони будуть цвісти майже при постійному світлі, а дуже пізні сорти пристосовані до умов південного соєсіяння, де дні коротші, вони потребують у крайності 10 год темряви перед тим, як почнеться цвітіння. Мінімальна кількість годин темряви необхідна для того, щоб викликати цвітіння сої, це той фактор, завдяки якому розподіляють сорти на скоро- і пізньостиглі.

Строки сівби відрізняються залежно від зон вирощування сої, особливостей сортів, тривалості дня, ґрунтових і погодних умов. Основний критерій настання оптимального строку сівби сої – стійке прогрівання посівного шару ґрунту. При встановленні оптимального строку сівби важливо враховувати ґрунтово-кліматичні умови, причому для регіонів з обмеженим безморозним періодом, для більш повного використання всього періоду вегетації, важливо провести сівбу раніше, на початку оптимального строку. В південному теплозабезпеченому регіоні строки сівби сої можуть бути диференційовані з врахуванням біологічних вимог сортів і ступеня забур'яненості полів, причому пізньостиглі сорти доцільно висівати раніше, щоб повніше використати період вегетації, ніж ранньостиглі. При сильній забур'яненості поля пізніми яриями і багаторічними бур'янами виникла необхідність дочекатися масового з'явлення сходів цих бур'янів, щоб їх знищити передпосівним обробітком.

Соя належить до культур, вимогливих до температури ґрунту і повітря. Сівба в оптимальний строк забезпечує появу дружніх сходів. Порогова температура для її сходів становить близько 10°C. При цьому, якщо не

спостерігається тенденція підвищення температури ґрунту, сівба при температурі 10-12 °С може бути нераціональною. При висіві насіння у більш ранній період у холодний ґрунт, йому потрібно більше часу для проростання, що збільшує ризик ураження хворобами. При низькій температурі ґрунту сходи сої з'являються дуже повільно, крім того, її росток знаходиться в ґрунті досить тривалий час, більше, ніж при оптимальній температурі. В цьому випадку утруднюється і боротьба з бур'янами, бо сходи сої затримуються, вони слабенькі, а деякі види бур'янів сходять раніше і краще, ніж вона, ростуть при більш низьких температурах. При температурі ґрунту 18-20°C, сходи сої з'являються через 6-7 днів після сівби.

Сою не можна висівати і при надто високій температурі ґрунту, якщо в ньому немає достатньої кількості вологи для швидкого проростання насіння. При високій температурі насіння втрачає свою життєздатність. Бувають випадки, коли в ґрунті може міститися достатньо вологи для набубнявіння і початку проростання, але недостатньо для його завершення. При запізнілій сівбі у пересохлий шар через нестачу вологи уповільнюється набубнявіння насіння і з'явлення проростків.

Разом з тим, багаторічні дослідження строків сівби сої дають можливість зробити такі висновки: соя сильно реагує на строки сівби, тривалість дня, температуру і вологість ґрунту; сорт, якому необхідний для досягання весь вегетаційний період, дасть найбільший урожай, якщо його висіяти як тільки будуть дозволяти тривалість дня і температура ґрунту. Врожай таких сортів, як завжди, знижується при затримці з сівбою, однак у випадку вимушеного запізнення потрібно враховувати, що при затримці на 10-12 днів зниження врожаю буде таким, як при більшому запізненні з сівбою; вибір оптимального строку сівби особливо важливий для скоростиглих сортів, бо їх урожай має тенденцію досягати максимуму за досить короткий час; для скоростиглих сортів рання сівба не завжди є оптимальною, бо вони при сприятливих умовах у літній період можуть дати такий же або навіть більший урожай при затримці з сівбою на 6-10 днів; при запізненні з сівбою висота рослин скоростиглих сортів

зменшується більше, ніж пізньостиглих. Середньо- і пізньостиглі сорти треба висівати до тих пір поки залишаються хороші умови, щоб вони встигли досягнути до перших осінніх згубних приморозків; при пізній сівбі збільшується можливість вилягання, однак сорт більше впливає на вилягання, ніж строк сівби, при цьому підвищується якість насіння, вміст жиру має тенденцію до зниження, розмір насіння може змінюватися при пізній сівбі, а може і не змінюватися; обсипання насіння може зменшуватися при більш пізній сівбі і досяганні.

Норма висіву та вибір ширини міжрядь залежить від генетичних особливостей та групи стиглості обраного сорту. Орієнтовно за цими критеріями сорти можна розділити на такі групи:

*Таблиця 5.1.*

**Рекомендовані норми висіву та ширина міжрядь для сортів сої різних груп стиглості**

Групи стиглості	Норма висіву тис схожих насінин на 1 га	Ширина міжрядь, см.
Ультраскоростиглі	900-1 млн	12,5-15
Дуже скоростиглі	800-900	12,5-17
Скоростиглі	750-800	15-17
Середньоскоростиглі	700-750	15-30
Середньостиглі	600-700	15-45

У даний час у господарствах є різноманітні типи сівалок від СЗ -3,6 до найсучасніших зразків. Майже всі вони придатні для посіву сої. Але перевагу слід надавати сівалкам з пневматичним висівом. Швидкість руху агрегату встановлюється технологічними параметрами сівалки, та в залежності від типу сошників.

Оптимальна глибина Загортання насіння сої на більшості ґрунтів становить 2,5-4 см. Лише в окремих випадках її можна висівати дещо глибше, коли верхній шар ґрунту пересох, у ньому недостатньо вологи для проростання насіння, але це можна робити на таких ґрунтах, які, як правило, не утворюють

кірки при великих опадах до того, як з'являться сходи сої. На меншу глибину насіння загортають при ранній сівбі, коли ґрунт ще холодний і в ньому міститься достатня кількість вологи. При глибокому загортанні здатність проростання насіння різних сортів, неоднакова, однак насіння усіх сортів сходять дуже повільно при глибокому загортанні, що збільшує небезпеку пошкодження сої шкідниками і ураження хворобами. Сорти з коротким гіпокотилем можуть більше постраждати від глибини сівби, ніж сорти з довгим гіпокотилем. Пошкодження сходів є наслідком впливу ґрунтової кірки, яка утворюється після сильних дощів. Рівномірна глибина загортання насіння у вологий ґрунт забезпечує набування, дружне з'явлення сходів, рівномірний ріст і розвиток рослин.

### **5.3. Вплив мінеральних добрив на формування продуктивності сої**

За результатами досліджень дольова частка гідротермічних умов при формуванні врожаю сільськогосподарських культур, і сої зокрема, в умовах Лісостепу України, становить близько 25 – 30 %, а в несприятливі роки ще більше [197, 107]. Проте, максимальна продуктивність сільськогосподарських рослин формується у сприятливому поєднанні життєво необхідних факторів [54].

Такі вчені як Камінський В. Ф., Заболотний Г. М. [109] стверджують, що найбільший вплив на формування врожаю зерна сої в умовах Південного Лісостепу мав фактор умови року, частка якого серед складових врожаю становила 25,8, норма висіву – 18,8, удобрення – 15,8, спосіб сівби – 4,6, сорт – 3,4 %.

Попередники сої повинні сприяти зменшенню чисельності бур'янів, створенню доброї структури ґрунту з достатньою кількістю поживних речовин, рано звільняти поле. Значимість сої як гарного попередника в сівозміні для інших культур зростає, коли її посіви підтримуються в чистому від бур'янів стані, знижується ступінь засміченості наступних культур [72]. Основний обробіток

грунту під сою поєднує в собі лущення дисковими або плоскорізними знаряддями, вирівнювання поверхні поля, внесення добрив та зяблеву оранку або плоскорізний обробіток. Його завданням є забезпечення максимального знищення бур'янів, створення оптимальних умов для розвитку кореневої системи рослин, функціонування симбіотичного апарату, сприятливого поживного режиму і відповідно інтенсивного росту і розвитку рослин сої [25].

Соя, завдяки природній здатності до симбіозу з азотфіксуючими ризобіальними бактеріями, може обходитися без підживлення азотними добривами, попри високу потребу в цьому найважливішому елементі мінерального живлення. Бактерії утворюють на корінні сої бульбочки, за допомогою яких рослина фіксує атмосферний азот, а рослина, своєю чергою, – «годує» їх вуглеводами, які накопичує в процесі фотосинтезу. За сприятливих умов бульбочкові бактерії спроможні накопичувати за сезон 100 – 400 кг/га азоту, доступного рослинам. За результатами досліджень встановлено, що інокуляція гарантує збільшення врожайності не менше, ніж на 15 – 21 % [153]. Це один із ефективних, екологічно безпечних, простих та дешевих шляхів підвищення азотфіксації бобовими культурами [114, 211, 290, 263, 264]. Соя фіксує азот з повітря більше, ніж однорічні бобові культури, але менше, ніж багаторічні бобові трави. Соеві бульбочкові бактерії, що живуть на корінні рослин, відсутні у більшості типів ґрунтів. При інокуляції насіння на коренях сої формуються бульбочкові бактерії, які після збирання врожаю залишаються в ґрунті життєздатними протягом 3 – 5 років [38, 30].

Результатами досліджень доведено, що такий агрозахід, як обробка насіння інокулянтами, позитивно впливає на накопичення бульбочкових бактерій. Встановлено, що залежно від досліджуваного сорту сої в середньому з розрахунку на одну рослину їх кількість змінювалася від 28 до 40 штук. Як показали фенологічні спостереження і біометричні виміри, висота рослин і висота прикріплення нижнього бобу як і інші якісні показники, знаходяться в прямій залежності від інокуляції, тому цей захід є важливим у технології вирощування сої [52]. Симбіоз між рослинами сої і штамми бульбочкових



бактерій сприяє підвищенню її урожайності. Інокуляція насіння сої штамми бульбочкових бактерій активізує процеси фотосинтезу і симбіотичну азотфіксацію у рослин [215]. Також відомо, що оптимальні симбіотичні взаємовідносини складаються між бульбочковими бактеріями та бобовими рослинами лише за умов достатнього забезпечення рослин фосфором [195]. За даними вчених [130, 129], комплексна передпосівна обробка насіння сої (*B. japonicum* + фосформобілізуючі мікроорганізми) дає змогу інтенсифікувати ріст рослин, підвищити врожайність, покращити якість насіння, підвищити стійкість рослин до абіотичних і біотичних стресів взагалі та збудників хвороб зокрема.

Від того, як бобові рослини накопичують азотні сполуки залежить їх урожайність і забезпеченість майбутнього польового сезону поживними речовинами. Дані автори [5] стверджують, що збагачення ґрунту кореневими і післяживними рештками сої з підвищеним вмістом азоту збільшує урожайність наступної культури (озимої пшениці) на 5 – 6 ц/га порівняно з її вирощуванням по не інокульованій сої або кукурудзі.

Встановлено, що насіннева продуктивність сої значно залежить від технологічних прийомів вирощування [80, 181]. В оптимальні строки сівби (середньодобова температура повітря 12 – 15 °С) посіви сої забезпечують незалежно від системи удобрення збільшення показників наземної маси рослин, площі листової поверхні, елементів структури врожаю – кількості бобів, кількості і маси зерен з однієї рослини, маси 1000 зерен та продуктивності посівів сої [151]. За даними вчених [43], такі технологічні прийоми як обробка насіння препаратами бульбочкових бактерій, внесення фосфорно-калійних добрив, застосування стимуляторів росту рослин підвищують урожайність сої на 5 – 8 ц/га і більше.

Значний вплив на зміну структури та індивідуальної продуктивності рослин і величину урожайності насіння сої має біологічна реакція сої на зміну площі живлення рослин у посіві, що визначається способом сівби та густотою рослин [179, 23]. Дослідженнями вчених встановлено, що найвища урожайність

сої сорту Артеміда була у варіанті з широкорядним способом сівби та обробці насіння препаратами ризоторфін та вермистим і вона склала 2,88 т/га. Найгірші ж показники урожайності насіння показав сорт сої Золотиста без обробки насіння при рядковій сівбі – 1,67 т/га [48].

Інтегральним показником, за яким оцінюють технологію вирощування сільськогосподарських культур є урожайність насіння, яка пов'язана з структурою та індивідуальною продуктивністю рослин. Відповідно до певного ґрунтового-кліматичного регіону, умов року та елементів технології вирощування відбуваються відповідні зміни структури врожаю сої [26, 200]. Для того, щоб отримати урожайність сої на рівні 1,4 – 1,8 т/га необхідно створити умови, за яких густина стояння рослин має становити 60 рослин/м<sup>2</sup>, кількість бобів – 8 – 11 шт./рослину та 1,67 – 1,80 насінин у бобі [287].

Основним критерієм, який дає змогу оцінити ефективність застосування різних прийомів для поліпшення умов вирощування сільськогосподарських культур, є їхній вплив на врожайність [234, 286].

Добрива – це могутній фактор впливу на ріст, розвиток та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Частка участі мінеральних добрив в урожаї сої залежить від зони вирощування, погодних умов, попередника, забезпеченості поживними речовинами і становить 30 – 40 % [99]. Високу урожайність сої отримують на ґрунтах, які є багатими на органічні та мінеральні речовини і мають близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину (рН 6,5) [77, 76].

Разом з тим відомо, що кислотність ґрунту двояко впливає на ріст і розвиток рослин сої. Підвищена кислотність чи лужність ґрунтового розчину погіршує живлення рослин сої, перш за все білковий, вуглеводний і фосфорний обміни. Зростає концентрація водневих іонів, що викликає підвищення вмісту рухомих форм алюмінію, марганцю, а інколи й заліза, які токсично впливають на рослину [170]. Забезпечення фізіологічної рівноваги в ґрунті є необхідною умовою оптимального живлення рослин сої [119].

Соя не завжди однаково реагує на пряме внесення добрив, все ж коли аналіз ґрунту показує, що вміст у ній фосфору і калію недостатній, вона позитивно реагує на внесення цих добрив. Ця культура має істотну різницю в реакції на внесення добрив порівняно з кукурудзою, пшеницею ячменем, цукровими буряками, соняшником у тому, що вона не так реагує на внесення азоту, а рядкове добриво для сої не так небезпечно.

Рослина засвоює поживні речовини в достатній кількості якщо ґрунтовий розчин є фізіологічно врівноваженим. У свою чергу величина урожаю і якість зерна значно залежать від внесених мінеральних добрив. Висока культура землеробства є потрібною умовою для одержання стабільних врожаїв сої. Необхідно обов'язково дотримуватись прийомів технології вирощування, одним із яких є оптимальний поживний режим ґрунту [186].

Рослини сої дуже чутливі до умов мінерального живлення і вологозабезпечення. Процес мінерального живлення, утворення бульбочок на коренях рослин піддаються впливу умов вологозабезпечення, при цьому найкраще рослини живляться при оптимальному поєднанні всіх факторів їх життя: родючості ґрунту, вологи, добрив, тепла, світла [90]. Важливе значення має тепловий режим ґрунту, адже за низької температури рослини сої повільно ростуть і розвиваються. Зниження температури на перших етапах росту та розвитку значно впливає на азотне і фосфорне живлення, через слабку мобілізацію і менше використання азоту і фосфору із запасних речовин насінини, спостерігається уповільнене поглинання цих елементів з ґрунту [170].

Прикметним у живленні культури сої є те, що вона за допомогою бульбочкових бактерій засвоює азот повітря, а інші поживні речовини з ґрунту. На різних етапах росту і розвитку рослини характеризуються різною потребою в елементах живлення, співвідношенні поживних речовин. Зважаючи на це, норми добрив необхідно встановлювати з урахуванням типу ґрунту, результатів агрохімічного обстеження, рівня запланованого урожаю, удобрення попередньої культури [79]. За фазами росту і розвитку соя нерівномірно засвоює елементи живлення. Від сходів до цвітіння вона засвоює 16,6 азоту, 10,4 фосфору, 24,7

калію, 10 – 11 кальцію, 6 – 8 % магнію. Від початку цвітіння до наливу зерна відповідно – 78,5 %, 50 %, 82,2 %. Для того, щоб отримати урожай на рівні 33 ц/га насіння, вона засвоює 250 кг азоту, 63 кг фосфору і 101 кг калію [119].

Збільшення врожаю при застосуванні добрив викликане більш інтенсивним розвитком вегетативної маси рослин, формуванням додаткових бобів, збільшенням кількості квіток, кращою наповненістю боба у фазі повної стиглості [179].

Особливості мінерального живлення зернобобових культур обумовлені їх специфічними біологічними властивостями, такими як відносно слабка реакція на фактори інтенсифікації і, в першу чергу, на підвищенні норми мінеральних добрив. Зернобобові культури менше відзиваються на покращення поживного режиму ґрунту порівняно з іншими культурами, але за продуктивністю практично не поступаються останнім, хоча маса зерна в загальному біологічному врожаї буває низькою і нестабільною залежно від року [50, 65, 51, 288, 284].

Проведені дослідження з питань живлення зернобобових культур забезпечують великий об'єм інформації відносно оптимальних норм внесення мінеральних добрив розглядаючи їх ефективність, вплив на продуктивність рослин та якість урожаю [47]. Висота рослин, висота прикріплення бобів, довжина та кількість бобів на рослині, кількість зерен у бобі і вага 1000 зерен є основними структурними елементами врожаю зернобобових культур. За рахунок внесення добрив можна впливати на ці елементи і змінювати величину врожаю. Доведено, що внесення добрив позитивно впливає на елементи структури врожаю [59].

Для оптимального застосування добрив потрібно знати, які поживні речовини і в який період потрібні рослинам для оптимального росту й формування відповідного рівня врожаю. Вчені вважають, що збалансоване мінеральне живлення бобових рослин упродовж вегетації і відповідне забезпечення рослин поживними елементами у критичні періоди є надзвичайно важливим [180]. Бобові культури виносять з урожаєм велику кількість азоту,

фосфору, калію, кальцію та інших елементів, незалежно від умов вирощування, [121]. Каліберда К. П. та Губанов П. Е [106] відмічають, що для формування 1 ц насіння соя витрачає 7,2 – 10 кг азоту, 1,7 – 4 кг фосфору, 2,2 – 4,4 кг калію.

Соя досить вимоглива до вмісту поживних речовин у ґрунті культура. У першу чергу, висока продуктивність сої залежить від наявності в достатній кількості мінеральних елементів живлення в ґрунті в основні фази росту і розвитку рослин [29, 19].

У біологічному землеробстві з метою запобігання надмірному нагромадженню нітратів у продукції рослинництва доцільно обмежити дози внесення азотних добрив [72]. Застосування азотних добрив виправдане лише під особливо цінні бобові культури (наприклад соя) і бідних на азот ґрунтах. Їх внесення проводять у ранні весняні строки, коли на коренях ще не утворились бульбочкові бактерії [145].

За твердженням окремих вчених [73, 117], необхідно застосовувати «помірні» дози мінерального азоту під бобові культури до активізації бобово-ризобіальної системи. Інші науковці вважають, що потрібно повне забезпечення рослин мінеральним азотом упродовж вегетації [69]. Існує думка щодо абсолютного виключення азотних добрив з технології вирощування бобових культур [144].

Удосконалення технології і способів підживлення сільськогосподарських культур сприятиме максимальній реалізації потенційної продуктивності посівів, зокрема сої [99]. У рослин сої циклічно поєднуються два найважливіших фізіологічних процеси: фотосинтез і біологічна фіксація азоту. У результаті поліпшення мінерального живлення більш інтенсивно відбувається фотосинтез у листках і створюються передумови біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що, в свою чергу, є фундаментом для синтезу білка, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [30].

У післяживних посівах сої застосування азотних мінеральних добрив підвищує урожай зерна і вміст у ньому сирого протеїну при автотрофному живленні

сої азотом або при недостатній ефективності симбіозу з бульбочковими бактеріями. Толкачов М. З. стверджує, що при вирощуванні сої доцільно не застосовувати азотні добрива, а формувати високі урожаї зерна переважно за рахунок симбіотрофного азоту, використовуючи сорти з високим азотфіксуючим потенціалом і відповідні агротехнічні засоби для його максимальної реалізації [212].

За даними досліджень, проведених в умовах південної частини Західного Лісостепу України, урожайність сої зростала при застосуванні добрив порівняно з варіантами без удобрення. Урожайність зерна сої, в середньому за період досліджень, найбільшою була на ділянках з унесенням мінеральних добрив у нормі  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , де рівень урожайності коливався відповідно до способу сівби та сорту в межах 2,48 – 2,93 т/га [55].

Дослідженнями виявлено, що посіви сої, де насіння не обробляли бактеріальними препаратами на фоні без внесення мінеральних добрив, були більш ураженими кореневими гнилями. Застосування мінеральних добрив та інокуляція насіння дали можливість істотно знизити ступінь ураженості посівів збудниками корневих гнилей [70].

Дослідженнями встановлено, що у варіанті з внесенням  $P_{60}K_{60}$  урожайність зерна досліджуваних сортів сої зросла на 11 – 13 %, а додаткове щорічне внесення  $N_{30}$  підвищувало урожайність сортів на 16 – 18% [226].

В умовах Правобережного Лісостепу України М. І. Балащук встановив, що сівбу сої слід проводити інокульованим насінням на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , при цьому збільшується акумульована у врожаї енергія [61].

Наявність у ґрунті доступних для рослин поживних речовин, особливо сполук азоту, зумовлює значне зростання урожайності сої, як і більшості сільськогосподарських культур. Так застосування азотних добрив за останні роки різко знизилося у зв'язку з високою вартістю енергоресурсів та низькою платоспроможністю товаровиробників. Саме тому виникає потреба у пошуку альтернативного шляху розв'язання цього питання, який базувався б на застосуванні економічно виправданих і екологічно безпечних прийомів технології вирощування [177].

#### **5.4. Догляд за посівами, боротьба з бур'янами, захист від шкідників та хвороб**

Для сої боротьба з бур'янами є одним з найголовніших факторів одержання високого врожаю. Вона не може протистояти їм на початку вегетаційного періоду. Зниження врожаю від бур'янів становить 30-50% і більше. Соя на початку вегетації росте відносно повільно і бур'яни конкурують з нею за споживання вологи, поживних речовин, використання світла. Втрати врожаю на забур'яненних посівах можуть складати 30-50%. Тому, інтегрована боротьба з бур'янами має першочергове значення для успішного вирощування сої. Використовують в боротьбі з бур'янами і всі можливі механічні способи боротьби.

Шкідливість бур'янів для сої залежить від видового їх складу, умов вологозабезпеченості, скоростиглості сорту, потужності посіву, потенційної забур'яненості орного шару, техніки і прийомів по догляду за посівами сої.

Бур'яни конкурують із соєю за найважливіші фактори – вологу, поживні речовини, світло, Тому значення боротьби з бур'янами для неї важко переоцінити, бо на 1кг сухої маси бур'янів витрачається 1 кг сухої речовини сої. Не рідкі випадки, коли при сильній забур'яненості врожай сої зменшувався в 1,5-2 рази, а іноді бур'яни повністю заглушала сою. Боротьбу з ними потрібно планувати і проводити, для чого застосовують як хімічні, так і агротехнічні заходи або ті і інші у комбінації, краще інтегровано.

Під час догляду за посівами поряд із хімічним захистом технологія передбачає систему агротехнічних засобів боротьби з бур'янами: боронування до сходів (через 3-4 дні після сівби, враховуючи стан проростання бур'янів та стан ґрунту) і по сходах (краще проводити в другій половині дня - менше травмуються рослини сої) впоперек або по діагоналі до напрямку сівби зі швидкістю 3-4 км/год., та дві-три культивації міжрядь культиваторами КРН-4,2А, УСМК-5,4А.

Дуже забур'янені площі обробляються гербіцидами та їх сумішами, для знищення злакових і дводольних бур'янів залежно від їх видового складу. Обробку в період вегетації рослин проводять від фази першого трійчастого листка до 3-4 справжніх листків у рослин сої.

Першим елементом захисту є обробка поля ґрунтовими гербіцидами. До їх вибору потрібно підходити особливо уважно, оскільки ці препарати мають певні особливості. Вони потребують вологи в ґрунті для того, аби надійно спрацювати. Але у разі рясних дощів їх може промити на глибину залягання насінини, що може завдати шкоди проростаючій сої, або взагалі – виміє препарат в нижні горизонти ґрунту, нівелюючи їх дію. При ранньому посіві використовувати ґрунтові гербіциди, які легко промиваються, не варто. Наприклад, метрибузин через рясні опади може зашкодити проросткам сої. Те саме може статись при використанні хлорацетамідів, наприклад ацетохлору, метолахлору та пропізахлору.

Тим не менш, обійтись без внесення цих препаратів доволі складно. Оскільки без ґрунтових гербіцидів вирощувати сою досить важко. Ця культура на ранніх етапах розвивається повільно, на відміну від бур'янів. Винятком може слугувати лише серйозна підготовка ґрунту, яка мінімізує кількість небажаної рослинності.

Рослини сої іноді можуть вражатися хворобами, особливо при високій вологості та гранично низьких температурах. Зокрема, це – фузаріоз, аскохітоз, бактеріоз, склеротиніоз, несправжня борошниста роса (пероноспороз), бактеріальний опік, жовта мозаїка сої та ін (рис. 5.1). Як профілактичний засіб боротьби з грибовими та бактеріальними хворобами сої високу ефективність мають глибока зяблева оранка та повна заробка рослинних решток, які є джерелом інфекції. Це значно зменшує вірогідність зараження аскохітозом, пероноспорозом та іншими хворобами. На полях, де виявлено фузаріоз, не можна висівати сою раніше ніж через 3-4 роки.





Рис. 5.1. Поширені хвороби сої: а-септоріоз, б-пероноспороз, в-аскохітоз.

На стан рослин сої впливає дотримання всіх агротехнічних заходів: від оптимальних строків сівби до оптимальних строків збирання. Адже якщо висіяти сою дуже рано в холодний ґрунт, то період від посіву до сходів збільшиться, це може спровокувати ураження насіння збудниками хвороб, що призводить до загнивання насіння. Тому хвороби частіше виявляються саме на ранніх посівах. З іншого боку, запізнення зі збиранням може спричинити ураження насіння пліснявими грибами.

У вологі роки хвороби можуть проявлятися на пізньостиглих сортах, строки збирання яких зсуваються на жовтень-листопад, внаслідок чого може відбутися загнивання врожаю. Насіння протруються препаратами на основі таких діючих речовин: Беноміл, Флудіоксоніл + металаксил-М, Тирамін

Також можна застосовувати бактеріальні препарати, так звані біопротектори, які не дають розвинутися на рослині патогенній мікрофлорі та зменшують ступінь ураження їх хворобами. Обробка насіння препаратом бульбочкових бактерій також має оздоровчу дію на насіння. При виборі протруйника треба мати на увазі, що при спільній обробці бактеріальними препаратами, ефективність останніх може відчутно зменшуватись, тому хімічні протруйники краще застосовувати раніше, а бактеріальні препарати – в день сівби. Протруйники на основі беномілу можна застосовувати одночасно з обробкою біопрепаратами: ця хімічна речовина для бульбочкових бактерій є безпечною.

Для того, щоб виростити якісну сою, слід звернути увагу на її захист від шкідників. На сої виявлено біля 114 видів шкідників, із них комах – 96,5%, слимаків – 2,6%, та кліщів - 0,9%. За трофічними особливостями – поліфагів – 86%, олігофагів - 14%, вузькоспеціалізованих видів немає. У посушливі роки при високій температурі повітря може спостерігатись ураження посівів сої шкідниками. Кожен шкідник здійснює свій вплив на культуру: пошкоджує певні частини рослини, діє у різні фази та має не однаковий відсоток шкодочинності (рис. 5.2.).

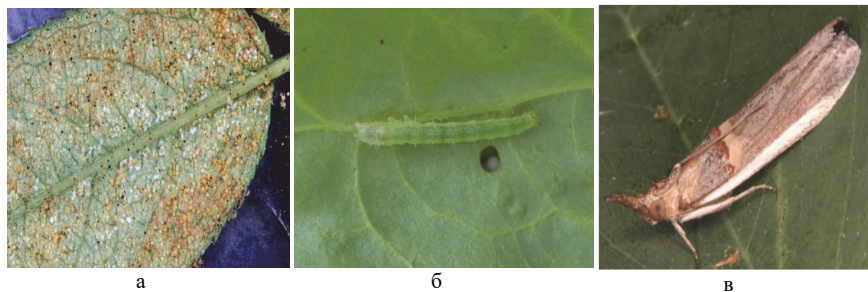


Рис. 5.2. Поширені шкідники сої: а-павутинний кліщ, б-совка гамма, в-акацієва вогнівка.

Вплив шкідників в період сходів. Насіння, що проростає в ґрунті, та сходи можуть пошкоджуватися личинками росткових мух, дротяника, личинками пластинчастовусих жуків, гусінню підгризаючих совок. Сім'ядолі та перша пара справжніх листків можуть пошкоджуватись різноманітними видами листогризучих шкідників: сірим буряковим та бульбочковим довгоносіком, личинками зеленого коника та саранових. Протягом всього вегетаційного періоду на листках сої харчуються комахи, які смокчуть сік (клопи, трипси, тля, цикади). Як показує практика, при умовах протруєння насіння ці види шкідників значного збитку посівам не завдають.

Вплив шкідників в період цвітіння та формування бобів. Різні види гусені з сімей совок, вогнівок, листовійок пошкоджують трійчасті листки культури. Найбільш розповсюджений на листочках сої шкідник – гусінь совки-гамми.

Павутинний кліщ є поліфагом, відмічений на більш ніж 40 видах рослин, пошкоджує овочеві, баштанні культури, сою та квасоллю. На сої розповсюджується від фази бутонізації до повної стиглості. Імаго та личинка кліща-самця висмоктують з листя сік, внаслідок чого в листовому апараті суттєво підсилюється транспірація, порушується водний баланс, знижується вміст хлорофілу, ксантофілу та каротину, призупиняється фотосинтез. З підвищенням температури інтенсивність яйцекладки зростає. Протягом вегетаційного періоду кліщ може дати до 10-12 поколінь. Оптимальною для розвитку кліща температурою є 29-31 °С. Оптимальна вологість повітря – 35-55 %. Вологість більше 80 % пригнічує розвиток та розмноження павутинного кліща. Чисельність кліщів на сої збільшується до серпня, а з вересня, внаслідок погіршення погодних умов, вона знижується.

Економічний поріг завданої шкоди для павутинного кліща складає 2-3 екземпляри на один листок до цвітіння або 10 екземплярів в період формування та наливу бобів. Для боротьби застосовують препарати на основі діючої речовини диметоат, фозалон, лямбда-цигалотрин. За період вегетації проводять 1-2 обробки посівів сої.

Шкідники генеративних органів. Боби та насіння сої пошкоджує гусінь другого та третього поколінь акаціевої вогнівки. Перше покоління шкідника розвивається на жовтій та білій акації. В кінці цвітіння сої – на початку наливу бобів, тобто в кінці липня-на початку серпня, метелики літнього покоління відкладають яйця на соєві боби та інші бобові культури. Гусінь проникає всередину бобів, де й живе протягом місяця, частково або повністю виїдаючи насіння. Чисельність вогнівки та її шкідливість збільшується в посушливі роки. Більшому заселенню бобів сприяє близькість посівів сої до лісосмуг жовтої та білої акації.

Якщо шкідники почали з'являтися, то необхідно приймати термінові заходи боротьби з ними: спочатку провести крайові обробки полів, де вони межують із зонами заселення шкідника. При масовому льоті потрібно обробляти всі посіви. Необхідно хоча б два рази на тиждень об'їжджати поля та

досліджувати стан заселення. Оскільки вогнівка – нічний метелик, то це роблять в нічний час: за допомогою сачка згідно з методикою здійснюють облік шкідника. Потрібно оглядати рослину: чи є там яйцекладка. Також варто прислухатися до повідомлень станцій захисту рослин, які виконують відповідні спостереження та дають рекомендації.

Боби сої також пошкоджує гусінь люцернової совки. Оптимальні умови для розвитку совки – спекотна суха погода. Заселення совкою відбувається тоді, коли була уражена культура-попередник. Потенційну шкідливість совки визначають за дослідженням ґрунту та наявності в ньому лялечок: в період до 15-25 липня такими дослідженнями можна визначити наявність та густоту заселення.

Зменшенню втрат від шкідників будуть сприяти такі заходи, як вирощування ранньостиглих сортів, збирання врожаю в оптимальні строки та швидке його обмолочування, глибока зяблева оранка полів після бобових культур, правильний вибір сівозміни, подрібнення рослинних решток, що залишаються в полі на зиму, застосування рекомендованих інсектицидів. На початку відродження гусені застосовують препарати на основі діючої речовини диметоат, фозалон, циперметрин. Обробки проводять з інтервалом 7-12 днів. При великому заселенні шкідниками може бути до трьох обробок.

Для боротьби з акаціевою вогнівкою також застосовується біологічний метод, внесення трихограми в нормі 70-100 тис. екземплярів на гектар при виявленні яйцекладки акаціевої вогнівки на тильній стороні листків сої.

Плануючи заходи по боротьбі зі шкідниками на посівах сої, треба мати на увазі, що в період після зімкнення рядків рослин культури застосовувати наземну техніку (опрыскувачі) недоцільно, великий ризик пошкодження посіву ходовою системою агрегату. Тому треба вдаватися до послуг хімічної авіації.

Найбільш поширеними шкідниками сої є павутинний кліщ і акацієва вогнівка. Критичною фазою розвитку культури щодо пошкодження акаціевою вогнівкою є початок утворення бобів. У більшості випадків соя дуже пошкоджується нею тоді, коли висівають насіння пізніх сортів, а також за

пізніших строків сівби, що особливо характерно для степових районів, де в цей період у полі мало зеленої рослинності. Щоб не створювати вогнищ цього шкідника, не рекомендується розмішувати посіви зернових бобових поблизу акацієвих насаджень. Для знищення зимуючих гусениць вогнівки велике значення має своєчасне збирання врожаю і глибока оранка соєвої стерні на зяб плугом із передплужником, оскільки з коконів, приораних на глибину до 10 см, метелик на поверхню не вийде. Добрі результати дає застосування біологічного методу знищення вогнівки за допомогою трихограми (100 тис./га).

### **5.5. Особливості позакореневого підживлення сої**

Ефективна система удобрення сої повинна бути спрямована на створення оптимальних умов для проходження процесів азотфіксації та збалансоване забезпечення посівів фосфором, калієм (при їх нестачі різко пригнічується розвиток бульбочкових бактерій) та мікроелементами. Для планування позакорневих підживлень сої макроелементами треба врахувати, що критичним періодом в забезпеченні азотом вважають 2-3 тиждень після цвітіння сої, а фосфором - перший місяць росту рослин.

З мікроелементів у формуванні високого врожаю сої особливо роль відіграють В, Мо та Со, які активують процеси, що забезпечують симбіоз бульбочкових бактерій з культурою. Бор (В) необхідний рослинам впродовж усієї вегетації. Він забезпечує транспорт асимілянтів у рослині. Оскільки бор відповідає за диференціацію клітин і формування клітинних стінок при його дефіциті особливо страждають молоді ростучі органи, відбувається відмирання точок росту. Бор збільшує кількість квіток і плодів. Без нього порушується процес досягання насіння. Цей мікроелемент покращує надходження в рослини азоту. Позакореневе підживлення бором особливо важливе на кислих ( $\text{pH} < 5,5$ ) та лужних ( $\text{pH} > 7,5$ ) ґрунтах.

Соєва дуже чутлива культура до внесення молібденовмісних добрив. Молібден (Мо) сприяє росту коренів, прискорює розвиток і стимулює діяльність

бульбочкових бактерій, підсилює синтез хлорофілу. Мо входить до складу ферменту нітрогеназа, який сприяє біологічній фіксації азоту атмосфери. Специфічна роль молібдену в процесі азотфіксації обумовлює покращення азотного живлення бобових культур, підвищує ефективність фосфорних та калійних добрив. При цьому поряд з ростом урожайності під дією молібдену підвищується вміст білка.

Кобальт (Co), як компонент вітаміну B12 (коболаміну), також необхідний для фіксації азоту у бобових рослин. Він підвищує інтенсивність засвоєння азоту з повітря, сприяє розмноженню бульбочкових бактерій, активує біосинтез хлорофілу та стимулює клітинну репродукцію листя.

Слід враховувати, що соя дає високі врожаї при вирощуванні на багатих органічною речовиною ґрунтах з нейтральною реакцією середовища. На кислих ґрунтах порушується засвоєння та спостерігаються дефіцит фосфору, калію, магнію, кальцію та молібдену. На лужних є в достатній кількості калій, кальцій, магній та азот, але будуть блокуватися бор, марганець, мідь, фосфор. Часто при вапнуванні бор і марганець стають важкодоступними для бобових. Потреба бобових у мікродобривах зростає після застосування підвищених норм мінеральних добрив. Саме в таких умовах позакореневі підживлення мікродобривами є обов'язковим.

Рослини сої на початку вегетації розвиваються повільно, коренева система ще слабо розвинена, і особливе значення для формування майбутнього врожаю має позакореневе підживлення сумішами мікроелементів. Технологія підживлення сої комплексами мікродобрив ґрунтується на проведенні позакореневої обробки в критичні етапи росту культури при яких спостерігається найбільша потреба в елементах живлення

Першим важливим етапом у розвитку сої є фаза 3-5 трійчастих листків. Застосування в цей період комплексного добрива з додаванням мікроелементів бору та молібдену дозволяє оптимізувати основні фізіологічні процеси, стимулювати процес фотосинтезу та розвиток кореневої системи, посилити використання рослинами елементів живлення з ґрунту і добрив та активувати діяльність бульбочкових бактерій.

Варто відмітити, що внесення бору на цьому етапі є дієвим прийомом підвищення продуктивності сої, оскільки відбуваються закладка зачатків бічних пагонів та суцвіть.

У період бутонізації та цвітіння симбіотична діяльність посіву сої досягає максимуму. Тому для активації діяльності симбіотичних бактерій та підвищення ефективності азотфіксації позакоренево вносять молібден. В якості обов'язкової обробки, для стимулювання запилення та розвитку репродуктивних органів, рекомендується проводити підживлення боровмісними добривами.

На пізніх етапах репродуктивного розвитку, у фазу формування бобів у зв'язку з початком відтоку поживних речовин з листя в насіння соя різко знижує активність кореневої системи. Позакореневі підживлення мікродобривами в цей період продовжують термін функціонування фотосинтетичного апарату, сприяють накопиченню біомаси та як результат, підвищенню врожайності.

Крім того в кінці репродуктивної стадії розвитку для покращення наливу насіння та стимулювання реутилізації поживних речовин до бобів варто застосовувати концентроване калійне добриво з органічними кислотами та мікроелементами.

Впродовж періоду вегетації та особливо в фазу цвітіння, рослини дуже чутливі до ураження хворобами. В якості профілактики захворюваності та забезпечення рослин доступними формами фосфору та калію доцільно застосовувати добриво з фунгіцидним ефектом. Фосфіти таких препаратів гальмують ріст патогенних організмів та сприяють формуванню захисного механізму рослин у відповідь на дію несприятливих умов навколишнього середовища.

У разі наявності загрози виникнення теплових, водних або інших стресів та для зменшення пестицидного навантаження рекомендуються позакореневі підживлення біологічно-активними препаратами з високим вмістом гумінових речовин, амінокислот та комплексами на основі високо доступних сполук кремнію.

Таким чином, розуміння фізіологічних потреб культури, раціональне та

обґрунтоване застосування позакореневих підживлень необхідними макро-, мікроелементами та біологічно активними речовинами дає можливість значно підвищити врожайність та рентабельність вирощування сої.

### **5.6. Збирання врожаю, післязбиральна доробка та зберігання зерна**

Сою належить до культур, для яких збирання врожаю є дуже важливою операцією. Проводять його комбайнами восени, коли нерідко стоїть нестійка погода, або дощовий період змінюється сухим, а нічні рясні роси – теплими сонячними днями. В таких умовах зерно навіть протягом доби змінює вологість, розміри, стійкість проти травмування. Крім того, соя має досить тонку насінневу оболонку, вузьку межу вологості зерна, коли воно добре обмолочується, не травмується і майже немає втрат.

На зерно сою починають збирати у повній стиглості при вологості зерна нижче 18 %. Основні масиви збирають при вологості 14-16 %. При збиранні врожаю з вологістю зерна нижче 12 % втрати зростають. Для рентабельного виробництва сої важливо зменшувати втрати: затрати на врожай сої 3 т/га окупаються одержанням 2,3 т/га, а решта 7 ц/га становить можливий прибуток. Якщо буде втрачено 10 % (3 ц/га) всього врожаю, то можливий прибуток знизиться на 40 %.

Основними ознаками повної стиглості є обпадання листків, підсихання, побуріння стебел і всіх бобів. Насіння в цей час висихає і відокремлюється від ступок бобів, його вологість знижується до 16-18 %. У цей час буває нестійка погода, тому, не гаючи часу, слід використовувати сонячні й теплі дні для збирання цієї культури збирально-транспортними загонами.

Сою збирають у стислі строки, прямим комбайнуванням зерновими комбайнами з соєвими жатками і переобладнаними на низький зріз серійними жатками до комбайнів, а барабанів – на понижену частоту обертання. Втрати можуть бути зведені до мінімуму при швидкості збирання 4-5 км/год.

В основних соєсійних країнах, наприклад, у США використовують



комбайн з плаваючим різальним апаратом і автоматичним регулюванням жатки. Сорти сої з низьким прикріпленням бобів, а також полегли й забур'янені посіви можна збирати двофазним способом, при якому їх спочатку скошують у валки на низькому зрізі і в міру підсихання, не гаючи часу підбирають валки й обмолочують зерновим комбайном. При цьому знижуються втрати незрізаних бобів. Цей спосіб застосовують потоково, коли зразу ж після скошування проводять обмолочування комбайнами, бо інтервал між скошуванням і підбиранням може призвести до значних втрат внаслідок розтріскування бобів при жаркій погоді у Степу, або псуванні при дощовій погоді восени, яка частіше буває у Лісостепу.

При збиранні сої непереобладним комбайном на полях із невіривняною поверхнею втрати низькорослих скоростиглих сортів можуть становити 10-23 %, високорослих і пізньостиглих – 17-12 %. Причому 80-90 % всіх зтрат припадає на жатку-косарку, в основному за рахунок незрізаних бобів на головному стеблі й нижніх гілках, а також вимолоченого мотівилом насіння. При зрізаних посівах втрати більші (12-17%), ніж у посівах з оптимальною густотою рослин (5-7 %). У США вважають, що 90 % всіх втрат припадає на жатку, а величина втрат при збиранні сої непереобладним зерновим комбайном становить близько 10 %. Втрати можуть збільшуватися до 30-40 % при пересиханні частини бобів, які розтріскуються, обсипаються, особливо при поганому регулюванні мотівила. При збиранні сої з вологістю зерна понад 20 %, втрати можуть бути внаслідок невимолочування бобів, або роздавлювання їх молотильним апаратом.

Важливо правильно встановити початок збирання посівів сої на зерно. Через 50-60 днів після утворення зав'язі маса насіння досягає максимальної величини, набуває жовто-зеленого кольору, насіннєва оболонка легко відділяється від сім'ядолей, вологість його 36-40 %, а листки жовтіють і обпадають, на стеблі залишаються лише боби. У цей час, поряд з втратою вологи з насіння, продовжується нагромадження в них жиру, білків, вуглеводів; клітковини. При цьому поки листки залишаються зеленими, припиняється фотосинтез, а в міру їх пожовтіння відбувається відтік поживних елементів з

листіків, гілок і стебел у боби і насіння. Період досягання становить 15-20 днів, і більше залежно від сорту і погодних умов, причому цей процес починається з нижнього ярусу, переходячи на середній і верхній. Буває, що короткочасне осінн похолодання, як це було у вересні 1991 р., прискорює цей процес. У кінці фази досягання боби набувають характерного для сорту кольору, стають еластичними, а стулки легко розкриваються. Насіння набуває жовтого кольору і твердої консистенції, його насіннева оболонка щільно прилягає до сім'ядолей і важко відділяється від них. Вологість насіння при досягненні твердої фази знижується до 13% і менше. Тільки при повному досягненні (тверда фаза) закінчується формування хімічного складу насіння.

Найкраще сою збирати при повній стиглості й вологості насіння 13-14 %. В цей час воно повністю вимолочується, найменші втрати і незначне його травмування. В Україні сою збирають у вересні – жовтні, причому на полях, де вона є попередником озимої пшениці й озимого ячменю, треба вирощувати її середньоранні й ранньостиглі сорти, а там, де вона є попередником кукурудзи – середньостиглі й середньопізні.

При збиранні врожаю висота скошування має важливе значення для зменшення втрат зерна. На їх величину впливають сортові особливості, в першу чергу, висота прикріплення нижніх бобів.

Десикацію проводять у роки, коли через прохолодну, дощову погоду восени затягується вегетаційний період сої, її зерно вологе. Це на 7-10 днів прискорює досягання і забезпечує одержання насіння з високими товарними і посівними якостями. Оптимальний строк обприскування посівів сої десикантами настає при вологості насіння 45-50 % і побурінні бобів нижнього і середнього ярусів. При більш ранньому обприскуванні рослин сої, коли вологість її насіння становить 60-65 %, врожай знижувався на 2-3 ц/га. Однак цей прийом слід розглядати як страховий, бо його проведення пов'язано з додатковими затратами і впливає на екологію, тим більше, що бувають випадки, коли десикація прискорювала досягання лише на 2-3 дні фермери соєсійних країн вважають, що краще підбирати такі сорти сої, які б використали весь вегетаційний період і

надійно достигли. У зв'язку з цим необхідно своєчасно проводити їх сівбу, вносити рекомендовані норми добрив, забезпечувати правильний режим зрошення.

У великих соєсійних господарствах сою збирають потоковим методом з подрібненням соломи, а в соєсійних країнах солону частіше розкидають по полю з наступним загортанням її у ґрунт. Для забезпечення повного вимолочування насіння і найменшого його травмування необхідно ретельно регулювати частоту обертання молотильного барабана і зазори в молотильному апараті, а в міру зміни вологості декілька разів на день змінювати величину подачі маси.

Сою збирають прямим комбайнуванням зерновими комбайнами, оснащеними спеціальними соєвими жатками суцільного зрізу або потокового типу, які обладнані плаваючим різальним апаратом. Комбайни обладнані автоматичним пристроєм для копіювання рельєфу поля. Робочі органи основних вузлів комбайна регулюють безпосередньо з робочого місця комбайнера. Висока продуктивність його зумовлена шириною захвату жатки, високою робочою швидкістю, об'ємним бункером і комфортними умовами роботи комбайнера.

При плануванні збиральних робіт розраховують потребу в комбайнах і автотранспорті, виходячи з того, щоб зібрати врожай оперативно і не допустити втрат від перестоювання посівів, розтріскування бобів і обсипання насіння на корені. Спочатку збирають посіви ранньостиглого сорту і раннього строку сівби, потім – середньостиглого і закінчують пізньостиглим. У робочому плані передбачається підготовка полів і доріг, місця доставки вороху від комбайна, транспорту для вивезення зерна, розкидання соломи по полю. За 1-2 дні до збирання поле обкошують і розбивають на загінки. На полях неправильної конфігурації застосовують круговий спосіб, щоб уникнути холостих проходів комбайна.

Під час збирання проводять регулювання комбайна, щоб не допускати втрат урожаю, травмування насіння. При збиранні сої частіше бувають такі основні типи втрат врожаю: обсипання зерна до початку збирання; втрати при збиранні; машинні втрати в комбайні.

Обсипання сої до початку збирання залежить від сорту, погодних умов і своєчасності початку збирання. Найкраще, вирощувати стійкі проти обсипання сорти. Втрати врожаю в Лісостепу при вологості зерна 13,1 % схильного до обсипання сорту вже через 10 днів вологої погоди досягають 19%, а стійкого проти обсипання – незначні.

Важливим фактором зменшення втрати початок збирання відразу ж, як тільки вологість знизиться до 13-14%. Спеціалісти вважають, що можна збирати сою і з більш високою вологістю зерна. Однак насіння з високою вологістю необхідно сушити або продавати на ринку із скидкою. При сушінні сої нагрітим повітрям оболонка насіння розтріскується, що знижує ринкову його вартість та схожість.

Другим способом зменшення витрат внаслідок обсипання є сівба сортів з різними строками досягання, щоб усі посіви сої досягали не одночасно. Слід враховувати, що чим більше часу сорт знаходиться в полі після того, як вологість його зерна знизиться до оптимальної для збирання, тим більша імовірність його обсипання. Особливо шкідливе запізнення із збиранням, коли достиглі соєві боби піддаються чергуванню вологої і сухої погоди, наприклад, після дощової погоди настає суха з низькою вологістю повітря, або після рясної нічної роси настає суха погода.

На стадії фізіологічної стиглості швидко може знизитися вологість зерна. У Лісостепу восени у першій декаді вересня за 7 днів теплої сонячної сухої погоди вологість зерна сої знижувалася від 39 до 14 %, або на 3,6 % протягом кожного дня.

Із загальних втрат при збиранні це приблизно 80 % тих, що насіння не потрапляє в комбайн, а 20 % - втрати у комбайні. Втрати розподіляються на: боби і насіння, які обсипалися під ударами жатки, падають на землю і не потрапляють у комбайн; незрізані боби на головному стеблі й гілках; втрати від вилягання рослин; боби на стеблах, які зрізані, але в комбайн не потрапили, втрати через невідрегульованість комбайна.

Зерно втрачається не тільки до початку збирання, а й безпосередньо під час

збирання. Боби сортів, схильних до обсипання, при ударах по них барабана або різального апарату розкриваються і насіння обсипається, падає на землю. Ці втрати швидко збільшуються в міру зниження вологості зерна сої. Окремі автори рекомендують навіть при зниженні вологості до 11% припиняти збирання і продовжувати його, коли роса підвищить вологість або настане прохолодна погода. В окремі теплі дні відмічається швидке зниження вологості від 16 % у 8 год до 10,5 % в 15 год при зниженні відносної вологості повітря від 80 до 40 %.

При виборі сорту звертають увагу на стійкість його проти вилягання. Якщо посів полеглий, це гальмує збирання врожаю і збільшує втрати. Різальний апарат комбайна частково або повністю не захоплює полегли рослини. Висота прикріплення нижніх бобів і скошування це ті фактори, що визначають кількість бобів, які залишилися на стерні. При завищеній нормі висіву і в загущених посівах рослини мають слабе стебло, тому вони часто вилягають, а при низькій нормі висіву і зріджених посівах спостерігається надмірне галуження і низьке прикріплення бобів, причому окремі гілки з бобами в результаті вилягання знаходяться на землі і не потрапляють у комбайн.

На величину втрат впливає ширина міжрядь у посівах сої. Однією з переваг посівів із звуженими міжряддями є зменшення втрат при збиранні врожаю. При звужених міжряддях поверхня ґрунту більш рівна, ніж при широких міжряддях і проведенні їх культивації, коли утворюються гребені. При збиранні посівів із звуженими міжряддями боби прикріплюються на більшій висоті і потік зрізаної маси сої у комбайн більш однорідний і рівномірний.

Зерно сої досить легко звільнюється з боба, а його розмір і форма полегшують очистку. Втрати при обмолочуванні бувають мінімальними при правильному регулюванні та експлуатації комбайна. Однак навіть при незначній погрішності в регулюванні збирального агрегату і його швидкості руху можуть значно збільшитися втрати зерна.

До втрат під час обмолочування належить соя, яка проходить через комбайн, залишається в бобах і зерно, що пошкоджується молотильним барабаном. До втрат при очистці належить те зерно, яке видаляється з комбайна разом із стеблами.

Вологе насіння потребує негайного сушіння або зберігання при пониженій температурі (-1 °C), без чого вона швидко знижує якість. Соя, яка знаходиться в полі або на зберіганні в сховищі, поглинає чи втрачає вологу в міру того, як збільшується або зменшується відносна вологість навколишнього повітря. Цей процес поглинання або втрати вологи продовжується, поки вологість сої не зрівняється з відносною вологістю навколишнього повітря. Тому основним завданням сушіння сої нагрітим або ненагрітим повітрям є заміна повітря, яке є в проміжках між зерном сої, на повітря з нижчою відносною вологістю. Швидкість сушіння контролюється регулюванням повітряного потоку.

Звичайно осіння погода при збиранні дозволяє сої у полі досягти такої вологості, яка дає змогу її зберігати. Однак на випадок вологої погоди або коли є необхідність починати збирання до того, як вологість знизиться до 14 % і нижче може бути потреба в сушінні сої після збирання. За сприятливих погодних умов насіння вологістю 14 % можна просушити ненагрітим повітрям.

Критична вологість насіння сої, при якій дихання та інші фізико-хімічні процеси уповільнені, становить 11-11,5 %, а оптимальна вологість для тривалого зберігання – 10-10,5 %. Тому при надходженні вороху від комбайна з підвищеною вологістю (понад 14%), насіння починає псуватися, втрачає посівні, харчові й кормові якості, особливо знижується якість олії. У такому воросі – домішки (залишки стебел, бур'янів) мають на 4-8 % вищу вологість ніж зерно, чим сприяють швидкому його зігріванню і пліснявінню. Крім того, насіння сої здатне швидко поглинати вологу туманів, рос і дощу.

Ворох від комбайна треба відразу ж очищати від домішок і тільки після цього – сушити вологе насіння. При можливості доцільно уникати сушіння насіннєвого матеріалу, щоб він досяг оптимальних кондицій у полі. Можна проводити сушіння без зниження схожості насіння при температурі не більше 42 °C і відносній вологості не менше 40-45 %.

Процес сушіння насіння сої включає нагрівання і видалення вологи за допомогою теплоносія, причому інтенсивність вологовіддачі насіння збільшується з підвищенням температури і швидкості потоку теплоносія.

Насіння сої через високий вміст білка буде чутливе до високої температури і може втрачати посівні якості від перегрівання. Процент розтріснутого зерна буде швидко збільшуватися при високій температурі і низькій відносній вологості повітря. Дослідами встановлено, що допустимою температурою нагрівання насіння сої при вологості 24-26 % є 30 °С, при вологості 20-22 % – 35 °С, при вологості 16-18 % – менше 37 °С. У звичайних сушарках високоякісне зерно можна одержати при температурі повітря менше 38 °С і його вологості від 40 до 50 %. Насіння сої при сушінні повільно віддає вологу (0,5-0,8 % за годину), в зв'язку з чим для його сушіння не можна застосовувати шахтні й барабанні сушарки. При порушенні режиму сушіння різко знижується якість сої. У штаті Кентукі, наприклад, від 10 до 60 % насіння сої, яке сушили при температурі 38 °С, мало тріщини насінневої оболонки, при 54°С – 50-90 %, 71 °С – 80-90 %.

Для сушіння сої краще використовувати бункери, що вентилюються або лоткові сушарки. Процес сушіння контролюється за відотною вологістю відпрацьованого теплоносія, його припиняють, коли вона в бункерах знижується до 55, а в буртах – до 25-35 %.

Для хорошого зберігання треба підтримувати досить низьку температуру повітря міжзернового простору, щоб стримувати розвиток грибів і запобігати самозігріванню. Основна причина зниження якості сої при зберіганні – розвиток грибів. При зберіганні протягом року сої вологістю 11-12,5 % мінімальний розвиток грибів, спостерігався лише в кінці цього періоду. Гриби були також відсутні при зберіганні протягом 270 днів при вологості сої 14-14,5 % і температурі зберігання 5 °С. Вони дуже погано розвиваються або зовсім не розвиваються при температурі нижче 4,5 °С, не будуть вони розвиватися при відносній вологості повітря 65 % і менше, в межах вологості насіння від 11 до 12 %.

Вологість – основна умова зберігання, причому для сої вона має важливіше значення, ніж для інших культур. Вміст вологи в сої повинен бути на 1 % меншим, ніж для кукурудзи. Важливо також враховувати, що для насінневої сої, щоб зберегти схожість, її необхідно зберігати при вологості на 1 % нижче тієї,

що зберігається для продажу й переробки. У північному прохолодному регіоні для довготермінового зберігання максимальна вологість повинна становити 11-11,5, у південному – 10-10,5 %.

Безпечні рівні вологості для зберігання сої залежать від температури повітря, маси партії, а також від того, на що буде направлено зерно: на переробку, на корм або насіння.

При зберіганні сої у великій кількості тривалий час при теплій погоді необхідно передбачити провітрювання для запобігання розвитку плісені і «горіння», навіть коли вміст вологи невисокий. Без провітрювання зерно може прогрікнутися і знебарвитися, що знизить його якість. Для кращого провітрювання зерно має бути чистим від рослинних решток, а кількість травмованого, розтріснутого насіння – мінімальною.

Вплив вологості зерна за зберігання ускладнюється тим, що волога в сушильному бункері переміщується. В прохолодний період холодне повітря біля зовнішніх стінок бункера опускається, а тепле – піднімається через центр бункера, забираючи з потоком вологу. У результаті цього волога нагромаджується в центральній верхній частині бункера. Так, у бункерах при середній вологості зерна 12-13 % у верхній його частині вона підвищується до 16-17 %, що може знизити якість сої. Основними вимогами зберігання насіння сої є вологість – 10-10,5%, відносна вологість повітря – нижче 60 %, температура – +5 ... -5 °С. Зберігають насіння в металевих бункерах, закритих складських приміщеннях, у мішках штабелями висотою 1,5-2,5 м, а товарне – в металевих бункерах і насипом. Регулярно, не менше 2-3 рази на зиму, контролюють його вологість, схожість, товарні якості. При порушенні умов зберігання знижуються посівні й товарні якості соєвого насіння.

Як при транспортуванні, так і при зберіганні важливим фактором є механічні пошкодження сої, однак ключовим фактором у період зберігання є вологість. Для сої з вмістом 20 % жиру гранична вологість становить 12 % для соняшника і ріпаку з вмістом 40% жиру – 9 %.

Соя з підвищеною вологістю може прорости або покритися пліснявою, що



призводить до підвищення температури, в результаті чого завдається шкода протеїну і жиру. Виділення тепла може представляти серйозну проблему і навіть викликати мимовільне самозагорання. Враховують також, що при зберіганні соя може поглинати вологу повітря і втрачати товарні й посівні якості.

## РОЗДІЛ 6

### ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН СОРТІВ СОЇ

#### **6.1 Вплив погодних умов, мінерального живлення та способів оброблення комплексом мікроелементів на проходження фаз росту і розвитку сортів сої**

Одним із основних критеріїв дослідження технологій вирощування сільськогосподарських культур є детальний аналіз процесів росту та розвитку посівів [110, 98].

Відповідно до програми та задач дослідження було передбачено вивчення наступних фаз росту та розвитку рослин сої: сходи, перший трійчастий листок, стеблуння, бутонізація, початок та кінець цвітіння, наливання насіння, повна стиглість.

Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежить від взаємодії зовнішніх метеорологічних факторів з біологічними особливостями розвитку рослин. На тривалість вегетаційного періоду впливають температурні умови, освітленість посівів, наявність достатньої кількості вологи та інші фактори. Нестача тепла в поєднанні з підвищеною вологістю подовжують період вегетації. Порівняно суха та тепла погода значно його скорочують. Підвищена температура повітря зумовлює скорочення міжфазного періоду від сівби до появи сходів та від сходів до цвітіння [161].

Польова схожість насіння та дружність сходів сої залежать від температури ґрунту і повітря, а також від вологості. Ці показники, в свою чергу, також зумовлюють дружність росту і розвитку рослин, утворення бобів та їх посівні якості. Також необхідно відзначити, що на тривалість окремих фаз росту і розвитку рослин сої впливають також агротехнічні заходи і сортові особливості [117].

Потреба сої у теплі зростає від проростання насіння до сходів, потім до цвітіння, зав'язування та формування насіння. У період досягання вона зменшується. За рівнем вологозабезпеченості рослини сої вирізняються досить

високою посухостійкістю у перший період вегетації – від сходів до початку цвітіння. Критичним за волого споживанням є період цвітіння – наливання насіння [161].

Тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сортів, що досліджуються, екологічних умов регіону та технології їх вирощування [6]. Залежно від погодних умов у роки досліджень та умов вирощування змінюється як тривалість міжфазних періодів, так і загальна довжина періоду вегетації в цілому. Тому необхідно вивчити та проаналізувати закономірності настання фаз упродовж періоду вегетації залежно від різних умов вирощування. На основі проведених досліджень відмічено, що в умовах Лісостепу Правобережного тривалість вегетаційного періоду в цілому та окремих фаз росту і розвитку рослин сої змінювались в залежності від погодних умов року.

Сівбу сортів сої проводили в I – II декадах травня: в 2012 році – 11 травня, в 2013 році – 08 травня та в 2014 році – 06 травня. Встановлено, що тривалість періоду від сівби до повних сходів у сортів сої безпосередньо залежала від умов вологозабезпечення та гідротермічного режиму. Так, в умовах 2012 року період сівба – сходи у сорту Вінничанка становив 13 діб, а у сорту Горлиця 11 діб, за цей час, сума опадів становила, відповідно, 5,7 і 5,0 мм, середньодобова температура повітря була оптимальною для проростання насіння та появи сходів і становила 17,0 і 16,3 °C при ГТК 0,258 і 0,279. У 2013 і 2014 роках із зростанням показника ГТК тривалість періоду від сівби до повних сходів скорочувався у сорту Вінничанка до 11 діб, а у сорту Горлиця до 9 діб (табл. 6.1).

Період від сходів до формування першого трійчастого листка у 2012 р. тривав у сорту Вінничанка 19 діб, а у сорту Горлиця 15 діб, за цей період сума активних температур сягала, відповідно, 329,5 і 253,8 °C, а сума опадів 58,7 і 552,6 мм. Зростання суми активних температур у 2013 році до 401,4 і 324,2 °C, а у 2014 році до 396,1 і 337,9 °C та збільшення кількості опадів, відповідно, до 114,0 і 72,8 мм та 120,0 і 105,9 мм зумовило і подовження тривалості даного періоду.

Таблиця 6.1

## Гідротермічне забезпечення міжфазних періодів росту і розвитку сортів сої, 2012 – 2014 рр.

Міжфазні періоди	Тривалість періоду, дів				Суми активних температур за період, °С				Середньодобова температура повітря за період, °С				Опади за період, мм				ГТК	
	2012	2013	2014		2012	2013	2014		2012	2013	2014		2012	2013	2014		2013	2014
роки																		
Вінницянка																		
1	13	11	11	11	220,9	206,9	142,8	17,0	18,8	13,0	5,7	15,8	36,0	0,258	0,764	2,521		
2	19	24	22	22	329,5	401,4	396,1	17,3	16,7	18,0	58,7	114,0	120,0	1,781	2,840	3,030		
3	27	26	25	25	587,5	523,4	416,3	21,8	20,1	16,7	22,1	68,3	31,0	0,376	1,305	0,745		
4	30	30	31	31	668,9	565,6	642,2	22,3	18,9	20,7	55,8	28,3	64,5	0,834	0,500	1,004		
5	54	54	54	54	935,8	813,5	948,8	17,0	15,1	17,6	93,1	175,4	78,3	0,995	2,156	0,825		
6	130	134	132	132	2521,7	2303,9	2403,4	19,6	17,7	18,3	229,7	386,0	293,8	0,911	1,675	1,222		
Горлиця																		
1	11	9	9	9	179,1	167,4	112,5	16,3	18,6	12,5	5,0	15,8	21,4	0,279	0,944	1,902		
2	15	20	19	19	253,8	324,2	337,9	16,9	16,2	17,8	52,6	72,8	109,5	2,072	2,246	3,241		
3	23	24	20	20	470,5	486,7	345,1	20,5	20,3	17,3	41,2	107,0	25,5	0,876	2,198	0,739		
4	28	28	30	30	607,2	513,5	560,1	21,7	18,3	18,7	37,5	20,5	84,4	0,618	0,399	1,507		
5	48	48	46	46	951,5	853,3	917,5	19,4	17,8	19,9	104,7	100,4	56,9	1,100	1,177	0,620		
6	114	120	115	115	2283,0	2345,1	2160,6	19,6	18,2	18,4	236,0	316,5	276,3	1,034	1,393	1,279		

**Примітка:** 1. Сівба – масові сходи; 2. Масові сходи – 1 трійчастий листок; 3. 1 трійчастий листок – масове цвітіння; 4. Масове цвітіння – кінець цвітіння; 5. Кінець цвітіння – повне дозрівання; 6. Масові сходи – повне дозрівання.

У сорту Вінничанка – до 24 і 22 діб, а у сорту Горлиця – до 19 і 20 діб.

Період від формування першого трійчастого листка до масового цвітіння характеризується інтенсивним ростом рослин сої та формуванням її вегетативних органів, що потребує значної кількості вологи та тепла. Так, за роками досліджень найбільша тривалість даного періоду для сорту Вінничанка була встановлена у 2012 році 27 діб, при цьому ГТК становив 0,376, у 2013 році, відповідно, 26 діб, а ГТК 1,305, у 2014 році – 25 діб при ГТК 0,754. У сорту Горлиця тривалість періоду від першої пари справжніх листків до початку цвітіння дещо відрізнялися. Так в умовах 2012 року цей період становив 23 доби, при цьому ГТК – 0,876. У 2013 році підвищення температури повітря та значне зростання кількості опадів сприяло подовженню даного періоду до 24 доби за цих умов ГТК становив 2,198 (надмірно волого).

Після проходження вегетативних стадій росту і розвитку, протягом яких формується основна вегетативна маса рослин та закладаються репродуктивні органи, після чого настають репродуктивні стадії розвитку, які тривають від цвітіння до повного дозрівання насіння.

Як відомо критичним періодом щодо забезпечення вологою для рослин сої є період цвітіння. За роки досліджень даний період характеризувався досить високими температурами повітря та різною кількістю опадів. Так, у 2012 і 2013 роках період від повного цвітіння до кінця цвітіння у сорту Вінничанка тривав 30 діб, а сорту Горлиця – 28 діб, при цьому ГТК становив відповідно 0,834 і 0,500 і 0,618 і 0,399. У 2014 році зростання кількості опадів та температури повітря сприяло підвищенню ГТК до 1,004 і 1,507, при цьому період цвітіння подовжився, відповідно, до 31 доби у сорту Вінничанка та 30 діб у сорту Горлиця.

Тривалість періоду формування та дозрівання насіння сої в наших дослідженнях менше залежала від гідротермічних умов року. Відзначено, що за роками досліджень у період від кінця цвітіння до повної стиглості забезпеченість вологою була достатньою, навіть в окремий рік 2013 надмірною. Так, у сорту Вінничанка період кінець цвітіння – повна стиглість становив 54 доби, а у сорту

Горлиця у 2012 і 2013 роках 48 діб, а у 2014 році 46 діб. У цілому період від кінця цвітіння до повної стиглості характеризувався досить високим ГТК, що позитивно вплинуло на процеси росту і розвитку культури та отримання досить високого рівня урожайності насіння.

Таким чином, встановлено, що як і тривалість окремих міжфазних періодів росту сортів сої, так і весь вегетаційний період в цілому в значній мірі залежали від гідротермічних умов. Так, в умовах 2012 року вегетаційний період у сорту Вінничанка становив 130 діб, у 2013 – 134 доби та у 2014 – 132 доби, при цьому ГТК становив відповідно 0,911, 1,675 і 1,222. Вегетаційний період середньораннього сорту сої Горлиця за роками досліджень був дещо меншим, що пояснюється сортовими відмінностями, і становив відповідно 114, 120 і 115 діб, при цьому ГТК становив 1,034, 1,393 і 1,279.

Поряд із цим, на основі проведеного кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що між тривалістю вегетаційного періоду сортів сої та показниками гідротермічних умов існує тісний зв'язок. Так, коефіцієнт кореляції між тривалістю вегетаційного періоду, кількістю опадів та сумою активних температур становив ( $r=0,72$ ). Залежність між тривалістю вегетаційного періоду сортів сої та показниками гідротермічних умов можна описати наступним рівнянням регресії:

$$Y = -45,3007 + 0,0885 * X_1 + 0,0617 * X_2 \quad (6.1)$$

де  $Y$  – тривалість вегетаційного періоду сортів сої, діб;

$X_1$  – кількість опадів, мм;

$X_2$  – сума активних температур, °С.

Таким чином, для оптимального росту та інтенсивного проходження вегетативних та репродуктивних стадій розвитку рослин сої необхідна достатня кількість атмосферних опадів і оптимальна температура повітря. Тому що як недостатня, так і надмірна кількість атмосферних опадів та значне пониження або підвищення температурного режиму в свою чергу сприяють прискоренню або затримці проходження міжфазних періодів та негативно впливають на тривалість вегетативного росту рослин сої.

Таблиця б.2.

Тривалість міжфазних періодів сої сортів Вінничанка (В) та Горлиця (Г) залежно від удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012-2014 рр., діб

Рівень удобрення	Сівба-масові сходи		Масові сходи-перша пара справжніх листків		Перша пара справжніх листків-масове цвітіння		Масове цвітіння-кінець цвітіння		Кінець цвітіння-повне дозрівання		Тривалість періоду вегетації		
	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	
без добрив	1	13±1,5	11±1,5	23±3,1	20±2,5	27±1,2	24±2,0	28±0,6	27±0,6	52±0,0	46±0,0	131±4,2	118±4,9
	2	12±1,2	10±1,5	22±2,5	18±2,5	26±1,0	22±2,0	29±0,6	28±1,0	54±0,7	48±0,7	131±3,5	116±6,4
	3	13±1,5	11±1,5	23±3,1	19±2,6	27±1,2	24±2,0	30±0,6	28±0,6	53±0,0	48±0,7	134±3,5	119±3,5
	4	12±1,2	10±1,2	22±2,5	18±2,6	26±1,0	22±2,1	30±0,6	29±1,2	54±0,0	48±0,0	132±2,8	117±4,2
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	13±1,5	12±2,0	20±2,6	18±1,5	29±1,0	25±2,0	30±1,7	28±0,6	54±0,7	48±0,7	132±4,2	119±4,2
	2	11±1,5	9±1,5	19±2,6	17±1,5	28±1,0	25±2,0	32±2,1	30±1,0	54±0,7	50±0,7	132±4,2	122±4,9
	3	13±1,5	11±1,5	20±2,6	18±1,5	29±1,0	25±2,0	32±2,1	29±0,6	55±0,7	49±1,4	135±4,2	122±4,9
	4	11±1,5	10±1,2	19±2,6	17±1,5	29±1,2	24±2,0	32±2,1	30±0,6	55±0,7	50±0,7	134±3,5	121±4,2
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	13±1,5	12±1,2	20±1,5	17±1,0	32±1,5	27±2,0	31±1,5	29±1,0	56±0,7	49±0,0	138±4,9	123±3,5
	2	12±1,5	10±2,0	18±1,0	16±1,0	30±1,5	26±2,0	32±1,5	30±1,0	57±0,7	51±0,7	136±4,2	123±2,8
	3	13±1,5	11±1,5	20±1,5	17±1,0	31±1,2	27±2,0	32±1,5	31±1,0	57±0,7	51±0,7	139±4,2	126±4,2
	4	11±1,5	9±1,5	18±1,0	16±1,0	30±1,2	26±2,0	33±1,5	32±1,5	58±0,7	52±0,0	139±3,5	127±3,5

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

На основі фенологічних спостережень виявлено, що на тривалість як окремих міжфазних періодів так і в загальному вегетаційного періоду сортів сої поряд із гідротермічними умовами значний вплив мали і організовані фактори, зокрема фон мінерального живлення та способи оброблення комплексом мікроелементів. Таким чином у середньому за роки досліджень найдовший вегетаційний період був на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та поєднанням оброблення насіння та позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі і становив для середньостиглого сорту Вінничанка 139 діб проти 131 доби на контролі без мінеральних добрив та комплексу мікроелементів, а для середньораннього сорту Горлиця – 127 діб проти 118 діб на контролі (табл. 6.2).

Поряд із цим також відмічено, що на варіантах досліду, де проводили передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі сходи з'явилися на 1 – 2 доби раніше, ніж на контрольних у сорту Вінничанка та 1 – 3 доби раніше у сорту Горлиця.

Крім того, виявлено характер впливу рівня мінерального живлення та передпосівного оброблення насіння сортів сої на формування вегетативних органів та проходження наступних фаз росту і розвитку. Так, на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива у дозі  $P_{60}K_{60}$  тривалість періоду масові сходи – перша пара справжніх листків була коротшою в середньому на 3 доби у сорту Вінничанка та 1 – 2 доби у сорту Горлиця порівняно до варіантів без внесення добрив, а на варіантах із внесенням  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , відповідно на 3 – 4 і 2 – 3 доби.

Поряд із цим, на варіантах досліду, де проводили лише передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі період масові сходи – перша пара справжніх листків був на 1 – 2 доби коротшим, порівняно з контролем, залежно від доз мінеральних добрив та сорту.

Встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяло подовженню періоду інтенсивного вегетативного росту рослин сої від фази першої пари справжніх листків до масового цвітіння. Так, на варіантах досліду, де вносили



мінеральні добрива з розрахунку  $P_{60}K_{60}$  тривалість даного періоду була на 2 – 3 доби довшою у сорту Вінничанка та 1 – 3 доби у сорту Горлиця, а внесення повного мінерального  $N_{30}P_{60}K_{60}$  сприяло подовженню даного періоду, відповідно, на 4 – 5 і 3 – 4 доби.

Виявлено, що передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі впливає на вегетативні періоди росту та в певній мірі забезпечує їх швидше проходження, в той час як позакореневе листкове підживлення має вплив на генеративні періоди росту та подовжує їх. У наших дослідженнях позакореневе листкове підживлення рослин сортів сої Мікрофолом Комбі ми проводили у фазі бутонізації. На варіантах досліду, де проводили позакореневе підживлення тривалість періоду сортів сої від масового цвітіння до кінця цвітіння подовжувався на 1 – 2 доби порівняно із варіантами без його застосування, а на варіантах, де поєднували позакореневе підживлення із обробленням насіння, відповідно, на 2 – 3 доби. Аналогічна тенденція спостерігалась і у період від кінця цвітіння до повного дозрівання насіння.

Таким чином, на основі фенологічних спостережень за ростом та розвитком рослин сортів сої різних груп стиглості можна зробити висновок, що як на тривалість періодів між окремими фазами росту і розвитку, так і на тривалість вегетаційного періоду в цілому суттєвий вплив мали як гідротермічні умови року, так і організовані чинники, які були поставлені на вивчення, а саме дози мінеральних добрив та різні способи використання комплексу мікроелементів.

Найбільш сприятливі умови для росту, розвитку та оптимального проходження міжфазних періодів сортів сої різної групи стиглості формувались за вирощування їх на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива із розрахунку  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та передпосівним обробленням насіння Мікрофолом Комбі у поєднанні із позакореневим підживленням у фазі бутонізації цим же комплексом мікроелементів.

## 6.2 Динаміка густоти рослин сої на площі та їх збереження

Густота рослин є одним з основних показників, які в значній мірі визначають величину урожайності сільськогосподарських культур у тому числі і сої. У свою чергу вона залежить від норми висіву, польової схожості насіння та виживаності рослин. Слід відмітити, що на польову схожість впливають посівні якості насіння, способи підготовки його до сівби, метеорологічні умови, а також попередники, система удобрення, строки та способи сівби, норма висіву [128].

Рослини сої зазнають негативного впливу з боку біотичних та кліматичних факторів довкілля у процесі росту та розвитку. Надмірне зволоження та тривалі посухи у критичні періоди вегетації рослин можуть призводити до їх випадання, як від негативного впливу цих факторів, так і від розвитку хвороб, які є результатом їхнього впливу [193]. Такі вчені, як А. О. Бабич, С. І. Колісник та О. М. Венедіктов [28] повідомляють, що для умов Лісостепу рекомендована норма висіву сої для ранньостиглих сортів становить 700 – 800 тис./га схожих насінин, для середньо-ранньостиглих – 600 – 700 тис./га, а для сортів більш пізньостиглої групи стиглості – 500 – 550 тис./га схожих насінин.

Показник густоти рослин визначали двічі за період вегетації культури на фіксованих ділянках, які закріплювали після появи сходів. Перший підрахунок густоти рослин проводили при настанні фази повних сходів, а перед збиранням урожаю її рахували вдруге. Перший облік при відомій нормі висіву дає змогу визначити польову схожість насіння, а другий – визначити виживаність на період збирання.

У середньому за роки проведення досліджень (2012 – 2014 рр.), на період повних сходів густота рослин сої знаходилась в межах від  $510 \pm 8,0$  до  $550 \pm 10,6$  тис./га у сорту Горлиця та від  $480 \pm 10,0$  тис./га до  $526 \pm 13,7$  тис./га - у сорту Вінничанка, при цьому польова схожість становила, відповідно,  $85,1 \pm 1,3 - 91,7 \pm 1,8$  % і  $87,3 \pm 1,8 - 95,6 \pm 2,5$  % (табл. 6.3).

**Вплив рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів на  
польову схожість та збереження рослин сортів сої,  
у середньому за 2012–2014 рр.**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Густота стояння рослин, тис./га		Польова схожість, %	Коефіцієнт збереження рослин, % до кількості сходів
			Повні сходи	Повна стиглість		
Горлиця	без добрив	1	510±8,0	431±19,5	85,1±1,3	84,5±2,6
		2	537±8,6	455±20,5	89,6±1,4	84,6±2,5
		3	512±9,5	440±20,5	85,3±1,6	85,9±2,5
		4	539±7,6	466±18,7	89,8±1,3	86,5±2,3
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	513±7,5	447±18,1	85,6±1,3	87,1±2,3
		2	542±8,0	479±20,8	90,4±1,3	88,4±2,6
		3	515±6,4	460±17,0	85,9±1,1	89,2±2,3
		4	543±9,3	491±22,3	90,6±1,5	90,4±2,6
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	516±9,5	468±20,7	86,1±1,6	90,6±2,4
		2	549±10,0	502±22,6	91,6±1,7	91,4±2,5
		3	519±9,8	484±21,7	86,5±1,6	93,3±2,4
		4	550±10,6	517±22,5	91,7±1,8	94,0±2,4
Вінничанка	без добрив	1	480±10,0	413±20,8	87,3±1,8	86,1±2,7
		2	507±10,7	440±22,9	92,1±1,9	86,8±2,7
		3	482±9,8	425±20,5	87,6±1,8	88,1±2,5
		4	508±10,8	452±22,7	92,4±2,0	88,9±2,6
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	485±11,7	430±21,6	88,2±2,1	88,5±2,4
		2	512±12,2	460±24,5	93,2±2,2	89,9±2,7
		3	487±11,4	446±22,3	88,5±2,1	91,6±2,6
		4	514±10,8	475±22,5	93,5±2,0	92,3±2,5
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	488±12,1	449±21,0	88,7±2,2	92,0±2,0
		2	524±13,2	484±21,0	95,3±2,4	92,4±2,0
		3	491±12,3	464±20,5	89,3±2,2	94,5±2,1
		4	526±13,7	502±21,2	95,6±2,5	95,4±1,8
Коефіцієнт варіації V, %			4,2	5,7	3,5	3,5
Відносна похибка Sx%			0,9	1,2	0,7	0,7

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Відмічено, що внесення мінеральних добрив не мало суттєвого впливу на зростання показників польової схожості. Так, внесення мінеральних добрив у

дозі  $P_{60}K_{60}$  сприяло зростанню польової схожості на 0,5 % у сорту Горлиця та 0,9 % у сорту Вінничанка, а за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , відповідно на 1,0 і 1,4 % порівняно із контролем без внесення добрив.

Встановлено, що більш суттєве зростання польової схожості насіння сортів сої забезпечило передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі. Так, у сорту Горлиця у середньому за роки досліджень передпосівне оброблення насіння забезпечило зростання польової схожості на 4,5 – 5,5 %, а у сорту Вінничанка, відповідно, на 4,8 – 6,6 % залежно від рівня мінерального живлення. Таким чином, у середньому за роки досліджень найвища польова схожість насіння, як у сорту Горлиця, так і у сорту Вінничанка формувалась на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та передпосівним обробленням насіння Мікрофолом Комбі і становила, відповідно, 91,7 і 95,6 %.

Як було відзначено, передпосівне оброблення насіння сортів сої позитивно впливало на польову схожість, в той час як позакореневе листкове підживлення – на збереження рослин протягом періоду вегетації.

Спостереження упродовж вегетаційного періоду за динамікою густоти рослин сортів сої показують, що вона дещо зменшується у міру росту і розвитку, що є наслідком випадання рослин із посіву. Дане явище пояснюється впливом цілого ряду факторів, зокрема, гідротермічних, біотичних, ґрунтових і в меншій мірі антропогенних.

Таким чином, на період повної стиглості сортів сої, у зв'язку із дією, спричиненою шкідниками та хворобами, окремими елементами технології вирощування передбачених програмою досліджень та факторами, які були поставлені на вивчення, густина рослин за варіантами досліду становила від  $431 \pm 19,5$  до  $517 \pm 22,5$  тис./га у сорту Горлиця та від  $413 \pm 20,8$  до  $502 \pm 21,2$  тис./га – у сорту Вінничанка.

Здатність рослин сої протистояти дії негативних факторів є, в значній мірі, генетично обумовленою ознакою, проте прояв даної ознаки залежить і від умов вирощування [88].

Нашими дослідженнями виявлено, що найбільш сприятливі умови для росту та розвитку, а як наслідок і найбільшої виживаності рослин сортів сої, були на варіантах досліді із внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та поєднанням передпосівного оброблення насіння із позакореневим підживленням у фазі бутонізації Мікрофолом Комбі. За цих умов вирощування коефіцієнт збереження рослин сої сорту Горлиця становив  $94,0 \pm 2,4$  %, а сорту Вінничанка  $95,4 \pm 1,8$  %. На контрольних варіантах досліді без внесення добрив та без застосування комплексу мікроелементів даний показник знижувався на 9,3 % у сорту Вінничанка та на 9,5 % - у сорту Горлиця.

Дещо нижчим коефіцієнт збереження рослин сої на час повної стиглості був на варіантах досліді, де проводили окремо оброблення насіння і позакореневе підживлення за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  і становив, відповідно,  $91,4 \pm 2,5$  –  $93,3 \pm 2,4$  % у сорту Горлиця та  $92,4 \pm 2,0$  –  $94,5 \pm 2,1$  % у сорту Вінничанка.

Отже, комплексний підхід до системи удобрення сої, а саме вирощування її на фоні оптимальних доз мінеральних добрив  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та використання комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі для оброблення насіння у поєднанні із позакореневим підживленням забезпечує найкращі умови для росту, розвитку та збереження у посіві найбільшої кількості рослин на час повної стиглості, що є запорукою формування високих врожаїв зерна.

### **6.3 Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої**

Упродовж всієї вегетації рослини проходять два взаємозв'язаних, але, в той же час, різних процеси: ріст і розвиток. Вивчення темпів росту і розвитку рослин сої в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури. Однією із основних ознак, яка характеризує темпи росту і розвитку рослин, є висота центрального стебла [206].

На висоту рослин впливають ґрунтово-кліматичні умови та технологічні прийоми вирощування, в результаті чого вона змінюється в часі і просторі, що, у свою чергу, і визначає урожайність культури. Активний ріст рослин сої починається через 2 – 3 тижні після повних сходів, тому приріст рослин у висоту протягом вегетації є важливим морфобіологічним показником, який характеризує реакцію рослин на зміни умов зовнішнього середовища [9].

За результатами наших досліджень встановлено, що висота стебла рослин сої в значній мірі залежала від гідротермічних умов року, та факторів, які були поставлені на вивчення (сорт, дози мінеральних добрив та способи оброблення комплексом мікроелементів).

У процесі проведення досліджень відмічено, що в початковий період рослини сої ростуть дуже повільно. З появою першого – третього справжнього листка починається розгалуження стебла. З цього часу починається вегетативна стадія розвитку, стебло інтенсивно росте аж до цвітіння, після чого настає генеративна стадія, при цьому ріст стебла майже припиняється, закінчується і формування листків.

Виявлено, що рослини сої сортів Горлиця та Вінничанка в процесі онтогенезу мали дещо різну висоту стебла, що обумовлено генетично та інтенсивність середньодобового лінійного приросту. Це, перш за все, пояснюється біологічними особливостями сорту, які мають відмінний генотип, та їх відношенням до різних груп стиглості.

На основі проведених досліджень виявлено, що у період інтенсивного росту від фази третього трійчастого листка до початку цвітіння висота рослин сої не суттєво варіювала залежно від сорту, проте починаючи від початку цвітіння різниця у висоті між сортами зростала і в подальші фази була досить значущою.

За результатами визначення висоти рослин встановлено, що найвища висота стебла сортів сої відмічена в умовах 2013 року з коливанням від 80,5 – 115,2 см, а найменша в умовах 2012 року від 68,8 – 109,5 см (додаток Б – Б.2).

У середньому за роки досліджень (2012 – 2014 рр.) максимальна висота рослин сої у фазі повної стиглості 92,5 см у сорту Горлиця та 112,1 см у сорту

Вінничанка формувалась на варіантах досліду, де вносили мінеральні добрива у дозі N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та проводили оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням у фазі бутонізації цим же препаратом у нормі 0,5 кг/га, що відповідно, на 19,1 і 24,4 см більше порівняно з контролем (без мінеральних добрив і Мікрофолу Комбі) (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

**Вплив рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів на висоту рослин сортів сої, у середньому за 2012–2014 рр., см M±m\***

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Третій трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повна стиглість
Горлиця	без добрив	1	10,7±0,8	27,8±1,9	57,0±7,8	73,4±6,2
		2	12,4±0,6	29,3±1,7	57,7±7,2	75,5±6,0
		3	10,8±0,7	32,9±1,2	58,8±6,6	76,9±6,3
		4	12,6±0,9	33,6±1,5	59,7±7,2	77,8±6,1
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	12,5±1,1	33,1±3,0	65,1±7,0	82,3±4,7
		2	14,1±1,6	35,2±3,1	66,2±7,5	84,3±5,1
		3	12,5±1,0	38,9±2,6	66,9±7,7	84,6±4,5
		4	14,3±1,6	39,4±2,5	67,8±7,3	86,4±5,0
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	12,9±1,2	37,7±3,2	68,1±6,4	86,1±4,8
		2	14,5±1,1	38,9±3,7	68,9±6,2	88,9±4,7
		3	12,4±1,4	41,7±3,9	70,2±6,7	89,9±5,2
		4	14,9±1,4	42,5±4,4	71,3±6,5	92,5±4,9
Вінничанка	без добрив	1	11,6±0,6	30,2±1,2	67,5±3,9	87,7±3,6
		2	13,5±0,7	32,0±0,6	69,1±4,3	89,6±3,9
		3	11,6±0,5	35,3±1,4	71,5±4,0	91,8±3,8
		4	13,4±0,6	36,0±1,2	73,4±4,5	93,4±3,7
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	12,9±1,5	34,6±1,9	77,8±4,2	98,6±2,8
		2	14,6±1,2	37,2±1,5	80,2±4,0	100,9±3,2
		3	13,1±1,3	38,9±1,9	82,0±3,9	103,4±2,4
		4	15,2±1,3	40,7±1,2	83,5±3,8	104,6±3,1
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	13,9±1,4	39,2±2,0	82,0±4,6	104,0±3,6
		2	16,0±1,1	42,2±3,1	85,4±4,1	106,1±3,3
		3	13,4±1,7	44,7±2,4	87,4±4,9	109,0±3,1
		4	15,7±1,3	45,9±1,9	88,8±3,8	112,1±2,9
Коефіцієнт варіації V, %			10,7	12,9	13,2	12,1
Відносна похибка Sx%			2,2	2,6	2,7	2,5

**Примітка:** \*M ± m – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5 %-му рівні значущості. 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Аналіз динаміки висоти стебла рослин сої за фазами росту і розвитку показує, що застосування чинників інтенсифікації сприяло досить істотному її збільшенню. Так, зокрема, внесення мінеральних добрив та застосування комплексу мікроелементів сприяло інтенсивнішому росту рослин і збільшенню висоти стебла з початку вегетації рослин.

Оптимізація мінерального живлення рослин сої за рахунок внесення  $P_{60}K_{60}$  сприяє зростанню їх висоти у сорту Горлиця до 82,3 см, що на 8,9 см більше порівняно з контролем (без добрив) та до 98,6 см, що на 10,9 см більше порівняно з контролем у сорту Вінничанка.

Значний позитивний вплив на висоту рослин сортів сої спостерігався і за внесення «стартової» дози азоту ( $N_{30}$ ). При цьому порівняно із контрольним варіантом приріст висоти рослин становив 12,7 см у сорту Горлиця та 16,3 см у сорту Вінничанка. На основі проведених розрахунків було виявлено, що між внесеними дозами добрив та висотою рослин сортів сої існує достовірний кореляційний зв'язок, при цьому коефіцієнт кореляції становив для сорту Горлиця  $r = 0,754$  (6.2) та для сорту Вінничанка  $r = 0,873$  (6.3). Залежність висоти рослин сої від доз мінеральних добрив подано рівняннями лінійної регресії:

$$Y = -605,6833 + 6,7541 * x \quad (6.2)$$

$$Y = -776,6861 + 8,5958 * x \quad (6.3)$$

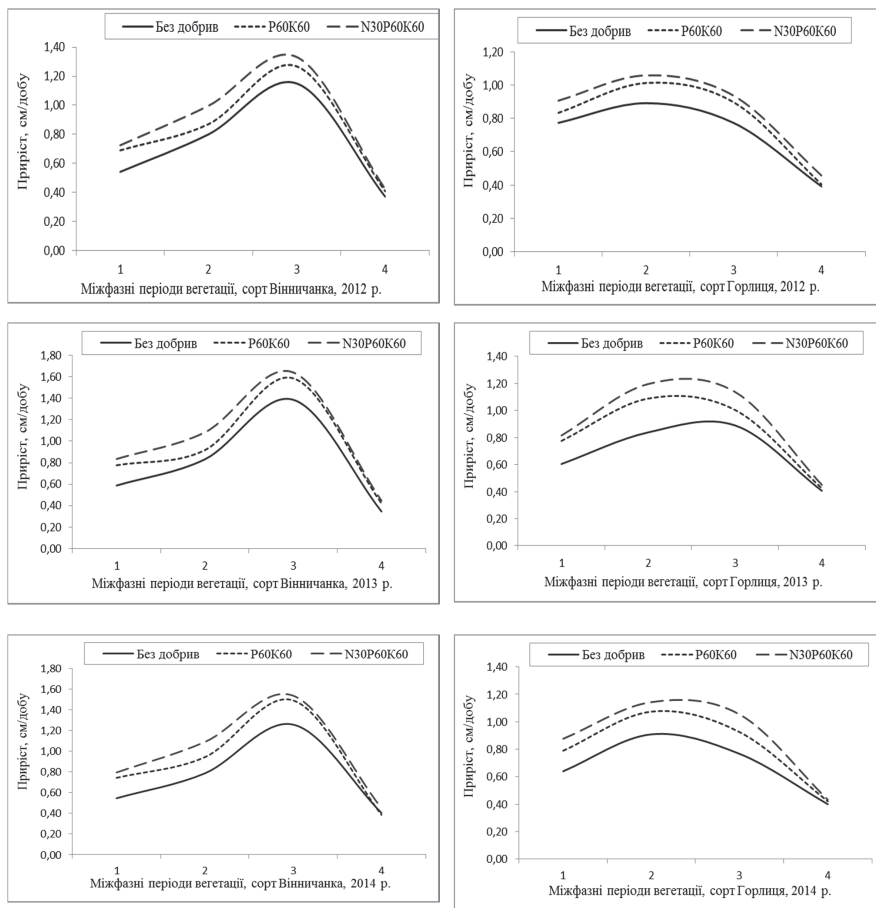
де:  $Y$  – висота рослин, см;  $X$  – дози мінеральних добрив.

На основі проведених досліджень виявлено позитивний вплив на формування висоти рослин, оброблення насіння та позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі. Так, на час повної стиглості на варіантах досліді, де проводили передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів висота рослин сої була більшою на 2,0 – 2,8 см у сорту Горлиця, та на 1,9 – 2,3 см у сорту Вінничанка.

Одним із важливих показників, який характеризує особливості та темпи росту і розвитку рослин сої на різних етапах вегетації є середньодобові лінійні прирости стебла.



За роки проведення досліджень (2012 – 2014 рр.) динаміка середньодобового лінійного приросту стебла сортів сої мала подібний характер, проте різну інтенсивність (рис. 6.1.).



**Примітка:** 1. Сходи – третій трійчастий листок; 2. Третій трійчастий листок – початок цвітіння; 3. Початок цвітіння – кінець цвітіння; 4. Кінець цвітіння – повна стиглість.

Рис. 6.1. Динаміка середньодобового лінійного приросту стебла рослин сортів сої залежно від норм мінеральних добрив, 2012 – 2014 рр., см/добу

Таким чином, у сорту Вінничанка найвищі темпи середньодобового лінійного приросту стебла (1,15 – 1,39 см/добу) за роками досліджень відмічені у період від початку цвітіння до кінця цвітіння, а у сорту Горлиця – за період від третього трійчастого листка до початку цвітіння (0,89 – 0,91 см/добу). Це можна пояснити тим, що дані сорти відносяться до різних груп стиглості. Так, у середньораннього сорту Горлиця інтенсивний ріст стебла розпочинається від фази третього трійчастого листка, а у сорту Вінничанка від початку цвітіння. Найнижчий середньодобовий лінійний приріст стебла спостерігався як у сорту Горлиця, так і сорту Вінничанка у період від кінця цвітіння до повної стиглості і в розрізі років становив відповідно 0,39 – 0,41 і 0,35 – 0,40 см/добу. Така динаміка інтенсивності лінійного росту стебла сортів сої в першу чергу обумовлена фізіологічними особливостями їх розвитку. Так, упродовж вегетативних фаз росту від повних сходів до кінця цвітіння поживні речовини, які синтезовані в результаті фотосинтезу та засвоєні із ґрунту використовуються рослинами на формування вегетативної маси, після чого протягом генеративних фаз росту вони в основному використовуються на формування зернової продуктивності та якості врожаю.

Виявлено, що на інтенсивність середньодобових лінійних приростів рослин сортів сої істотний вплив мали і дози мінеральних добрив. Таким чином, як у сорту Горлиця, так і Вінничанка найбільш інтенсивно рослини росли у висоту на варіантах досліді, де вносили мінеральні добрива у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . При цьому, приріст стебла від фази початок цвітіння до кінця цвітіння становив за роками досліджень відповідно 0,94 – 1,14 і 1,33 – 1,64 см/добу, що на 0,17 – 0,28 і 0,18 – 0,29 см/добу більше порівняно із варіантами без внесення мінеральних добрив.

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що максимальної висоти рослини сої 92,5 см сорту Горлиця та 112,1 см сорту Вінничанка досягають при проведенні передпосівного оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же препаратом (0,5 кг/га) на фоні внесення

мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , крім того за даних умов вирощування спостерігався найбільший середньодобовий лінійний приріст.

#### **6.4 Особливості формування плодоеlementів рослин сортів сої**

Рослини сої протягом свого онтогенезу проходять два періоди розвитку: вегетативний та генеративний. Окремі вчені [45] відмічають, що генеративний є основним у формуванні її зернової продуктивності, впродовж даного періоду на рослинах сої формується значна кількість квіток, а після чого зав'язі та бобів. Проте формування великої кількості квіток та сформованих бобів ще не є запорукою високої зернової продуктивності, так як визначальним фактором у формуванні врожайності сої є кількість зав'язаних квіток та бобів, що визріли [44].

Попри біологічні особливості сорту на формування генеративних органів рослин сої значний вплив мають фон мінерального живлення, погодні умови вегетаційного періоду та фактори зовнішнього середовища. При підвищених середньодобових температурах повітря та недостатній кількості атмосферних опадів цвітіння рослин сої проходить швидше порівняно із надлишком опадів та зниженням температури повітря. Цвітіння однієї китиці триває 5 – 8 діб, усієї рослини 14 – 28 діб, перші боби формуються через 10 – 15 діб після початку цвітіння. Увесь період формування бобів триває 10 – 20 діб. Наливання насіння триває 15 – 25 діб послідовно за ярусами. Цвітіння рослин сої починається на четвертому – п'ятому вузлах, після чого воно поширюється по вертикалі вгору. При цьому, багато нових листків і суцвіть утворюється після початку цвітіння [41].

Квітка сої є самозапильною, в процесі онтогенезу за період від цвітіння – до повної стиглості за різними даними до 75 % квіток і плодів, які сформувалися на рослині мають здатність до опадання. Рослини сої найбільш інтенсивно втрачають квітки за недостатньої кількості опадів та підвищеному температурному режимові, поряд із цим значна кількість квіток втрачається і

за порівняно сприятливих погодних умов. Таким чином, для забезпечення високих і сталих врожаїв зерна сої поряд із застосуванням сортових технологій вирощування необхідно забезпечити мінімалізацію стресу рослин у критичні періоди росту, що дасть змогу зберегти більшу кількість квіток на рослині і як наслідок підвищити зернову продуктивність посівів. Одним із шляхів підвищення інтенсивності процесу формування та збереження на рослині генеративних органів є оптимізація умов мінерального живлення та застосування мікродобрива.

На основі результатів наших досліджень виявлено, що рівень мінерального живлення та застосування комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі для оброблення насіння та позакореневого підживлення забезпечили формування більшої кількості генеративних органів на рослині, а також сприяли кращій збереженості бобів на час повної стиглості.

Таким чином у середньому за роки досліджень (2012 – 2014 рр.) у сорту Горлиця на одній рослині формувалось за усередненими даними від  $67,9 \pm 5,2$  до  $93,5 \pm 5,3$  квіток, при цьому кількість бобів після зав'язування становила, відповідно,  $14,7 \pm 1,7$ –  $26,6 \pm 3,0$  шт./рослину. У сорту Вінничанка у середньому на одній рослині формувалось на 13 – 19 квіток більше, в той час як кількість бобів після зав'язування становила  $19,6 \pm 2,1$  –  $37,1 \pm 3,2$  шт./рослину.

На основі проведених досліджень виявлено, що найбільш сприятливі умови для формування генеративних органів, як у сорту Горлиця так і у сорту Вінничанка складались при вирощуванні їх за моделлю технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) та позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га). За цих умов вирощування у сорту Горлиця на одній рослині у середньому формувалось найбільша кількість квіток  $93,5 \pm 5,3$  шт., бобів після зав'язування  $26,6 \pm 3,0$  шт. та бобів на період збирання  $22,9 \pm 2,6$  шт., що, відповідно, на  $25,6$  шт.,  $11,9$  і  $12,3$  шт. більше порівняно із контролем, у сорту Вінничанка дані показники становили,

відповідно,  $112,7 \pm 6,2$  шт.,  $37,1 \pm 3,2$  шт. і  $32,6 \pm 3,0$  шт., що на 31,9 шт., 17,5 і 18,0 шт. більше контролю (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

**Формування генеративних органів у рослин сої залежно від рівня  
удобрення та оброблення комплексом мікроелементів,  
у середньому за 2012 – 2014 рр.,  $M \pm m^*$**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Середня кількість на 1 рослині, шт.			Абортивність, %	
			квіток	бобів після зав'язування	бобів на період збирання	від кількості квіток	від кількості бобів
Горлиця	без добрив	1	67,9±5,2	14,7±1,7	10,6±1,7	78,5	28,0
		2	71,3±5,7	15,9±2,6	11,7±2,5	77,8	26,8
		3	72,7±5,8	16,5±2,6	12,3±2,4	77,3	25,8
		4	74,4±5,5	17,7±2,9	13,6±2,8	76,3	23,4
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	76,8±4,1	18,9±2,2	15,0±1,9	75,4	20,9
		2	81,3±4,7	20,4±2,4	16,4±2,5	74,9	19,8
		3	81,8±3,6	21,2±2,3	17,3±2,3	74,1	18,7
		4	84,1±4,2	22,1±2,9	18,7±2,5	73,8	15,3
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	83,2±4,5	21,6±2,4	18,0±2,2	74,1	16,6
		2	87,4±5,3	23,3±2,8	19,6±2,5	73,4	16,2
		3	89,2±5,6	24,4±3,1	20,5±3,1	72,8	16,1
		4	93,5±5,3	26,6±3,0	22,9±2,6	71,6	13,9
Вінничанка	без добрив	1	80,8±3,7	19,6±2,1	14,6±2,3	75,8	25,8
		2	84,9±4,3	21,1±2,6	16,0±2,8	75,2	24,6
		3	86,7±3,8	22,2±2,7	16,9±2,7	74,5	23,8
		4	88,9±3,4	23,2±2,4	18,4±2,8	73,9	20,9
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	92,1±3,0	24,2±1,6	19,6±1,8	73,8	18,9
		2	97,5±3,6	26,4±2,1	21,7±2,7	73,0	17,9
		3	100,2±3,8	28,0±2,4	23,2±2,6	72,1	17,2
		4	102,3±3,4	28,9±2,9	24,9±2,7	71,8	13,8
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	99,0±6,9	27,9±3,9	23,8±3,8	71,9	14,7
		2	103,3±5,4	31,1±3,2	26,6±3,2	69,9	14,6
		3	107,9±6,7	32,6±3,8	27,9±4,0	69,8	14,6
		4	112,7±6,2	37,1±3,2	32,6±3,0	67,1	12,2
V, %			13,5	23,3	28,2	3,6	24,6
Sx%			2,8	4,8	4,9	0,7	4,9

**Примітка:** \* $M \pm m$  – довірчий інтервал середньої арифметичної на 5%-му рівні значущості. 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Як вже відзначалось, надзвичайно важливе значення має не тільки кількість квіток і бобів, які сформувались на рослині, але й та кількість квіток, які зав'язались, і бобів, які визріли, оскільки лише ці показники є визначальними у формуванні зернової продуктивності посіву.

За твердженнями ряду авторів [45, 86] сприяти втраті рослинами значної кількості квіток та зав'язей може цілий ряд чинників зовнішнього середовища, а саме різке коливання середньодобової температури повітря нижче, або вище критичного рівня, недостатня кількість вологи, або її надлишок особливо в генеративний період розвитку рослин.

Поряд із цим, на показник абортивності квіток та бобів рослин сої значний вплив мають і умови мінерального живлення. Так, до несприятливих умов для формування генеративних органів рослин сої можна віднести недостатню кількість таких мінеральних елементів як азот, фосфор, калій, кальцій та сірка. Крім того, велике значення для збереження максимальної кількості квіток і бобів відіграють мікроелементи – мідь, кобальт, бор, моліден та ін. [123, 0].

Таким чином, на основі проведених досліджень встановлено, що найнижчий рівень абортивності як квіток, так і бобів у сорту Горлиця, відповідно, 71,6 % і 13,9 % та у сорту Вінничанка 67,1 % і 12,2 % зафіксований на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівному обробленні насіння Мікрофолом Комбі (100 г/т) та проведенні позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі (500 г/га), що, відповідно, на 6,9 %, 14,1 % і 8,7 %, 13,6 % менше порівняно до контрольних варіантів.

Деяко вищі показники абортивності квіток та бобів у сорту Горлиця, відповідно, 73,8 і 15,3 % та у сорту Вінничанка 71,8 та 13,8 % були зафіксовані на варіантах досліду на фосфорно-калійному фоні, за цих умов проведення передпосівного оброблення насіння із позакореним підживленням Мікрофолом Комбі, що, відповідно, на 4,7, 12,6 та 4,0 і 12,0 більше, ніж на контролі.

На основі проведених обліків та спостережень за ростом і розвитком

сортів сої різних груп стиглості в умовах Лісостепу Правобережного встановлено, що поряд із гідротермічними умовами регіону тривалість окремих міжфазних періодів, показники польової схожості та виживаності рослин, лінійного росту стебла, формування генеративних органів та їх абортивність безпосередньо визначаються рівнем забезпечення рослин сої елементами мінерального живлення та мікроелементами, особливо у критичні фази росту.

Як для середньораннього сорту Горлиця, так і для середньостиглого Вінничанка, найкращі умови для росту і розвитку рослин були на варіантах дослідів, де застосовували модель технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) та позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га). Застосування даних елементів технології вирощування сортів сої забезпечило суттєве підвищення показників, які характеризують інтенсивність їх росту і розвитку та формування генеративних органів в умовах Правобережного Лісостепу України.

## РОЗДІЛ 7

### ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ УДОБРЕННЯ ТА КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Основним джерелом синтезу і нагромадження рослинами сухої речовини у результаті складних біохімічних процесів, які відбуваються з використанням сонячного світла і вуглекислого газу є процес фотосинтезу. За твердженнями А. А. Ничипоровича урожай сільськогосподарських культур, у тому числі і сої формується завдяки засвоєнню ними органічних речовин і їх синтезу в процесі внутрішнього обміну, а також і процесах росту і розвитку. Майже 90 – 95 % урожаю формується в листках за рахунок фотосинтетичних процесів, що змінюються в часі та залежать від біологічних особливостей культури, сорту, віку рослин та умов зовнішнього середовища [219].

Коефіцієнт поглинання фотосинтетичної активної радіації (ФАР) напряму залежить від розміру листової поверхні посіву, яка під впливом різних елементів технології вирощування може піддаватися істотним змінам. Таким чином, важливо, щоб площа листової поверхні якнайшвидше сягала максимальних розмірів та довгий час забезпечувала продуктами фотосинтезу репродуктивні органи. На кінцевих етапах вегетації максимальна кількість пластичних речовин, що синтезується в самих листках, переміщується в репродуктивні органи. Попередніми дослідженнями встановлено, що при формуванні площі листової поверхні на рівні 40 тис. м<sup>2</sup>/га посіви поглинають до 70 – 80 % сонячної радіації, а при досягненні ними 50 тис. м<sup>2</sup>/га використовується вже до 95 % енергії світла (ФАР), що надходить до посіву [236].

#### 7.1 Динаміка формування площі листової поверхні рослин сої

Формування площі листової поверхні є передумовою отримання максимальних урожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі і сої [8].

На інтенсивність наростання асиміляційної поверхні та її величину суттєвий



вплив має цілий ряд як природних, так і організованих факторів, одним із яких є забезпечення рослин повним комплексом елементів мінерального живлення та мікроелементами. Магній входить до складу хлорофілів, залізо бере участь у процесах біосинтезу хлорофілу та залізовмісних з'єднань хлоропластів, марганець – незамінний елемент в окисленні води. Нестача міді спричиняє зниження інтенсивності синтезу органічних речовин. Дефіцит азоту сильно позначається на утворенні пігментних систем, структури хлоропластів. При недостатній кількості фосфору та калію порушуються фотохімічні і темнові реакції фотосинтезу, знижується його інтенсивність [196]. Виходячи з цього, одним із ефективних способів забезпечення рослин достатньою кількістю макро- та мікроелементів є оброблення насіння перед сівбою та позакореневе підживлення халатними добривами.

Дослідженнями, які проводились в умовах Лісостепу України, встановлена оптимальна площа листкової поверхні для сої. Вона становить 40 – 50 тис. м<sup>2</sup>/га [116]. Даний показник у сої може варіювати в досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних заходів її вирощування [35].

За твердженнями О.М. Бахмата, кращі показники фотосинтетичної продуктивності сортів сої різних груп стиглості в умовах південної частини Західного Лісостепу України виявлено на фоні мінеральних добрив у нормі N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> [55].

Після появи сходів та примордальних листків у рослин сої починається інтенсивний вегетативний ріст, а поряд із цим і наростання площі листкової поверхні.

На основі проведених нами досліджень встановлено, що на формування площі листкової поверхні значний вплив мали дози мінеральних добрив та способи оброблення комплексом мікроелементів мікрофол Комбі. У середньому за роки проведення досліджень (2012 – 2014 рр.), найменша площа листкової поверхні була на контрольному варіанті 30,5 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту Горлиця та 30,7 тис.м<sup>2</sup>/га – у сорту Вінничанка. (табл. 7.1).

**Динаміка наростання плоці листкової поверхні рослин сортів сої  
залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів,  
у середньому за 2012-2014 рр., тис. м<sup>2</sup>/га**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин				
			3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	початок фізіологічної стиглості
Горлиця	без добрив	1	5,7	15,2	27,7	30,5	16,2
		2	7,7	16,4	29,3	31,7	17,4
		3	5,9	17,6	29,9	33,4	19,1
		4	7,6	18,9	31,1	34,5	20,5
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	8,3	20,7	33,4	36,3	21,3
		2	9,8	22,9	35,2	37,7	22,5
		3	8,2	24,4	36,8	38,9	23,3
		4	10,2	26,0	37,6	40,2	25,1
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	9,9	23,3	35,0	38,0	22,1
		2	12,2	25,6	38,1	40,5	23,8
		3	9,9	27,1	39,5	42,8	25,7
		4	12,5	28,9	42,4	44,8	26,6
Вінничанка	без добрив	1	6,4	17,4	28,6	30,7	16,5
		2	8,3	18,8	30,5	32,8	17,6
		3	6,2	19,7	31,4	34,2	19,8
		4	8,6	21,2	32,5	35,3	21,0
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	9,5	23,6	35,1	37,6	22,6
		2	11,7	25,5	37,2	40,0	24,0
		3	9,3	26,7	38,4	40,8	25,3
		4	11,8	28,6	40,0	42,2	27,1
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	11,4	26,8	36,9	39,2	23,4
		2	13,7	29,6	40,5	42,0	25,3
		3	11,5	30,9	42,2	44,4	27,1
		4	14,3	33,1	44,8	46,3	28,3
V, %			25,3	20,6	13,4	11,9	15,5
Sx%			5,2	4,2	2,7	2,4	3,2

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

У період початку генеративної фази росту коли формуються боби та починає наливатись насіння відбувається припинення вегетативного росту і як наслідок зменшення темпів наростання листової поверхні. Застосування досліджуваних елементів технології вирощування сої сприяло подовженню формування площі листової поверхні. У середньому за період досліджень 2012 – 2014 рр. найбільша площа листової поверхні формувалась у фазі наливання насіння на всіх варіантах досліджу.

Окремої уваги заслуговує дія мінеральних добрив на показник площі листової поверхні. Дані таблиці 7.1 показують, що мінеральні добрива виконують як регулюючу так і листкозберігаючу роль. Регулююча роль мінеральних добрив полягає в тому, що завдяки активному впливу не лише на ростові процеси пов'язані з листовим апаратом, але і з ростом інших частин рослин, добрива підвищують загальну вагу рослини.

Внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  забезпечило зростання площі листової поверхні на 19,0 – 22,4 % або 5,8 – 6,9 тис.  $m^2/га$  порівняно із контролем залежно від сорту, а за внесення повного мінерального добрива  $N_{30}P_{60}K_{60}$  площа листової поверхні була на 24,6 – 27,7 % або на 7,5 – 8,5 тис.  $m^2/га$  більшою ніж на контролі. Так, у сорту Горлиця на контрольному варіанті площа листової поверхні у фазі наливання насіння становила 30,5 тис.  $m^2/га$ , а за внесення  $P_{60}K_{60}$  та  $N_{30}P_{60}K_{60}$  даний показник становив, відповідно, 36,3 і 38,0 тис.  $m^2/га$ , а у сорту Вінничанка ці показники становили, відповідно, 30,7 тис.  $m^2/га$  на контрольному варіанті та 37,6 і 39,2 тис.  $m^2/га$  за внесення  $P_{60}K_{60}$  та  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Залежність площі листової поверхні сортів Горлиця ( $r = 0,817$ ) та Вінничанка ( $r = 0,816$ ) від мінеральних добрив у фазі наливання насіння подано рівнянням регресії, відповідно, (7.1) і (7.2):

$$Y = -422,8278 + 4,5125 * X \quad (7.1)$$

$$Y = -457,5917 + 4,8667 * X \quad (7.2)$$

де  $Y$  – площа листової поверхні, тис.  $m^2/га$ ;  $X$  – мінеральні добрива.

Крім мінеральних добрив позитивний вплив на формування листової поверхні мали і передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі та

позакореневе підживлення цим же препаратом. Так, у фазі наливання насіння на варіантах досліду із передпосівним обробленням Мікрофолом Комбі площа листової поверхні була більшою порівняно із варіантами без застосування мікродобрих на 3,8 – 6,5 % у сорту Горлиця та 6,3 – 7,1 % у сорту Вінничанка. Поряд із цим застосування позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі у фазі бутонізації сприяло збільшенню площі листової поверхні на 7,1 – 12,6 % у сорту Горлиця та, відповідно, 8,5 – 13,2 % у сорту Вінничанка. Проте, за результатами наших досліджень виявлено, що найбільш ефективним технологічним прийомом було поєднання передпосівного оброблення насіння Мікрофолом Комбі із позакореневим підживленням цим же комплексом мікроелементів у фазі бутонізації. За цих умов вирощування площа листової перевищувала варіанти без оброблення на 10,7 – 17,8 % у сорту Горлиця та 12,2 – 18,1 % у сорту Вінничанка. Слід відмітити що максимальний приріст листової поверхні був відмічений за внесення повного мінерального добрива  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

За результатами проведених досліджень відмічено, що величина листової поверхні змінювалась також залежно від погодних умов року, а особливо забезпечення вологою. Критичним щодо забезпеченні вологою був 2012 рік, при цьому максимальна площа листової поверхні становила у сорту Горлиця 42,2 тис. м<sup>2</sup>/га, а у сорту Вінничанка – 43,9 тис. м<sup>2</sup>/га. Найбільша площа листової поверхні сортів сої формувалась у 2013 році і складала 47, 7 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту Горлиця та 49,3 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту Вінничанка, причому цей рік був найкращим за вологозабезпеченням та сприятливим для росту та розвитку рослин сої (додаток В – В.2).

На основі проведеного нами регресійного аналізу виявлено зв'язок середньої сили між площею листової поверхні та кількістю опадів за вегетаційний період сортів сої у середньому за роки проведення досліджень (2012–2014 рр.). При цьому, коефіцієнт кореляції становив  $r = 0,525$  у сорту Горлиця та  $r = 0,502$  – у сорту Вінничанка. Виявлені залежності відповідно

описуються наступними рівняннями лінійної регресії (7.3) для сорту Горлиця та (7.4) сорту Вінничанка:

$$Y = 23,9253 + 0,0467 * X \quad (7.3)$$

$$Y = 24,2697 + 0,0503 * X \quad (7.4)$$

де  $Y$  – площа листової поверхні, тис. м<sup>2</sup>/га;  $X$  – кількість опадів за вегетаційний період, мм.

Таким чином за результатами проведених нами досліджень, виявлено, що найкращі умови для формування максимальної площі листової поверхні як у середньо-ранньостиглого сорту сої Горлиця – 44,8 тис. м<sup>2</sup>/га, так і середньостиглого Вінничанка – 46,3 тис. м<sup>2</sup>/га створюються за умов забезпечення рослин мінеральними добривами у дозі N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, а також підсилення процесів фотосинтезу шляхом оброблення насіння перед сівбою комплексом мікроелементів на хелатній основі Мікрофол Комбі (150 г/т) та проведення позакореневого підживлення у фазі бутонізації Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га).

## **7.2 Формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та комплексу мікроелементів**

Фотосинтетична продуктивність посівів сільськогосподарських культур у тому числі і сої визначається не тільки величиною площі листової поверхні, а й тривалістю її активної роботи. Дані показники об'єднуючись складають фотосинтетичний потенціал, що характеризує фенотипічні особливості рослин, площу листової поверхні та темпи її розвитку за весь період вегетації з врахуванням гідротермічних умов. За допомогою фотосинтетичного потенціалу можна достовірно оцінити фотосинтетичну продуктивність посівів, він у більшій мірі показує реальні можливості посівів формувати органічну речовину ніж площа листової поверхні рослин [163].

За ствердженнями А. А. Ничипоровича, висока продуктивність посівів сільськогосподарських культур можлива лише за умови, якщо

фотосинтетичний потенціал посіву буде більшим ніж 2 млн м<sup>2</sup>/добу на 1 га у розрахунку на 100 днів вегетації [162]. Поряд із цим на формування величини фотосинтетичного потенціалу посіву впливають цілий ряд факторів, таких як погодні умови року, генетико-біологічні особливості вирощуваних сортів, система удобрення, агротехнічні елементи технології вирощування, система захисту посіву від бур'янів, шкідників і хвороб [186].

Отже, аналізуючи величину фотосинтетичного потенціалу посіву, можна дати оцінку роботі фотосинтетичного апарату в цілому та його участь у формуванні врожаю сортів сої.

За результатами проведених нами обліків та розрахунків виявлено, що ФП посівів сортів сої підвищувався протягом всього періоду вегетації і безпосередньо залежав від внесення мінерального добрива, застосування комплексу мікроелементів та гідротермічних умов року. В наших дослідженнях найвищий фотосинтетичний потенціал посівів сої у розрізі варіантів досліду формувався в умовах 2013 року, і становив у сорту Горлиця 2,285 – 3,849 млн м<sup>2</sup>×діб/га та у сорту Вінничанка 2,403 – 3,934 млн м<sup>2</sup>×діб/га, а найнижчим фотосинтетичний потенціал посівів був в умовах 2012 року і становив, відповідно, 1,972 – 3,109 і 2,046 – 3,42 млн м<sup>2</sup>×діб/га.

У середньому за роки досліджень за період від повних сходів до фізіологічної стиглості насіння внесення фосфорно-калійних добрив у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сприяло підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів сої на 0,527 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або на 24,6 % у сорту Горлиця та 0,628 млн м<sup>2</sup>×діб/га або на 28,3 % у сорту Вінничанка. Більш ефективним було внесення повного мінерального добрива з розрахунку N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, за цих умов фотосинтетичний потенціал посівів збільшився, відповідно на 0,718 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або на 33,6 % у сорту Горлиця та на 0,778 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або на 35,1 % у сорту Вінничанка.

Крім того, нашими дослідженнями виявлено, що поряд із мінеральними добривами позитивний вплив на формування фотосинтетичного потенціалу посівів мали і способи оброблення комплексом мікроелементів (табл. 7.2).

Таблиця 7.2.

**Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу сортів сої  
залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів,  
у середньому за 2012–2014 рр., млн м<sup>2</sup>×діб/га**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин				
			Повні сходи – 3-й трійчастий листок	Повні сходи – початок цвітіння	Повні сходи – кінець цвітіння	Повні сходи – наливання насіння	Повні сходи – фізіологічна стиглість
Горлиця	без добрив	1	0,110	0,327	0,907	1,692	2,136
		2	0,147	0,387	1,005	1,829	2,295
		3	0,113	0,361	1,004	1,859	2,358
		4	0,145	0,417	1,094	1,980	2,502
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,148	0,442	1,174	2,116	2,663
		2	0,175	0,502	1,287	2,273	2,846
		3	0,146	0,487	1,314	2,336	2,928
		4	0,182	0,550	1,409	2,461	3,082
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,166	0,509	1,297	2,271	2,854
		2	0,204	0,587	1,449	2,500	3,124
		3	0,166	0,557	1,458	2,586	3,221
		4	0,210	0,636	1,600	2,765	3,456
Вінничанка	без добрив	1	0,135	0,366	0,989	1,839	2,214
		2	0,176	0,427	1,094	2,001	2,402
		3	0,131	0,390	1,082	2,021	2,449
		4	0,180	0,462	1,189	2,161	2,607
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,178	0,535	1,328	2,370	2,842
		2	0,219	0,611	1,459	2,565	3,067
		3	0,175	0,575	1,456	2,591	3,108
		4	0,221	0,656	1,582	2,759	3,302
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,199	0,590	1,398	2,425	2,992
		2	0,239	0,676	1,565	2,606	3,288
		3	0,200	0,644	1,573	2,741	3,388
		4	0,249	0,733	1,721	2,949	3,626
V <sub>s</sub> %			21,2	21,7	18,9	14,9	14,7
Sx <sub>s</sub> %, %			4,3	4,4	3,9	3,0	3,0

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Так, оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) перед сівбою забезпечило зростання показника фотосинтетичного потенціалу на 0,159 – 0,270 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або на 6,9 – 9,4 % у сорту Горлиця та 0,188 – 0,296 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або на 8,0 – 9,9 % у сорту Вінничанка. Проведення

позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га) у фазу бутонізації забезпечило підвищення фотосинтетичного потенціалу, відповідно, на 0,222 – 0,367 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або на 10,3 – 12,8 % і 0,235 – 0,396, або на 9,3 – 13,2 % залежно від доз мінеральних добрив. Найбільш ефективним виявилось поєднання даних технологічних прийомів, при цьому спостерігалось найбільше підвищення фотосинтетичного потенціалу посівів, відповідно, на 0,366 – 0,602 млн м<sup>2</sup>×діб/га, або 15,7 – 21,0 % у сорту Горлиця та на 0,393 – 0,634 млн м<sup>2</sup>×діб/га. або 16,1 – 21,2 % у сорту Вінничанка. Слід відмітити, що за умов внесення повного мінерального добрива у дозі N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> ефективність оброблення насіння та позакореневого підживлення зросли, збільшивши фотосинтетичний потенціал посівів на 3,5 – 4,0 %. При цьому слід відмітити, що у сорту Горлиця фотосинтетичний потенціал посіву був менший на 3,6 – 5,0 % порівняно із сортом Вінничанка незалежно від варіанта дослідів.

Таким чином, обробка насіння сої перед сівбою комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га) на фоні внесення повного мінерального добрива з розрахунку N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сприяли формуванню максимальних показників фотосинтетичного потенціалу як для сорту Горлиця 3,456 млн м<sup>2</sup>×діб/га так і для сорту Вінничанка 3,626 млн м<sup>2</sup>×діб/га.

### **7.3 Вплив мінеральних добрив та комплексу мікроелементів на чисту продуктивність фотосинтезу**

Поряд із величиною площі листової поверхні та фотосинтетичним потенціалом посівів надзвичайно важливим показником фотосинтетичної продуктивності є чиста продуктивність фотосинтезу, даний показник показує динаміку накопичення сухої речовини.

Чиста продуктивність фотосинтезу – це маса сухої речовини, що синтезувалась за певний проміжок часу, в перерахунку на одиницю площі листків у ценозі. Таким чином, даний показник виражає продуктивну здатність



до фотосинтезу одиниці площі листової поверхні за певний інтервал часу. Чиста продуктивність фотосинтезу – досить пластична ознака, яка піддається суттєвим змінам під впливом факторів навколишнього середовища, виходячи з чого він є специфічним для різних видів і сортів [3].

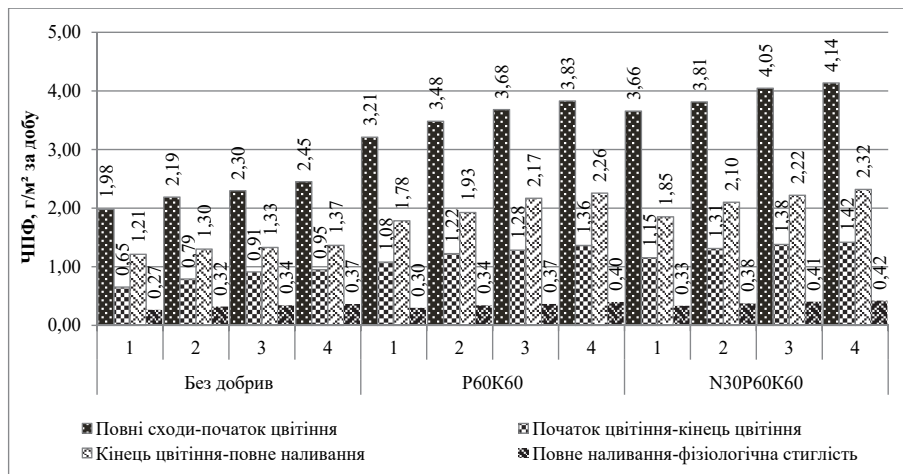
Чиста продуктивність фотосинтезу показує поетапні зміни росту рослин протягом періоду вегетації, у зв'язку з чим глибше розкриває особливості речовини в окремі міжфазні періоди [122].

За результатами досліджень А. А. Бабича та В. Ф. Петриченка [18, 19], проведених в умовах Правобережного Лісостепу України виявлено, що показники чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої збільшувалися від періоду повних сходів до початку цвітіння. За період вегетації початок цвітіння – кінець цвітіння величина накопичення сухої речовини дещо знижувалася, проте у період від кінця цвітіння до повного наливання насіння знову зростала. Найнижчі показники чистої продуктивності фотосинтезу були зафіксовані у період від повного наливання насіння до фізіологічної стиглості [89]. Слід відмітити, що аналогічна тенденція формування інтенсивності нагромадження посівами сої органічної речовини за окремими фазами росту і розвитку спостерігалась і у наших дослідженнях.

Крім того, на основі проведених нами досліджень виявлено, що оптимізація умов мінерального живлення за рахунок застосування мінеральних добрив та оброблення насіння із позакореневим підживленням комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі мали позитивний вплив на інтенсивність нагромадження сухої речовини посівами сої, а як наслідок сприяли зростанню показника чистої продуктивності фотосинтезу.

Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу за варіантами досліду як у сорту Горлиця 1,98 – 4,14 г/м<sup>2</sup> за добу так і сорту Вінничанка 2,14 – 4,36 г/м<sup>2</sup> за добу формувалися за період від повних сходів до початку цвітіння, що обумовлюється інтенсивним темпом наростання вегетативної маси, поряд із цим у дані фази ще досить низька площа асиміляційної поверхні листків, що створює умови для кращого проникнення фотосинтетично активної радіації до

листоків нижнього ярусу. Починаючи від фази початку цвітіння до кінця цвітіння інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу у розрізі варіантів знижується до 0,65 – 1,42 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Горлиця та 0,71 – 1,51 г/м<sup>2</sup> за добу у сорту Вінничанка (рис 7.1, 7.2).



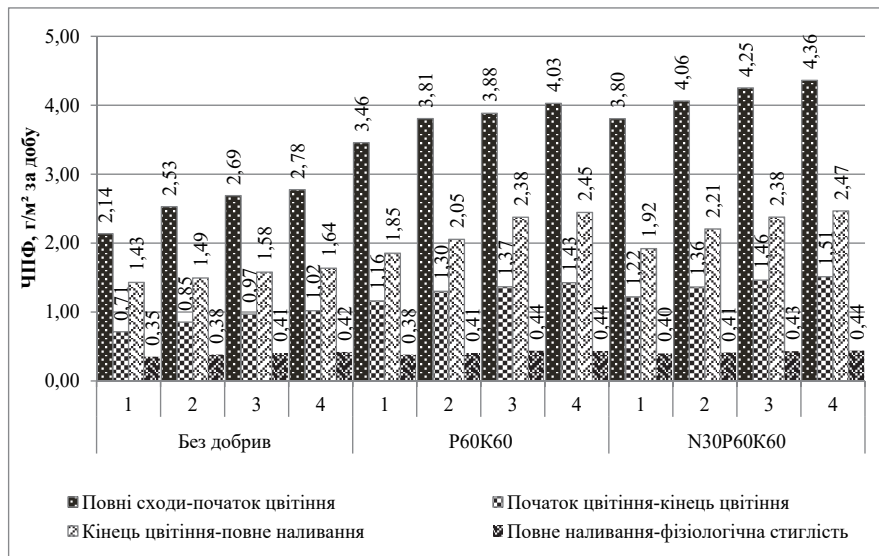
**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Рис 7.1. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин сої сорту Горлиця залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012 – 2014 рр., г/м<sup>2</sup> за добу

За період від кінця цвітіння до повного наливання насіння чиста продуктивність посівів дещо зростала і становила, відповідно 1,21 – 2,32 і 1,43 – 2,47 г/м<sup>2</sup> за добу залежно від доз мінеральних добрив та способів оброблення комплексом мікроелементів. Найнижчі показники чистої продуктивності фотосинтезу були зафіксовані за період від повного наливання насіння до фізіологічної стиглості і в залежності від сорту та варіанта дослідів коливались в межах 0,27 – 0,44 г/м<sup>2</sup> за добу.

На основі проведених досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив та застосування комплексу мікроелементів мали досить

суттєвий вплив на інтенсивність чистої продуктивності посівів.



**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Рис 7.2. Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу рослин сої сорту Вінничанка залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012 – 2014 рр., г/м<sup>2</sup> за добу

Відмічено, що внесення мінеральних добрив у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в середньому за роки досліджень сприяло зростанню показника чистої продуктивності фотосинтезу у сортів сої Горлиця та Вінничанка у фазі повні сходи – початок цвітіння, відповідно, на 1,23 і 1,32 г/м<sup>2</sup> за добу, в той час як внесення повного мінерального добрива N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> забезпечило зростання даного показника, відповідно, на 1,67 – 1,68 г/м<sup>2</sup> за добу.

Крім того, обробка насіння перед сівбою Мікрофолом Комбі (150 г/т) забезпечила підвищення чистої продуктивності фотосинтезу у сорту Горлиця на 0,21 – 0,27 г/м<sup>2</sup> за добу, а у Вінничанки на 0,19 – 0,39 г/м<sup>2</sup> за добу. Також позитивний вплив на інтенсивність чистої продуктивності фотосинтезу мало

позакореневе листкове підживлення Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га), яке проводили у фазі бутонізації, при цьому величина чистої продуктивності фотосинтезу підвищилась порівняно до контрольних варіантів, відповідно, на 0,32 – 0,47 і 0,45 – 0,55 г/м<sup>2</sup> за добу. Проте найбільш ефективним виявилось поєднання даних елементів технології вирощування, при цьому чиста продуктивність фотосинтезу збільшилась порівняно до контролю на 0,47 – 0,62 і 0,56– 0,64 г/м<sup>2</sup> за добу залежно від рівня удобрення. Слід відмітити, що аналогічна тенденція спостерігалась і у наступні міжфазні періоди.

Отже, за результатами наших досліджень встановлено, що протягом проходження фаз росту і розвитку сортів сої чиста продуктивність фотосинтезу мала чітко виражений синусоїдний характер. Максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу протягом вегетації сортів сої різних груп стиглості формувались за внесення повного мінерального добрива у дозі N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, передпосівного оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же препаратом у дозі (0,5 кг/га).

#### **7.4 Динаміка накопичення сухої речовини посівами сої залежно від впливу доз мінеральних добрив та комплексу мікроелементів**

Фотосинтез є основним джерелом синтезу і нагромадження рослинами органічної речовини внаслідок поглинання сонячного світла і вуглекислого газу. Урожайність сільськогосподарських культур формується завдяки засвоєнню ними поживних речовин і їх переробки в процесі внутрішнього обміну, а також, процесах росту та розвитку. Близько 90 – 95 % маси сухої речовини урожаю формується за рахунок фотосинтетичних процесів, що змінюються в часі та залежать від особливостей біології культури, сорту, віку рослин та умов зовнішнього середовища [192, 164].

Відомо, що між засвоєнням вуглекислого газу і фіксацією сонячної радіації (процес фотосинтезу), з одного боку, і засвоєнням з ґрунту елементів

мінерального живлення, з іншого, існує тісний взаємозв'язок. Поліпшення або погіршення умов проходження одного з цих процесів зумовлює зміни функцій іншого, так як фотосинтез і мінеральне живлення рослин є дві сторони єдиного процесу живлення рослин.

Таким чином, вивчення особливостей накопичення органічної речовини рослинами сої залежно від впливу доз мінеральних добрив, оброблення насіння перед сівбою та позакореневих підживлень комплексом мікроелементів на хелатній основі є досить актуальним.

На основі спостережень за динамікою наростання сухої речовини сортів сої виявлено, що в період росту й розвитку рослин наростання сухої маси проходить у міру формування площі листкової поверхні, і сягає максимальних показників у фазі повної стиглості. У процесі проведення досліджень виявлено тісний кореляційний зв'язок між площею листкової поверхні сортів сої та кількістю сухої речовини. Таким чином, у розрізі варіантів, за усередненими даними по досліді, тіснота зв'язку у фазі початку цвітіння становила  $r = 0,982$  у сорту Горлиця та  $r = 0,991$  у сорту Вінничанка, у фазі кінця цвітіння, відповідно,  $r = 0,982$  і  $r = 0,987$ , наливання насіння –  $r = 0,986$  і  $r = 0,987$  і початку фізіологічної стиглості –  $r = 0,975$  і  $r = 0,971$ . Отже, зростання площі листкової поверхні а онтогенезі рослин сої зумовлювало збільшення асиміляції сухої речовини.

Слід відмітити, що на величину накопичення сухої речовини суттєвий вплив мали мінеральні добрива та мікродобриво. Так, у фаз фізіологічної стиглості насіння, внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  зумовило зростання виходу сухої речовини на 1,46 т/га у сорту Горлиця та 1,62 т/га у сорту Вінничанка (табл. 7.3).

Більш ефективним було внесення повного мінерального добрива, при цьому прибавка до контролю становила, відповідно, 2,0 і 2,2 т/га. Схожі результати були отримані Бахматом О. М. при проведенні дослідів в умовах Лісостепу Західного при цьому було встановлено, що при внесенні добрив посіви сої підвищували кількість утворення сухої речовини і за норми  $N_{30}P_{60}K_{60}$  сорти формували найбільшу її кількість [53].

**Динаміка наростання сухої речовини сортів сої залежно від рівня  
удобрення та оброблення комплексом мікроелементів,  
у середньому за 2012–2014 рр., т/га**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин			
			Повні сходи – початок цвітіння	Початок цвітіння – кінець цвітіння	Кінець цвітіння – наливання насіння	Наливання насіння – фізіологічна стиглість
Горлиця	без добрив	1	0,51	0,83	1,38	1,49
		2	0,61	1,02	1,64	1,78
		3	0,69	1,18	1,83	1,99
		4	0,79	1,33	2,03	2,20
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,15	1,81	2,79	2,95
		2	1,36	2,17	3,29	3,47
		3	1,53	2,42	3,73	3,94
		4	1,70	2,68	4,09	4,32
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,46	2,23	3,31	3,49
		2	1,67	2,62	3,95	4,17
		3	1,88	2,92	4,38	4,63
		4	2,05	3,19	4,82	5,08
Вінничанка	без добрив	1	0,64	1,02	1,65	1,80
		2	0,81	1,30	2,04	2,21
		3	0,91	1,48	2,29	2,48
		4	1,01	1,63	2,50	2,71
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,40	2,16	3,22	3,42
		2	1,66	2,58	3,83	4,06
		3	1,78	2,78	4,27	4,53
		4	1,97	3,07	4,67	4,93
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,75	2,62	3,78	4,00
		2	2,06	3,13	4,59	4,83
		3	2,25	3,44	5,10	5,36
		4	2,47	3,78	5,59	5,85
НІР <sub>0,5</sub> т/га			A = 0,57, B = 0,47, C = 0,66, D = 0,57, AB = 0,81, AC = 1,14, AD = 0,99, BC = 0,93, BD = 0,81, CD = 1,14, ABC = 1,61, ABD = 1,40, ACD = 1,97, BCD = 1,61, ABCD = 2,79			

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі. (Фактор А – рік, В – сорт, С – комплекс мікроелементів, D – мінеральні добрива)

Поряд із мінеральними добривами позитивний вплив на інтенсивність накопичення посівами органічної речовини мало і застосування комплексу мікроелементів. Так, оброблення насіння перед сівбою Мікрофолом Комбі сприяло інтенсивнішому росту рослин, накопиченню більшої кількості вегетативної маси, а як наслідок зростанню виходу сухої речовини з одиниці площі в середньому на 0,29 – 0,68 т/га залежно від норм мінеральних добрив у середньораннього сорту Горлиця та, відповідно, 0,41 – 0,83 т/га у середньостиглого сорту Вінничанка.

Деяку більшу прибавку приросту сухої речовини забезпечило застосування позакореневого листового підживлення рослин у фазі бутонізації, при цьому прибавка становила, відповідно, 0,5 – 1,14 і 0,68 – 1,36 т/га. Проте, найефективнішим технологічним прийомом виявилось комплексне поєднання оброблення насіння Мікрофолом Комбі із позакореним підживленням у фазі бутонізації цим же комплексом мікроелементів, що забезпечило найбільший приріст сухої речовини на одиниці площі, відповідно, 0,71 – 1,59 т/га у сорту Горлиця та 0,91 – 1,85 т/га у сорту Вінничанка. Слід відмітити, що оптимальні умови для максимальної реалізації потенціалу комплексу мікроелементів, а як наслідок і найбільша прибавка сухої речовини на відповідних варіантах формувались на фоні внесення повного мінерального добрива у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

За роки проведення досліджень упродовж періоду вегетації рослин сортів сої на інтенсивність та величину формування сухої речовини безпосередній вагомий вплив мали кількість атмосферних опадів та середньодобова температура повітря.

За результатами проведеного нами дисперсійного аналізу отриманих даних встановлено, що дольова частка впливу досліджуваних чинників у формуванні приросту накопичення сухої органічної речовини посівами сої на 60,8 % залежала від застосування мінеральних добрив, на 12,2 % від комплексу мікроелементів, на 3,9 % від сорту, на 21,3 % від умов року при цьому взаємодія даних факторів становила 1,8 % (рис. 7.3).

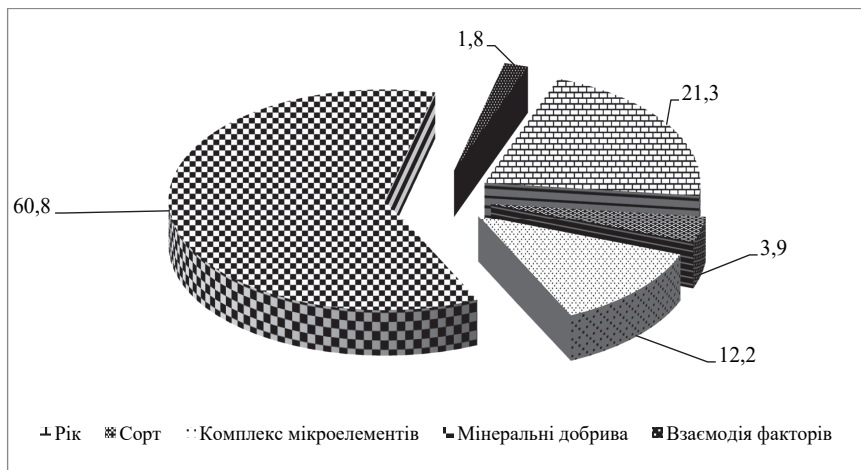


Рис. 7.3. Дольова частка впливу досліджуваних чинників у формуванні приросту при накопиченні сухої речовини посівами сортів сої, у середньому за 2012 – 2014 рр.

В умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових ґрунтах внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та поєднання оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) із позакореневим підживленням (0,5 кг/га) цим же препаратом у фазі бутонізації створює найсприятливіші умови для максимальної реалізації фотосинтетичної продуктивності як сорту Горлиця так і Вінничанка.



## РОЗДІЛ 8

### СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ УДОБРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Проблема інтенсифікації аграрного виробництва й охорони навколишнього середовища викликає інтерес до біологічного азоту в усіх країнах світу. Проводяться дослідження з вивчення особливостей азотфіксації, її значення в азотному живленні рослин й азотному балансі ґрунту, оскільки азотфіксуючі мікроорганізми є важливим резервом поліпшення балансу азоту в ґрунті, збільшення урожайності сільськогосподарських культур [9].

Ефективне використання діяльності бульбочкових бактерій, які фіксують азот повітря і мобілізують важкодоступні форми фосфору ґрунту, дає змогу підвищити родючість ґрунту, і у кінцевому підсумку дає можливість зекономити значну кількість мінеральних азотних і фосфорних добрив і одержувати стабільні врожаї [172].

Азот разом з вуглецем, киснем та воднем утворює групу елементів – органогенів. Хоч атмосфера майже на 78 % складається з азоту, для більшості рослин він недоступний. Азот не підтримує дихання та горіння, тому Д. Резерфорд назвав його нежиттєвим, незважаючи на те, що він входить до складу нуклеїнових кислот, білків та багатьох інших органічних сполук [148].

Над кожним квадратним метром земної поверхні скупчено майже 8 т азоту [19]. Кількість азоту в природі цим не обмежується. Вважають, що в розораному шарі ґрунту на глибині 30 см на 1 га кількість органічного та мінерального азоту становить у чорноземі 18 т. Однак основні джерела азотного живлення рослин – нітрати й аміачні солі не перевищують 1 %, тому ніякий інший елемент так не обмежує ресурси поживних речовин в екосистемах, як азот [118].

Серед азотфіксаторів розрізняють: вільноживучі організми (*Azotobacter*, *Clostridium*) та симбіотичні асоціації їх з вищими рослинами (*Rhizobium*) [166]. Хоч нас оточує океан молекулярного азоту, молекула азоту настільки міцно

зв'язана, що для розриву трьох ковалентних зв'язків потрібно 940 кДж/моль енергії. Тому технічний синтез аміаку потребує температуру близько 500 °С та тиск 300 – 350 атмосфер [152], тоді як мікроорганізми – азотфіксатори функціонують у звичайних умовах. Це пояснюється тим, що вони мають специфічні ефективні ферментні системи, які каталізують окремі процеси азотфіксації. Розміри залучення азоту повітря в кругообіг у природі визначаються доволі великими цифрами, щороку близько 190 млн т азоту фіксується на поверхні суші, 30 – 130 млн т – у водних системах [19, 60].

Саме тому вивчення біологічних і біохімічних особливостей процесу фіксації молекулярного азоту мікроорганізмами набуває першочергового значення. Найбільше практичне значення у збагаченні ґрунтів азотом, завдяки засвоєнню його з повітря, мають групи ґрунтових мікроорганізмів – бульбочкові бактерії, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами.

### **8.1 Динаміка кількості та маси бульбочок у рослин сортів сої залежно від рівня удобрення та способів оброблення комплексом мікроелементів**

Потужний розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не лише від ефективної взаємодії генотипів рослини-господаря та симбіотрофного мікроорганізму в певних умовах вирощування, але і від того, що на його інтенсивність можна чинити певний вплив окремими елементами технології вирощування. А саме, використанням бактеріальних препаратів, різних доз мінеральних добрив та способів застосування мікродобрив, стимуляторів росту рослин [190]. На сьогоднішній день в аграрній науці найбільш неоднозначним питанням є доцільність застосування азотних добрив під бобові культури. Окремі науковці [67, 213] стверджують, що для одержання високих врожаїв необхідно застосовувати під бобові культури великі дози мінерального азоту незважаючи на його вплив на розвиток симбіотичного апарату, а інші дослідники стверджують про доцільність внесення невеликих «стартових» доз азотних добрив (20 – 30 кг/га), які молоді рослини будуть

використовувати на перших етапах розвитку, коли ще не сформувалась симбіотична система [56, 172]. Концепція необхідності внесення азотних добрив під бобові культури не узгоджується із теоретичними основами біологічної азотфіксації і результатами численної кількості польових дослідів. Так, дослідження проведені із застосуванням мінерального азоту на темно-каштанових ґрунтах у яких містяться спонтанні бульбочкові бактерії, негативно впливало на утворення і функціонування бульбочок на коренях сої, затримувало утворення бульбочок, знижувало їх нітрогеназну активність, у зв'язку з тим, що запас поживних речовин у сім'ядолях і значна кількість нітратного азоту в ґрунті забезпечують добрий розвиток рослин до функціонування бульбочок [171].

Важливе значення для симбіотичної азотфіксації має фосфорне живлення бобових рослин. При низькому вмісті у ґрунті фосфору бактерії не проникають у корені рослин і не утворюють бульбочок [147]. За вирощування сої на світло-каштанових ґрунтах  $P_{120}$  був сильним стимулюючим фактором утворення бульбочок. При цьому спостерігалось збільшення кореневої маси, збільшення вмісту хлорофілу в листках підвищення урожаю зеленої маси та зерна сої [171].

В умовах енергетичної кризи та ресурсного дефіциту значення сої як високобілкової культури зростає, оскільки вона може формувати високі урожаї і без застосування мінеральних добрив, зокрема азотних, за рахунок біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери. Проте висока продуктивність цієї культури залежить від її симбіозу з бульбочковими бактеріями, що визначається активністю та конкурентоспроможністю штаму в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, його комплементарністю до певного сорту, а також генетичними особливостями макросимбіонта [241, 293]. Важливу роль у симбіотичній фіксації азоту бобовими рослинами відіграють мікроелементи: молібден, кобальт, бор, мідь, цинк марганець ванадій. Серед них найбільш важливе значення у формуванні вискоефективних симбіотичних систем мають молібден та бор. Молібден справляє вагомий

вплив на симбіотичну азотфіксацію, оскільки бере безпосередню участь в окремих його етапах, він є складовою частиною нітрогенази і нітратредуктази, при його нестачі між цими елементами може виникати конкуренція [127]. Кобальт підвищує вміст леггемоглобіну в бульбочках та підсилює ефективність їх функціонування, а як наслідок і збільшується накопичення біологічного азоту [147].

Варто відзначити, що аналогічна тенденція впливу різних доз мінеральних добрив та різноформатного застосування комплексу мікроелементів на формування симбіотичного апарату сортів сої, спостерігалась у наших дослідженнях.

На основі проведених трирічних досліджень нами виявлено, що кількість бульбочок у процесі вегетації рослин сої сягає свого найбільшого значення у фазі кінця цвітіння, з подальшим її зменшенням, що можна пояснити перегрупуванням пластичних речовин та вуглеводів, які забезпечують функціонування бульбочкових бактерій репродуктивні органи. Таким чином, найменша кількість бульбочок на коренях рослин сої як у середньораннього сорту Горлиця ( $25,9 \pm 7,6$  шт./рослину), так і середньостиглого сорту Вінничанка ( $28,0 \pm 8,1$  шт./рослину), із них активних відповідно  $21,2 \pm 5,4$  і  $23,3 \pm 6,1$  шт./рослину із загальною масою відповідно  $378,5 \pm 95,2$  і  $412,8 \pm 104,2$  мг/рослину та масою активних бульбочок відповідно  $316,3 \pm 77,7$  і  $346,9 \pm 87,6$  мг/рослину, формувалась на контрольних варіантах досліді без внесення мінеральних добрив та застосування комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі. Внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив позитивно вплинуло на формування кількості бульбочок у рослин сортів сої. За цих умов загальна кількість бульбочок у сорту Горлиця підвищилась до  $36,8 \pm 10,1$  шт./рослину із них активних  $31,1 \pm 7,9$  шт./рослину, а їх маса, відповідно, становила  $547,8 \pm 138,3$  і  $460,7 \pm 116,3$  мг/рослину. У сорту Вінничанка ці показники становили, відповідно,  $39,7 \pm 11,1$  і  $34,1 \pm 8,9$  шт./рослину, із масою  $574,3 \pm 149,3$  і  $492,0 \pm 127,9$  мг/рослину (табл. 8.1, 8.2, додаток Ж – Ж.5).

## Динаміка кількості бульбочок у рослин сої залежно від сорту, доз мінеральних добрив та оброблення

## комплексом мікроелементів, у середньому за 2012-2014 рр., шт./рослину

Сорт	Рівень добрівня	Оброблення комплексом мікро- елементів	Фази росту і розвитку													
			Перша пара справжніх листків				Початок цвітіння				Кінець цвітіння				Повний налив насіння	
			загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних		
Горлиця	без добрив	1	10,2±2,9	7,5±1,9	14,7±4,2	11,2±2,8	25,9±7,6	21,2±5,4	17,7±5,2	9,5±2,4	21,2±5,4	17,7±5,2	9,5±2,4	21,2±5,4	17,7±5,2	9,5±2,4
		2	11,3±3,0	8,6±2,0	16,2±4,6	12,0±3,1	28,1±8,0	22,3±5,8	18,2±5,2	10,0±2,6	22,3±5,8	18,2±5,2	10,0±2,6	22,3±5,8	18,2±5,2	10,0±2,6
		3	10,4±2,7	7,4±1,7	15,3±4,4	12,2±2,7	27,2±7,8	23,2±5,1	18,0±5,2	9,6±2,1	23,2±5,1	18,0±5,2	9,6±2,1	23,2±5,1	18,0±5,2	9,6±2,1
		4	11,3±3,0	8,8±2,1	16,8±4,9	12,9±3,3	28,7±8,4	23,5±6,0	18,5±5,4	10,3±2,6	23,5±6,0	18,5±5,4	10,3±2,6	23,5±6,0	18,5±5,4	10,3±2,6
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	20,5±5,6	15,1±4,0	26,6±7,3	21,4±5,5	36,8±10,1	31,1±7,9	23,8±6,5	12,8±3,3	31,1±7,9	23,8±6,5	12,8±3,3	31,1±7,9	23,8±6,5	12,8±3,3
		2	21,8±6,2	15,7±4,3	29,3±8,4	23,7±6,5	39,7±11,3	33,6±9,2	25,1±7,2	13,6±3,7	33,6±9,2	25,1±7,2	13,6±3,7	33,6±9,2	25,1±7,2	13,6±3,7
		3	20,2±6,2	14,9±4,5	28,9±8,9	22,8±6,6	39,0±12,0	32,3±8,8	24,6±7,5	13,5±3,8	32,3±8,8	24,6±7,5	13,5±3,8	32,3±8,8	24,6±7,5	13,5±3,8
		4	21,6±6,5	15,5±4,4	30,8±9,3	24,2±6,9	40,2±12,2	34,1±10,4	25,7±7,8	14,1±4,1	34,1±10,4	25,7±7,8	14,1±4,1	34,1±10,4	25,7±7,8	14,1±4,1
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	13,5±3,5	9,3±2,4	20,1±5,3	15,2±3,9	30,9±7,9	24,9±6,4	19,9±5,1	11,3±3,0	24,9±6,4	19,9±5,1	11,3±3,0	24,9±6,4	19,9±5,1	11,3±3,0
		2	14,7±4,0	9,9±2,7	22,3±6,1	17,1±4,6	33,4±8,9	27,1±7,2	21,1±5,6	12,1±3,3	33,4±8,9	27,1±7,2	21,1±5,6	33,4±8,9	27,1±7,2	21,1±5,6
		3	13,7±4,1	9,4±2,8	22,0±6,5	16,6±4,8	32,7±9,5	26,2±7,6	20,4±5,9	11,8±3,5	26,2±7,6	20,4±5,9	11,8±3,5	26,2±7,6	20,4±5,9	11,8±3,5
		4	14,9±4,3	9,8±2,8	23,4±6,7	17,7±5,1	33,8±9,7	27,1±7,7	21,3±6,1	12,4±3,5	33,8±9,7	27,1±7,7	21,3±6,1	33,8±9,7	27,1±7,7	21,3±6,1
без добрив	1	11,4±3,4	8,9±2,3	16,2±4,7	13,0±3,4	28,0±8,1	23,3±6,1	19,4±5,8	10,7±2,8	23,3±6,1	19,4±5,8	10,7±2,8	23,3±6,1	19,4±5,8	10,7±2,8	
	2	12,4±3,3	10,1±2,4	17,8±5,1	13,8±3,7	30,8±8,9	25,0±6,7	20,3±5,9	11,5±3,1	30,8±8,9	25,0±6,7	20,3±5,9	30,8±8,9	25,0±6,7	20,3±5,9	
	3	11,7±3,0	8,9±2,0	17,0±5,0	13,9±3,2	30,1±8,8	25,4±5,7	19,7±5,8	11,1±2,5	30,1±8,8	25,4±5,7	19,7±5,8	30,1±8,8	25,4±5,7	19,7±5,8	
	4	12,6±3,4	10,1±2,5	18,4±5,4	14,5±3,8	31,4±9,3	26,2±6,9	20,4±6,0	11,7±3,1	31,4±9,3	26,2±6,9	20,4±6,0	31,4±9,3	26,2±6,9	20,4±6,0	
Вінничанка	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	21,9±5,8	16,3±4,4	28,4±8,0	23,5±6,5	39,7±11,1	34,1±8,9	26,1±7,3	14,3±3,9	34,1±8,9	26,1±7,3	14,3±3,9	34,1±8,9	26,1±7,3	14,3±3,9
		2	23,4±6,8	17,0±4,5	31,4±9,1	25,8±7,2	42,9±12,5	36,7±10,3	27,9±8,1	15,4±4,3	42,9±12,5	36,7±10,3	27,9±8,1	42,9±12,5	36,7±10,3	27,9±8,1
		3	22,0±6,9	16,4±5,0	30,8±9,6	25,1±7,8	42,2±13,2	36,1±10,1	27,2±8,5	15,0±4,3	36,1±10,1	27,2±8,5	15,0±4,3	36,1±10,1	27,2±8,5	15,0±4,3
		4	23,0±7,1	16,9±5,0	32,8±10,1	26,6±8,1	43,7±13,5	36,9±11,5	28,3±8,7	15,9±4,9	36,9±11,5	28,3±8,7	15,9±4,9	36,9±11,5	28,3±8,7	15,9±4,9
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	14,9±4,0	10,9±2,9	22,2±6,0	17,7±4,8	34,1±9,0	27,8±7,3	21,8±5,7	12,7±3,4	34,1±9,0	27,8±7,3	21,8±5,7	34,1±9,0	27,8±7,3	21,8±5,7	
	2	16,0±4,5	11,6±3,2	24,7±6,9	19,5±5,5	37,0±10,1	30,2±8,2	22,9±6,2	13,6±3,8	37,0±10,1	30,2±8,2	22,9±6,2	37,0±10,1	30,2±8,2	22,9±6,2	
	3	15,2±4,6	11,2±3,4	23,9±7,3	19,3±5,9	36,3±10,8	29,5±8,8	22,5±6,7	13,4±4,1	29,5±8,8	22,5±6,7	13,4±4,1	29,5±8,8	22,5±6,7	13,4±4,1	
	4	16,5±4,7	11,7±3,4	25,9±7,5	20,6±6,0	37,7±11,0	30,4±8,8	23,5±6,8	14,1±4,1	37,7±11,0	30,4±8,8	23,5±6,8	37,7±11,0	30,4±8,8	23,5±6,8	14,1±4,1

1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакоренеve підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакоренеve підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаткове використання до фосфорно-калійного удобрення мінерального азоту у дозі  $N_{30}$  негативно впливало на формування симбіотичної мікрофлори кореневої системи, і загальна кількість бульбочок при цьому зменшувалась на 14,1 – 16,0 %, а активних на 18,4 – 19,9 % порівняно із варіантами досліду де вносили лише фосфорно-калійні добрива.

При цьому загальна кількість бульбочок становила у сорту Горлиця  $30,9 \pm 7,9$  шт./рослину із них активних  $24,9 \pm 6,4$  шт./рослину із масою відповідно  $467,0 \pm 117,5$  і  $374,2 \pm 94,1$  мг/рослину та у сорту Вінничанка  $34,1 \pm 9,0$  і  $27,8 \pm 7,3$  шт./рослину із масою, відповідно,  $493,6 \pm 128,2$  і  $405,1 \pm 105,2$  мг/рослину. Аналогічний вплив мінеральних азотних добрив на формування симбіотичного апарату бобових культур відмічений і іншими дослідниками [113].

На основі проведених досліджень встановлено, що поряд із мінеральними добривами на формування симбіотичного апарату рослин сої певний вплив має застосування комплексу мікроелементів, яке сприяє зростанню фотосинтетичної продуктивності посівів, а як наслідок покращується забезпечення рослин пластичними речовинами які беруть безпосередню участь у біологічній фіксації азоту.

Слід відмітити, що на варіантах без добрив застосування оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) разом із позакореневим підживленням цим же препаратом у дозі (0,5 кг/га) забезпечило зростання кількості активних бульбочок у середньому на 2,2 – 3,0 шт./рослину, а маси активних бульбочок, відповідно, на 23,3 – 32,9 мг/рослину.

Проведені нами дослідження показали, що при обробленні насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) сумісно із позакореневим підживлення у фазі бутонізації цим же препаратом (0,5 кг/га) не лише збільшується кількість бульбочок порівняно до контролю, але й значно зростає їхня маса за рахунок утворення більших за розміром бульбочок.

**Динаміка сирової маси бульбочок у рослин сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012-2014 рр., мг/рослину**

Сорт	Рівень Удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку											
			Перша пара справжніх листків			Початок цвітіння			Кінець цвітіння			Повний наліт насіння		
			загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних
Горлиця	без добрив	1	54,1±15,3	34,9±9,9	116,2±28,6	89,0±21,9	387,5±95,2	316,3±77,7	134,7±33,1	73,6±18,1				
		2	57,8±15,6	36,4±9,8	129,8±29,9	102,4±25,6	409,9±99,2	336,4±82,7	139,6±33,8	77,8±19,1				
		3	54,2±14,6	34,8±9,3	127,6±34,7	95,7±23,5	396,7±99,7	323,9±80,9	138,8±34,9	75,4±18,8				
		4	57,4±16,0	36,6±10,2	134,7±32,2	104,2±27,8	413,3±107,3	339,8±90,6	143,3±37,2	80,5±21,5				
Горлиця	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	108,6±31,4	79,7±23,1	220,2±55,6	178,0±44,9	547,8±138,3	460,7±116,3	181,6±45,8	104,8±26,5				
		2	114,8±34,5	83,1±23,8	247,5±65,1	198,1±49,0	580,5±152,6	489,5±128,7	197,4±51,9	116,4±30,6				
		3	106,3±33,4	79,4±25,0	245,3±68,7	194,3±54,0	574,7±150,3	479,1±133,1	191,5±50,1	112,7±31,3				
		4	115,1±36,5	82,6±26,2	251,1±70,3	200,8±56,2	587,9±164,6	492,6±137,9	198,8±55,7	119,1±33,3				
Вінничанка	без добрив	1	70,3±20,2	47,2±13,6	156,8±39,5	119,7±30,1	467,0±117,5	374,2±94,1	159,2±40,1	96,5±24,3				
		2	75,5±21,3	50,0±14,1	175,4±42,9	135,6±33,1	493,9±124,6	395,1±96,5	171,4±43,3	106,5±26,0				
		3	68,1±20,9	47,9±14,7	172,3±46,4	131,1±35,3	483,5±130,4	389,4±105,0	167,6±45,2	102,2±27,6				
		4	76,0±22,8	49,4±14,8	183,7±48,3	140,0±36,8	499,8±135,3	403,5±106,1	172,5±46,7	104,6±27,5				
Вінничанка	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	60,2±17,4	40,8±11,8	126,5±31,9	100,9±25,5	412,8±104,2	346,9±87,6	146,9±37,1	81,6±20,6				
		2	63,7±17,5	42,6±11,7	140,4±33,2	108,0±27,6	436,1±108,2	355,0±89,6	151,9±37,7	85,5±21,6				
		3	60,4±16,4	41,0±11,1	137,5±38,3	113,8±28,7	423,3±109,1	367,8±93,8	151,3±39,0	83,6±21,3				
		4	63,8±18,0	42,5±12,0	145,3±35,3	116,4±31,7	439,4±116,3	370,2±100,8	155,1±41,0	88,7±24,1				
Вінничанка	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	115,3±34,1	85,9±25,4	231,6±60,2	187,9±48,9	574,3±149,3	492,0±127,9	193,9±50,4	114,1±29,7				
		2	121,7±37,3	89,1±25,9	258,6±69,7	211,7±53,7	608,3±164,0	521,4±140,6	210,3±56,7	126,4±34,1				
		3	115,9±37,3	85,8±27,6	257,8±74,0	204,6±58,5	601,8±161,8	510,9±146,0	204,3±54,9	122,7±35,1				
		4	121,6±39,3	88,9±28,8	263,1±75,5	211,9±60,8	616,6±176,9	524,9±150,6	211,9±60,8	129,1±37,0				
Вінничанка	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	76,8±22,7	53,4±15,8	168,1±43,7	133,4±34,7	493,6±128,2	405,1±105,2	171,8±44,6	104,1±27,0				
		2	82,5±23,8	56,7±16,3	187,0±47,0	148,9±37,5	521,4±135,6	426,4±107,3	184,1±47,9	114,2±28,7				
		3	77,9±24,4	54,3±17,0	184,1±51,1	145,2±40,3	510,6±141,6	420,1±116,5	180,5±50,0	109,7±30,4				
		4	82,9±25,4	56,9±17,4	195,5±52,7	154,4±41,6	526,7±146,3	434,8±117,2	185,4±51,5	114,5±30,9				

1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Варто відзначити, що характер впливу способів застосування комплексу мікроелементів на формування маси активних бульбочок аналогічний формуванню їх кількості. Як відзначалось, найбільш сприятливі умови для формування максимальної кількості та маси активних бульбочок у сої відмічено на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$ . За даних умов комбіноване використання Мікрофолу Комбі для оброблення насіння (150 г/т) та позакореневого підживлення (0,5 кг/га) забезпечило зростання максимальної кількості та маси активних бульбочок у сорту Вінничанка кількості активних бульбочок на 2,8 і 3,0 шт./рослину, а їх маси на 31,9 і 32,9 мг/рослину відповідно до сорту. У той час на фоні мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  дані показники були дещо нижчими.

Таким чином, передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазі бутонізації цим же препаратом у дозі (0,5 кг/га) на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  сприяє формуванню бульбочок та їх маси відповідно  $36,9 \pm 11,5$  шт./рослину та  $524,9 \pm 150,6$  мг/рослину. У сорту Горлиця дані показники були дещо нижчими і становили, відповідно,  $34,1 \pm 10,4$  шт./рослину  $492,6 \pm 137,9$  мг/рослину.

## **8.2 Загальний та активний симбіотичний потенціал сортів сої**

Біологічна фіксація атмосферного азоту симбіотичними мікроорганізмами проходить тільки в бульбочках, які містять леггемоглобін, у зв'язку з чим при визначенні величини накопичення азоту потрібно враховувати тільки масу активних бульбочок, а загальна маса бульбочок – має тільки теоретичне значення, яке характеризує темпи та динаміку її наростання.

Виходячи з цього при обрахунках симбіотичної продуктивності надзвичайно важливим завданням є визначення як саме і у якій кількості відбувається накопичення сирової маси бульбочок на одиниці площі і період їх активної роботи, під час якої вони спроможні фіксувати вільний азот атмосфери.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що накопичення



сирої маси бульбочок посівами сортів сої на одиниці площі протягом періоду вегетації проходить нерівномірно і має синусоїдний характер (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

**Динаміка накопичення сирої маси бульбочок в онтогенезі сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012–2014 рр., кг/га**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку							
			перша пара справжніх листків		початок цвітіння		кінець цвітіння		повний налив насіння	
			загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних	загальна	активних
Горлиця	I	1	43,3	27,9	93,0	71,2	310,0	253,0	107,8	58,9
		2	46,2	29,1	103,8	76,6	327,9	269,1	111,7	62,2
		3	43,4	27,8	102,1	81,9	317,3	259,1	111,0	60,3
		4	45,9	29,3	107,8	83,4	330,8	271,8	114,6	64,4
	II	1	86,9	63,8	176,2	142,4	438,2	356,6	145,3	83,8
		2	91,8	66,5	198,0	157,4	464,4	390,0	157,9	93,1
		3	85,0	63,5	196,2	155,4	459,8	383,3	153,2	90,2
		4	92,1	66,6	200,9	163,0	470,3	396,2	159,0	95,8
	III	1	56,2	37,8	125,4	95,7	373,6	299,3	127,4	77,4
		2	60,4	40,0	140,3	108,5	395,1	316,1	137,1	83,7
		3	54,5	38,3	137,8	104,9	386,8	311,5	134,1	81,8
		4	60,8	39,5	146,9	112,0	399,8	325,5	138,0	84,9
Вінничанка	I	1	48,2	32,6	101,2	80,7	330,2	277,5	117,5	65,3
		2	51,0	34,1	112,3	86,4	348,9	284,0	121,5	68,4
		3	48,3	32,8	110,0	91,0	338,8	294,2	121,0	66,9
		4	51,0	34,0	116,2	93,1	351,5	296,2	124,1	71,0
	II	1	92,2	68,7	185,3	150,3	459,4	393,6	155,1	91,3
		2	97,4	71,3	206,9	169,4	486,6	417,1	168,2	101,1
		3	92,7	68,6	206,2	163,7	481,4	408,7	163,4	98,2
		4	97,3	71,1	210,5	169,5	493,3	419,9	169,5	103,3
	III	1	61,4	42,7	134,5	106,7	394,9	324,1	137,4	83,3
		2	66,0	45,4	149,6	119,1	417,1	341,1	147,3	91,4
		3	62,3	43,4	147,3	116,2	408,5	336,1	144,3	87,8
		4	66,3	45,5	156,4	123,5	421,4	347,8	148,3	91,6
V, %		29,2	34,1	26,7	28,1	14,8	16,0	13,8	16,8	
Sx%		6,0	7,0	5,4	5,7	3,0	3,3	2,8	3,4	

**Примітка:** I. Без добрив; II. P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; III. N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Як загальна маса бульбочок, так і маса активних бульбочок, збільшується починаючи від фази третього трійчастого листка до фази кінця цвітіння, після чого вона поступово знижується.

Таким чином, у середньому за роки проведення досліджень найвищий показник загальної маси сирих бульбочок, та маси активних бульбочок був відмічений у фазі кінця цвітіння.

Так, у сорту Горлиця на контрольному варіанті загальна маса сирих бульбочок становила 310,0 кг/га, а активних 253,0 кг/га, у сорту Вінничанка ці показники становили, відповідно, 330,2 і 277,5 кг/га.

Встановлено, що досліджувані фактори неоднаково впливають на інтенсивність формування маси бульбочок в онтогенезі сортів сої. Так, на варіантах досліду де вирощували сорт Горлиця внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  сприяло збільшенню загальної маси бульбочок у середньому на 128,2 кг/га, а маси активних бульбочок на 103,6 кг/га, за вирощування сорту Вінничанка ці показники становили, відповідно, 129,2 і 116,1 кг/га. Застосування мінерального азоту у дозі  $N_{30}$  разом із фосфорно-калійними в певній мірі знижувало формування маси бульбочок. За цих умов у сорту Горлиця прибавка загальної маси бульбочок становила 63,6 кг/га, а активних – 46,3 кг/га. У сорту Вінничанка за даних умов вирощування прибавка загальної маси та маси активних бульбочок порівняно до контролю становила відповідно 64,7 і 46,6 кг/га.

Поряд із цим позитивний вплив на накопичення сирової маси бульбочок мало застосування комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі. При цьому, максимальний ефект забезпечило сумісне застосування даного препарату для передпосівного оброблення насіння (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням (0,5 кг/га). За таких умов вирощування прибавка сирової маси активних бульбочок становила від 6,7 % до 11,1 % залежно від фону мінерального живлення та сорту.

Загальний симбіотичний потенціал за весь період вегетації розраховують за сумою показників за окремі періоди вегетації. Таким же чином проводять обрахунки і активного симбіотичного потенціалу, при

розрахунках якого враховується маса лише активних бульбочок, тобто тих, які мають рожеве забарвлення. Активний симбіотичний потенціал є об'єднуючим показником маси активних бульбочок та тривалості їх ефективної роботи, а також у тій чи іншій мірі показує участь окремих факторів на накопичення біологічного азоту [188].

Таблиця 8.4

**Динаміка загального симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012–2014 рр., тис. кг діб/ га**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу
			перший трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	
Горлиця	без добрив	1	0,909	2,417	9,300	3,879	16,506
		2	0,971	2,700	9,838	4,020	17,530
		3	0,911	2,654	9,520	3,997	17,082
		4	0,964	2,802	9,924	4,127	17,817
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,824	4,580	13,147	5,230	24,782
		2	1,929	5,148	13,932	5,685	26,694
		3	1,786	5,102	13,793	5,515	26,196
		4	1,934	5,223	14,110	5,725	26,992
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,181	3,261	11,208	4,585	20,235
		2	1,268	3,648	11,853	4,936	21,706
		3	1,144	3,583	11,605	4,827	21,159
		4	1,277	3,820	11,994	4,968	22,059
Вінничанка	без добрив	1	1,060	2,732	10,237	4,348	18,377
		2	1,121	3,033	10,815	4,496	19,465
		3	1,063	2,970	10,503	4,478	19,014
		4	1,123	3,138	10,897	4,591	19,749
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,029	5,003	14,243	5,739	27,014
		2	2,142	5,586	15,086	6,225	29,039
		3	2,040	5,568	14,925	6,047	28,580
		4	2,140	5,683	15,292	6,272	29,387
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,352	3,631	12,241	5,085	22,309
		2	1,452	4,039	12,931	5,449	23,871
		3	1,371	3,977	12,663	5,340	23,350
		4	1,459	4,223	13,062	5,488	24,232
V, %			29,6	27,0	15,2	14,3	17,8
Sx%, %			6,0	5,5	3,1	2,9	3,6

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

За результатами проведених нами досліджень та обрахунків виявлено, що найвищий показник як загального – 9,300 – 14,110 тис. кг-діб/га у сорту Горлиця та 10,237 – 15,292 тис. кг-діб/га у сорту Вінничанка, так і активного симбіотичного потенціалу, відповідно, 7,592 – 11,886 тис. кг-діб/га і 8,603 – 13,018 тис. кг-діб/га, формувались у фазі кінця цвітіння (табл. 8.4, 8.5).

Таким чином, у середньому за роки проведення досліджень, за весь період тривалості симбіозу, найвищий показник загального 26,992 тис. кг-діб/га і активного симбіотичного потенціалу 20,971 тис. кг-діб/га у сорту Горлиця та, відповідно, 29,387 тис. кг-діб/га і 22,981 тис. кг-діб/га у сорту Вінничанка формувався на варіантах досліді, де вносили мінеральні добрива у дозі  $P_{60}K_{60}$  та проводили передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазі бутонізації цим же препаратом (0,5 кг/га), що, відповідно, переважає контрольні варіанти досліді без внесення мінеральних добрив та застосування комплексу мікроелементів на 10,486 і 8,821 тис. кг-діб/га та 11,010 і 9,066 тис. кг-діб/га.

Отримані нами результати показали, що з поміж досліджуваних факторів на формування величини активного симбіотичного потенціалу позитивний вплив мало застосування фосфорно-калійних мінеральних добрив, що сприяло більш інтенсивнішому заселенню коренів рослин сої симбіотичними бактеріями, а як наслідок формуванню більшої кількості бульбочок та підвищенню їх потенційної маси, внаслідок чого зростала величина активного симбіотичного потенціалу. Отже, внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  забезпечило зростання активного симбіотичного потенціалу за весь період тривалості симбіозу у сорту Горлиця на 6,606 тис. кг-діб/га та у сорту Вінничанка на 7,234 тис. кг-діб/га порівняно із контролем без внесення мінеральних добрив. Використання азотних добрив у дозі  $N_{30}$  мало негативний вплив на формування активного симбіотичного потенціалу порівняно із варіантами де використовували лише фосфорно-калійні добрива, при цьому приріст до контролю становив, відповідно, 2,898 тис. кг-діб/га і 3,033 тис. кг-діб/га.

**Динаміка активного симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012–2014 рр., тис. кг діб/ га**

Сорт	Рівень удобрення	Обробка комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу	
			перший трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння		
Горлиця	без добрив	1	0,586	1,852	7,592	2,120	12,150	
		2	0,612	1,991	8,073	2,241	12,917	
		3	0,585	2,130	7,774	2,171	12,660	
		4	0,615	2,168	8,155	2,319	13,257	
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,339	3,702	10,697	3,018	18,756	
		2	1,396	4,093	11,700	3,352	20,541	
		3	1,334	4,042	11,499	3,246	20,121	
		4	1,399	4,237	11,886	3,449	20,971	
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,793	2,489	8,980	2,786	15,048	
		2	0,840	2,820	9,482	3,012	16,154	
		3	0,805	2,726	9,345	2,943	15,819	
		4	0,830	2,912	9,764	3,058	16,564	
Вінничанка	без добрив	1	0,718	2,179	8,603	2,415	13,915	
		2	0,750	2,333	8,804	2,531	14,418	
		3	0,722	2,458	9,121	2,475	14,776	
		4	0,748	2,514	9,181	2,626	15,069	
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,512	4,059	12,202	3,377	21,149	
		2	1,568	4,573	12,931	3,741	22,813	
		3	1,510	4,419	12,670	3,632	22,232	
		4	1,565	4,577	13,018	3,821	22,981	
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,940	2,881	10,046	3,081	16,948	
		2	0,998	3,216	10,575	3,380	18,169	
		3	0,956	3,136	10,418	3,247	17,758	
		4	1,001	3,335	10,783	3,389	18,508	
	V, %			34,5	28,4	16,5	17,2	19,6
	Sx%, %			7,1	5,8	3,4	3,5	4,0

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

У результаті проведення досліджень виявлено позитивний вплив на формування активного симбіотичного апарату передпосівного оброблення насіння (150 г/т) та позакореневого підживлення (0,5 кг/га) комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі. Так, передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) дає змогу підвищити рівень активного симбіотичного потенціалу на 0,503 – 1,785 тис. кг-діб/га залежно від рівня мінерального живлення та сорту, в той час як позакореневе підживлення, відповідно, на 0,510 – 1,365 тис. кг-діб/га. Найефективнішим виявилось поєднання способів застосування комплексу мікроелементів, при цьому зростання рівня активного симбіотичного потенціалу становило 1,107 – 2,215 тис.кг-діб/га.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу на сірих лісових ґрунтах найкращі умови для формування максимального симбіотичного потенціалу досліджуваних сортів сої створюються за умов поєднання передпосівного оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) та позакореневого підживлення цим же препаратом (0,5 кг/га) у фазі бутонізації на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$ .

### **8.3 Кількість біологічно фіксованого азоту посівами сої**

Підвищення рівня врожайності зернобобових культур безпосередньо пов'язане із необхідністю поглибленого наукового визначення оптимального співвідношення біологічного та мінерального азоту у системі живлення рослин. Існує оптимум у співвідношенні двох джерел азотного живлення, який характерний для кожного виду бобових і на який впливає тип ґрунту та інші умови вирощування. Знайти цей оптимум є основним завданням для наукового обґрунтування норм мінерального азоту під бобові культури [265].

На сьогоднішній день існує ряд методів для визначення рівня біологічної фіксації атмосферного азоту, а саме: метод мічених атомів, метод балансу, метод

порівняння бобових з не бобовими рослинами, метод порівняння з не інокульованою культурою, метод розрахунку за коефіцієнтами, метод інокуляції рослин, метод з використанням ізотопу, ацетиленовий метод, розрахунок фіксованого азоту за активним симбіотичним потенціалом та питомою активністю симбіозу; позитивний та негативний баланс азоту ґрунту; прогнозування та контроль забезпечення рослин симбіотично фіксованим азотом повітря [188].

При визначенні кількості біологічно фіксованого азоту у своїх дослідженнях ми керувалися методом розрахунку по величині активного симбіотичного потенціалу та питомої активності симбіозу, відповідно, розраховувавши величину даних показників ми можемо визначити і кількість біологічно фіксованого азоту за відповідний період.

Виходячи із результатів нашого дослідження виявлено, що питома активність симбіозу бульбочкових бактерій у посівах сої змінювалась залежно від сорту та року дослідження. Так, у 2012 році питома активність симбіозу у сорту Горлиця становила – 6,4 г·N/кг за добу, у 2013 – 7,1 г·N/кг за добу і у 2014 – 7,0 г·N/кг за добу, у сорту Вінничанка ці показники становили, відповідно, 6,8, 7,4 і 7,1 г·N/кг. Така динаміка інтенсивності питомої активності симбіозу може бути обумовлена зміною величини активного симбіотичного потенціалу за роками досліджень та сортами. Так, у сорту Вінничанка формувався більший показник активного симбіотичного потенціалу, відповідно і вища активність азотфіксації за роками досліджень.

Таким чином, за результатами проведених нами досліджень виявлено, що найвищу кількість біологічного азоту атмосфери рослини сої, сорту Горлиця 144,4 кг/га і сорту Вінничанка 164,4 кг/га, фіксують на варіантах досліду за внесення мінеральних добрив у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та передпосівного оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же препаратом у дозі (0,5 кг/га), що відповідно, на 60,7 і 65,0 кг/га більше контролю.

Внесення мінеральних добрив у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> сприяло підвищенню рівня накопичення біологічного азоту в середньому на 45,2 – 51,7 кг/га залежно від

сорту, в той час як додаткове застосування разом із фосфорно-калійними добривами азотних (N<sub>30</sub>) негативно вплинуло на біологічну фіксацію азоту, при цьому рівень його накопичення був на 19,8 – 21,7 кг/га більше порівняно із контролем (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

**Кількість біологічно фіксованого азоту залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012-2014 рр., кг/га**

Рівень удобрєння	Оброблення комплексом мікроелементів	Горлиця				Вінничанка			
		роки							
		2012	2013	2014	середнє	2012	2013	2014	середнє
без доблв	1	63,6	110,6	76,5	83,7	78,3	133,1	86,9	99,4
	2	67,6	117,5	81,5	88,9	80,9	137,7	90,5	103,0
	3	64,7	115,1	81,7	87,2	81,5	141,1	94,2	105,6
	4	66,9	122,4	84,6	91,3	81,8	146,1	95,4	107,8
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	101,2	167,8	117,7	128,9	120,4	203,9	129,1	151,1
	2	106,4	189,9	127,8	141,4	126,8	220,7	141,8	163,1
	3	105,2	188,9	121,1	138,4	125,1	219,3	132,6	159,0
	4	107,8	195,5	129,8	144,4	126,2	226,6	140,3	164,4
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	80,8	138,0	91,6	103,5	97,7	163,3	102,3	121,1
	2	85,2	147,6	100,6	111,1	103,5	173,7	112,2	129,8
	3	82,8	147,4	96,3	108,8	100,0	173,7	107,2	127,0
	4	87,2	152,0	102,6	113,9	102,9	179,7	114,3	132,3

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) сприяло підвищенню рівня азотфіксації на 5,2 – 10,1 кг/га у сорту Горлиця та на 3,6 – 12,0 кг/га у сорту Вінничанка. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га) у фазі бутонізації підвищувало накопичення біологічного азоту, відповідно, на 3,4 – 4,7 і 5,9 – 7,9 кг/га. Найбільше зростання рівня накопичення біологічного азоту у сорту Горлиця 8,1 – 12,1 кг/га та у сорту Вінничанка 8,4 – 13,3 кг/га забезпечило комплексне застосування оброблення насіння та позакореневого підживлення.



Слід відмітити, що поряд із впливом на біологічну азотфіксацію досліджуваних чинників величина накопичення у ґрунті симбіотичного азоту безпосередньо залежала від погодних умов років проведення досліджень. Так, погодні умови 2012 року були найбільш складними для формування симбіотичного апарату. 2013 рік був найбільш сприятливим для максимальної реалізації симбіотичного потенціалу, слід відзначити, що в умовах цього року спостерігалась найбільша величина біологічного фіксованого азоту.

На основі результатів проведеного кореляційно-регресійного аналізу було достовірно визначено залежність рівня накопичення біологічного азоту сортами сої від кількості опадів за вегетаційний період. Дана залежність описується наступними рівняннями регресії для сорту Горлиця (1), для сорту Вінничанка (2):

$$Y = -109,3352 + 0,8004 * X \quad (1)$$

$$Y = -18,8643 + 0,492 * X \quad (2)$$

де:  $Y$  – Кількість біологічно фіксованого азоту, кг/га;  $X$  – кількість опадів за вегетаційний період, мм.

При цьому коефіцієнт кореляції становив для сорту Горлиця  $r = 0,749$ , для сорту Вінничанка  $r = 0,772$ , а скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно,  $r^2 = 0,561$  і  $r^2 = 0,596$ .

Найкращі умови для максимальної реалізації симбіотичного потенціалу як сорту Горлиця, так і сорту Вінничанка створювались на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$ , обробленням насіння (150 г/т) та позакореневим підживленням (0,5 кг/га) комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі.

**РОЗДІЛ 9**  
**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ**  
**МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА КОМПЛЕКСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ**

**9.1 Індивідуальна продуктивність рослин сортів сої**

Індивідуальна продуктивність рослин є динамічною величиною і визначається амплітудою зміни кількості насінин і бобів у ній та їх масою. Крім цього необхідно зазначити, що кількість бобів на одиниці площі є вихідною величиною для періоду цвітіння, кількість насінин для періоду наливання насіння, маса 1000 насінин для періоду дозрівання [178].

За дослідженнями вчених аналіз структури урожаю сої показав, що максимальну кількість бобів, насіння та масу 1000 насінин забезпечила сівба сої з шириною міжряддя 45 см [81].

Індивідуальна продуктивність рослин в частково показує дію досліджуваних факторів на реалізацію біолого-генетичного потенціалу сортів та в певній мірі дає змогу своєчасно впливати на формування зернової продуктивності. Висока індивідуальна продуктивність сої характерна за достатньої вологозабезпеченості рослин, відносної вологості повітря та достатній кількості тепла. В умовах сприятливої вологозабезпеченості збільшилась кількість бобів з трьома насінинами. Це сприяло підвищенню загальної кількості їх на одній рослині [289].

За твердженнями В. Г. Михайлова [146], структура елементів урожаю сої у значній мірі залежить від забезпечення рослин елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду, при цьому сорти інтенсивного типу вимогливіші до умов живлення і лише при оптимальному збалансованому забезпеченні поживними речовинами вони здатні формувати високу зернову продуктивність.

За результатами наших досліджень встановлено, що застосування мінеральних добрив та комплексу мікроелементів мало безпосередній вплив на

висоту прикріплення нижніх бобів та основні елементи структури урожаю сортів сої, а саме, кількість бобів на одній рослині, кількість насінин у бобі, кількість насінин із рослини, маса насіння із однієї рослини та величину маси 1000 насінин (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

**Структура урожайності сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012–2014 рр.**

Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Висота прикріплення нижніх бобів, см.	Кількість бобів на 1 рослині, шт.	Кількість насінин у бобі, шт.	Кількість насінин з рослини, шт..	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
<b>Горлиця</b>							
без добрив	1	9,7±1,2	13,2±1,6	1,9±0,1	26,1±5,0	3,6±0,8	121,6±5,6
	2	9,8±1,2	14,4±2,5	1,9±0,1	29,1±5,6	4,0±0,9	124,8±6,0
	3	10,0±1,3	15,0±2,4	1,9±0,1	30,5±5,6	4,2±0,9	126,3±5,9
	4	10,0±1,3	16,4±2,9	1,9±0,1	33,0±6,2	4,6±1,0	128,2±6,0
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	11,2±0,8	17,8±2,1	1,9±0,1	36,4±5,9	5,2±0,9	130,7±7,5
	2	11,4±0,9	19,3±2,6	2,0±0,1	40,1±5,8	5,9±1,1	133,9±9,0
	3	11,4±1,0	20,1±2,3	2,0±0,1	41,9±5,8	6,3±1,1	135,5±10,0
	4	11,7±1,0	21,6±2,6	2,0±0,1	45,8±7,1	6,9±1,4	137,2±10,1
N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	11,3±0,9	20,9±2,4	2,0±0,1	44,3±7,0	6,7±1,7	138,4±9,4
	2	11,6±0,8	22,6±2,5	2,1±0,1	48,7±7,7	7,5±1,8	142,3±8,0
	3	11,9±0,9	23,4±3,0	2,1±0,1	52,3±8,6	8,1±2,1	145,6±7,1
	4	12,3±1,0	25,9±2,6	2,1±0,2	57,7±9,5	9,1±2,3	147,7±7,3
<b>Вінничанка</b>							
без добрив	1	11,6±1,3	14,3±2,4	1,9±0,1	28,3±5,8	4,0±0,9	138,0±6,8
	2	11,8±1,4	15,9±2,8	2,0±0,1	31,3±6,4	4,5±1,0	140,6±7,3
	3	11,7±1,5	16,7±2,8	2,0±0,1	33,0±7,0	4,8±1,0	142,4±5,7
	4	12,0±1,6	18,3±2,9	2,0±0,1	36,4±7,2	5,3±1,1	143,6±7,0
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	13,5±0,8	19,5±1,7	2,0±0,1	39,4±4,9	5,9±0,9	147,1±8,6
	2	13,7±0,8	21,7±2,7	2,1±0,1	44,8±6,7	6,9±1,3	150,8±9,5
	3	13,8±0,9	23,1±2,8	2,1±0,1	48,2±6,8	7,5±1,3	153,3±10,2
	4	14,2±1,0	24,7±2,7	2,1±0,1	52,9±7,4	8,3±1,5	154,4±11,1
N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	13,8±0,8	23,7±3,6	2,1±0,1	51,2±10,5	8,1±1,9	155,2±10,4
	2	14,2±0,9	26,6±3,2	2,2±0,1	58,7±9,9	9,6±1,8	159,2±8,9
	3	14,6±1,0	27,8±4,1	2,3±0,1	63,0±12,0	10,5±2,1	162,7±7,2
	4	15,3±1,2	31,2±5,3	2,3±0,1	68,1±12,5	11,6±2,0	163,9±6,9

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Детальний аналіз елементів структури урожаю сортів сої показав, що протягом проведення польових досліджень на їх величину значний вплив мали погодні умови та фактори, які досліджувалися.

У середньому за роки проведення досліджень найвища кількість бобів на 1 рослині, як у сорту Горлиця  $25,9 \pm 2,6$  шт., так і у сорту Вінничанка  $32,6 \pm 3,0$  шт. була отримана на варіанті досліді з внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , обробленні насіння перед сівбою комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) та позакореневим підживленням Мікрофолом Комбі у дозі (0,5 кг/га), що на 12,7 – 18,3 шт. більше контрольних варіантів без мінеральних добрив та застосування комплексу мікроелементів. Слід відмітити, що внесення фосфорно-калійних добрив ( $P_{60}K_{60}$ ) сприяло зростанню кількості бобів на 4,6 – 5,2 шт., а повного мінерального добрива ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) - на 7,7 – 9,4 шт. залежно від сорту. Крім мінеральних добрив на формування кількості бобів на рослині позитивний вплив мало і застосування комплексу мікроелементів. Так, використання Мікрофолу Комбі (150 г/т) способом передпосівної обробки насіння підвищувало кількість бобів на 1,2 – 2,9 шт./рослину, позакореневе підживлення у фазі бутонізації даним добривом (0,5 кг/га) сприяло зростанню кількості бобів порівняно до контролю на 1,8 – 4,1 шт./рослину, проте найвищу прибавку 3,2 – 7,5 шт./рослину залежно від сорту та доз мінеральних добрив забезпечило комбіноване застосування цих елементів технології вирощування.

Досить важливими показниками індивідуальної продуктивності рослин зернобобових культур, у тому числі і сої, є кількість та маса насіння із рослини. Так, у сортів Горлиця та Вінничанка максимальна кількість насінин на одній рослині, відповідно,  $57,7 \pm 9,5$  і  $68,1 \pm 12,5$  шт. із масою  $9,1 \pm 2,3$  і  $11,6 \pm 2,0$  г. формувалась на варіантах досліді із сумісним застосуванням Мікрофолу Комбі для оброблення насіння перед сівбою (150 г/т) та позакореневого підживлення у фазу бутонізації (0,5 кг/га) на фоні внесення повної дози мінеральних добрив ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ).

Крім того, за даних умов вирощування, у середньому за роки досліджень, було одержано і найвищі показники маси 1000 насінин. Так, у сорту Горлиця маса 1000 насінин становила  $147,7 \pm 7,3$  г, а у сорту Вінничанка  $163,9 \pm 6,9$  г, що відповідно на  $25,9 - 26,1$  г більше ніж на контрольних варіантах досліджу.

Отже, на основі проведених трирічних досліджень встановлено, що максимальна реалізація генетичного потенціалу, а як наслідок і показників індивідуальної продуктивності сортів сої Горлиця та Вінничанка створюється за умови проведення передпосівного оброблення насіння (150 г/т) сумісно із позакореневим підживленням у фазі бутонізації (0,5 кг/га) комплексом мікроелементів на хелатній основі Мікрофол Комбі на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

## **9.2 Урожайність зерна сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та комплексу мікроелементів**

Урожайність – це результат складної взаємодії рослин відповідно з їх генетичним потенціалом та комплексом факторів навколишнього середовища. Дія комплексу умов росту та розвитку на рослини проявляється в зміні параметрів елементів їх продуктивності. Взаємозв'язок між основними групами факторів і визначає рівень урожайності сої. Проте сучасні вимоги щодо екологічної безпеки одержаної продукції, що адаптовані до європейських стандартів, передують розробці нових технологій щодо вирощування цієї культури – адже поява нових сортів сої та нових видів добрив, вимагає проведення цілого ряду досліджень щодо їх застосування. Отож є необхідність у тому, щоб розробити технологію вирощування сої, яка б забезпечила високу урожайність при максимально можливих екологічно безпечних системах її удобрення [40].

Урожайність насіння сої – це дуже багатогранна і складна властивість, що лише приблизно на 25 % зумовлюється генотипом сорту [36]. Формування

врожаю зернобобових культур відзначається високою, диференційованою дією численних взаємопов'язаних і взаємообумовлених факторів, рівнем реакції на умови середовища [108].

Рівень урожайності та якість сільськогосподарської продукції – це головні показники, за якими виявляється доцільність застосування тих чи інших агротехнічних заходів [105].

Поряд із цим численними дослідженнями багатьох дослідників визначено вплив погодних умов та ряду елементів технології вирощування сільськогосподарських культур на їх продуктивність [194]. Так, за результатами досліджень В. Ф. Камінського та Г. М. Заболотного, частка впливу на формування врожаю зерна сої фактору року була в межах 25,8 %. У той же час частка впливу агротехнічних прийомів була дещо нижчою, а саме, норма висіву – 18,8 %, мінеральне удобрення – 15,8, спосіб сівби – 4,6, сорт – 3,4 % [109].

Від місця та часу формування зерна на рослині сої залежить і інтенсивність надходження до нього асимільованих речовин, що, в свою чергу, обумовлює його збереженість, визначає його посівні якості та урожайні властивості. За даними багатьох науковців, вміст сирого білка у зерні знаходиться в прямій, а олії – в оберненій залежності від висоти формування його на рослині. Так, найменше білка містилось в зерні нижнього ярусу, а вміст олії, навпаки, зменшувався від нижнього ярусу до верхнього [103].

Проведені нами дослідження в умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових ґрунтах свідчать про те, що величина урожайності зерна сортів сої різних груп стиглості у значній мірі залежала від гідротермічних умов років досліджень та факторів, що досліджувалися, а саме доз мінеральних добрив та різних способів оброблення комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі. Так, у середньому за 2012 – 2014 роки урожайність зерна варіювала у межах від 1,64 до 3,01 т/га у сорту Горлиця та від 1,73 до 3,22 у сорту Вінничанка (табл. 9.2 ).

Таблиця 9.2

**Урожайність зерна сої залежно від удобрення та оброблення  
комплексом мікроелементів, т/га**

Рівень удобрення (Фактор В)	Оброблення комплексом мікроелементів (Фактор С)	Роки			Середнє	± до контролю
		2012	2013	2014		
<b>Горлиця (Фактор А)</b>						
Без добрив	1	1,49	1,74	1,69	1,64	-
	2	1,55	1,81	1,75	1,70	+0,06
	3	1,61	1,87	1,80	1,76	+0,12
	4	1,64	1,92	1,86	1,81	+0,17
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,12	2,45	2,39	2,32	+0,68
	2	2,26	2,64	2,56	2,49	+0,85
	3	2,34	2,70	2,62	2,55	+0,91
	4	2,45	2,83	2,79	2,69	+1,05
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,29	2,68	2,59	2,52	+0,88
	2	2,50	2,91	2,82	2,74	+1,10
	3	2,61	3,02	2,95	2,86	+1,22
	4	2,72	3,20	3,11	3,01	+1,37
<b>Вінничанка (Фактор А)</b>						
Без добрив	1	1,59	1,83	1,77	1,73	-
	2	1,63	1,90	1,81	1,78	+0,05
	3	1,70	1,99	1,92	1,87	+0,14
	4	1,74	2,04	1,98	1,92	+0,19
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,33	2,63	2,56	2,51	+0,78
	2	2,50	2,84	2,74	2,69	+0,96
	3	2,61	2,93	2,85	2,80	+1,07
	4	2,65	3,05	2,97	2,89	+1,16
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,53	2,85	2,77	2,72	+0,97
	2	2,74	3,09	3,02	2,95	+1,22
	3	2,83	3,25	3,12	3,07	+1,34
	4	2,96	3,41	3,29	3,22	+1,49
НР <sub>0,5</sub> т/га	2012 р.	A=0,052, B=0,064, C=0,074, AB=0,0,90, AC=0,104, BC=0,128, ABC=0,180.				
	2013 р.	A=0,040, B=0,050, C=0,057, AB=0,0,70, AC=0,081, BC=0,099, ABC=0,140.				
	2014 р.	A=0,047, B=0,057, C=0,066, AB=0,0,81, AC=0,094, BC=0,115, ABC=0,162.				

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Застосування як мінеральних добрив, так і комплексу мікроелементів значно підвищували рівень зернової продуктивності сортів сої. Так, внесення фосфорно-калійних добрив у дозі P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> забезпечило зростання рівня урожайності сої в

середньому на 0,68 – 0,78 т/га, в той час, як використання додатково «стартової» дози азоту  $N_{30}$  сприяло зростанню урожайності, відповідно, на 0,19 – 0,20 т/га порівняно із варіантами де використовували лише фосфорно-калійні добрива та на 0,88 – 0,97 т/га порівняно із контролем ( $НР_{0,5} 0,057-0,074$  т/га).

Поряд із значним зростанням зернової продуктивності залежно від норм мінеральних добрив позитивний вплив на формування даного показника мали передпосівне оброблення насіння (150 г/т) та позакореневе підживлення (0,5 кг/га) Мікрофолом Комбі. Так, оброблення насіння перед сівбою Мікрофолом Комбі забезпечило зростання урожаю зерна сої на 0,05 – 0,23 т/га, або на 2,8 – 8,4 % порівняно із контролем залежно від сорту та рівня мінерального живлення. Поряд із цим проведення позакореневого підживлення у фазі бутонізації забезпечило підвищення рівня урожаю зерна залежно від сорту та доз мінеральних добрив, відповідно, на 0,12 – 0,35 т/га, або на 7,3 – 12,8 %. Найбільш ефективним технологічним прийомом виявилось поєднання передпосівного оброблення насіння разом із позакореневим підживленням, за цих умов спостерігався найбільший приріст врожаю зерна, відповідно, 0,17 – 0,50 т/га, або 10,3 – 18,3 %. Слід зазначити, що оптимізація системи живлення рослин сортів сої на основі застосування передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі була найбільш ефективною на фоні повного мінерального удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Таким чином, на основі отриманих нами результатів досліджень найвища урожайність насіння сої як сорту Горлиця 3,01 т/га, так і сорту Вінничанка 3,22 т/га була одержана на ділянках польового досліді, де проводили внесення азотних та фосфорно-калійних добрив у нормі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , а також обробляли насіння та проводили позакореневе підживлення комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі, що, відповідно, на 1,37 і 1,49 т/га більше порівняно із контролем ( $НР_{0,5} 0,140-0,180$  т/га).

За результатами проведеного дисперсійного аналізу отриманих даних виявлено, що величина формування приросту урожаю зерна сої на 59,2 % залежала від застосування мінеральних добрив, на 11,4 % – від комплексу мікроелементів, на 4,3 % – від сорту, на 22,8 % – від умов року, а взаємодія факторів становила 2,3 %. (рис. 9.1, додаток 3)



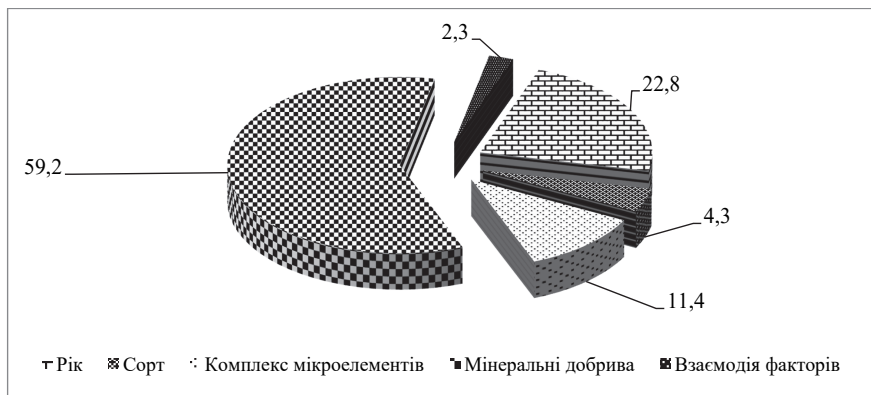


Рис. 9.1. Дольова частка впливу досліджуваних чинників у формуванні приросту урожайності зерна сої, у середньому за 2012 – 2014 рр.

На основі результатів проведеного кореляційно-регресійного аналізу було достовірно визначено залежність урожайності зерна сортів сої від показників фотосинтетичної продуктивності (табл. 9.3).

Таблиця 9.3

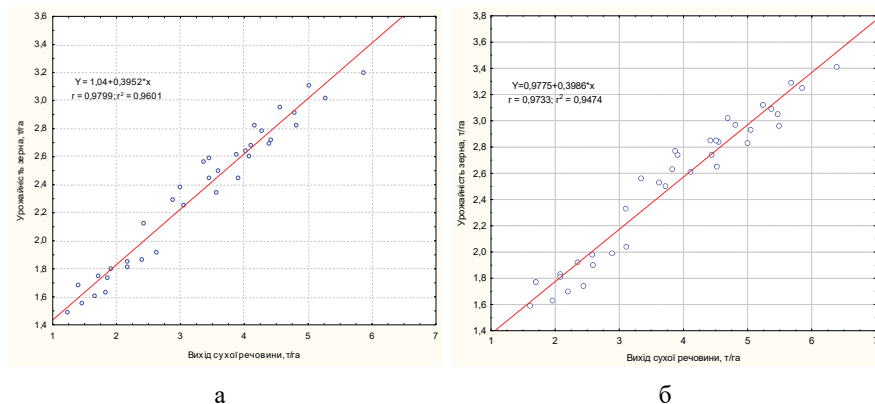
**Регресійні залежності між урожайністю зерна сортів сої та фотосинтетичною продуктивністю посівів, у загальній сукупності даних за 2012 – 2014 рр.**

Сорт	Рівняння регресії	
Горлиця	Урожайність зерна (Y), т/га	$Y = -1,5992 + 0,1052 * X_0$ (R=0,964, R <sup>2</sup> =0,0,929, p=<0,001)
		$Y = 0,2468 + 1,1507 * X_1$ (R=0,963, R <sup>2</sup> =0,0,927, p=<0,001)
		$Y = -0,6319 + 1,0661 * X_2$ (R=0,954, R <sup>2</sup> =0,0,911, p=<0,001)
Вінничанка	Урожайність зерна (Y), т/га	$Y = -1,6434 + 0,1071 * X_0$ (R=0,970, R <sup>2</sup> =0,0,942, p=<0,001)
		$Y = -0,1466 + 1,3382 * X_1$ (R=0,943, R <sup>2</sup> =0,0,889, p=<0,001)
		$Y = -0,7267 + 1,1013 * X_2$ (R=0,958, R <sup>2</sup> =0,0,918, p=<0,001)

**Примітка:** Значення параметрів  $X_0$  – площа листкової поверхні, тис.м<sup>2</sup>/га;  $X_1$  – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу;  $X_2$  – фотосинтетичний потенціал, млн м<sup>2</sup>×діб/га; R – коефіцієнт кореляції; R<sup>2</sup> – скорегований коефіцієнт детермінації.

Таким чином, проаналізувавши дані таблиці можна зробити висновок, що між урожайністю зерна та площею листової поверхні, чистою продуктивністю фотосинтезу та фотосинтетичним потенціалом існує позитивний сильний зв'язок, про що свідчать високі коефіцієнти кореляції.

Поряд із цим, було виявлено, що між урожайністю зерна та величиною виходу сухої речовини існує сильний позитивний зв'язок, при цьому коефіцієнт кореляції для сорту Горлиця становив  $R = 0,979$ , а для сорту Вінничанка  $R = 0,973$ .



**Примітка:** а – для сорту Горлиця; б – для сорту Вінничанка.

Рис. 9.2. Реакційна поверхня залежності урожайності зерна сортів сої (Y) від рівня накопичення сухої речовини, 2012 – 2014 рр.

Крім показників фотосинтетичної продуктивності на урожайність зерна сортів сої значний вплив мають і показники симбіотичної продуктивності. Так, за результатами кореляційно-регресійного аналізу було виявлено істотний вплив на урожай зерна сої та рівень накопичення біологічного азоту. Залежність між урожайністю зерна та кількістю накопиченого у ґрунті біологічного азоту описується наступними рівняннями регресії для сорту Горлиця (1), для сорту Вінничанка (2):

$$Y = 15,0916 + 41,2981 * X \quad (1)$$

$$Y = 11,4221 + 48,6574 * X \quad (2)$$

де:  $Y$  – урожайність зерна, т/га;  $X$  – активний симбіотичний потенціал, тис. кг діб/ га.

При цьому коефіцієнт кореляції становив для сорту Горлиця  $r = 0,579$ , для сорту Вінничанка  $r = 0,612$ , а скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно,  $r^2 = 0,335$  і  $r^2 = 0,370$ .

На основі проведеного математичного аналізу виявлено, що між елементами індивідуальної продуктивності рослин сортів сої та їх урожайністю наявний позитивний зв'язок високої сили. Отже, між рівнем урожайності та кількістю бобів на одній рослині коефіцієнт кореляції для сорту Горлиця становив  $r = 0,954$ , а для сорту Вінничанка  $r = 0,933$ , при цьому скорегований коефіцієнт детермінації, відповідно,  $r^2 = 0,910$  і  $r^2 = 0,869$ , між величиною урожайності та масою насіння з рослини, відповідно,  $r = 0,915$  і  $r = 0,922$ , коефіцієнт детермінації, відповідно,  $r^2 = 0,837$  і  $r^2 = 0,850$ , поряд із цим сильний кореляційний зв'язок був відмічений між урожайністю зерна та масою 1000 насінин сортів сої, і становив, відповідно,  $r = 0,902$  і  $r = 0,879$  та,  $r^2 = 0,814$  і  $r^2 = 0,772$ .

Отже, в умовах Лісостепу Правобережного найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин сої та формування їх максимальної зернової продуктивності складаються при внесенні мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та застосуванням для передпосівного оброблення насіння (150 г/т) та позакореневого підживлення (0,5 кг/га) комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі. Слід відмітити, що на даних варіантах дослідження спостерігалась найбільша реалізація селекційно-генетичного потенціалу сорту Вінничанка.

### **9.3 Мінливість якісних показників зерна сортів сої та вихід сирого протеїну і сирого жиру залежно від досліджуваних факторів**

На сучасному етапі розвитку сільського господарства соя займає особливе місце серед інших культур, і належить до найважливіших високобілкових і олійних культур не тільки вітчизняного, але й світового рослинництва. Висока цінність сої залежить від хімічного складу її насіння. Протягом періоду вегетації рослини сої

синтезують у своєму насінні два надзвичайно цінних елементи – сирий протеїн і жир, які можуть складати від 50 до 60 % маси насіння. Крім цього в насінні сої міститься збалансований комплекс амінокислот, вітамінів, жирів і жирних кислот, мінеральних речовин, що у свою чергу забезпечує широкий спектр її використання [38, 184].

На сьогоднішній день, немає єдиної думки про наявність прямого зв'язку між зерною продуктивністю та вмістом у насінні білка. Так, у деяких випадках при зростанні рівня урожайності спостерігається зменшення вмісту білка у насінні, а в інших дослідженнях навпаки зі зростанням зернової продуктивності підвищується і вміст білка [29].

На основі проведених у часі досліджень було виявлено, що оптимізація мінерального живлення зернобобових культур, зокрема сої, значно покращує показники якісного складу їх насіння, а особливо внесення азотних добрив, у зв'язку з тим, що азот є ваговою складовою молекули білка і його вміст в ньому в середньому становить близько 16 – 18 % [17].

Вагомий вплив на формування якісних показників зерна сої відіграють гідротермічні умови, які склались упродовж періоду вегетації. Так, окремі дослідники відзначають, що в роки із тривалим вегетаційним періодом та достатнім забезпеченням вологою формується найвищий вміст олії та найнижчий білка [149].

Поряд із цим окремі вчені відмічають, що вищий вміст протеїну в насінні сої формується за умов підвищеної середньодобової температури повітря із недостатньою кількістю опадів у генеративний період розвитку [87, 11, 168, 7].

Варто відзначити, що аналогічна тенденція формування вмісту сирого протеїну в насінні сої в розрізі років спостерігалась і у наших дослідженнях. Так, у найбільш складний за гідротермічними умовами рік (2012 р.), який характеризувався підвищеною середньодобовою температурою повітря та недостатньою кількістю опадів, вміст сирого протеїну був найвищим і становив у сорту Горлиця 34,63 – 39,50 %, а у сорту Вінничанка 36,08 – 40,98 %. У більш сприятливі за погодними умовами 2013 і 2014 рр. вміст

сирого протеїну був дещо нижчим і становив, відповідно, 33,25 – 38,67 і 35,02 – 40,16 % та 33,77 – 39,15 і 35,61 – 40,69 %. Слід відзначити, що найбільший вміст сирого протеїну був у сорту Вінничанка.

На основі проведених нами досліджень встановлено, що поряд із погодними умовами на вміст сирого протеїну у зерні сортів сої вагомий вплив мають і досліджувані фактори, а саме дози мінеральних добрив та способи використання комплексу мікроелементів.

Таким чином, у середньому за роки досліджень вміст сирого протеїну на контрольних варіантах досліді становив у сорту Горлиця 33,88 %, а у сорту Вінничанка - 35,57 %.

Внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  забезпечило підвищення вмісту сирого протеїну у насінні на 2,10 – 2,12 % залежно від сорту, а використання додатково стартової дози азоту відповідно на 3,18 – 3,20 %.

У результаті проведених досліджень встановлено позитивний вплив комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі на вміст сирого протеїну в зерні. Так, обробка насіння даним препаратом перед сівбою (150 г/т) забезпечила підвищення вмісту сирого протеїну в середньому на 0,68 – 1,05 %, у той час як позакореневе підживлення у фазі бутонізації, відповідно, на 1,26 – 1,58 %.

Найбільший вплив на вміст сирого протеїну мало сумісне застосування передпосівного оброблення насіння із позакореневим підживленням, при цьому вміст сирого протеїну був вищим порівняно із варіантами де комплекс мікроелементів не застосовували, відповідно, на 1,86 – 2,17 %.

Отже, у середньому за роки проведення досліджень максимальний вміст сирого протеїну в зерні сортів сої Горлиця (39,11 %), та Вінничанка (40,61 %) формувався на варіантах досліді, де вносили мінеральні добрива у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , проводили оброблення насіння перед сівбою Мікрофолом Комбі (150 г/т) та позакореневе підживлення цим же добривом у дозі 0,5 кг/га.

Таблиця 9.4

**Вміст сирого протеїну в зерні сортів сої та його вихід залежно від рівня  
удобрення та способів застосування комплексу мікроелементів,  
у середньому за 2012 – 2014 рр.**

Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Вміст сирого протеїну, %	± до контролю	Вихід сирого протеїну, т/га	± до контролю
<b>Горлиця</b>					
без добрив	1	33,88	-	0,55	-
	2	34,62	+0,74	0,59	+0,04
	3	35,14	+1,26	0,62	+0,07
	4	36,05	+2,17	0,65	+0,10
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	36,00	+2,12	0,83	+0,28
	2	36,97	+3,09	0,91	+0,36
	3	37,49	+3,61	0,95	+0,40
	4	37,97	+4,09	1,02	+0,47
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	37,08	+3,20	0,94	+0,38
	2	38,13	+4,25	1,05	+0,49
	3	38,66	+4,78	1,10	+0,55
	4	39,11	+5,23	1,19	+0,63
<b>Вінничанка</b>					
без добрив	1	35,57	-	0,61	-
	2	36,25	+0,68	0,63	+0,03
	3	36,84	+1,27	0,67	+0,06
	4	37,56	+1,99	0,70	+0,10
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	37,67	+2,10	0,89	+0,28
	2	38,38	+2,81	0,98	+0,38
	3	39,04	+3,47	1,04	+0,43
	4	39,46	+3,89	1,11	+0,50
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	38,75	+3,18	1,01	+0,40
	2	39,46	+3,89	1,12	+0,51
	3	40,17	+4,60	1,19	+0,58
	4	40,61	+5,04	1,28	+0,67
Коефіцієнт варіації V, %		4,7	-	24,7	-
Відносна похибка Sx%		1,0	-	4,9	-

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Поряд із вмістом сирого протеїну у насінні надзвичайно важливим показником є і його вихід з одиниці площі, при цьому до уваги береться і рівень урожайності сортів сої.

У середньому за роки досліджень, на контрольному варіанті, більший вихід сирого протеїну забезпечив сорт сої Вінничанка – 0,61 т/га, проти

0,55 т/га у сорту Горлиця. За внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  вихід сирого протеїну збільшився в середньому на 0,28 т/га, а за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , відповідно, на 0,38 – 0,40 т/га. Використання комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі для передпосівного оброблення насіння (150 г/т) та позакореневого підживлення (0,5 кг/га) забезпечило підвищення виходу сирого протеїну, відповідно, на 0,10 – 0,27 % залежно від сорту та доз мінеральних добрив. Отже, максимальний вихід сирого протеїну у сорту Горлиця 1,19 т/га, та сорту Вінничанка 1,28 т/га був отриманий на ділянках досліду де проводили оброблення насіння та позакоренеve підживлення комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

У зв'язку з тим, що для сучасного сільського господарства соя є не тільки високобілковою, але й олійною культурою, ми у своїх дослідженнях проводили визначення і впливу досліджуваних елементів технології вирощування на рівень накопичення в насінні сортів сої сирого жиру.

Так, у середньому за три роки досліджень на контрольних варіантах досліду вміст жиру у насінні становив 18,03 % у сорту Горлиця та 18,64 % у сорту Вінничанка. На варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  вміст жиру в насінні сортів сої збільшився, відповідно, на 1,31 – 1,35 % порівняно із контролем. На ділянках досліду, де вносили мінеральні добрива в дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  спостерігалось зростання вмісту жиру на 1,93 – 1,96 % порівняно до контролю.

Аналіз результатів досліджень свідчить, що попри значне зростання вмісту жиру від рівня удобрення позитивний вплив на нагромадження даного показника у насінні мали передпосівне оброблення насіння (150 г/т) та позакоренеve підживлення (0,5 кг/га) Мікрофолом Комбі. Оброблення насіння перед сівбою Мікрофолом Комбі забезпечило підвищення вмісту жиру в зерні сої на 0,17 – 0,38 %, порівняно із варіантами без застосування комплексу мікроелементів, залежно від сорту та рівня удобрення.

Таблиця 9.5

**Вміст сирого жиру в зерні сортів сої та його вихід залежно від рівня  
удобрення та способів застосування комплексу мікроелементів,  
у середньому за 2012 – 2014 рр.**

Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Вміст сирого жиру, %	± до контролю	Вихід сирого жиру, т/га	± до контролю
<b>Горлиця</b>					
без добрив	1	18,03	-	0,30	-
	2	18,20	+0,17	0,31	+0,01
	3	18,31	+0,28	0,32	+0,02
	4	18,52	+0,49	0,33	+0,03
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	19,34	+1,31	0,45	+0,15
	2	19,66	+1,63	0,49	+0,19
	3	19,83	+1,80	0,51	+0,21
	4	20,05	+2,02	0,54	+0,24
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	19,99	+1,96	0,50	+0,20
	2	20,33	+2,30	0,56	+0,26
	3	20,57	+2,54	0,59	+0,29
	4	20,75	+2,72	0,62	+0,32
<b>Вінничанка</b>					
без добрив	1	18,64	-	0,32	-
	2	18,86	+0,22	0,34	+0,02
	3	18,98	+0,33	0,35	+0,03
	4	19,17	+0,53	0,37	+0,05
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	19,99	+1,35	0,50	+0,18
	2	20,34	+1,69	0,55	+0,23
	3	20,56	+1,92	0,58	+0,26
	4	20,75	+2,10	0,60	+0,28
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	20,57	+1,93	0,56	+0,24
	2	20,95	+2,31	0,62	+0,30
	3	21,24	+2,60	0,65	+0,33
	4	21,39	+2,74	0,69	+0,37
Коефіцієнт варіації V, %		5,1	-	25,6	-
Відносна похибка Sx%		1,0	-	5,2	-

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Проведення позакореневого підживлення Мікрофолом Комбі (0,5 кг/га) у фазі бутонізації забезпечило підвищення вмісту жиру в зерні залежно від сорту та доз мінеральних добрив, відповідно, на 0,28 – 0,67 %. Найбільшу ефективність забезпечило поєднання передпосівного оброблення насіння разом із позакореневим підживленням, за цих умов спостерігалось максимальне



зростання вмісту жиру в зерні на 0,50 – 0,81 %.

Застосування мінерального добрива та комплексу мікроелементів у досліді збільшувало також вихід жиру з одиниці площі. Наприклад, на контрольних варіантах досліду вихід жиру становив: сорт Горлиця – 0,30 т/га, сорт Вінничанка – 0,32 т/га, проте, дещо більший вихід жиру був відмічений на варіантах досліду із внесенням мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  відповідно 0,45 та 0,50 т/га. На варіантах досліду з внесенням стартової дози азоту на фосфорно-калійному фоні вихід жиру становив, відповідно, до сорту 0,50 – 0,56 т/га. Крім того, позитивний вплив на вихід жиру мали оброблення насіння та позакореневе підживлення комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі, а особливо їх поєднання, при цьому вихід жиру з одиниці площі підвищився на 0,03 – 0,13 т/га залежно від сорту та рівня удобрення.

Таким чином, найвищий вміст сирого жиру в зерні та вихід сирого жиру з 1 га у сорту Горлиця відповідно 20,75 % і 0,62 т/га та у сорту Вінничанка відповідно 22,39 % і 0,69 т/га був отриманий на ділянках досліду, де проводили оброблення насіння (150 г/т) та позакореневе підживлення (0,5 кг/га) комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

Оптимізація системи живлення сортів сої, шляхом внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівного оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) та проведенням позакореневого підживлення у фазі бутонізації цим же комплексом мікроелементів (0,5 кг/га) сприяє значному покращенню якісних показників зерна сортів сої та виходу сирого протеїну і сирого жиру з одиниці площі.

Серед сортів сої, що вивчали у дослідженнях вищі показники якості зерна забезпечив сорт Вінничанка, що є генетично обумовленою ознакою сорту.

## РОЗДІЛ 10

### ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ ТА ОЦІНКА ЇХ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

На сьогоднішній день у досить складних умовах ведення сільського господарства на фоні постійного зростання цін на енергоносії одним із пріоритетних завдань товаровиробників є не тільки отримання максимального виходу продукції з посівної площі із максимальним збереженням та покращенням показників родючості ґрунту, але забезпечення мінімальних матеріальних та енергетичних витрати.

Виходячи з цього при моделюванні технології вирощування сортів сої на зерно приділили значну увагу оцінці показників енергетичної та економічної ефективності досліджуваних елементів.

#### 10.1 Енергетична ефективність вирощування сортів сої на зерно

Моделювання тієї чи іншої технології вирощування сільськогосподарських культур повинно бути енергетично та економічно вигідним. Проведення енергетичного аналізу дає змогу достовірно визначити і дати об'єктивну оцінку ефективності вирощування культури, провести порівняльну оцінку запропонованих елементів технології вирощування та встановити причини неефективного виробництва сільськогосподарської продукції, досконало організувати та використовувати енергетичні ресурси, програмувати енергоємні прийоми і технології вирощування сільськогосподарських культур у тому числі і сої [138, 139].

Основним показником, що показує енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур є енергетичний коефіцієнт технології, який показує відношення отриманої з урожаєм енергії до кількості сукупної енергії, що була затрачена на вирощування даного урожаю. Даний

показник дає більш ширші уявлення про енергетичні корективи сільськогосподарського виробництва [85]. Технологія вирощування вважається енергетично ефективною, коли даний коефіцієнт більше одиниці [209].

Раціональне використання енергетичних ресурсів є однією із найважливіших передумов для зростання виробництва сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим необхідно проводити аналіз енергетичних витрат при вирощуванні сучасних сортів у тому числі і сої, із використанням вже відомих та нових елементів технології вирощування [231].

На основі проведеного детального аналізу показників енергетичної ефективності вирощування сортів сої на зерно встановлено, що в середньому за роки досліджень найнижчі затрати сукупної енергії були на контрольних варіантах досліду і становили у сорту Горлиця – 23,08 ГДж/га, а у сорту Вінничанка – 22,90 ГДж/га, при цьому вихід валової енергії з урожаєм становив відповідно 37,86 і 40,32 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт склав 1,64 і 1,76.

На варіантах досліду, де проводили внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  поряд із зростання урожайності насіння сортів сої, збільшувався і вихід енергії з одиниці площі. Так, на даних варіантах посіви сортів сої акумулювали, відповідно, 54,48 і 59,44 ГДж/га, сукупні витрати енергії на вирощування при цьому становили 25,52 і 25,34 ГДж/га, чистий енергетичний прибуток 28,97 і 34,10 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт посіву склав 2,14 і 2,35.

Більш ефективним виявилось внесення повного мінерального добрива у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , незважаючи на зростання затрат сукупної енергії до 26,60 ГДж/га у сорту Горлиця та до 26,42 ГДж/га у сорту Вінничанка значно підвищився і вихід валової енергії з урожаєм і становив, відповідно, 59,45 та 64,67 ГДж/га, при цьому чистий енергетичний прибуток складав, відповідно, 32,85 та 38,25 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт – 2,23 та 2,45.

Поряд із мінеральними добривами певний вплив на мінливість показників

енергетичної ефективності мало і застосування комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

**Енергетична ефективність вирощування сортів сої залежно від рівня удобрення та різних способів оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012 – 2014 рр.**

Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Заграти сукупної енергії, ГДж/га	Вихід валової енергії, ГДж/га	Чистий енергетичний прибуток, ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
<b>Горлиця</b>						
без добрив	1	23,08	37,86	14,78	1,64	1,06
	2	23,11	39,43	16,33	1,71	1,10
	3	24,80	40,77	15,97	1,64	1,06
	4	24,83	42,01	17,18	1,69	1,09
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	25,52	54,48	28,97	2,14	1,38
	2	25,54	58,68	33,14	2,30	1,48
	3	27,23	60,39	33,15	2,22	1,43
	4	27,26	63,72	36,46	2,34	1,50
N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	26,60	59,45	32,85	2,23	1,43
	2	26,62	65,06	38,44	2,44	1,56
	3	28,32	68,00	39,69	2,40	1,53
	4	28,34	71,66	43,32	2,53	1,60
<b>Вінничанка</b>						
без добрив	1	22,90	40,32	17,41	1,76	1,14
	2	22,93	41,59	18,66	1,81	1,17
	3	24,62	43,74	19,11	1,78	1,14
	4	24,65	45,01	20,36	1,83	1,17
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	25,34	59,44	34,10	2,35	1,51
	2	25,36	64,13	38,77	2,53	1,63
	3	27,06	66,81	39,75	2,47	1,59
	4	27,08	69,07	41,99	2,55	1,63
N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	26,42	64,67	38,25	2,45	1,57
	2	26,45	70,54	44,09	2,67	1,70
	3	28,14	73,64	45,50	2,62	1,67
	4	28,17	77,36	49,20	2,75	1,74

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Загалом, передпосівне оброблення насіння Мікрофолом Комбі (150 г/т) забезпечило підвищення виходу валової енергії з урожаєм на 3,1 – 9,4 % залежно від сорту та фону мінерального живлення. Використання Мікрофолу Комбі для позакореневого підживлення (0,5 кг/га) сприяло збільшенню виходу валової енергії з урожаєм, відповідно, на 7,6 – 14,3 % порівняно із варіантами де мікродобриво не застосовували.

Найбільш ефективним, як серед варіантів без мінерального удобрення, так і на фоні внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , відмічено варіанти досліду, де поєднували передпосівне оброблення насіння із позакореним підживленням Мікрофолом Комбі, що забезпечило підвищення виходу валової енергії з урожаєм на 10,9 – 20,5 %.

Таким чином, за результатами проведеного енергетичного аналізу нами встановлено, що найбільш ефективною є модель технології вирощування сої, як сорту Горлиця так і сорту Вінничанка, яка передбачає внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореним підживленням цим же препаратом у дозі (0,5 кг/га) у фазі бутонізації, що забезпечує одержання найвищого показника енергетичного коефіцієнту посіву, 2,53 у сорту Горлиця і 2,75 у сорту Вінничанка, що, відповідно, на 0,89 і 0,99 більше контролю.

## **10.2 Економічна ефективність вирощування сортів сої на зерно**

Отримані результати досліджень будуть цікаві виробництву за умов значного приросту урожайності зерна та прибутку в результаті впровадження удосконаленого технологічного процесу. Для того щоб отримати показники економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі сої, необхідно використовувати такі показники як урожайність насіння, приріст врожаю, вміст білка та жиру – ті, що формують ціну реалізації; виробничі витрати – ті, що формують собівартість продукції [134].

Розробка технологічного процесу вирощування будь-якої

сільськогосподарської культури, в тому числі і сої, із використанням окремих елементів інтенсифікації технології вирощування в першу чергу повинна бути економічно обґрунтованою і вигідною.

Розрахунки показників економічної ефективності вирощування сортів сої різних груп стиглості, в умовах Лісостепу Правобережного, на основі оптимізації системи живлення за рахунок визначення оптимальної дози внесення мінеральних обрив та способу використання комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі проводили на основі розрахованих та складених технологічних карт вирощування з урахуванням сучасних цін на матеріальні ресурси (технологічні прийоми, насіння, пестициди, добрива та пальне) та виконані роботи станом на 2014 рік. Ціна реалізації продукції, зерна сої, відповідала біржовій ціні на кінець 2014 року і становила 5000 грн/т.

На основі проведених нами обрахунків виявлено, що чинники, які досліджувалися, а саме (дози мінеральних добрив, передпосівне оброблення насіння та позакореневе підживлення) мали безпосередній вплив на економічну ефективність вирощування сортів сої. У середньому за роки досліджень загальні виробничі витрати при вирощуванні сої становили від 4264 до 7361 грн/га у сорту Горлиця та від 4219 до 7316 грн./га у сорту Вінничанка в залежності від інтенсивності насичення моделі технології досліджуваними елементами. Так, відповідно, на контролі без мінеральних добрив та комплексу мікроелементів вони становили – 4219 – 4264 грн/га, а на варіантах дослідів із внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівним обробленням насіння Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же препаратом у дозі (0,5 кг/га) у фазі бутонізації, відповідно, 7316 – 7361 грн/га.

Характеристика структури прямих витрат при удосконаленні вирощування сої на основі оптимізації системи удобрення, варто відзначити, що основна частина матеріальних витрат припадає на мінеральні добрива – 31,2, на насіння – 17,7, засоби захисту – 16,8, паливно-мастильні матеріали – 13,8, оплату праці – 3,7, на поточний ремонт та амортизацію – 1,7 та 2,6, на страхові та загальновиробничі витрати – 12,5 %.

На основі детального аналізу показників економічної ефективності встановлено, що в середньому за роки досліджень найнижча вартість виробленої продукції 8200 грн/га у сорту Горлиця та 8650 грн/га у сорту Вінничанка спостерігалась на контрольних варіантах досліді без внесення мінеральних добрив та без застосування мікродобрива (табл. 10.2).

Таблиця 10.2

**Економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від рівня  
удобрення та різних способів оброблення комплексом мікроелементів,  
у середньому за 2012 – 2014 рр.**

Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікро- елементів	Виробничі витрати, грн/га.	Вартість вирощеної продукції, грн.	Умовно чистий прибуток, грн.	Собівартіс ть 1 т насіння, грн.	Рівень рентабель- ності, %
<b>Горлиця</b>						
без добрив	1	4264	8200	3936	2600	92
	2	4312	8517	4205	2532	98
	3	4420	8800	4380	2511	99
	4	4468	9033	4565	2473	102
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	6613	11600	4987	2850	75
	2	6659	12433	5774	2678	87
	3	6768	12767	5999	2651	89
	4	6815	13450	6635	2533	97
N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	7159	12600	5441	2841	76
	2	7206	13717	6511	2627	90
	3	7314	14300	6986	2557	96
	4	7361	15050	7689	2446	104
<b>Вінничанка</b>						
без добрив	1	4219	8650	4431	2439	105
	2	4267	8900	4633	2397	109
	3	4375	9350	4975	2340	114
	4	4423	9600	5177	2304	117
Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	6568	12533	5965	2620	91
	2	6614	13467	6853	2456	104
	3	6723	13983	7260	2404	108
	4	6770	14450	7680	2343	113
N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	7114	13583	6469	2619	91
	2	7161	14750	7589	2427	106
	3	7270	15333	8063	2371	111
	4	7316	16100	8784	2272	120

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Максимальна вартість вирощеної продукції сформувалась у сорту Вінничанка на варіанті досліду за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , та передпосівного оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням Мікрофолом Комбі у дозі (0,5 кг/га) 16100 грн/га. Дещо нижча вартість вирощеної продукції (15050) грн формувалась на аналогічних варіантах досліду, де вирощували сорт сої Горлиця.

Поряд із цим при зростанні виробничих витрат та вартості вирощеної продукції собівартість 1 т зерна сортів сої знижувалась. Отже, найменшу собівартість 1 т зерна сої сорту Горлиця 2446 грн та сорту Вінничанка 2272 грн було одержано на фоні мінерального живлення ( $N_{30}P_{60}K_{60}$ ) та за передпосівного оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же комплексом (0,5 кг/га) у фазу бутонізації. Крім цього, на даних варіантах досліду було одержано і найвищий рівень рентабельності. Варто відмітити, що на даний час рівень цін мінеральних добрив безпосередньо обумовлює їх дольову участь у структурі загальних виробничих витрат при вирощуванні сої, виходячи з чого рівень рентабельності за внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  та  $N_{30}P_{60}K_{60}$  нижчий ніж на контролі, проте дворазове застосування препарату Мікрофол Комбі дало змогу значно підвищити рівень рентабельності виробництва та отримати його максимальний показник.

Отже, глибокий економічний аналіз результатів досліджень підтвердив зроблені нами висновки щодо оптимізації системи живлення досліджуваних сортів сої. Так, найбільш ефективною з економічної точки зору є модель технології вирощування сої, як сорту Горлиця так і сорту Вінничанка, яка передбачає внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівне оброблення насіння комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням цим же комплексом у дозі (0,5 кг/га) у фазі бутонізації, що забезпечує максимальний умовно чистий прибуток, відповідно, 7689 і 8784 грн/га, та найвищий рівень рентабельності, відповідно, 104 і 120 %.



### 10.3 Оцінка технологій вирощування сортів сої на конкурентоздатність

У сучасних складних ринкових умовах сільськогосподарське виробництво характеризується використанням різних технологій, які розроблені як вітчизняною наукою, так і закордонними фірмами, та комплексів машин і технічних засобів для їх реалізації. З точки зору підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції перевагу надають впровадженню більш складних, проте, гнучкіших до зміни зовнішніх впливів технологій, видаленню зайвих операцій або їх інтегрування [289].

Основною метою проведення оцінки технологій вирощування досліджуваних сортів сої на конкурентоспроможність було здійснення всебічного, глибокого аналізу елементів поставлених на вивчення. У процесі оцінювання технологій вирощування сортів сої на конкурентоспроможність за базову технологію було взято варіант досліду без внесення мінеральних добрив та використання комплексу мікроелементів.

Співставлення енерговитрат змодельованої технології порівняно до базової здійснювали за допомогою коефіцієнта енергетичної оцінки ( $K_e^{нб}$ ). Економічні показники технологій вирощування сортів сої оцінювали за допомогою коефіцієнта інтегральної оцінки ( $J$ ), який являє собою грошовий вираз продукції, яку вироблено за рік на 1 га площі на 1 грн наведених затрат, відповідно по новому і базовому варіантах технології. Комплексну оцінку технологій на конкурентоспроможність для обох сортів проводили використовуючи коефіцієнт  $K_{н-б}$  зд, який враховує всі складові технологій: енергетичні, економічні, якість сільськогосподарських машин, які виконують технологічні процеси. Таким чином, на основі проведених розрахунків встановлено, що найбільш ефективний варіант досліду як за вирощування сорту Горлиця, так і Вінничанка, з коефіцієнтом комплексної оцінки, відповідно, 1,25 і 1,24 відмічено за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  із комплексним застосуванням передпосівного

оброблення насіння (150 г/т) і позакореневого підживлення у фазі бутонізації (0,5 кг/га) Мікрофолом Комбі (табл. 10.3).

Таблиця 10.3

**Конкуреноздатність технологій вирощування сортів сої залежно від рівня удобрення та різних способів оброблення комплексом мікроелементів, у середньому за 2012 – 2014 рр.**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Коефіцієнт енергетичної ефективності технології (К <sub>ет</sub> )	Коефіцієнт енергетичної оцінки (К <sub>е<sup>нб</sup></sub> )	Коефіцієнт інтегральної оцінки (J)	Коефіцієнт комплексної оцінки на конкурентоспроможність (Кн-б зд)
Горлиця	без добрив	1	0,64	0,45	0,65	0,55
		2	0,71	0,50	0,67	0,58
		3	0,64	0,49	0,69	0,59
		4	0,69	0,52	0,71	0,62
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,14	0,88	0,91	0,90
		2	1,30	1,01	0,96	0,98
		3	1,22	1,01	1,04	1,03
		4	1,34	1,11	1,06	1,08
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,23	1,00	1,00	1,00
		2	1,44	1,17	1,08	1,13
		3	1,40	1,21	1,13	1,17
		4	1,53	1,32	1,19	1,25
Вінничанка	без добрив	1	0,76	0,46	0,64	0,55
		2	0,81	0,49	0,66	0,57
		3	0,78	0,50	0,69	0,59
		4	0,83	0,53	0,71	0,62
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,35	0,89	0,92	0,91
		2	1,53	1,01	0,93	0,97
		3	1,47	1,04	1,04	1,04
		4	1,55	1,10	1,08	1,09
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,45	1,00	1,00	1,00
		2	1,67	1,15	1,09	1,12
		3	1,62	1,19	1,13	1,16
		4	1,75	1,29	1,19	1,24

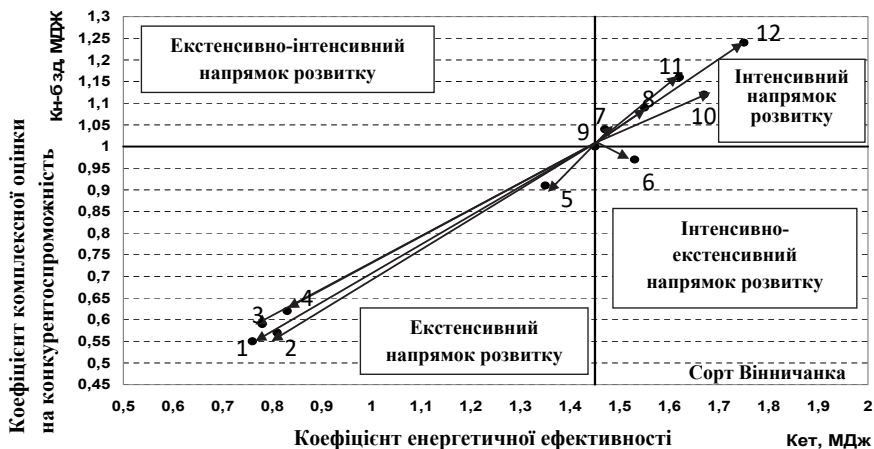
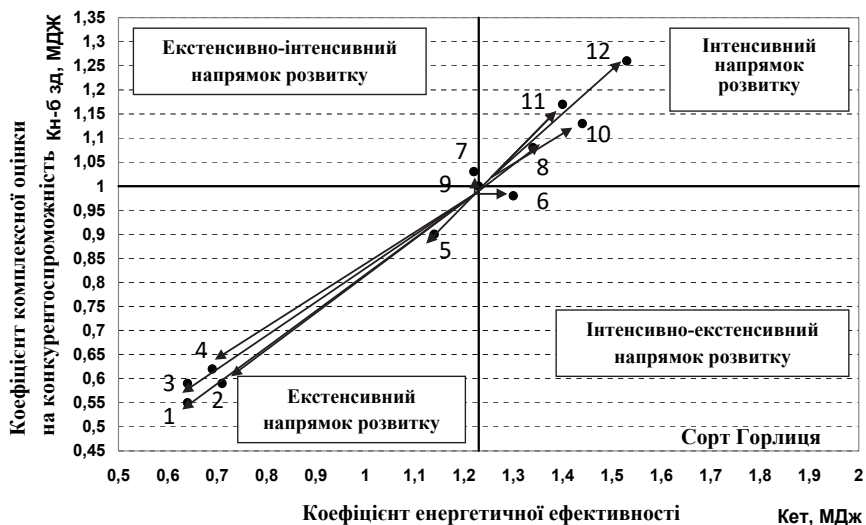
**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Напрямок розвитку моделей технологій вирощування сої розраховували відповідно методичних рекомендацій А. Д. Гарькавого, В. Ф. Петриченка та А. В. Спіріна. При цьому напрямок розвитку технології можна оцінити залежністю:  $Kem = 1/Em$ , де  $Kem$  – енергетичний коефіцієнт,  $Em$  – обернена сума енерговитрат за технологією. Причому всі досліджувані варіанти моделей технології розглядаються відносно базової технології вирощування [64]. Базова модель технології вирощування сортів сої передбачала вирощування без внесення мінеральних добрив.

Отже, згідно розрахунку коефіцієнту енергетичної ефективності варіанти досліду 1 – 5 мають екстенсивний напрямок розвитку технології, варіант 6 – інтенсивно – екстенсивний, а варіанти 7 – 12 виражений інтенсивний напрямок розвитку (рис. 10.1).

Економічно найефективнішою є технологія вирощування сої сортів Горлиця і Вінничанка, яка передбачає внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , передпосівне оброблення насіння (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням (0,5 кг/га) комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі, що забезпечує умовно чистий прибуток 7689 і 8784 грн./га та рівень рентабельності, відповідно, 104 і 120 %.

В умовах Лісостепу Правобережного на сірих лісових ґрунтах вирощування сортів сої за технологією, що передбачає внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , оброблення насіння (150 г/т) та позакореневе підживлення у фазі бутонізації (0,5 кг/га) комплексом мікроелементів Мікрофол Комбі забезпечує найвищий коефіцієнт комплексної оцінки на конкурентоспроможність у сорту Горлиця – 1,25 і сорту Вінничанка – 1,24 та чітко виражений інтенсивний напрямок розвитку.



Зміст варіантів: 1 – без добрив та без оброблення Мікрофолом Комбі; 2 – без добрив + оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3 – без добрив + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4 – без добрив + оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 5 –  $P_{60}K_{60}$  та без оброблення Мікрофолом Комбі; 6 –  $P_{60}K_{60}$  + оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 7 –  $P_{60}K_{60}$  + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 8 –  $P_{60}K_{60}$  + оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 9 –  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та без оброблення Мікрофолом Комбі; 10 –  $N_{30}P_{60}K_{60}$  + оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 11 –  $N_{30}P_{60}K_{60}$  + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 12 –  $N_{30}P_{60}K_{60}$  + оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Рис 10.1. Напрямок розвитку моделей технології вирощування сортів сої, у середньому за 2012 – 2014 рр.

## ВИСНОВКИ

У монографії теоретично обґрунтовано та наведено нове вирішення наукової задачі, що виявляється у встановленні особливостей росту, розвитку, формування індивідуальної продуктивності, урожайності та якості зерна сортів сої різних груп стиглості залежно від доз мінеральних добрив та різних способів застосування комплексу мікроелементів в умовах Лісостепу Правобережного.

Наведені результати досліджень показують вплив комплексного застосування передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення мікродобривами на показник збереження рослин сої, формування площі листової поверхні Обґрунтовано та проаналізовано агротехнічні заходи, що забезпечують формування максимального фотосинтетичного потенціалу посівів. В тому числі і найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу та накопичення посівами органічної речовини.

Показано дані щодо оптимізації системи живлення рослин сортів сої та її позитивного впливу на формування їх симбіотичного апарату. Встановлено особливості формування індивідуальної продуктивності рослин сої та в цілому формування максимальної зернової продуктивності досліджуваних сортів сої залежно від умов вирощування та технологічних аспектів.

Проаналізовано та узагальнено мінливість якісних показників зерна сої залежно від досліджуваних факторів. Найвищий вміст сирого протеїну в насінні сої та відповідно, його вихід відмічено при вирощуванні за технологією, яка передбачала внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$ , оброблення насіння перед сівбою Мікрофолом Комбі (150 г/т) та позакореневе підживлення цим же добривом у дозі 0,5 кг/га.

Встановлено енергетично та економічно найефективнішу технологію вирощування сортів сої за результатами дослідження системи живлення посівів. Оптимізація системи живлення сортів сої за рахунок досліджуваних факторів сприяла отриманню найвищих коефіцієнтів комплексної оцінки на конкурентоспроможність.

Встановлено рівень впливу досліджуваних факторів на інтенсивність ростових процесів рослин сортів сої різних груп стиглості в умовах Правобережного Лісостепу у системі кореляційних та регресійних зв'язків. Визначено особливості фотосинтетичної діяльності адаптивних сортів сої за взаємодії використання макро- та комплексу мікроелементів у системі від обробки насіння до вегетаційного різнострокового їх внесення.

Обґрунтовано позитивний вплив комплексного застосування мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60}$  в основне удобрення і комплексу мікроелементів Мікрофол Комбі у дозі 150 г/т для оброблення насіння перед сівбою і позакореневого підживлення рослин у фазу бутонізації (0,5 кг/га), на формування урожайності та якості зерна сортів сої. На основі економічної та енергетичної оцінки встановлено найефективніші елементи технології вирощування.

Поглиблено наукове обґрунтування технологічної моделі вирощування сортів сої на зерно на основі комплексного застосування мінеральних добрив та обробки комплексом мікроелементів в системі обробка насіння – вегетаційне застосування.

Набуло подальшого розвитку положення доцільності сумісного застосування передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення рослин сої препаратом Мікрофол Комбі для підвищення рівня адаптивності, зростання біоенергетичної та економічної складової технології вирощування, врожайності та показників якості зерна сортів сої.

На основі застосування різних рівнів удобрення та оброблення препаратом на основі комплексу мікроелементів і вивчення дії природних і антропогенних чинників на процеси росту і розвитку рослин та формування їхньої продуктивності розроблено практичні рекомендації вирощування, які забезпечують одержання в умовах Лісостепу Правобережного врожаю зерна сої на рівні 3,0 – 3,2 т/га.

Основні результати наукових досліджень пройшли виробничу перевірку у 2015 р. в господарствах: ТОВ «Ситковецьке» Немирівського району Вінницької

області на площі 65 га та у СТОВ «Мрія» с. Комсомольське Козятинського району Вінницької області на площі 32 га. Впроваджена технологія вирощування сої забезпечила приріст урожаю зерна, відповідно, 0,83 і 0,91 т/га.

Одержаний і узагальнений матеріал висвітлено у захищеній кандидатській дисертаційній роботі Циганської Олени Іванівни на тему: «Формування продуктивності сортів сої залежно від способів застосування макро- і мікроелементів в умовах правобережного Лісостепу» під керівництвом кандидата с.-г. наук, професора Заболотного Григорія Михайловича.

Наукові та практичні дослідження впроваджено у навчальний процес кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур при викладанні навчальних дисциплін «Рослинництво», «Технологія виробництва продукції рослинництва».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С. Біологічна урожайність просапних культур / С. Авраменко, М. Цехмейструк, О. Глибокий та ін. // Agroexpert: практичний посібник аграрія. – 2011. – № 7. – С. 22 – 24.
2. Авраменко С. Вплив температури та вологості на продуктивність сої / С. Авраменко, М. Цехмейструк, В. Шелякін // Agroexpert: практичний посібник аграрія. – 2012. – № 6. – С. 23 – 25.
3. Авратовщук Н. Генетика фотосинтеза. Пер. с чешс. А. В. Русикова / Н. Авратовщук. – М.: Колос, 1980. – 104 с.
4. Адамень Ф. Ф. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень, В. А. Вергунов, П. Н. Лазер [та ін.]. - К. : Аграрна наука, 2006. – 455 с.
5. Адамень Ф. Ф. Биологический азот – будущее земледелия / Ф. Ф. Адамень, Т. Н. Мельничук // Сельскохозяйственное производство в южной степи – проблемы и перспективы: Тр. Крымского ИАПП УААН. – Симферополь, 2004. – С. 38 – 50.
6. Адамень Ф. Ф. Некоторые научно обоснованные результаты исследований по густоте стояния растений сои и способ сева в условиях Крыма / Ф. Ф. Адамень // Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. «Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносинах» 11 – 14 грудня. – Вінниця, 1995. – С. 341–342.
7. Алексейчук Г. Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г. Н. Алексейчук, Н. А. Ламан // Мн.: Право и экономика, 2005. – 48 с.
8. Андреева Г. Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Г. Ф. Андреева // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 89–104.
9. Андрієнко А. Л. Вплив різного насичення сівозмін соєю на її продуктивність / А. Л. Андрієнко, Ю. В. Мащенко // Агроном. – 2011. – № 1. – С. 140–143.



10. Анспок П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок. – Агропромиздат, 1990. – 272 с.
11. Арабаджиев С. Д. Соя / С. Д. Арабаджиев, А. Ваташки, К. Горанов. – Москва: Колос, 1981. – 197 с.
12. Аристархов А. Н. Использование микроудобрений в условиях интенсивной химизации и принципы моделей для определения потребности в них / А. Н. Аристархов // Химия в сельском хозяйстве. - 1985. – № 8. – С. 15 – 22.
13. Бабаяров М. Х. Влияние азотных удобрений и ризоторфина на урожайность сои / М. Х. Бабаяров // Технические культуры. – 1990. – № 5. – 15 с.
14. Бабич А. А. Влияние густоты растений и условий питания на урожай зерна сои / А. А. Бабич // Приёмы повышения продуктивности кукурузы и озимой пшеницы в Степи УССР. - Днепропетровск, 1974. – С. 279 – 284.
15. Бабич А. А. Современное состояние и перспективы мирового производства и использования сои в решении проблемы белка и растительного масла / А. А. Бабич // Возделывание, переработка и использование сои для решения белка и растительного масла. : Тез. докл. науч-произв. конф. – Винница, 1990. – С. 3 – 7.
16. Бабич А. А. Влияние азотного питания на показатели величины качества зерна сои в условиях Лесостепи Украины / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко, А. П. Ковальчук // Матеріали Першої Всеукраїнської (міжнародної) науково-практичної конференції: «Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої»: Симпозіум II. – Вінниця, 1993. С. 22 – 24.
17. Бабич А. А. Интенсивная технология возделывания сои и ее использование на корм для решения проблемы белка на Украине / А. А. Бабич // Резервы повышения продуктивности сои. Новосибирск, 1990. С. 3 – 12.
18. Бабич А. А. Факторы повышения продуктивности сои в условиях Лесостепи Украины / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко // Доклады ВАСХНИЛ. 1992. № 5. С. 2 – 4.

19. Бабич А. А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои при известковании, внесении удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко // Вестник с.-х. науки. 1992. № 5-6. – С. 110 – 117.
20. Бабич А. О. Використання сої та продуктів її переробки / А. О. Бабич. К.: Урожай, 1997. 348 с.
21. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу / А. О. Бабич. Київ, 1985. 289 с.
22. Бабич А. О. Кормові і лікарські рослини в ХХ-ХХІ століттях / А. О. Бабич. Київ: Аграрна наука, 1996. 822 с.
23. Бабич А. О. Обґрунтування впливу гідротермічних умов Лісостепу України на індивідуальну продуктивність сої / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, С. В. Іванюк // Актуальні проблеми землеробства і тваринництва: Матеріали міжнародної конференції. Оброшино, 1996. С. 14 – 15.
24. Бабич А. О. Особливості вирощування сої на зерно після озимих проміжних культур в Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, М. М. Магденко // Матеріали I Всеукр. (міжнародної) конф. по проблемі «Корми і кормовий білок», 16–17 листоп. Вінниця, 1994. С. 171 – 173.
25. Бабич А. О. Особливості підготовки ґрунту і строки сівби сої / А. О. Бабич, С. І. Колісник // Пропозиція. 2001. № 4. С. 44 – 45.
26. Бабич А. О. Особливості проведення досліджень при вивченні конкурентних взаємовідносин в агробіоценозах сої // А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. 1995. Вип. 40. С. 35 – 41.
27. Бабич А. О. Поліпшена технологія вирощування сої в умовах Західного Лісостепу України / А. О. Бабич, О. М. Бахмат, О. С. Чинчик. ПП Мікротан А. Г.: Кам'янець-Подільський, 2009 – 23 с.
28. Бабич А. О. Посів та захист сої від хвороб / А. О. Бабич, С. І. Колісник, О. М. Венедіктов // Пропозиція. – 2001. – № 5. – С. 40 – 42.

29. Бабич А. О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої / А. О. Бабич // Корми і кормовиробництво: Респ. міжвідомч. тем. наук. зб. 1992. № 33. С. 3 – 13.

30. Бабич А. О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, Ф. Ф. Адамень // Вісник аграрної науки. 1996. № 2. С. 34 – 39.

31. Бабич А. О. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. О. Бабич, С. І. Колісник // Пропозиція. № 5. 2002. С. 38 – 40.

32. Бабич А. О. Розробка і впровадження ресурсощадної технології вирощування сої на зерно в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. 1993. Вип. 36. – С. 23 – 27.

33. Бабич А. О. Селекція і виробництво сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна.: Монографія. К.: ФОП Данилюк В. Г., 2008. –216 с.

34. Бабич А. О. Соеве поле України / А. О. Бабич // Агроном. – 2010. – № 1.– С. 174 – 179.

35. Бабич А. О. Сорти сої і перспективи виробництва її в Україні / А. О. Бабич // Пропозиція. – 2007. – № 4. – С. 46 – 49.

36. Бабич А. О. Сортова технологія вирощування - шлях до потенційних можливостей сої / А. Бабич, В. Ткачук, М. Новохацький // Пропозиція. – 2000. – № 10. – С. 41 – 42.

37. Бабич А. О. Соя в умовах південно-західного Степу України / А. О. Бабич, О. М. Дробітько // Пропозиція. – 2000. – № 10. – С. 40.

38. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля / А. О. Бабич. – К., Аграрна наука, 1998. – 272 с.

39. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. – К.: Урожай, 1993. – 432 с.

40. 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

Всеукраїнської конференції «Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі». – Вінниця, 2000. – С. 9 – 10.

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

42. Бабич А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні / А. Бабич, А. Бабич-Побережна // Пропозиція. – 2010. – № 4. – С. 10.

43. Бабич А. Сортіві ресурси сої для Лісостепу / А. Бабич // Аграрний тиждень. Україна. – 2012. – № 15. – С. 14.

44. Бабич А. Стан та перспективи виробництва сої в Україні / А. Бабич // Аграрний тиждень. Україна. – 2011. – № 40. – С. 10.

45. Бабич А. О. Вплив гідротермічних умов на прояв основних господарсько цінних ознак сої в Лісостепу України / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, С. В. Іванюк // Вісник аграрної науки. – К., 1997. – № 12. – С. 15 – 17.

46. Барвінченко В. І. Ґрунти Вінницької області / В. І. Барвінченко, Г. М. Заболотний. – Вінниця: ВДАУ. 2004. – 45 с.

47. Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої залежно від використання мінеральних та органо-мінеральних добрив / О. М. Бахмат, О. С. Чинчик // Збірник наукових праць Уманського ДАУ. – Умань, 2008. – Вип. 69. – С. 193 – 196.

48. Бахмат О. М. Агротехнічні заходи при вирощуванні сої на насіння в умовах Поділля / О. М. Бахмат // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2010. – Вип. 74. – С. 159 – 164.

49. Бахмат О. М. Вдосконалення технології вирощування сої на зерно в умовах західного Лісостепу України / О. М. Бахмат, О. С. Чинчик // Збірник наукових праць ВДАУ. – 2009. – № 38. – С. 11 – 18.

50. Бахмат О. М. Вплив дії мінеральних добрив на урожайність насіння сої / О. М. Бахмат, О. С. Чинчик // Збірник наукових праць ПДАТУ. – Кам'янець-Подільський, 2007. – Вип. 15. – С. 41 – 43.

51. Бахмат О. М. Вплив системи удобрення та інокуляції насіння на продуктивність насіння сої в умовах західного Лісостепу України / О. М. Бахмат, О. С. Чинчик // Корми і кормовиробництво. Міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2008. – Вип. 60. – С. 37 – 42.
52. Бахмат О. М. Вплив технологічних заходів на продуктивність насіння сортів сої в умовах Західного Лісостепу / О. М. Бахмат // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – 2010. – Вип. 42. – С. 10 – 15.
53. Бахмат О. М. Накопичення сухої речовини та урожайність сої у Західному Лісостепу / О.М. Бахмат // Агроном. – 2011. – № 3. – С. 110 – 112.
54. Бахмат О. М. Соя: агротехнологія насінництва сої в умовах західного Лісостепу України / О. М. Бахмат, О. С. Чинчик // Наукові праці Південного філіалу НУБІП України «КАТУ»: Сільськогосподарські науки. – Сімферополь, 2009. – № 127. – С. 100 – 102.
55. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення / О. М. Бахмат // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 7. – С. 27 – 30.
56. Берестецкий О. А. Факторы, определяющие эффективность азотфиксации / О. А. Берестецкий // Биологическая фиксация молекулярного азота: материалы 6 Всесоюзного Баховского коллоквиума. – К., 1983. – С. 19 – 26.
57. Бершова О. И. Влияние молибдена и бора на азотфиксирующие бактерии почвы / О. И. Бершова // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докладов V Всесоюзного совещания, т. 3. – Улан – Удэ, 1966. – 306 с.
58. Бик А. В. Науково-практичні рекомендації по вирощуванню сої / А. В. Бик, Л. Д. Тищенко, М. С. Гаврилюк та ін. – Сміла, 1995. – 23 с.
59. Бикін А. В. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому мало гумусному / А. В. Бикін, Н. О. Генгало // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 162. – С. 137 – 144.
60. Біологічний азот / За ред. В. П. Патики. – К.: Світ, – 2003. – 424 с.

61. Блащук М. І. Продуктивність сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 – рослинництво / М. І. Блащук. – Вінниця, 2007. – 19 с.
62. Вишнякова М. Л. Соя – історія культури / М. Л. Вишнякова // Агроном. – 2004. – № 3 (5). – С. 82 – 83.
63. Власюк П. А. Физиологические функции микроэлементов и их топография в живых организмах / П. А. Власюк // Применение микроэлементов в сельском хозяйстве. – Киев: Наукова думка, 1965. – С. 19 – 32.
64. Гарькавий А. Д. Конкурентоспроможність технологій і машин: [навчальний посібник] / А. Д. Гарькавий, В. Ф. Петриченко, А. В. Спирін. – Вінниця: ВДАУ – Тріас, 2003. – 68 с.
65. Глушак А. Г. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах південно-західної частини Лісостепу України / А. Г. Глушак // Збірник наукових праць ПДАТУ. – Кам'янець-Подільський, 2008. – Вип. 16. – С. 50 – 52.
66. Гордиенко В. А. Кладовая белка / В. А. Гордиенко, И. И. Либерштейн. – М.: Колос, 1969 – 270 с.
67. Гукова М. М. Особенности питания бобовых растений свободным и связанным азотом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук. – М., 1974. – 36 с.
68. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / [Купчик В. І., Іваніна В. В., Нестеров Г. І. та ін.]; Ред В. І. Купчик. – К.: Кондор, 2007. – 414 с.
69. Даценко В. К. Азотфиксирующая активность и эффективность некоторых симбиотических комплексов сои / В. К. Даценко, В. Ф. Марьюшкин, Л. Л. Курочкина // Соя: генетика, селекция, технология выращивания и использования на пищевые и кормовые цели: тезисы докл. Всеукр. науч.-техн. конф., 3 – 5 окт. 1993 г. – Одесса, 1993. – С. 44 – 45.

70. Дерев'янський В. П. Вплив мікробних препаратів та мінеральних добрив на стійкість до захворювань і продуктивність сортів сої / В. П. Дерев'янський, О. С. Власюк, Д. В. Крутило та ін. // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2011. – Вип. 13. – С. 59 – 69.

71. Дерев'янський В. П. Продуктивність сої залежно від застосування вапнякових добрив, мікробних препаратів, макро- і мікроелементів / В. П. Дерев'янський, О. С. Власюк // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів, 2009. – Вип. 10. – С. 104-115.

72. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозберігаюча технологія вирощування сої / В.П. Дерев'янський // Агроном. – 2012. – № 2. – С. 97 – 105.

73. Дерев'янський В. П. Соя / В. П. Дерев'янський – К.: Укр ИНТЭИ, 1994. – С. 61 – 69.

74. Диброва В. С. Действие цинковых микроудобрений на урожай и биохимический состав растений / В. С. Диброва // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докладов V Всесоюзного совещания, т. 3. – Улан-Удэ, 1966. – С. 225 – 226.

75. Дисертаційне дослідження: методика, оформлення, захист / Г. В. Черевко, О. І. Шавалюк, В. Б. Данилюк, Н. І. Сиротюк; За ред. В. В. Снітинського // Львів: ЛДАУ, 2003. – 100 с.

76. Дмитренко П. О. Удобренья та густина посіву польових культур / П. О. Дмитренко, П. І. Витриховський. – К.: Урожай, 1975 р. – С. 143 – 148.

77. Доросинский Л. М. Повышение продуктивности бобовых культур и улучшение их качества / Л. М. Доросинский // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 142 – 150.

78. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. – перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

79. Драган М. Е. и др. Рекомендации по прогрессивной технологии производства сои / М. Е. Драган. – К.: Урожай, 1981. – 39 с.

80. Дробітько А. В. Ефективність елементів технології вирощування сої в умовах південно-західного Степу України / А. В. Дробітько // Збірник наукових праць ВДАУ. – 2001. – Вип. 10. – С. 79 – 83.

81. Дробітько О. М. Оптимізація технологічних прийомів підвищення урожайності насіння сої в умовах південно-західного Степу України / О. М. Дробітько // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – 2009. – Вип. 40. – С. 42 – 51.

82. Дятлова Н. М. и др. Применение комплексонов в сельском хозяйстве / Дятлова Н. М. и др. // Обзор. Сер. “Реактивы и особо чистые вещества. - М.: НИИТЭХИМ, 1984. - С. 31.

83. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / [ Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І. С., та ін.]. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. – 636 с.

84. Економіка сільського господарства / [В. К. Забарський, В. І. Мацибора, А. А Чалий]. – К.: Каравелла, 2009. – 264 с.

85. Енергетична оцінка агроecosистем / [О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов та ін.] – Житомир: Видавництво «Волинь», 2004. – 132 с.

86. Енкен В. Б. Критический период в развитии сои по требовательности её к влаге / В. Б. Енкен // Научные труды Кубанской опытной станции. – 1963. – Вып. 2. – С. 77 – 92.

87. Енкен В. Б. Соя / В. Б. Енкен. – М.: Госиздательство с.-х. литературы, 1962. – 322 с.

88. Енкен В. Б. Соя / В. Б. Енкен. – Сельхозгиз, 1959. – 624с.

89. Ерматова Д. Е. Соя в голодной Степи / Д. Е. Ерматова // Кормовые культуры. – 1991. – № 1. – С. 26 – 27.

90. Жемела Г. П. Добрива, урожай і якість зерна / Г. П. Жемела. – К.: «Урожай», 1991 р. – 134 с.

91. Заболотний Г. М. Аналіз стану вирощування сої в Україні / Г. М. Заболотний, О. І. Циганська // Збірник наукових праць Вінницького



національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2012. – Вип. 6 (68). – С. 59–64.

92. Заболотний Г. М. Вплив фону живлення та мікроелементів на динаміку висоти рослин сої / Г. М. Заболотний, В. А. Мазур, О. І. Циганська // Вісник Львівського нац. аграр. ун-тету: агрономія. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-тет, 2013. – №17 (1). – С. 174 – 178.

93. Заболотний Г. М. Вплив фону мінерального живлення та гідротермічних показників на тривалість фенологічних фаз рослин сої за умов Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, В. А. Мазур, О. І. Циганська // Корми і кормовиробництво. – 2014. – Вип. 78. – С. 45 – 51.

94. Заболотний Г. М. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, О. І. Циганська // Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво». – Львів-Оброшино, 2015. – Вип. 58 (2). – С. 56 – 62.

95. Заболотний Г. М. Вплив мінеральних добрив та мікродобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої в умовах Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, В. І. Циганський, О. І. Циганська // Збірник наукових праць «Агробіологія». – Біла Церква, 2015. - Вип. 2 (121). – С. 130 – 133.

96. Заболотний Г. М. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу / Г. М. Заболотний, В. І. Циганський, О. І. Циганська // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». – К.: ВП «Едельвейс», 2015. – Вип. 4. – С. 66 – 71.

97. Заболотний Г. М. Урожайність та енергетична ефективність вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, В. І. Циганський, О. І. Циганська // Вісник сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія», випуск 9 (30).– С. 151–1455.

98. Зерновиробництво / Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В.– Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 624 с.
99. Зінченко О. І. Біологічне рослинництво / О. І. Зінченко, О. С. Алексеева, П. М. Приходько та ін. – К.: Вища школа., 1996. – 239 с.
100. Ивченко В. И. Физиологическое значение молибдена для растений / В. И. Ивченко / Микроэлементы в окружающей среде. Под ред. Власюка П. А. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 89 – 92.
101. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян / Н. К. Ижик. – К.: Урожай, 1976. – 200 с.
102. Использование микроудобрений в условиях интенсивного земледелия Западного региона. – Рига, Госагропром Латв. ССР. – 1988.. – 205 с.
103. Кадыров С. В. Влияние качества семян сои на результаты урожая / С. В. Кадыров, Н. А. Макарова // Агроном.– 2011. – № 4. – С. 92 – 93.
104. Калашник Д. И. Влияние внекорневой подкормки на продуктивность сои / Д. И. Калашник // Земледелие. – 1984. – Вып. 59. – С. 37 – 38.
105. Каленська С. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на чорноземах типових / С. М. Каленська, Н. В. Новицька, Д. В. Андрієць // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – Вип. 162. – Ч. 1. – С. 82 – 89.
106. Калиберда К. П. Соя при орошении / Калиберда К. П., Губанов П. Е., Руденко В. И. – Россельхозиздат, 1980. – 69 с.
107. Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України / В. Ф. Камінський, Н. П. Мосьондз // Корми і кормовиробництво. Міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2010. – Вип. 66. – С. 91 – 95.
108. Камінський В. Ф. Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні // В. Ф. Камінський, А. В. Голодна, С. А. Гресь // Корми і кормовиробництво. – Вінниця, 2004. – Вип. 53. – С. 38 – 48.
109. Камінський В. Ф. Продуктивність сої залежно від удобрення, способів сівби та норм висіву в умовах південного Лісостепу України / В. Ф. Камінський,

Г. М. Заболотний // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Землеробство XXI століття проблеми та шляхи вирішення. – Київ, 1999. – С. 111 – 112.

110. Камінський В. Ф. Формування продуктивності гороху за різних технологій вирощування / В. Ф. Камінський, С. П. Дворецька, Г. М. Єфіменко // Зб. наук. праць. Ін-ту землеробства УААН. – К., 2004. – Вип. 1. – С. 66 – 69.

111. Карачка В. Змішані комплексні добрива: стан, проблеми і перспективи застосування / В. Карачка // Агроперспектива. – 2006. – № 2. – С. 56 – 57.

112. Каталымов М. В. Микроэлементы и микроудобрения / М. В. Каталымов // М-Л.: Изд. «Химия». – 1965. – 331 с.

113. Кириченко Е. В. Механизмы ингибирующего влияние минерального азота на процесс формирование бобово-ризобиальной системы / Е. В. Кириченко / Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – № 2. – Т. 33. – С. 4 – 13

114. Кожемяков А. П. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве / А. П. Кожемяков, И. А. Тихонович // Доклады РАСХН. – 1998. – № 6. – С. 7 – 10.

115. Колесник Л. В. Влияние кобальта на урожай винограда и физиологические процессы при корневом питании / Л. В. Колесник // Применение микроэлементов в сельском хозяйстве. – К.: Наукова думка, 1965. – С. 203 – 210.

116. Колісник С. І. Формування продуктивності сої залежно від способів сівби, густоти рослин і добрив в умовах центрального Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «рослинництво» / С.І. Колісник. – Вінниця, 1996. – 18 с.

117. Комплексне застосування біопрепаратів на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин: рекомендації / [ В. П. Патики, Ю. О. Тараріко, Т. М. Мельничук та ін.]; за ред. В. П. Патики. – К.: Аграр. наука, 2000. – 35 с.

118. Коць С. Я. Бобово-ризобіальний симбіоз за водного стресу та способи підвищення його продуктивності в умовах посухи. / С. Я. Коць, Л. М. Михалків; // Физиология и биохимия культурных растений. – 2008. – Т. 40. – № 4. – С. 279 – 290.

119. Кошик И. Г. Проблемы питания и удобрения сои / И. Г. Кошик, Е. Т. Наумченко // Сб. науч. тр. Всероссийского НИИ сои. – Благовещенск, 1997. – С. 106 – 112.

120. Крикунов В. Г. Грунти і їх родючість / В. Г. Крикунов. – К.: Вища школа, 1993. – 287 с.

121. Кудеяров В. Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. Н. Кудеяров. – М.: Наука, 1989. – 216 с.

122. Ламан Н. А. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н. А. Ламан, В. П. Самсон, В.Н. Прохоров и др. – Мн.: Наука і практика, 1996. – 101 с.

123. Лещенко А. К. Культура сои. Происхождение, распространение, ботанические и биологические особенности / А. К. Лещенко. – К.: Наукова думка, 1978. – 263 с.

124. Лещенко А. К. Культура сої на Україні / А. К. Лещенко. – К.: Урожай, 1961. – 325 с.

125. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів: НФВ «Українські технології», 2006. – 730 с.

126. Логвинова К. Т. Краткий агроклиматический справочник Украины / К. Т. Логвинова. – Л.; Гидрометеиздат, 1976. – 256 с.

127. Львов Н. П. Нитрогеназа: структура и условия функционирования / Н. П. Львов // Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. – М.: Наука, 1983. – С. 34 – 52.

128. Макрушин М. М. Насіннезнавство польових культур / М. М. Макрушин. – Урожай, 1994. – 208 с.

129. Малиновская И. М. Влияние штаммов, входящих в состав комплексного бактериального препарата на возникновение индуцированной стрессоустойчивости у проростков сои / И. М. Малиновская, В. Ф. Патыка // Агроекологічний журнал. – 2001. – № 1. – С. 44 – 47.

130. Малиновська І. М. Фітосанітарний стан посівів сої за оброблення насіння мікроорганізмами *Bradyrhizobium japonicum* 71 T / І. М. Малиновська, Л. І. Жмурко, О. О. Черниш // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – К.: Нора Прінт, 2003. – Вип. 1 – 2. – С. 77 – 80.

131. Мальчевская Е. Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленккая. – Минск.: Ураджай, 1981. – 143 с.

132. Маслак О. Соя: зростання виробництва та споживання / О. Маслак // Пропозиція. – 2011. – № 8. – С. 52 – 54.

133. Матушкін В. О. Сорти сої і їх агробіологічні особливості вирощування / Матушкін В. О., Магомедов Р. Д., Мошкова О. М. // Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2006. – 60 с.

134. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства / В. І. Мацибора – Вища школа, 1994. – С. 136 – 153.

135. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / Медведовський О. К., Іваненко П. І. – К.: Урожай, 1988. – 205 с.

136. Мельник А. Продуктивність різних сортів сої в умовах Прикарпаття / А. Мельник, В. Вовк // Пропозиція. 2008. № 6. С. 58–60.

137. Мельников Т. Н. Эффективность локального внесения удобрений под сою / Т. Н. Мельников // Агротехника, селекция и семеноводство с.-х. культур в Приморье. – Новосибирск, 1981. – С. 54 – 59.

138. Методика биоэнергетической оценки технологий производства сельскохозяйственных культур. – Вып. 2. – М.: Колос, 1971. – 239 с.

139. Методика біоенергетичної оцінки технології виробництва продукції тваринництва і кормів / [ Кулик М. Ф., Бабич А. О., Семенчук В. М., та ін. ]; Під ред. М. Ф. Кулика. – Вінниця, 1997. – 54 с.

140. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури): за ред. В. В. Волкодава. – К., 2001. – 69 с.

141. Методика проведення досліджень у кормовиробництві та годівлі тварин / [А. О. Бабич, М. Ф. Кулик, П. С. Макаренко та ін.], під ред. А. О. Бабича. – К.: Аграрна наука. – 1998. – 80 с.

142. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / Під ред. А. О. Бабича. - Вінниця, 1994. – 87 с.

143. Микроэлементы в сельском хозяйстве (издание третье, переработанное и дополненное) / Под ред. С. Ю. Булыгина. - Днепропетровск: «Сич», 2007. – 100 с.

144. Мильто Н. И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений / Н. И. Мильто. – Минск: Наука и техника, 1982. – 286 с.

145. Минеев В. Г. Агрехимия / В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во Колос, 1989. – 204 с.

146. Михайлов В. Г. Кореляція вмісту білка в насінні сої за кількісними ознаками та простими індексами / В. Г. Михайлов, І. Ф. Манченко // Корми і кормовиробництво. – Київ: Урожай, 1992. – Вип. 33. – С. 28 – 30.

147. Мишустин Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуационный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.

148. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень в агрономії. Підручник / В. Ф. Мойсейченко, В. О. Єщенко; – К.: Вища школа., – 1994. – 334 с.

149. Момот Я. Г. Сорта сои и районы их распространения / Я. Г. Момот. – ВИР, 1932. – 183 с.

150. Москаленко Л. В. Азотфіксуюча активність бульбочок сої за дії хелатних мікродобрив / Л. В. Москаленко // Матеріали III науково-практичної

інтернет-конференції «Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва». – Полтавська державна аграрна академія, 2014. – С. 91 – 93.

151. Москалець В. В. Екологічні аспекти вирощування сої / В. В. Москалець // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 3. – С. 55 – 57.

152. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, – 2001. – 392 с.

153. Нагорна О. Ефективні інокулянти для насіння сої / О. Нагорна, Р. Магомедов, Л. Центило // Пропозиція. – 2012. – № 3. – С.82 – 83.

154. Нагорний В. І. Врожайність і агроекологічна адаптивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України / В.І. Нагорний // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. – 2009. – Вип. 72. – С. 153 – 159.

155. Назаренко І. І. Ґрунтознавство: Підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2004. – 400 с.

156. Наукові основи агропромислового виробництва в Зоні Лісостепу України / Редкол. М. В. Зубець (голова) та ін. – К.: Логос, 2004. – 776 с.

157. Научно обоснованная система земледелия Винницкой области. Методические рекомендации / Под ред. Н.И. Гримак. – Винница, 1983 – 236 с.

158. Научно обоснованная система земледелия Винницкой области. – Винница: Облполиграфиздат, 1988. – 247 с.

159. Научные основы устойчивого ведения зернового хозяйства / [ Сайко В. Ф., Яшовский И. В., Малиенко А. М и др. ] Под ред. В. Ф. Сайко. – К.: Урожай, 1989. – 312 с.

160. Немцов А. В. Сорта чутливості рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах центрального Лісостепу України / А. В. Немцов // Вчимося господарювати: Матеріали науково-практичного семінару молодих вчених та спеціалістів. 22–23 листопада 1999. Київ-Чабани. – К.: Нора-Прінт, 1999. – С 193 – 194.

161. Нечаева В. У. Сортоизучение сои в южной Лесостепи Западной Сибири / В. У. Нечаева // Вестник с.-х. науки. – 1991. – № 5. – С.45 – 49.

162. Ничипорович А. А. Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности растений как фактора продуктивности / А. А. Ничипорович // В сб.: Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. – М., 1966. – С. 7 – 50.

163. Ничипорович А. А. О составах посевов растений как оптической системы / А. А. Ничипорович // Физиология растений. – 1961. – Т. 8. – Вып. 5. – С. 536 – 546.

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

165. Нідзельський В. А. Сучасний стан виробництва сої / В. А. Нідзельський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – № 149. – С. 257 – 260.

166. Основы научных исследований в агрономии / [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз], за ред. В. О. Єщенка. – Умань: Дія, 2005. – 288 с.

167. Островская Л. К. Карбонатный хлороз и хелатные удобрения / Л. К. Островская, Г. М. Макарова, Г. М. Яковенко. – К.: Урожай, 1973. – 104 с.

168. Павлов А. Н. Повышение содержания белка в зерне / А. Н. Павлов. – Наука, 1984. – 119 с.

169. Панасюк О. Я. Продуктивність сої в беззмінних посівах на різних фонах живлення і захисту рослин в Лісостепу України / О. Я. Панасюк // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Сільськогосподарські науки. – 2011. – Вип. 7 (47). – С. 26 – 28.

170. Панников В. Д. Почва, климат удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 510 с.



171. Патица В. П. Біологічний азот / [В. П. Патица, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін. ] за ред. В. П. Патики. – К.: Світ, 2003. – 424 с.

172. Патица В. П. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві // В. П. Патица, В. Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво. – Вінниця: 2004. – Вип. 53. – С. 3 – 11.

173. Паштецький В. Одна з кращих зернобобових / В. Паштецький, К. Женченко // Аграрний тиждень. Україна. – 2013. – № 2. – С. 14 – 15.

174. Перегудов В. Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов / В. Н. Перегудов. – М: Колос, 1978. – 184 с.

175. Петербургский А. В. Агрехимия и физиология растений. 2-е изд, перераб. / А. В. Петербургский. – М. Россельхозиздат, 1981. – 184 с.

176. Петриченко В. Ф. Агробіологічне обґрунтування і розробка технологічних прийомів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «рослинництво» / В. Ф. Петриченко. – Київ, 1995. – 36 с.

177. Петриченко В. Ф. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем / В. Ф. Петриченко, В. Ф. Камінський, В. П. Патица // Корми і кормовиробництво. – Вінниця: «Тезис», 2003. – Вип.51. – С.3 – 6.

178. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. В. Іванюк, та ін. // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 2. – С. 19 – 23.

179. Петриченко В. Ф. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу / В. Ф. Петриченко, С. В. Іванюк // Збірник наукових праць Інституту землеробства. – К., 2000. – Вип. 3 – 4. – С. 19 – 24.

180. Петриченко В. Ф. Звіт про НДР «Розробити нову технологію вирощування сої з використанням вуглеамонійних солей (ВАС) та препарату Триман-1 за 1999–2001 рр. / За ред. В. Ф. Петриченка, В. І. Барвінченка, П. Г. Дульнева та ін., Вінницький ДАУ – Вінниця, 2001. – 23 с.

181. Петриченко В. Ф. Рекомендації по вивченню і впровадженню сучасних технологій вирощування сої на насіння / В. Ф. Петриченко, С. І. Колісник. – Вінниця, ВДСГІ, 1999. – С. 11.

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

183. Півошенко І. М. Клімат Вінницької області / Півошенко І. М. – В.: «ВАТ Віноблдрукарня», 1997. – 240 с.

184. Побережна А. А. Світові білково-олійні ресурси і торгівля ними / Побережна А. А. За ред. акад. П. Т. Саблука. – К.: Інститут аграрної економіки УААН, 2002. – 482 с.

185. Побережная А. А. Важный резерв кормового белка / А. А. Побережная // Переработка сои на пищевые и кормовые цели для увеличения продовольственных ресурсов: тез. докл. междунар. конф. – Винница, 1993. – С. 16 – 17.

186. Поздняков В. Г. Поживные посе́вы сои в США и Турции / В. Г. Поздняков // Технические культуры. – 1990. – №2. – С. 46 – 48.

187. Поздняков В. Г. Получение высоких урожаев сои в США / В. Г. Поздняков // Масличные культуры. – 1985. – № 5. – С. 39 – 40.

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

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

190. 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.

191. Радченко Л. А. Популярно о микроминеральных удобрениях / Л. А. Радченко, К. Г. Женченко // Агроном. – 2012. – № 2. – С. 26 – 28.

192. Рзаев Г. А. Влажность почвы и интенсивность фотосинтеза / Г. А. Рзаев, Ф. С. Джафарова // Доклады АН Азербайджанской ССР. – 1968. – Т. 24. – № 3. – С. 43 – 45.

193. Романько Ю. Вплив кліматичних чинників на реалізацію потенціалу сої різних груп стиглості в умовах північно-східного Лісостепу України / Ю. Романько // Вісник Львівського національного аграрного університету. – 2009. – № 13. – С. 379 – 388.

194. С. Гаврилов. Обробіток ґрунту під сою/ Пропозиція. - 2016. - № 12. - С. 60-62.

195. Самцевич С. А. О приготовлении, применении и эффективности бактериальных удобрений в Украинской ССР / С. А. Самцевич // Микробиология. – 1962. – Т. XXXI. – Вып. 5. – С. 923 – 933.

196. Санін Ю. В. Позакоренеve підживлення / Ю. В. Санін // Хімія. Агрохімія. Сервіс. – 2009. – № 5. – С. 10 – 11.

197. Серeda Л. М. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та стимуляторів росту в умовах центрального Лісостепу України: автореф. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук: спец. 01.06.09 «рослиництво» /Л. М. Серeda. - Київ – Чабани, 2001. – 20 с.

198. Січкаp В. І. Урожайність та якість насіння широкоадаптивних сортів сої /В. І. Січкаp, Г. Д. Лаврова, О. І. Ганжело // Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного ін-ту - Нац. центру насіннезнавства та сортівивчення.- 2014. - Вип. 23 (63). - С. 58–60.

199. Січкаp В. І. Основні результати та напрямки селекції сої /В. І Січкаp // Генетика і селекція сої в Україні на межі тисячоліть. - 2001. - Т. 3. - С. 121–125.

200. Славов Н. Изследование растежа на биомасата на репродуктивните органи на соев посев / Н. Славов, Г. Георгиев // – Растен. Науки. – 1996. – Г. 33. – № 4. – С. 11 – 12.

201. Собачкина Л. Н. Влияние молибдена на урожай и обмен веществ у растений в связи с условиями фосфорного питания / Л. Н. Собачкина // Химия в сельском хозяйстве – 1985. - № 3. – С. 12-14.

202. Сорти сої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва та технологія вирощування / [ С. І. Попов, В. О. Матушкін, М. Ф. Божко та ін. ]. – Харків: Магда ЛТД, 2002. – 20 с.

203. Соя – универсальная культура / Под ред. В. Михайлова. – К.: Урожай, 1982. – 98 с.

204. Соя / Под ред. Ю. П. Мякушко, В. Ф. Баранова. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

205. Старченков Е. П. Проблема симбиотической азотфиксации: народнохозяйственное значение, достижения и перспективы исследований / Е. П. Старченков // Физиология и биохимия культурных растений. – 1996. – Т. 28. – № 1. – С. 36 – 52.

206. Степанова В. М. Климат и сорт / В. М. Степанова // Соя. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – С. 64 – 65.

207. Сучасна селекція сої [Електронний ресурс]Режим доступу://<http://www.agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/2387-suchasna-selektsiia-soii.html/>.

208. Сучасні системи землеробства України / [Петриченко В. Ф., Панасюк Я. Я., Заболотний Г. М., Серeda Л. П. ] – Вінниця: Діло, 2006. – 212 с.

209. Тараріко Ю. О. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій / Ю. О. Тараріко, М. М. Городній, А. Г. Сердюк та ін // навчальне видання; методичні вказівки. – Друкарська дільниця УВК НАУ, 2006. – 34 с.

210. Тихонович И. А. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства / И. А. Тихонович, А. Ю. Борисов, А. Г. Васильчиков и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 3. – С. 11 – 17.

211. Тихонович И. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего / И. А. Тихонович. – СПб.: Изд-во СПб. гос. ун-та, 2009. – 210 с.

212. Толкачев М. З. Вплив різних форм і доз мінеральних азотних добрив на симбіотичну азотфіксацію та продуктивність сої / М. З. Толкачев // Корми і кормовиробництво. – Вінниця: – 2004. – Вип. 53. – С. 55 – 62.

213. Трепачев Е. П. Значения биологического и минерального азота в проблеме белка / Е. П. Трепачев // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 27 – 37.

214. Труфанов О. Природний підхід: мікродобрива на основі органічних кислот / О. Труфанов // Пропозиція. – 2012. – № 5. – С. 50–51.

215. Турін Є. М. Ефективність різних штамів бульбочкових бактерій на сої сорту Одеська 150 / Є. М. Турін // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 4. – С. 34 – 36.

216. Ушкаренко В. А. Планирования эксперимента и дисперсионный анализ результатов полевого опыта / В. А. Ушкаренко, А. Я. Скрышник. – Одесса: Вища школа, 1988. – 119 с.

217. Ушкаренко В. О. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: Монографія/ [ В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікішенко, С. П. Голобородько, С. П. Коковіхін ]. – Херсон: Айлант, 2009. – 345 с.

218. Физиология растений: метод. указания по лаб. работам / [ В. М. Гольд, Н. А. Гаевский, Т. И. Голованова и др. ]. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 61 с.

219. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / [ А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора, М. П. Власова]. – М: АН СССР, 1961. – 133 с.

220. Худяков О. І. Вплив позакореневого підживлення рідким добривом на якість сої / О. І. Худяков // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 9. – С. 49 – 50.

221. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: Справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

222. Циганська О. І. Вплив фону мінерального живлення та способів обробки мікродобрином на формування плодоеlementів сортів сої в умовах Лісостепу правобережного / О. І. Циганська // Корми і кормовиробництво. – 2015. – Вип. 81. – С. 82 – 88.

223. Циганський В. І. Вплив вапнування ґрунту та передпосівного оброблення насіння на формування якісних показників сухої речовини люцерни посівної в умовах Лісостепу Правобережного / В. І. Циганський, О. І. Циганська // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво №4. Вінниця. – 2016. – С. 110-118.

224. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої / О. І. Циганська // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. № 8. Вінниця. 2018. С. 78-86.

225. Циганська О. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на коефіцієнт збереження рослин / О. І. Циганська, В. І. Циганський // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. № 13. Вінниця. – 2019. – С. 119-133.

226. Чинчик О. С. Вплив Ризогуміну на продуктивність сої в умовах Лісостепу західного / О. С. Чинчик // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Сільськогосподарські науки. – 2012. – Вип. 10 (50). – С. 24 – 29.

227. Чумаченко И. Н. О положении с производством и применением фосфорных удобрений / И. Н. Чумаченко, В. Г. Минеев, Б. А. Сушеница // Химия в сельском хозяйстве. – 1998. - № 1 – С. 9.

228. Чуонг Еанг. Урожайність сортів сої в залежності від площі живлення, добрив і регуляторів росту в Лісостепу України: автореф. на

здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук: спец. 01.06.09 «рослинництво» / Чуонг Еанг – Харків, 2001. – 20 с.

229. Шевніков М. Я. Особливості вирощування сої в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України / М. Я Шевніков // Матеріали III науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва». – Полтавська державна аграрна академія, 2014. – С. 7 – 12.

230. Шерепітко В. В. Адаптивна селекція рослин сої, як фактор екологічно безпечного та сталого функціонування агроєкосистем України / В. В. Шерепітко, Г. М. Заболотний, Н. А. Шерепітко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2011. – Вип. 7 (47). – С. 86 – 92.

231. Шишкин Р. В. Экономия энергетических затрат при возделывании сои / Р. В. Шишкин // Аграрная наука. – 2003. – № 12. – С. 14 – 15.

232. Школьник Н. Я. О физиологической роли бора у растений. / Н. Я. Школьник // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докладов V Всесоюзного совещания. Т. 3. – Улан-Удэ, 1966. – С. 6 – 7.

233. Шотт П. Р. Биологическая фиксация азота в однолетних агроценозах лесостепной зоны Западной Сибири / П. Р. Шотт // Автореф. дис. на соиск. ученой степени доктора с.-х. наук. – Барнаул, 2007. – 35 с.

234. Щігорцова О. Л. Мікробіологічні препарати в агротехнологіях вирощування зернобобових культур / О. Л. Щігорцова, Є. М. Турін // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 9. – С. 18 – 20.

235. Ягодин Б. А. Кобальт в жизни растений / Ягодин Б. А. – Изд. Наука, 1980. – 135 с.

236. Якушина Н. И. Физиология растений / Якушина Н. И., Бахтенко Е. Ю. – Вологда: ООО «Полиграфист», 2004. – 436 с.

237. Я. Цвей. Соя у сівозміні. Пропозиція. - 2017. - № 1. - С. 90-91.

238. Amaducci M.T. La soia deve partire col piede giusto / Amaducci M. T., Rosso F., Venturi G. // Terra Vita. – 1982. – Т. 15. – Р. 67 – 71.

239. Bandura V., Mazur V., Yaroshenko L., Rubanenko O. Research on sunflower seeds drying process in a monolayer tray vibration dryer based on infrared radiation. *INMATEN – Agricultural Engineering*, vol. 57, №1, 2019. P. 233-242.

240. Balan N. et al. Contributi privind selecta de tulpini eficiente de *Rhizobium Japonicum* din micropopulațiile autohtone / Balan N. et al. // *Analele Institutului de Cerecetari Pentru Cereale si Plante Tehnice.* – Fundulea. Bucuresti, 1980. – № 45. – P. 511 – 521.

241. Balatti P. A. Cultivar specific interactions of soybean with *Rhizobium fredii* are regulated by genotype of the root / Balatti P. A., Pueppke S. G. // *Plant Physiol.* – 1990. – Vol. 94. – № 4. – P. 1907 – 1909.

242. Bernard R. L. Soybean germplasm, breeding, and genetic activities in the United States / R. L. Bernard // *Soybean research in China and the United States: Proc. First China [USA soybean symposium and working group meeting], (July 26-30, 1982).* - University of Illinois at Urbana - Champaign, Urbana, Illinois, USA, 1983. - P. 19–25.

243. Bouniols A. L'alimentation azotée des légumineuses à graines dans l'agriculture française actuelle; exemple du soja / Bouniols A., Tancogne M., Merrien A., Blanchet R. // *C.R. Acad. Agr. Fr.* – 1990. – P. 109 – 115.

244. Cox, C. (1995). Glyphosate, Part 2: Human exposure and ecological effects. *Journal of Pesticide Reform* 15.

245. Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank ForestSteppe in Ukraine. 2020. *Ukrainian Journal of Ecology.* № 10(5). 54–61.

246. Didur I., Pantsyreva H., Telekalo N. Agroecological rationale of technological methods of growing legumes. *The scientific heritage.* 2020. 52. P. 3–14.

247. Didur I.M., Prokopchuk V.M., Pantsyreva H.V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2019. Vol. 9 (3). C. 287-290.

248. Didur, I.M., Tsyhanskyi, V.I., Tsyhanska O.I., Malynka, L.V., Butenko, A.O., Klochkova, T.I. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the



conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 76-80. (2019).

249. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O.I., Malynka L. V., Butenko A. O., Masik I. M., Klochkova T. I. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology* 13: 30–34. (2019).

250. Heatherli L. J. The stale seed bed planting system // Soybean production in the Midsouth / Heatherli L. J. // Florida VSQ. – 1999. – P. 93 – 102.

251. Honcharuk I., Kovalchuk S. Agricultural Production Greening Management in the Eastern Partnership countries with the EU. Theoretical and practical aspects of the development of the European Research Area. Publishing House «Baltija Publishing», Riga, Latvia. 2020. P. 42-68

252. Honcharuk I.V., Branitsky Yu.Yu., Tomashuk I.V. The main aspects of effective formation and use of resource potential in agricultural enterprises (on the example of Vladovo-Lyulinetska DSS IBK and the Central Bank of NAAS of Ukraine). *Economy. Finances. Management: current issues of science and practice*. 2017. № 10 (26). Pp. 54-68

253. Kaletnik G.M., Zabolotnyi, G.M. Kozlovskiy S.V (2011), «Innovative models of strategic management economic potential within contemporary economic systems», *Actual Problems of Economics*, vol, 4(118), pp.11.

254. Kaletnik G. Honcharuk, I. 2013. Innovatsiine zabezpechennia rozvytku biopalyvnoi haluzi: svitovy ta vitchyzniani dosvid [Innovative support for the development of the biofuel industry: world and national experience]. In *Biznes Inform* [Business Inform], 2013, no. 9, pp. 155–160.

255. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production Development for the Energy Autonomy Formation of Ukrainian Agricultural Enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 2020, Volume XI, Summer, 3(43): 513-522. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).02

256. Kaletnik G., 2018. Production and use of biofuels: Second edition, supplemented: textbook. Vinnytsia: LLC «Nilan-Ltd», 336 p.

257. Kaletnik G., Honcharuk I., Yemchuk T., Okhota Yu. The World Experience in the Regulation of the Land Circulation. *European Journal of Sustainable Development*. 2020. № 9(2). P. 557-568

258. Kaletnik G. 2018. Diversification of production of biofuel – as the basis of maintenance of food, power, economic and environmental safety of Ukraine. [Diversification of production of biofuel – as the basis of maintenance of food, power, economic and environmental safety of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 11, 169-176. Retrieved from [http://agrovisnyk.com/pdf/en\\_2018\\_11\\_21.pdf](http://agrovisnyk.com/pdf/en_2018_11_21.pdf) [in English].

259. Kaletnik G.M., Yanovych V.P., Substantiation of operating and design parameters of a gyration mill for the production of highly active premixes, *Vibrations in engineering and technology*, 84 (2017), nr. 1, 15-21

260. Kaletnik, G., & Lutkovska, S. (2020). Innovative Environmental Strategy for Sustainable Development. *European Journal of Sustainable Development*, 9(2), 89. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n2p89>

261. Kaletnik, G., Shubravska, O., Ibatullin, M., Krysanov, D., Starychenko, Y., Tkachenko, K., Varchenko, O. (2019). Features of Food Security of the Country in Conditions of Economic Instability. *Int. J. Manag. Bus. Res*, 9 (4): 176-186.

262. Kale, P.G., Petty, B. T. Jr., Walker, S., Ford, J.B., Dehkordi, N., Tarasia, S., Tasie, B.O., Kale, R. and Sohni, Y.R. (1995). Mutagenicity testing of nine herbicides and pesticides currently used in agriculture. *Environ Mol Mutagen* 25, 148–53.

263. Kilen T. S. A temperature sensitive miniature Soybean / Kilen T. S. // *Crop Science*. – 1979. – V. 19. – N 3. – P. 405 – 406.

264. Kokubun M. Diurnal change of photosynthesis and its relation yield in soybean cultivars / Kokubun M., Shimada S. // *Japan J. Crop. Sc.* – 1994. – Vol. 63. – №2. – P. 305 – 312.

265. Koson A. Locaty N application and symbiotic N<sup>2</sup> fixation / Koson A., Mroczkowski W., Wojeicka V // *Abstracts volume 10 th International congress on Nitrogen Fixation*. – Saint – Peterburg, 1995. – P. 38 – 45.

266. Kulshova M. X. Presowing treatment of pea seeds / Kulshova M. X.// Boronin Agriculture. – 2003. – № 2. – P. 11 – 15.

267. Mazur V., Didur I., Myalkovsky R., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkach O. The productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. 2020. Ukrainian Journal of Ecology. № 10(1). 101–105.

268. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V., Telekalo N.V. Energy-economic efficiency of growth of grain-crop cultures in conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. №8(4). 26-33.

269. Mazur V.A., Mazur K.V., Pantsyreva H.V. Influence of the technological aspects growing on quality composition of seed white lupine (*Lupinus albus* L.) in the Forest Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9. P. 50-55. <https://www.ujecology.com/archive.html>

270. Mazur V.A., Mazur K.V., Pantsyreva H.V., Alekseev O.O. [Ecological and economic evaluation of varietal resources \*Lupinus albus\* L. in Ukraine](#) Ukrainian Journal of Ecology. 2018. Volume 8.148-153.

271. Mazur V.A., Pantsyreva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. 2019. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. Agronomy Research 17(X), 206-209. URL: <https://doi.org/10.15159/AR.19.024>.

272. Mazur V.A., Pantsyreva H.V., Mazur K.V., Myalkovsky R.O., Alekseev O.O. Agroecological prospects of using corn hybrids for biogas production. Agronomy Research 18(1), 177–182, 2020.

273. Mazur, V. A., & Pantsyreva, H. V. (2017). Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya na urozhainist i yakist zerna liupynu biloho v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu. Silske hospodarstvo i lisivnytstvo, 7, 27-36.

274. Mazur, V. A., Myalkovsky, R.O., Mazur, K. V., Pantsyreva, H. V., Alekseev, O.O. (2019). Influence of the Photosynthetic Productivity and Seed Productivity of White Lupine Plants. Ukrainian Journal of Ecology, 9(4), 665-670.

275. Mazur, V.A., Branitskyi, Y.Y., Pantsyreva, H.V.(2020). Bioenergy and economic efficiency technological methods growing of switchgrass. Ukrainian Journal

of Ecology, 10(2), 8-15.

276. Mazur, V.A., Didur, I.M., Pantsyreva, H.V., & Telekalo, N.V. (2018). Energy-economic efficiency of grain-crop cultures in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian J Ecol*, 8(4), 26-33.

277. Mazur, V.A., Mazur, K.V., Pantsyreva, H.V., Alekseev, O.O. (2018). Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(4), 148-153.

278. Pantsyreva H.V. (2018). Research on varietal resources of herbaceous species of *Paeonia* L. in Ukraine. *Scientific Bulletin of the NLTU of Ukraine*, 28 (8), 74-78. <https://doi.org/10.15421/40280815>

279. Pantsyreva H.V., Myalkovsky R.O., Yasinetska I.A., Prokopchuk V.M. Productivity and economical appraisal of growing raspberry according to substrate for mulching under the conditions of podilia area in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(1). P. 210-214.

280. Pantsyreva, H. V., Mykoliuk, O. O., & Semchuk, V. V. (2019). Suchasnyi stan kolektsii pivonii na bazi botanichnoho sadu "Podillia" Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(8), 46–50. <https://doi.org/10.36930/40290806>

281. Pantsyreva, H.V. (2019). Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L.. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 74-77.

282. Pantsyreva, H.V. Technological aspects of biogas production from organic raw materials. *Bulletin of KhNTUSG them. P. Vasilenko. Kharkiv*, 2019. P. 276-290.

283. Peng Shaobing, Prasad and Chen Yizhu Influence of Rhizobial Inoculation on Photosynthesis and Grain Yield of Rice / Peng Shaobing, Biswas Jatish C., Ladha Jagdish K. // *Agronomy Journal*. – 2002. – № 94. – C. 925 – 929.

284. Roberts, F., Roberts, C.W., Johson, J.J., Kyle, D.E., Drell, T., Coggins, J.R., Coombs, G.H., Milhous, W.K., Tzipori, S., Ferguson, D.J.P., Chakrabarti, D. and McLeod, R. (1998). Evidence for the shikimate pathway in apicomplexan parasites. *Nature* 393, 801–5.

285. Sarikova D. Proclukcha vyronnost bobu obycaineho (*Vicia faba* Z.). V pomienkack vychoclosbonenskeiniziny / D. Sarikova // Pol'no Hospodarstvo. – 1991. – R. 37 – P. 1.

286. Schuster W. Experience in soyabean breeding in Midle Europe / W. Schuster, J. Bohm // Production and Utilization of protein in Oli-seed crops. – 1981. – № 5. – P. 158 – 176.

287. Shannon D. A. Fertilization effect of soybean grown and yield in the southern Guinea savanna of Nigeria / D. A. Shannon, E. A. Kueneman, M. J. Wright, C. W. Wood // J. Plant Nutr. – 1992. – T. 15. – № 5. – P. 639 – 658.

288. Stock H. Analyse der Ertragsstructur von Soyabohnen (*Glycine max.* LL) auf einem Standort im mitteldeutschen Trockengebiet / H. Stock, K. Warnstoff, M. Karmi // Bodenkultur. – 1996. – T.47. – № 1. – P. 23 – 33.

289. Tarkuni A. M. Yield comparison of within row mixtures, between raw, mixtures and composites of spring faba bean culturars / A. M. Tarkuni, Me eilly // Agron Crop I. C. – 1990. – Vol. 165. – № 1. – P. 39 – 46.

290. Tilman D. Agricultural sustainability and intensive production practices / D. Tilman, K.G. Cassman, P.A. Matson et al. // Nature. – 2002. – 418, N 8. – P. 671 – 677.

291. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. Plant nutrition in the world of declining renewable resources / C. P. Vance // Plant Physiology. – 2001. – V. 127. – P. 390 – 397.

292. Vdovenko, S.A., Pansyreva, G.V., Palamarchuk, I.I., & Lytvyniuk, H.V. (2018). Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian J Ecol*, 8(3), 270-274.

293. Weaver D. B. Growth habit, planting date and row-spacing effects on late-plented soybean / D. B. Weaver, R. S. Akridge, C. A. Thomas // Crop Sc. – 1991. – Vol. 31. – N 3 – P. 805 – 810.

294. Young Y. P. Molecular population genetic evolution of rhizobia // The nitrogen fixation and its research in China / Y. P. Young. Ed. Hong G.F. – Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. – P. 366 – 381.

## **ДОДАТКИ**

Додаток А

Таблиця А.1

Декадні і місячні температури повітря у роки проведення досліджень 2012 – 2014 рр., °С  
(за даними Вінницького обласного центру гідрометеорології)

Роки	Декади	Місяці								Середня за вегетаційний період
		V	VI	VII	VIII	IX	X			
2012	I	18,6	18,1	24,7	22,9	17,1	13,2			
	II	15,8	21,4	20,2	16,2	17,0	9,3			
	III	17,2	19,8	22,5	19,5	14,7	7,1			
	За місяць	17,2	19,8	22,5	19,5	16,3	9,8			21,0
2013	I	18,1	17,2	19,7	21,1	13,7	6,3			
	II	18,8	19,9	18,3	19,6	13,6	10,0			
	III	15,5	20,8	18,6	15,8	8,3	11,6			
	За місяць	17,4	19,3	18,8	18,7	11,8	9,3			19,1
2014	I	12,1	18,1	19,1	23,5	17,4	9,2			
	II	15,0	16,3	20,3	20,9	15,1	11,2			
	III	19,3	15,5	21,2	16,1	10,8	1,5			
	За місяць	15,6	16,6	20,3	20,0	14,5	7,1			18,8
	середня багаторічна	+13,6	+16,7	+18,7	+17,8	+12,9	+7,5			14,5
	2012 ± до норми	3,6	3,1	3,8	1,7	3,4	2,3			3,0
	2013 ± до норми	3,8	2,6	0,1	0,9	-1,1	1,8			1,4
	2014 ± до норми	2	-0,1	1,6	2,2	1,6	-0,4			1,2

Додаток А. 1

Таблиця А.1.1

Декадні і місячні суми опадів у роки проведення досліджень 2012 – 2014рр., мм  
(за даними Вінницького обласного центру гідрометеорології)

Роки	Декади	Місяці								Сума за вегетаційний період
		V	VI	VII	VIII	IX	X			
2012	I	10,5	51,1	2,8	3,9	2,9	16,1			
	II	5,0	5,6	29,8	41,4	0,5	6,8			
	III	7,6	15,1	21,4	40,0	8,3	20,0			
	За місяць	23,1	71,8	54,0	85,3	11,7	42,9			288,8
2013	I	0	25,4	0,2	6,5	13,0	0			
	II	19,9	68,0	10,0	8,0	86,4	7,3			
	III	50,5	34,1	11,8	45,6	22,4	5,2			
	За місяць	70,4	127,5	22,0	60,1	121,8	12,5			414,3
2014	I	7,9	29,3	25,5	9	0	0			
	II	47,5	0	35,1	0	0	16,2			
	III	79,2	24,2	10,7	37,2	32,1	13,7			
	За місяць	134,6	53,5	71,3	46,2	32,1	29,9			367,6
Середня багаторічна норма		63	77	76	72	47	44			379
2012 ± до норми		-39,9	-5,2	-22	+13,3	-35,3	-1,1			-90
2013 ± до норми		+7,4	+50,5	-54	-11,9	74,8	-31,5			+35
2014 ± до норми		+71,6	-23,5	-4,7	-25,8	-14,9	-14,1			-11



## Додаток А. 2

### Агрокліматичні показники центральної зони Вінницької області (за Півошенко І. М., 1997 р.)

Кліматичні показники	Величина
Сума активних температур, t° С	2671 - 2780
Довжина без морозного періоду, дні	141 - 147
Середньорічна температура повітря, t° С	6,7 – 7,0
Мінімальна температура повітря, t° С	- 34
Максимальна температура повітря, t° С	+ 38
Дата осінніх заморозків	6 – 7. 10
Дата останніх весняних заморозків	23 – 25. 04
Довжина вегетаційного періоду, дні	199 - 205
Сума атмосферних опадів за рік, мм	581 - 634
Сума опадів за вегетаційний період, мм	368 - 425
Довжина періоду з сніговим покривом, дні	87 - 90
Середня максимальна глибина снігового покриву, см	14 - 15
Середня глибина промерзання ґрунту, см	56
Сума ефективних температур >5°С	1949 - 2059
Переважаючий напрямок вітру	Північно-західний

### Додаток А. 3

#### Схема польового дослідю

Фактор А – сорт	Фактор В – доза мінеральних добрив	Фактор С – способи оброблення комплексом мікроелементів
1. Горлиця 2. Вінничанка	1. без добрив (контроль) 2. P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> 3. N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1. без оброблення (контроль) 2. передпосівне оброблення насіння Мікрофол Комбі (150 г/т) 3. позакореневе підживлення Мікрофол Комбі (0,5 кг/га) 4. передпосівне оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі

Додаток Б

Таблиця Б.1

**Вплив рівня удобрення, передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення на висоту рослин сортів сої, 2012 р.**

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Третій трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повна стиглість
Горлиця	без добрив	1	9,8	26,1	50,9	68,8
		2	12,0	27,8	53,1	71,1
		3	10,3	31,7	53,4	72,6
		4	11,6	32,1	54,5	73,3
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	11,2	29,9	59,7	78,1
		2	12,3	31,7	60,9	79,6
		3	11,3	35,9	62,0	80,1
		4	12,5	36,8	61,9	81,7
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	12,0	34,3	62,2	81,9
		2	13,8	35,8	62,8	84,9
		3	11,7	38,2	64,0	85,4
		4	13,6	39,0	65,2	87,6
Вінничанка	без добрив	1	11,1	29,1	63,8	83,8
		2	12,9	31,9	64,7	85,2
		3	11,3	34,4	67,9	87,4
		4	13,0	34,6	69,1	89,2
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	11,2	32,6	73,5	96,4
		2	13,4	35,8	75,9	98,1
		3	11,9	37,2	77,6	100,8
		4	13,8	39,9	79,2	101,7
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	12,5	37,3	78,3	101,4
		2	15,0	39,1	81,6	103,6
		3	11,6	42,7	83,6	106,1
		4	14,5	44,4	85,7	109,5

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

## Додаток Б. 1

Таблиця Б.1.1

### Вплив рівня удобрення, передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення на висоту рослин сортів сої, 2013 р.

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Третій трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повна стиглість
Горлиця	без добрив	1	11,4	29,9	65,8	80,5
		2	13,1	31,2	66,0	82,6
		3	11,6	34,1	66,2	84,1
		4	13,3	35,1	67,9	84,6
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	13,1	35,7	73,0	87,3
		2	15,4	36,4	74,8	89,8
		3	13,3	40,6	75,7	89,0
		4	15,5	41,8	75,9	91,6
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	14,2	40,7	74,9	91,5
		2	15,8	43,2	75,6	94,1
		3	14,1	45,9	77,3	95,6
		4	16,3	47,4	78,1	97,9
Вінничанка	без добрив	1	12,2	31,4	71,5	90,8
		2	14,3	32,6	72,2	92,7
		3	12,1	36,9	75,8	94,4
		4	14,1	37,4	77,6	96,3
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	14,2	36,4	81,3	101,7
		2	15,8	38,7	83,9	104,4
		3	14,4	40,9	85,1	105,5
		4	16,3	42,0	86,4	107,9
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	15,2	41,3	86,2	108,1
		2	17,2	45,3	89,8	109,8
		3	15,0	47,4	91,6	112,2
		4	16,7	48,1	92,4	115,2

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

## Додаток Б. 2

Таблиця Б.2.1

### Вплив рівня удобрення, передпосівного оброблення насіння та позакореневого підживлення на висоту рослин сортів сої, 2014 р.

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Третій трійчастий листок	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повна стиглість
Горлиця	без добрив	1	10,8	27,4	54,4	70,9
		2	12,2	28,8	54,1	72,8
		3	10,5	32,8	56,9	74,1
		4	12,8	33,7	56,7	75,5
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	13,2	33,8	62,5	81,5
		2	14,6	37,4	62,8	83,6
		3	12,8	40,1	62,9	84,7
		4	15,0	39,7	65,6	85,8
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	12,4	38,0	67,2	85,8
		2	14,0	37,6	68,3	87,6
		3	11,5	40,9	69,2	88,8
		4	14,9	41,2	70,7	91,9
Вінничанка	без добрив	1	11,6	30,0	67,1	88,4
		2	13,2	31,5	70,3	91,0
		3	11,3	34,6	70,7	93,5
		4	13,1	35,9	73,6	94,6
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	13,2	34,7	78,6	97,6
		2	14,7	37,2	80,7	100,2
		3	12,9	38,5	83,2	103,9
		4	15,6	40,1	84,8	104,1
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	13,9	38,9	81,5	102,5
		2	15,8	42,3	84,9	104,9
		3	13,7	44,1	87,0	108,6
		4	15,9	45,3	88,3	111,7

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток В

Таблиця В.1

Динаміка наростання площі листкової поверхні рослин сортів сої залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, 2012 р., тис. м<sup>2</sup>/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин				
			3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	початок фізіологічної стиглості
Горлиця	без добрив	1	5,2	14,8	25,4	29,2	15,4
		2	7,1	16,1	26,9	30,8	16,7
		3	5,3	17,5	27,2	32,1	18,2
		4	7,0	18,4	28,7	33,4	19,1
	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	7,8	19,2	30,4	34,6	20,7
		2	8,5	21,8	32,9	35,8	21,8
		3	7,4	23,7	34,8	36,9	22,6
		4	9,1	24,5	36,2	38,6	24,1
	N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	8,2	21,4	32,0	35,4	21,1
		2	10,7	23,0	34,4	38,5	23,2
		3	8,1	25,5	36,2	39,7	24,7
		4	11,4	26,3	38,5	42,2	25,4
Вінничанка	без добрив	1	6,1	16,8	26,1	28,9	15,8
		2	7,6	17,9	27,8	30,9	16,6
		3	6,0	18,4	28,4	32,5	17,9
		4	7,8	19,8	30,2	33,3	18,5
	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	8,5	21,9	31,9	35,6	21,5
		2	10,4	23,1	33,8	37,9	22,9
		3	8,4	24,2	35,2	38,7	24,1
		4	11,1	25,9	37,6	40,1	25,8
	N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	10,9	25,1	34,8	37,5	22,5
		2	12,5	27,4	37,7	40,2	24,3
		3	11,0	28,9	39,8	42,2	25,7
		4	13,0	31,2	41,9	43,9	27,3

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток В. 1

Таблиця В.1.1

Динаміка наростання площі листкової поверхні рослин сортів сої залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, 2013 р., тис. м<sup>2</sup>/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин				
			3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	початок фізіологічної стиглості
Горлиця	без добрив	1	6,1	15,6	29,1	31,5	17,7
		2	8,2	16,9	31,1	32,9	18,5
		3	6,3	17,9	31,9	34,7	20,2
		4	8,0	19,3	32,9	35,7	21,7
	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	8,9	21,7	35,6	38,0	22,2
		2	11,1	23,7	37,7	40,2	23,4
		3	9,0	24,5	38,3	40,7	24,3
		4	11,3	26,6	39,0	41,9	26,4
	N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	11,1	24,4	37,5	40,6	23,5
		2	13,4	26,9	41,5	43,2	25,0
		3	11,2	28,1	42,4	45,9	27,1
		4	13,6	30,5	46,1	47,7	28,2
Вінничанка	без добрив	1	6,9	18,3	31,3	32,6	17,2
		2	9,2	20,0	33,5	34,6	18,3
		3	6,6	21,1	34,6	36,2	21,2
		4	9,6	22,6	35,4	37,3	22,5
	Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	10,2	25,2	38,3	39,3	23,3
		2	12,8	27,6	40,8	41,8	24,8
		3	10,1	28,5	41,4	42,3	25,9
		4	12,7	30,4	42,2	43,7	27,8
	N <sub>30</sub> Р <sub>60</sub> К <sub>60</sub>	1	12,3	28,7	39,1	41,2	24,3
		2	15,1	31,6	43,5	44,1	26,2
		3	12,5	32,8	44,6	46,9	28,3
		4	15,2	35,1	47,8	49,3	29,1

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток В. 2

Таблиця В.2.1

Динаміка наростання площі листкової поверхні рослин сортів сої залежно від рівня удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, 2014 р., тис. м<sup>2</sup>/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин					
			3-й трійчастий листок	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння	початок фізіологічної стиглості	
Горлиця	без добрив	1	5,9	15,2	28,5	30,8	15,5	
		2	7,8	16,2	29,9	31,4	16,9	
		3	6,0	17,4	30,7	33,3	19,0	
		4	7,7	19,1	31,8	34,3	20,6	
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	8,3	21,3	34,2	36,3	20,9	
		2	9,9	23,1	35,1	37,2	22,2	
		3	8,3	25,0	37,3	39,2	22,9	
		4	10,3	26,8	37,7	40,2	24,7	
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	10,4	24,1	35,4	38,0	21,8	
		2	12,5	26,9	38,5	39,9	23,3	
		3	10,3	27,8	39,8	42,8	25,4	
		4	12,6	29,9	42,5	44,5	26,1	
	Вінничанка	без добрив	1	6,3	17,2	28,5	30,7	16,6
			2	8,2	18,5	30,3	33,0	18,0
			3	6,1	19,7	31,3	33,8	20,2
			4	8,3	21,3	32,0	35,4	21,8
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		1	9,7	23,7	35,1	38,0	23,0	
		2	11,8	25,8	37,1	40,2	24,3	
		3	9,5	27,5	38,7	41,4	25,8	
		4	11,6	29,4	40,1	42,9	27,6	
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		1	11,1	26,6	36,8	39,0	23,4	
		2	13,6	29,8	40,2	41,8	25,3	
		3	11,0	31,1	42,3	44,1	27,2	
		4	14,7	33,0	44,6	45,8	28,3	

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.



Додаток Д

Таблиця Д.1

Динаміка наростання сухої речовини сортів сої залежно від рівня  
удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, 2012 р., т/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин			
			повні сходи – початок цвітіння	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – наливання насіння	наливання насіння – фізіологічна стиглість
Горлиця	без добрив	1	0,44	0,64	1,14	1,22
		2	0,51	0,82	1,36	1,47
		3	0,58	0,97	1,53	1,66
		4	0,65	1,08	1,68	1,83
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,82	1,40	2,30	2,42
		2	1,09	1,81	2,89	3,04
		3	1,28	2,10	3,39	3,56
		4	1,39	2,31	3,70	3,90
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,11	1,77	2,75	2,89
		2	1,34	2,13	3,40	3,59
		3	1,55	2,46	3,85	4,06
		4	1,64	2,65	4,19	4,40
Вінничанка	без добрив	1	0,53	0,77	1,48	1,61
		2	0,66	1,01	1,81	1,96
		3	0,76	1,18	2,03	2,20
		4	0,84	1,33	2,25	2,44
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,12	1,78	2,92	3,10
		2	1,33	2,12	3,51	3,72
		3	1,41	2,27	3,88	4,11
		4	1,55	2,51	4,27	4,52
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,41	2,18	3,43	3,62
		2	1,70	2,62	4,22	4,44
		3	1,89	2,96	4,75	5,00
		4	2,08	3,27	5,23	5,49
NIP <sub>0,5</sub> т/га			A=0,10, B=0,12, C=0,14, AB=0,17, AC=0,20, BC=0,25, ABC=0,35.			

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Д. 1

Таблиця Д.1.1

Динаміка наростання сухої речовини сортів сої залежно від рівня  
удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, 2013 р., т/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин			
			повні сходи – початок цвітіння	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – наливання насіння	наливання насіння – фізіологічна стиглість
Горлиця	без добрив	1	0,57	0,98	1,69	1,84
		2	0,72	1,20	1,99	2,17
		3	0,79	1,35	2,19	2,39
		4	0,91	1,52	2,41	2,62
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,34	2,05	3,24	3,44
		2	1,57	2,46	3,79	4,02
		3	1,69	2,65	4,14	4,39
		4	1,90	2,92	4,53	4,80
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,71	2,56	3,88	4,11
		2	1,88	2,95	4,51	4,77
		3	2,14	3,26	4,97	5,26
		4	2,38	3,62	5,54	5,85
Вінничанка	без добрив	1	0,73	1,25	1,89	2,08
		2	0,94	1,54	2,37	2,59
		3	1,03	1,75	2,64	2,89
		4	1,15	1,92	2,85	3,11
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,62	2,46	3,59	3,83
		2	1,98	3,00	4,28	4,55
		3	2,11	3,21	4,75	5,05
		4	2,35	3,56	5,19	5,47
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,07	3,04	4,25	4,51
		2	2,40	3,61	5,09	5,37
		3	2,57	3,85	5,55	5,85
		4	2,85	4,27	6,12	6,39
NIP <sub>0,5</sub> т/га			A=0,12, B=0,15, C=0,17, AB=0,21, AC=0,24, BC=0,29, ABC=0,41.			

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Д. 2

Таблиця Д.2.1

Динаміка наростання сухої речовини сортів сої залежно від рівня  
удобрення та оброблення комплексом мікроелементів, 2014 р., т/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту та розвитку рослин			
			повні сходи – початок цвітіння	початок цвітіння – кінець цвітіння	кінець цвітіння – наливання насіння	наливання насіння – фізіологічна стиглість
Горлиця	без добрив	1	0,53	0,87	1,31	1,41
		2	0,61	1,04	1,57	1,70
		3	0,70	1,21	1,78	1,92
		4	0,82	1,38	2,00	2,16
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,28	1,98	2,84	2,98
		2	1,43	2,24	3,19	3,36
		3	1,63	2,52	3,67	3,86
		4	1,81	2,82	4,05	4,27
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,57	2,35	3,29	3,46
		2	1,79	2,78	3,94	4,15
		3	1,94	3,04	4,32	4,56
		4	2,12	3,31	4,73	5,00
Вінничанка	без добрив	1	0,65	1,03	1,57	1,70
		2	0,84	1,34	1,93	2,08
		3	0,93	1,50	2,19	2,35
		4	1,03	1,65	2,41	2,58
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,45	2,24	3,16	3,34
		2	1,68	2,61	3,71	3,91
		3	1,82	2,85	4,19	4,42
		4	2,02	3,13	4,56	4,81
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,76	2,63	3,67	3,87
		2	2,07	3,15	4,46	4,69
		3	2,28	3,52	4,99	5,24
		4	2,47	3,81	5,43	5,68
NIP <sub>0,5</sub> т/га			A=0,09, B=0,11, C=0,12, AB=0,15, AC=0,18, BC=0,22, ABC=0,31.			

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Динаміка загального симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, 2012 р., тис. кг діб/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу
			перша пара справжніх листків	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	
Горлиця	без добрив	1	0,709	1,982	7,626	3,181	13,498
		2	0,757	2,214	8,018	3,277	14,266
		3	0,692	2,123	7,711	3,238	13,764
		4	0,723	2,213	7,840	3,260	14,037
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,441	3,802	10,912	4,341	20,496
		2	1,485	4,170	11,285	4,605	21,545
		3	1,393	4,082	11,310	4,522	21,307
		4	1,470	4,179	11,288	4,580	21,516
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,945	2,740	9,415	3,851	16,951
		2	1,002	3,028	9,838	4,097	17,965
		3	0,892	2,938	9,516	3,958	17,304
		4	0,983	3,094	9,715	4,024	17,817
Вінничанка	без добрив	1	0,837	2,268	8,497	3,609	15,211
		2	0,886	2,517	8,923	3,709	16,035
		3	0,819	2,406	8,612	3,672	15,509
		4	0,853	2,511	8,718	3,673	15,755
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,623	4,202	11,964	4,821	22,611
		2	1,671	4,580	12,370	5,104	23,726
		3	1,611	4,510	12,387	5,019	23,529
		4	1,648	4,603	12,386	5,081	23,718
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,095	3,086	10,405	4,322	18,909
		2	1,162	3,393	10,862	4,577	19,994
		3	1,083	3,301	10,510	4,432	19,326
		4	1,138	3,463	10,711	4,500	19,812

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Ж. 1

Таблиця Ж.1.1

Динаміка загального симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, 2013 р., тис. кг діб/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу	
			перша пара справжніх листків	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння		
Горлиця	без добрив	1	1,200	3,094	11,904	4,966	21,163	
		2	1,262	3,402	12,534	5,122	22,320	
		3	1,175	3,477	12,233	5,137	22,021	
		4	1,254	3,530	12,802	5,324	22,910	
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,427	5,908	16,959	6,747	32,041	
		2	2,584	6,692	18,112	7,391	34,779	
		3	2,429	6,735	17,931	7,170	34,264	
		4	2,630	6,895	18,625	7,558	35,707	
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,571	4,207	14,458	5,915	26,151	
		2	1,674	4,670	15,290	6,368	28,002	
		3	1,545	4,693	15,203	6,323	27,764	
		4	1,711	4,966	15,712	6,508	28,898	
	Вінничанка	без добрив	1	1,409	3,525	13,206	5,609	23,749
			2	1,469	3,851	13,887	5,773	24,980
			3	1,382	3,920	13,601	5,800	24,703
			4	1,471	3,986	14,166	5,968	25,591
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		1	2,719	6,503	18,515	7,461	35,199	
		2	2,892	7,317	19,762	8,155	38,126	
		3	2,795	7,406	19,551	7,922	37,674	
		4	2,932	7,558	20,338	8,342	39,170	
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		1	1,811	4,720	15,914	6,611	29,056	
		2	1,931	5,211	16,810	7,084	31,036	
		3	1,865	5,249	16,715	7,049	30,877	
		4	1,970	5,532	17,242	7,244	31,988	

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Ж. 2

Таблиця Ж.2.1

Динаміка загального симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, 2014 р., тис. кг діб/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу
			перша пара справжніх листків	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	
Горлиця	без добрив	1	0,818	2,176	8,370	3,491	14,855
		2	0,893	2,484	8,963	3,663	16,003
		3	0,865	2,362	8,616	3,618	15,460
		4	0,916	2,662	9,130	3,797	16,505
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,606	4,031	11,569	4,602	21,808
		2	1,716	4,582	12,399	5,060	23,757
		3	1,536	4,490	12,138	4,853	23,017
		4	1,702	4,596	12,416	5,038	23,753
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,028	2,837	9,751	3,989	17,605
		2	1,129	3,247	10,430	4,344	19,150
		3	0,995	3,117	10,096	4,199	18,408
		4	1,136	3,400	10,555	4,372	19,463
Вінничанка	без добрив	1	0,932	2,405	9,009	3,826	16,172
		2	1,009	2,729	9,636	4,006	17,381
		3	0,989	2,584	9,295	3,963	16,831
		4	1,044	2,919	9,807	4,132	17,902
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,745	4,302	12,249	4,936	23,232
		2	1,863	4,860	13,125	5,416	25,263
		3	1,713	4,789	12,835	5,201	24,538
		4	1,841	4,887	13,151	5,394	25,273
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,149	3,086	10,405	4,322	18,963
		2	1,263	3,514	11,120	4,686	20,584
		3	1,165	3,380	10,763	4,539	19,848
		4	1,269	3,674	11,233	4,720	20,896

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Ж. 3

Таблиця Ж.3.1

Динаміка активного симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів,

2012 р., тис. кг діб/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу
			перша пара справжніх листків	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	
Горлиця	без добрив	1	0,457	1,518	6,226	1,740	9,940
		2	0,477	1,633	6,619	1,837	10,567
		3	0,444	1,704	6,218	1,737	10,102
		4	0,462	1,712	6,442	1,832	10,447
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,058	3,072	9,178	2,506	15,814
		2	1,075	3,338	9,492	2,716	16,621
		3	1,040	3,313	9,430	2,661	16,444
		4	1,089	3,424	9,554	2,773	16,840
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,635	2,090	7,543	2,356	12,624
		2	0,664	2,340	7,870	2,439	13,313
		3	0,628	2,236	7,663	2,413	12,941
		4	0,638	2,359	8,083	2,546	13,626
Вінничанка	без добрив	1	0,567	1,809	7,141	2,005	11,522
		2	0,592	1,890	7,307	2,101	11,890
		3	0,556	2,040	7,388	2,004	11,989
		4	0,568	2,011	7,345	2,100	12,025
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,209	3,409	10,249	2,837	17,705
		2	1,223	3,750	10,603	3,068	18,644
		3	1,193	3,668	10,516	3,014	18,392
		4	1,205	3,707	10,544	3,095	18,552
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,761	2,449	8,540	2,619	14,369
		2	0,798	2,702	8,883	2,839	15,222
		3	0,755	2,603	8,647	2,695	14,701
		4	0,781	2,735	8,842	2,779	15,137

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток Ж. 4

Таблиця Ж.4.1

Динаміка активного симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів, 2013 р., тис. кг діб/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу
			перша пара справжніх листків	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	
Горлиця	без добрив	1	0,774	2,371	9,718	2,713	15,576
		2	0,795	2,548	10,334	2,868	16,546
		3	0,754	2,727	9,950	2,779	16,211
		4	0,800	2,818	10,601	3,015	17,234
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,781	4,776	13,183	3,894	23,633
		2	1,843	5,275	15,274	4,357	26,749
		3	1,814	5,335	15,178	4,285	26,613
		4	1,887	5,514	15,605	4,527	27,533
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,055	3,212	11,585	3,586	19,437
		2	1,109	3,611	12,137	3,925	20,782
		3	1,087	3,571	12,242	3,856	20,757
		4	1,112	3,786	12,590	3,917	21,405
Вінничанка	без добрив	1	0,955	2,811	11,098	3,116	17,980
		2	0,982	3,009	11,357	3,265	18,613
		3	0,938	3,171	11,767	3,192	19,068
		4	0,980	3,294	12,027	3,439	19,740
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	2,026	5,276	15,862	4,391	27,555
		2	2,086	5,899	16,939	4,901	29,825
		3	2,069	5,878	16,852	4,830	29,629
		4	2,144	6,087	17,313	5,082	30,627
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,259	3,746	13,060	4,006	22,071
		2	1,327	4,149	13,641	4,361	23,478
		3	1,300	4,140	13,752	4,286	23,478
		4	1,352	4,369	14,126	4,440	24,286

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.



Додаток Ж. 5

Таблиця Ж.5.1

Динаміка активного симбіотичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та оброблення комплексом мікроелементів,

2014 р., тис. кг діб/га

Сорт	Рівень удобрення	Оброблення комплексом мікроелементів	Фази росту і розвитку				За весь період тривалості симбіозу
			перша пара справжніх листків	початок цвітіння	кінець цвітіння	повний налив насіння	
Горлиця	без добрив	1	0,528	1,667	6,832	1,908	10,934
		2	0,563	1,792	7,266	2,017	11,637
		3	0,556	1,960	7,152	1,998	11,665
		4	0,585	1,972	7,421	2,110	12,088
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,178	3,257	9,730	2,656	16,821
		2	1,270	3,667	10,336	2,984	18,256
		3	1,147	3,476	9,889	2,791	17,303
		4	1,221	3,773	10,500	3,047	18,541
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,690	2,166	7,813	2,418	13,087
		2	0,748	2,510	8,439	2,673	14,370
		3	0,700	2,372	8,131	2,561	13,763
		4	0,739	2,592	8,619	2,710	14,660
Вінничанка	без добрив	1	0,632	1,918	7,571	2,126	12,246
		2	0,675	2,100	7,748	2,227	12,749
		3	0,671	2,163	8,209	2,227	13,271
		4	0,696	2,238	8,171	2,337	13,441
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	1,300	3,490	10,493	2,905	18,189
		2	1,396	4,070	11,250	3,255	19,970
		3	1,268	3,712	10,643	3,051	18,675
		4	1,346	3,936	11,195	3,286	19,763
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	0,799	2,449	8,540	2,619	14,407
		2	0,868	2,798	9,200	2,941	15,807
		3	0,812	2,666	8,856	2,760	15,094
		4	0,871	2,901	9,381	2,949	16,103

**Примітка:** 1. Без оброблення; 2. Оброблення насіння Мікрофолом Комбі; 3. Позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі; 4. Оброблення насіння + позакореневе підживлення Мікрофолом Комбі.

Додаток 3

Таблиця 3.1

Урожайність зерна сої залежно від умов року, сорту, доз мінеральних добрив та способів оброблення комплексом мікроелементів, результати дисперсійного 4 факторного польового дослід, 2012–2014 рр., т/га

Джерело варіації	Величина варіації	Число ступенів свободи	Середній квадрат	Відношення $F_0$	Відношення $F_{0,5}$	Відсоток варіації	Sd	НІР <sub>05</sub> , т/га
A	6,119	2	3,060	5,4850	3,09	7,80	0,108	0,215
B	2,106	1	2,106	3,7761	3,94	2,69	0,088	0,176
C	4,766	2	1,589	2,8483	2,70	6,08	0,124	0,248
D	64,325	2	32,163	57,6578	3,09	82,01	0,108	0,215
AB	0,012	2	0,006	0,0104	3,09	0,01	0,152	0,304
AC	0,050	4	0,008	0,0148	2,19	0,06	0,216	0,430
AD	0,168	4	0,042	0,0753	2,46	0,21	0,187	0,373
BC	0,010	2	0,003	0,0058	2,70	0,01	0,176	0,351
BD	0,189	2	0,095	0,1698	3,09	0,24	0,152	0,304
CD	0,648	4	0,108	0,1936	2,19	0,83	0,216	0,430
ABC	0,004	4	0,001	0,0011	2,19	0,00	0,305	0,608
ABD	0,009	4	0,002	0,0038	2,46	0,01	0,264	0,527
ACD	0,008	8	0,001	0,0012	1,85	0,01	0,373	0,745
BCD	0,009	4	0,002	0,0028	2,19	0,01	0,305	0,608
ABCD	0,009	8	0,001	0,0013	1,85	0,01	0,528	1,054
Помилки	118,82	213	0,56	1	1	0,51	Удобрення	
Повторення	0,22	3	0,07			0,02	Групування 1	1,8
Загальна	197,46	287	0,69			100,00	Групування 2	2,6
A – рік	Заг середнє		Рік	Підживлення			Групування 3	2,9
B – сорт	I повт.	2,42	Групування 1	Групування 1		2,24		
C – підживлення	II повт.	2,47	Групування 2	Групування 2		2,39	Сорт	
D – удобрєння	III повт.	2,41	Групування 3	Групування 3		2,48	Групування 1	2,5
	IV повт.	2,40	Групування 4	Групування 4		2,59	Групування 2	2,3

## Додаток К

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Директор ТОВ "Ситковецьке"  
В. М. Тишкевич  
«26» жовтня 2015 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Проректор з наукової роботи  
Вінницького національного  
аграрного університету  
О. С. Яремчук  
«26» жовтня 2015 р.

### АКТ

#### виробничої перевірки

1. Назва установи: *Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.*

2. Назва закінченої НДР, поставленої на виробничу перевірку: *Вплив мікроелементів на зернову продуктивність сої в умовах Лісостепу правобережного.*

3. Автори закінченої НДР: *Заболотний Григорій Михайлович – кандидат с.-г. наук, професор кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету;*

*Циганська Олена Іванівна аспірант Вінницького національного аграрного університету.*

*Виробнича перевірка проводилась в ТОВ "Ситковецьке" смт. Ситківці, Немирівського району, Вінницької області.*

4. Відповідальний з проведення виробничої перевірки:

- від *Вінницького національного аграрного університету Циганська О. І., аспірант;*

- від *ТОВ "Ситковецьке": Лебідь В. А., головний агроном.*

5. Умови проведення перевірки: *Лісостеп правобережний, ґрунти темно-сірі лісові середньо-суглинкові, клімат помірно - континентальний.*

6. Обсяг виробничої перевірки 65 га.

7. Строк перевірки – 2015 р.

8. Попередник – *озима пшениця.*

9. Сорт сої *Вінничанка.*

10. Методика проведення виробничої перевірки:

- *сівба в першій половині травня, фон мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.*

- *норма висіву 600 тис шт./га схожих насінин.*

- *за 3 – 4 дні до сівби для боротьби з бур'янами вносили селективний досходовий гербіцид Харнес 90 к.е. в дозі 2,2 л/га з одночасним загортанням його в ґрунт.*

- в день сівби проводили обробку насіння хелатним мікродобривом Мікрофол Комбі (Mg – 9,0 %, Fe – 4,0 %, Zn – 1,5 %, Cu – 1,5 %, Mn – 4,0%, B – 0,5 %, Mo – 0,1 %) у дозі 150 г/т.

- позакореневе підживлення проводили хелатним мікродобривом Мікрофол Комбі у фазу бутонізації в дозі 0,5 кг/га.

11. Порівняння проводили з базовою технологією вирощування сої на зерно без внесення мінеральних добрив та застосування мікродобрив.

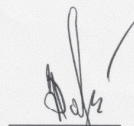
12. Результати, які характеризують ефективність наукової розробки в порівнянні з базовою технологією.

Варіанти	Урожайність зерна, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Базова технологія	1,85	-	-
Рекомендована: фон мінерального живлення N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> , обробка насіння хелатним мікродобривом Мікрофол комбі у дозі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням мікродобривом Мікрофол комбі у фазу бутонізації в дозі (0,5 кг/га).	2,68	0,83	45


*Рівень рентабельності запропонованої технології склав 108 %, а собівартість 1 т. зерна становила 2017 грн./га.*

13. Рекомендації виробництву: в умовах правобережного Лісостепу України на темно-сірих лісових ґрунтах висівати сою на фоні мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та проводити передпосівну обробку насіння (150 г/т) у поєднанні з позакореневим підживленням посівів (0,5 кг/га) у фазу бутонізації мікродобривом Мікрофол Комбі.


Кандидат с.-г. наук,  
професор кафедри землеробства  
грунтознавства та агрохімії ВНАУ

  
Г. М. Заболотний

Аспірант ВНАУ

  
О. І. Циганська

Головний агроном

  
В. А. Лебідь



## Додаток К.1



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор СТОВ «Мрія»

А. Е. Дроздович

«03» листопада 2015 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи

Вінницького національного аграрного університету

О. С. Яремчук

«03» листопада 2015 р.

### АКТ

#### виробничої перевірки

1. Назва установи: *Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.*

2. Назва закінченої НДР, поставленої на виробничу перевірку: *Вплив мікроелементів на зернову продуктивність сої в умовах Лісостепу правобережного.*

3. Автори закінченої НДР: *Заболотний Григорій Михайлович – кандидат с.-г. наук, професор кафедри землеробства ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету;*

*Циганська Олена Іванівна аспірант Вінницького національного аграрного університету.*

*Виробнича перевірка проводилась в СТОВ «Мрія» с. Комсомольське, Козятинського району, Вінницької області.*

4. Відповідальний з проведення виробничої перевірки:

- від *Вінницького національного аграрного університету*

*Циганська О. І., аспірант;*

- від *СТОВ "Мрія": Ткачук О. М., головний агроном.*

5. Умови проведення перевірки: *Лісостеп правобережний, ґрунти чорноземи малогумусні, клімат помірно- континентальний.*

6. Обсяг виробничої перевірки – *32 га.*

7. Строк перевірки – *2015 р.*

8. Попередник – *озима пшениця.*

9. Сорт сої *Вінничанка.*

10. Методика проведення виробничої перевірки:

- *сівба в першій половині травня, фон мінерального живлення*

*N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.*

- *норма висіву 600 тис шт./га схожих насінин.*

- *за 3 – 4 дні до сівби для боротьби з бур'янами вносили селективний досходовий гербіцид Харнес 90 к.е. в дозі 2,2 л/га з одночасним загортанням його в ґрунт.*

- в день сівби проводили обробку насіння хелатним мікродобривом Мікрофол Комбі (Mg – 9,0 %, Fe – 4,0 %, Zn – 1,5 %, Cu – 1,5 %, Mn – 4,0 %, B – 0,5 %, Mo – 0,1 %) у дозі 150 г/т.

- позакореневе підживлення проводили хелатним мікродобривом МікрофолКомбі у фазу бутонізації в дозі 0,5 кг/га.

11. Порівняння проводили з базовою технологією вирощування сої на зерно без внесення мінеральних добрив та застосування мікродобрив.

12. Результати, які характеризують ефективність наукової розробки в порівнянні з базовою технологією.

Варіанти	Урожайність зерна, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Базова технологія	1,93	-	-
Рекомендована: фон мінерального живлення N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> , обробка насіння хелатним мікродобривом Мікрофолкомбі у дозі (150 г/т) у поєднанні із позакореневим підживленням мікродобривом Мікрофолкомбі у фазу бутонізації в дозі (0,5 кг/га).	2,84	0,91	47

*Рівень рентабельності запропонованої технології склав 114 %, а собівартість 1 т. зерна становила 2138 грн./га.*

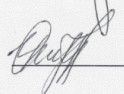
13. Рекомендації виробництву: в умовах правобережного Лісостепу України висівати сою на фоні мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та проводити передпосівну обробку насіння (150 г/т) у поєднанні з позакореневим підживленням посівів (0,5 кг/га) у фазу бутонізації мікродобривом Мікрофол Комбі.

Кандидат с.-г. наук,  
професор кафедри землеробства  
грунтознавства та агрохімії ВНАУ



Г. М. Заболотний

Аспірант ВНАУ



О. І. Циганська

Головний агроном



О. М. Ткачук

## Додаток К.2

### ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

% – відсоток

°С – градус Цельсія

t – температура

га – гектар

м – метр

см – сантиметр

мм – міліметр

л – літр

грн – гривня

мг – міліграм

т – тонна

тис. – тисяча

шт. – штуки

млн – мільйон

п. о. – передпосівна обробка

п. п. – позакореневе підживлення

р. – рік

рр. – роки

ГДж – гігаджоуль

МДж – мегаджоуль

pH – реакція ґрунтового розчину

N – азот

P – фосфор

K – калій

НІР – найменша істотна різниця

НААН – Національна академія аграрних наук України 206

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

К<sub>еє</sub> – коефіцієнт енергетичної ефективності

млн. сх. нас./га – мільйон схожих насінин на гектар

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини



## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



### **Заболотний Григорій Михайлович –**

кандидат с.-г наук, професор; заслужений працівник сільського господарства України, нагороджений орденом «За заслуги», почесною грамотою кабінету міністрів України.

Бібліографічні дані: з 1976 по 1981 роки проходив навчання в Уманському сільськогосподарському інституті, отримавши спеціальність вченого агронома. З 1982 по 1986 роки – головний агроном, заступник начальника управління сільського господарства Бершадського райвиконкому. З 1986 по 1992 роки працював заступником, першим заступником, головою Бершадського РАПО. В квітні 1992 року призначений представником Президента України у Бершадському районі. В червні 1994 року обраний головою Бершадської районної ради народних депутатів, а в липні 1995 року призначений головою Бершадської районної державної адміністрації. З червня 1998 року по червень 2004 року працював у Вінницькій обласній держадміністрації заступником, першим заступником голови.

З червня 2004 по червень 2005 року – перший проректор з наукової роботи та виробництва Вінницького державного аграрного університету. З червня 2005 по квітень 2006 року – перший заступник голови Вінницької облдержадміністрації.

У квітні 2006 року обраний головою Вінницької обласної Ради. Кандидат сільськогосподарських наук (з 1999). Кандидатська дисертація «Удосконалення елементів технології вирощування сої в південному лісостепу України та підвищення ефективності використання продуктів її переробки». Професор кафедри селекції та насінництва сільськогосподарських культур Вінницького державного аграрного університету (з 2005). З вересня 2011 року проректор з питань інноваційного розвитку та міжнародної діяльності Вінницького

національного аграрного університету. На виборах до Верховної ради 2012 року переміг і став Народним депутатом України у окрузі № 17.

Вагомі наукові досягнення по напрямку досліджень, який включає вирішення питань наукових основ сільськогосподарського виробництва, стратегічної реструктуризації та ринкової трансформації економіки регіону, який очолює професор Заболотний Г.М.

Займається науковими програмами з питань охорони та раціонального використання ґрунтів і земель з реалізацією регіональних підходів щодо збалансованого землекористування. Дослідження в межах наукової школи Заболотного Г.М. здійснюються в агрономічному та економічному напрямах. Тематика наукової діяльності агрономічного напрямку передбачає вивчення системи адаптивних технологій виробництва високоякісного зерна сої; з економічного напрямку – розробка і впровадження у виробництво нових елементів кластерної моделі. Наукова робота школи здійснюється з 2004 року в межах дослідного поля ВНАУ, Інституту землеробства та у 8 господарствах науково-дослідної сфери Вінниччини. Заболотний Г.М. є автором понад 50 науково-методичних праць, в т.ч. 1 підручника, 6 навчальних посібників, 3 авторських свідоцтв та 4 патентів. Готує наукові кадри через аспірантуру. Приймає участь у виконанні державної тематики: «Адаптивна селекція та впровадження пристосованих до агроєкосистем України сортів сої» (держ. реєстрац. № 0109U005570).

Його наукова діяльність спрямована на новий напрямок досліджень, який включає вивчення новітніх підходів в землеробстві щодо впровадження високо адаптованих та екологічно спрямованих технологій вирощування основних с.-г. культур на основі застосування мінімального обробітку, використання стимуляторів росту різної природи. Викладає курс дисципліни «Загальне землеробство».



## **Мазур Віктор Анатолійович –**

кандидат сільськогосподарських наук, професор, ректор Вінницького національного аграрного університету. Бібліографічні дані: у 1988 р. закінчив з відзнакою агрономічний факультет Вінницького філіалу Української сільськогосподарської академії і отримав кваліфікацію вченого агронома за спеціальністю «Агрономія». Віктор Мазур працює у Вінницькому національному аграрному університеті з 1992 р.

У 1989-1992 рр. – навчався в аспірантурі Української сільськогосподарської академії за спеціальністю «Селекція і насінництво», у 1994 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: «Вихідний матеріал для селекції гібридів кукурудзи, вирощуваних по екологічно чистих технологіях» та здобув науковий ступінь кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 05.03.05 – селекція і насінництво.

Тривалий час очолював агрономічний факультет та був проректором з науково-педагогічної та навчальної роботи. Основними напрямками наукової діяльності є розробка сучасних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур.

Основні наукові публікації: автор 8 монографій, 6 патентів на корисну модель та 90 статей у фахових виданнях, 15 з яких включено до наукометричних баз Scopus і Web of Science.

Під керівництвом професора Віктора Мазура захищено 4 кандидатські дисертації.

Наукова діяльність вченого направлена на агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур та екологізації технологій. Є членом Науково-методичної комісії з «Агрономії» при Міністерстві аграрної політики та продовольства України, входить до складу експертів ДАК МОН України. Плідна багаторічна науково-педагогічна

діяльність професора відзначена трудовою відзнакою «Знак пошани» та знаком «Відмінник аграрної освіти та науки» другого ступеня, Почесною грамотою Міністерства аграрної політики та продовольства України та Вінницької обласної державної адміністрації та обласної ради. У 2015 р. – нагороджений Грамотою Верховної Ради України.

Віктор Мазур приймав участь у міжнародних наукових заходах – у січні 2016 р. у міжнародній конференції (м. Братислава, Словаччина), у травні 2016 р. в конгресі Мережі університетів Чорноморського регіону 12-й конференції ректорів (м. Тбілісі, Грузія), у вересні 2016 р. у зборах учасників Вишеградської асоціації університетів (м. Геделле, Угорщина), у жовтні 2017 р. у церемоніях з нагоди 65-річчя Словацького аграрного університету (м. Нітра, Словаччина), у грудні 2017 р. в конференції у Технічному університеті м. Зволен (Словаччина), у 17 травні 2018 р. у міжнародному форумі (м. Яси, Румунія), у червні 2018 р. у конгресі (м. Салоніки, Греція), у вересні 2018 р. у конференції (м. Краків, Польща) та жовтні 2019 р. в конференції (м. Бухаресті, Румунія). Проходив міжнародне науково-педагогічне стажування (серпень 2019, Польща).

Мазур В.А. є керівником прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034. А також Віктор Мазур виконує госпдоговірну НДДКР – Розробка системи контролю С-вуглецю і N-азоту та їх вплив на роботу біогазових установок, працюючих на багатокомпонентній сировині (номер ДР 0118U100523).

Читає дисципліни: «Технічні культури», «Технологія виробництва продукції».



### **Циганська Олена Іванівна –**

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету.

Трудову діяльність розпочато у 2016 році з посади асистента кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. 31 березня 2016 року захистила кандидатську дисертацію за темою «Формування продуктивності сортів сої залежно від способів застосування макро- і мікроелементів в умовах правобережного Лісостепу» за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво під керівництвом к. с.-г. наук, професора Заболотного Г.М. Основними напрямками наукової діяльності є удосконалення сучасних технологій вирощування зернобобових культур та інновації в сучасній агрономії. Циганська Олена опублікувала близько 25 наукових статей, є співавтором навчального посібника.

Результати своїх наукових розробок Циганська Олена неодноразово презентувала на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. За трудові здобутки О. Циганська нагороджена грамотами та подяками факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Циганська Олена є виконавцем НДР І ДКР на тему: «Оптимізація технологічних прийомів вегетативного і генеративного розмноження різних видів декоративних рослин в умовах відкритого та закритого ґрунту» (Прокопчук В.М., Циганський В.І.), ДР номер 0117U004703.

Читає дисципліни: «Біометрія», «Декоративне розсадництво з основами насінництва», «Садово-паркові композиції» та ін.



### Дідур Ігор Миколайович –

к. с.-г. наук, доцент, декан факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Основними напрямками наукової діяльності є розробка сучасних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, зокрема зернобобових. Автор близько 50 наукових статей, у тому числі 10 в наукометричних базах Scopus та Web of Science.

Дідур І.М. є членом спеціалізованої вченої ради К 05.854.01 Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України. Входить до складу комісії (підкомісії) зі спеціальності 201 «Агрономія» Науково-методичної комісії з аграрних наук та ветеринарії сектору вищої освіти Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України.

Наукова діяльність Дідура І.М. присвячена вивченню та удосконаленню елементів технології вирощування зернобобових культур в умовах змін клімату. Читає курс дисципліни «Агрохімія» та «Точне землеробство».

Дідур І.М. є відповідальним виконавцем прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Панцирева Г.В., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Вradій О.І.), номер ДР 0120U102034.

За трудові здобутки Ігор Дідур відзначений подяками Верховної Ради України, а також комітету з питань аграрної політики та земельних відносин ВРУ та грамотами Вінницької обласної державної адміністрації та обласної ради.



### **Циганський В'ячеслав Іванович –**

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету.

2011-2013: аспірантура Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, спеціальність 06.01.12 «Кормовиробництво і лувівництво». У 2015 р. захистив дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.12. – кормовиробництво і лувівництво.

У 2010-2011 рр. працював лаборантом сектору елітного насінництва та впровадження Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. З 2014 по 2015 р. працював молодшим науковим співробітником відділу польових кормових культур, сіножатей і пасовищ Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Викладацьку діяльність розпочав з 2015 року. З 2016 року переведений на посаду старшого викладача кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету. Основними напрямками наукової діяльності є удосконалення сучасних технологій вирощування зернобобових культур та інновації в сучасній агрономії. Циганський В'ячеслав опублікувала близько 25 наукових статей, є співавтором навчального посібника.

Результати своїх наукових розробок Циганський В'ячеслав неодноразово презентував на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. За трудові здобутки В. Циганський нагороджений грамотами та подяками факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету та грамотами Вінницької обласної державної адміністрації та обласної ради. Циганська В'ячеслав є виконавцем НДР І ДКР за такими темами:

«Оптимізація технологічних прийомів вегетативного і генеративного розмноження різних видів декоративних рослин в умовах відкритого та закритого ґрунту» (Прокопчук В.М., Циганський В.І.), ДР номер 0117U004703, «Удосконалення елементів технології вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Лісостепу Правобережного», ДР номер 0117U004702. Термін виконання 2017-2021 рр.

Читає лекції та проводить практичні заняття по дисциплінам: «Кормовиробництво та луківництво», «Польове кормовиробництво», «Лучне кормовиробництво», «Рослинництво з основами кормовиробництва».





### **Панцирева Ганна Віталіївна –**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету.

Трудова кар'єра розпочалась з посади агронома фермерського господарства. Наукова діяльність вченого розпочата з 2013 р. в аспірантурі ВНАУ, а педагогічна у 2015 р. з посади асистента кафедри лісового, садово-паркового господарства та кормовиробництва агрономічного факультету Вінницького національного аграрного університету. 27 грудня 2017 року захистила кандидатську дисертацію за темою «Формування зернової продуктивності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу» за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво під керівництвом к. с.-г. наук, доцента Мазура В.А. 26 листопада 2020 року отримала атестат доцента кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету. Основними напрямками наукової діяльності є удосконалення сучасних технологій вирощування зернобобових культур.

Основні наукові публікації: автор 3 монографій, 1 навчального посібника та 60 статей у фахових виданнях, 20 з яких включено до наукометричних баз Scopus і Web of Science.

Ганна Панцирева приймає участь у міжнародних наукових заходах – Польсько-українській міжнародній конференції «Internationalization as a Challenge for Higher Education: Ukrainian and Polish Perspectives». У 2018 р. проходила закордонне стажування на базі Університету Економіки в Кракові (Польща).

Наукова діяльність присвячена розробці технологічних прийомів вирощування зернобобових культур на основі ресурсо- та енергобезпечності.

Результати своїх наукових розробок Ганна Панцирева неодноразово презентувала на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. За трудові здобутки Г. Панцирева нагороджена грамотами та подяками факультету агрономії та лісівництва Вінницького національного аграрного університету.

Панцирева Г.В. є виконавцем прикладного дослідження на тему: «Розробка методів удосконалення технології вирощування зернобобових культур з використанням біодобрив, бактеріальних препаратів, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин» (Мазур В.А., Дідур І.М., Іваніна В.Д., Ткачук О.П., Панцирева Г.В., Врадій О.І.), номер ДР 0120U102034. А також Ганна Панцирева виконує госпдоговірну НДДКР – «Розробка системи контролю С-вуглецю і N-азоту та їх вплив на роботу біогазових установок, працюючих на багатокомпонентній сировині» (номер ержавної реєстрації 0118U100523). У 2020 році Ганна Панцирева ввійшла до числа стипендіатів молодих вчених, яким призначено стипендії Кабінету Міністрів України для молодих вчених.

Читає дисципліни: «Стандартизація і управління якістю продукції рослинництва», «Сертифікація і контроль якості продукції рослинництва», «Стандартизація, сертифікація і метрологія», «Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва», «Екологічна стандартизація і сертифікація» та ін.











**Міністерство освіти і науки України**

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗАБОЛОТНИЙ ГРИГОРІЙ МИХАЙЛОВИЧ  
МАЗУР ВІКТОР АНАТОЛІЙОВИЧ  
ЦИГАНСЬКА ОЛЕНА ІВАНІВНА  
ДІДУР ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ  
ЦИГАНСЬКИЙ В'ЯЧЕСЛАВ ІВАНОВИЧ  
ПАНЦИРЕВА ГАННА ВІТАЛІЙВНА**

**АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА  
ШЛЯХИ МАКСИМАЛЬНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ЇЇ  
ПРОДУКТИВНОСТІ**

*Монографія*

Підписано до друку 23.12.2020.  
Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Друк цифровий.  
Друк. арк. 17,25. Умов. друк. арк. 16,04.  
Обл.-вид. арк. 11,71.  
Наклад 100 прим. Зам. № 8275/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.  
ФОП Корзун Д.Ю.  
Свідоцтво про державну реєстрацію фізичної особи-підприємця  
серія В02 № 818191 від 31.07.2002 р.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів  
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.  
21027, м. Вінниця, вул. Келецька, 51а, прим. 143.  
Тел.: (0432) 603-000, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.  
e-mail: [info@tvoru.com.ua](mailto:info@tvoru.com.ua)  
<http://www.tvoru.com.ua>