МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНОГО АПАРАТУ СОЧЕВИЦІ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-а
спеціальності 201 Агрономія
Артем ДЕНИСЮК

Керівники: Григорій ГОСПОДАРЕНКО,
д. с.-г. н., професор
Ліна МУСІЄНКО, доктор філософії

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП..... 3
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ СОЧЕВИЦІ (огляд літератури)…….. 4
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту) 11
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 12
3.1. Характеристика ґрунту під дослідом…… 12
3.2. Погодні умови……. 13
3.3. Схема досліду та розміщення варіантів…… 14
3.4. Технологія вирощування сочевиці 15
3.5. Програма і методика проведення досліджень..... 16
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЧЕВИЦІ……. 19
4.1 Зміна агрохімічних показників ґрунту під посівами сочевиці 19
4.2 Формування азотфіксувального апарату…….. 19
4.3 Динаміка наростання листкового апара сочевиці…… 20
4.4. Урожайність і якість насіння сочевиці…….. 22
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ…… 26
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.... 28
6.1. Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх усуненню під час удобрення сочевиці…….....…. 28
6.2. Охорона навколишнього середовища при удобренні сочевиці 29
ВИСНОВКИ..... 31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 32

ВСТУП

Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи. Зернобобові культури до яких належить сочевиця є вагомим і надійним джерелом рослинного білка та нішевим резервом галузі зерновиробництва України. Сочевиця поєднує високі адаптивні властивості, так на тлі сприятливих для неї умов помірного клімату і доброї зволоженості, вона має високий рівень посухостійкості в порівнянні з іншими зернобобовими, наприклад такими як чина і нут. Вона має цінні смакові якості, високий вміст білка (22–34 %) та вміст цілого ряду макро- і мікроелементів, є традиційною у харчуванні багатьох народів світу. Не варто забувати за її симбіотичні властивості, які позитивно позначаються, як на балансі поживних речовин у ґрунті, так і зниженні витрат пов'язаних із застосуванням мінеральних добрив, також є можливість використання її, як доброго попередника у сучасних сівозмінах.

Наукова новизна полягає у встановлені економічно вигідних доз добрив для вирощування сочевиці, доцільності застосування бактеріального препарату в умовах Правобережного Лісостепу.

Практична цінність одержаних результатів досліджень полягає у вдосконаленні системи вирощування сочевиці шляхом поєднання різних доз добрив з передпосівною інокуляцією, що забезпечило найвищу продуктивність посівів на рівні 2,42 т/га у варіанті Фон + N_{30}+Mo без інокуляції та 2,68 т/га у варіанті Фон + $N_{30}S_{34}$ з передпосівною інокуляцією.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень обговорені на студентському науковому гуртку кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС, опубліковано у збірнику тез Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні питання агротехнологій», присвяченій 100-річчю І. М. Карасюка.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ СОЧЕВИЦІ
(огляд літератури)

Важливим чинником, що впливає на ріст і розвиток рослин є їх мінеральне живлення. На початку вегетації сочевиця росте повільно, засвоює мало поживних речовин, тому високі врожаї можна отримати лише на незабур'янених полях. До найкращих попередників для неї можна віднести просапні культури (кукурудзу, картоплю, буряк цукровий та пшеницю озиму [13, 51].

Не бажано висівати сочевицю по сочевиці, а також рекомендується повертати її на те ж саме поле вирощування не раніше ніж через 5–6 років, щоб не спровокувати розмноження нематод. Також не варто висівати сочевицю поблизу багаторічних зернобобових трав, де зазвичай накопичується багато спільних шкідників [34].

До найпридатніших для вирощування сочевиці можна віднести достатньо удобрені й окультурені чорноземи та сірі лісові ґрунти середньо суглинкового гранулометричного складу. Не рекомендується сіяти сочевицю після удобрення гноєм або іншими органічними добривами, тому що вона нарощуватиме велику зелену масу, що негативно вплине на плодоношення. Кращим буде розміщення сочевиці в сівозмінах другою або третьою культурою після внесення органічних добрив [39]. Аналогічні дані отримали в п'ятирічних дослідженнях на Петровській селекційно-дослідної станції, де врожайність насіння сочевиці, посіяної на полі з внесенням гною, була на 0,07 т/га нижчою, а соломи – на 0,07 т/га – більшою, ніж без внесення гною. Це пов'язано з тим, що внесення в ґрунт азоту з гноєм або повним мінеральним добривом сприяє розвитку зеленої маси сочевиці. При цьому рослини уражуються іржею, сильніше вилягають, утворюється менше бобів, і як наслідок розтягується вегетаційний період та зменшується врожайність

насіння сочевиці [34]. Тому застосування органічних добрив може підвищити врожай сочевиці, якщо їх вносити під попередник.

На мінеральне живлення рослин істотно впливає поживний режим ґрунту, який суттєво залежить від його родючості. Вміст потенційно доступних елементів живлення (азоту, фосфору, калію та інших) у зоні розміщення кореневої системи рослин в ґрунті впродовж вегетації рослини характеризує рівень родючості ґрунту [13, 37].

Оптимальним цілеспрямованим управлінням поживним режимом ґрунту є збалансоване застосування елементів живлення в системі удобрення певної культури, що супроводжується синергетичним ефектом у формуванні її продуктивності та окупності витрат на застосування мінеральних добрив. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур та окупності витрат пов’язаних з використанням мінеральних добрив можна досягти збалансуванням окремих елементів живлення в системі удобрення [11, 48, 62].

Зернобобові відомі своєю здатністю до зв’язування природним ччином атмосферного азоту в гґрунті, а в деяких випадкахх добре використовують запаси ффосфору, який знаходиться в гґрунті, і як наслідок ззначно знижують потребу в синтетичниххх мінеральних добривах [14, 65].

Сочевиця не вимоглива до вологи, що робить можливість її поширення в посушливих умовах Степу та Лісостепу. Порівняно з горохом, квасолею, бобами кормовими сочевиця здатна краще переносити посуху [50]. Для формування високого врожаю їй достатньо 150–200 мм опадів за вегетаційний період, у той час як транспіраційний коефіцієнт у гороху знаходиться на рівні 400–600 мм [139].

Відмінною особливістю зернобобових є їх здатність у симбіозі з бульбочковими бактеріями засвоювати азот безпосередньо з повітря і забезпечувати себе азотним живленням. Тому за сприятливих умов вирощування, зернобобові культури, зазвичай не потребують азотного удобрення. За внесення 20–60 кг/га азоту мінеральних сполук підвищення врожайності не спостерігається, а фіксація азоту з повітря навпаки знижується

зі збільшенням дози його внесення. Лише за внесення невеликих доз мінерального азоту на бідних дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу спостерігається підвищення врожаю деяких зернобобових культур (наприклад квасолі або сої) [16].

Середнє винесення основних елементів з ґрунту на формування 1 т насіння сочевиці становить: 58 кг азоту, 20 – P_2O_5 і 28 – K_2O [17, 46, 50, 61]. Загальновідомим є той факт, що бобові культури, в тому числі і сочевиця, здатні забезпечити 2/3 своїх потреб в азоті з повітря завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, тому важливим для зменшення потреби рослин в азоті мінеральних сполу є створення оптимальних умов для роботи азотфіксувальних бактерій. Як наслідок на цьому тлі в рослин сочевиці спостерігається підвищена потреба в фосфорному та калійному живленні. Ці елементи (фосфор і калій) впливають на поліпшення умов симбіотичної азотфіксації [1, 3, 21, 50, 58].

Саме через симбіотичну здатність бобових засвоювати молекулярний азот з атмосфери обумовлена певна специфіка їх мінерального, а особливо азотного удобрення [59]. Тому, система удобрення зернобобових культур повинна бути спрямована на оптимальне поєднання застосування біологічного азоту та азоту мінеральних добрив, що збалансує його колообіг у сівозміні [7, 18, 22].

Сочевиця здатна підвищувати родючість ґрунту. Так, дослідження що проводилися в Канаді показали, що найкращі показники за накопиченням азоту в ґрунті та мікробіологічною діяльністю (збільшення від 171 до 287 %) були за вирощування культур у ланці сівозміни «сочевиця – пшениця», а гірші – у ланці «горох – пшениця» [54, 55]. Так, сочевиця завдяки симбіозу з азотфіксувальними бактеріями може засвоювати значну кількість атмосферного азоту (до 80 кг/га). На кожному гектарі після збирання врожаю сочевиці залишається така кількість поживних речовин з післяжнивними рештками, скільки від внесення 10 т перегною [13, 37, 50].

Азотне живлення зернобобових культур може відбуватися трьома шляхами:

– вся потреба в азоті покривається завдяки мінеральним добривам та азоту мінеральних сполук ґрунту;
– потреба в азоті покривається азотом насіння та фіксацією його з атмосфери;
– рослини комбінують використання як мінерального, так і біологічно зв’язаного азоту атмосфери [15, 21, 66].

Вважається, що існує певний ризик якщо опиратися на азотне живлення, яке направлене лише на біологічну фіксацію азоту, тому що необхідну кількість біологічного азоту рослини зможуть отримати лише за умови достатнього розвитку та активної діяльності симбіотичного апарату [23, 38, 42, 49, 68].

Також основними добривами для зернобобових є фосфорні і калійні. Під зернобобові культури можна використовувати всі форми фосфорних добрив, в тому числі і важкорозчинні фосфати, з врахуванням їх внесення восени під основний обробіток ґрунту [16, 69].

Післяжнивні рештки, що залишаються на полі після збирання зернобобових культур мають високий вміст азоту, що сприяє не тільки його накопиченню, а й здатне пришвидшити мінералізацію органічних речовин і підвищити доступності елементів живлення. Як наслідок, збільшується врожайність наступних культур сівозміни [16].

Найбільше значення у фіксації азоту з атмосфери відводиться специфічним бактеріям з роду *Rhizobium*, що мешкають у наростах (бульбочках) на кореневій системі бобових рослин, що вступили у симбіоз з рослиною-господарем [5, 21].

Внесення фосфорних і калійних добрив під зернобобові культури на відміну від питання азотного живлення не є дискусійним. Серед більшості науковців аргументованим є твердження про необхідність внесення фосфору та калію [44, 69]. Внесення фосфорних і калійних добрив (по 40–60 кг/га

діючої речовини) може забезпечити приріст урожаю насіння в межах від 0,3 до 0,7 т/га [39].

Забезпечення фосфором на оптимальному рівні здатне стимулювати розвиток кореневої системи, що в свою чергу поліпшує використання рослинами води і елементів живлення та водний баланс в цілому. Вітаміни і багато ферментів мають у своєму складі фосфор. До складу органічних сполук на відміну ввід фосфору калій не входить. У рослинах він знаходиться в іонній формі, велика його концентрація спостерігається у цитоплазмі та вакуолях, відсутній у ядрі. Основна маса калію (до 80 %) знаходиться у клітинному соці та легко вимивається водою. Калій бере активну участь у вуглеводневому і білковому обмінах рослин, синтезує геміцелюлозу, целюлозу, пектинові речовини, що підвищує стійкість до вилягання [20].

Нині світова практика застосування добрив приділяє багато уваги сірці. Вона є одним з найважливіших елементів живлення, життя без якого не можливе, є одним із основних складників білка [67]. Потреба у сірці прирівнюється до потреби у фосфорі [53]. Зернобобові відносять до рослин, що середньо вибагливі до сірки, за вегетаційний період засвоюють її орієнтовно від 20 до 40 кг/га [13, 41, 42]. Сірка поглинається рослинами з ґрунту, джерелом якого є солі сірчаної кислоти. Вміст її у рослинах змінюється від 0,02 до 1,8 %. Так, наприклад для бобових трав критичною концентрацією сульфатної сірки у ґрунтах є 12 мг/кг ґрунту.

Важлива участь сірки відводиться в створенні просторових структур білків, що в свою чергу підвищує білковість врожаю. Вона входить до складу таких амінокислот, як метіонін (21,5 % S) та цистин (27 % S) [35]. В науковій літературі є дані про стимулювальну роль сірки у симбіотичній діяльності зернобобових культур та бульбочкових бактерій [9]. Також сірка входить до складу коферменту А, сульфоліпідів (ефірозвязувальних сульфат тіаміну, біотину) [35]. Надлишкове внесення сірки (у ґрунт чи позакоренево) спричинює дефіцит молібдену (MoO_4^{2-}). Це є наслідком антагонізму між сульфат- і молібден-іонами [9].

Близько 90 % сірки у ґрунті знаходиться в органічній формі та стає доступною лише після процесу її мінералізації мікроорганізмами до іона SO_4^2, якому властива міграція по профілю ґрунту за межі зони розміщення кореневої системи. Майже 30 % потреби рослин у сірці покривається поглинанням листками з атмосфери. Близько 50 % сірки ввід її надходження в ґрунт з добривами може втрачатися внаслідок вимивання, що становить від 8 до 15 кг/га [41, 42].

Поряд з потребою макроелементів, не менш важливим є забезпечення рослин сочевиці мікроелементами, адже вони підвищують стійкість рослин до екстремальних температур, посухи, хвороб, посилюють азотфіксацію з повітря, активують процес фотосинтезу, поліпшують синтез хлорофілу. Потреба в мікродобривах прямо пропорційна підвищенню внесення макродобрив [13, 45].

Також важливе місце для ефективної роботи симбіотичного комплексу необхідні відвести мікродобривам, зокрема молібденовим, кобальтовим та борним. Молібден входить до складу нітрогенази, що зв’язує азот з повітря, а бор позитивно впливає на ррозвиток судинно-провідної системи [1, 3, 2513, 50]. Так, в насінні бобових, порівняно із злаковими культурами, накопичується в 7–17 разів більше молібдену і в 4 рази більше кобальту [13].

Внесення мікродобрив може значно впливати на ріст і розвиток рослин сочевиці. Так, різними дослідженнями було зафіксовано збільшення біомаси та врожаю насіння за застосування таких елементів: мангану [57], молібдену [56], цинку [60], заліза [63] та бору [64]. На формування хорошої якості насіння та вміст білку в ньому високою ефективністю відзначилися мангану [57] і цинку [58].

Особливістю застосування органічних добрив під сочевицю є те, що для їх ефективності вносити їх варто під перед попередник. У дослідах, які проводилися на Миронівській селекційні станції (Київська область) попередником для сочевиці був буряк цукровий, висіяний після пшениці озимої. Органічні добрива вносили, як під пшеницю, так і під буряк. За дев’ять

років досліджень приріст урожайності сочевиці за внесення органічних і мінеральних добрив під попередник по двох сівозмінах у середньому становив 0,14–0,26 т/га, а от за внесення лише мінеральних добрив – 0,06–0,16 т/га. Внесення гною в дозі 27 т/га під буряк цукровий забезпечило найбільший середній приріст урожайності сочевиці – 0,26 т/га. Також позитивна реакція відмічалася на внесення гною під передпопередник. У цих же дослідах отримано приріст урожайності сочевиці 0,19 т/га за внесення 20 т/га гною під пшеницю озиму. На тлі внесення органічного добрива під зяблеву оранку вносилося ввід 300–500 кг/га фосфоритного борошна, а під весняну культивацію 200–300 кг/га суперфосфату гранульованого і 150–200 кг/га калійної солі змішаної. Необхідність внесення азотних добрив спостерігалася лише на початку розвитку сочевиці, коли на корінні ще не оселилися бульбочкові бактерії. За слабкого розвитку рослин рекомендовано підживлення азотними добривами у дозі 10–15 кг/га д. р. [34].

З попереднім твердженням згодні й інші вчені, які зазначають, що на родючих ґрунтах після удобрених попередників, потреба сочевиці в добривах не спостерігається. Після неудобрених попередників, на бідних ґрунтах під оранку рекомендовано вносити фосфорні і калійні добрива у дозі $Р_{40–60}К_{40–60}$. Застосування азотних добрив є менш ефективне порівняно зі створенням оптимальних умов для симбіотичної азотфіксації [2, 22, 39, 40, 43].

Отже, для одержання високих врожаїв сочевиці потрібне оптимальне забезпечення рослин усіма чинниками життєдіяльності, в тому числі необхідними елементами живлення для ефективного їх розвитку. Навіть тимчасові порушення ростових процесів здатні зменшити інтенсивність рівня формування врожайності, що в свою чергу також суттєво залежить від взаємодії рослини з навколишнім середовищем. Одержання високих врожаїв можна забезпечити системою заходів, орієнтованих на створення належних умов мінерального живлення для повноцінного росту та розвитку рослини.

РОЗДІЛ 2.
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ (особливості сорту Антоніна)

Для отримання високих і якісних врожаїв необхідно правильно підбирати сорти, які найбільше підходять для конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства. Сорт це надійний і економічно вигідний чинник підвищення урожайності культури, за будь-якої технології вирощування. Сучасні сорти та гібриди повинні максимально відповідати інтенсивним та індустріальним технологіям вирощування та характеризуватися стійкістю до хвороб і шкідників, адаптованістю до умов навколишнього середовища та високою якістю зерна.

В проведених дослідженнях висівався сорт української селекції – Антоніна. Оригінатор сорту Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України. Рекомендований для вирощування в Лісостеповій і Степовій зонах.

Даний сорт має такі показники господарської придатності:

- висота кріплення нижнього бобу – 16 см,
- висота рослини – 55 см,
- тривалість періоду вегетації – 73 доби;
- урожайність насіння – 2,1 т/га,
- вміст білка – 23,4 %;
- маса 1000 насінин – 55,8 г;
- дружність достигання – 8 бала;
- стійкість бобів до розтріскування – 6 бала;
- стійкість рослин до вилягання та посухостійкість – 7 бала.
- стійкість проти ураження фузаріозом і бактеріальним в'яненням – 7, аскохітозом – 6 бала;
- стійкість проти попелиці – 6 бала [36].

РОЗДІЛ 3.
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Дослідження проводилися на дослідному полі кафедри агрохімії і ґрунтознавства в Уманському національному університеті садівництва, що знаходиться в Черкаській області.

Результати агрохімічних показників ґрунту під дослідом перед закладанням показували такі значення: вміст гумусу – низький (3,85 %), реакція ґрунтового середовища – слабокисла (pH_{kcl} 5,9), вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький (109 мг/кг), вміст рухомих сполук фосфору – високий (101 мг/кг), вміст калію – підвищений (128 мг/кг) (табл. 1).

Таблиця 1

Агрохімічні характеристика чорнозему опідзоленого

Показник		Глибина відбирання зразка, см	
		0–20	20–40
pH_{kcl}		5,8	6,1
Вміст гумусу, %		3,87	3,66
Гідролітична кислотність, смоль/кг		2,7	1,9
Сума ввібраних основ, смоль/кг		28,7	28,1
Ступінь насиченості основами, %		91,4	93,7
Вміст рухомих сполук, мг/кг	N	119	116
	P_2O_5	107	96
	K_2O	127	101

В цілому ґрунт дослідної ділянки за агрохімічними показниками є придатним для вирощування сочевиці та інших польових культур за оптимізації умов їх живлення. Йому характерна висока родючість і за належного рівня агротехнологічних прийомів, він здатний забезпечувати отримання високих урожаїв більшості сортів і гібридів основних

сільськогосподарських культур.

Фізико-хімічні та агрохімічні показники чорнозему опідзоленого мають сприятливі показники для вирощування високих і сталих урожаїв сочевиці. Єдиним недоліком у показниках цього ґрунту можна вважати невисокий вміст азоту легкогідролізованих сполук, що можна з легкістю ліквідувати під час внесення мінеральних азотних добрив.

3.2. Погодні умови

Уманський район знаходиться в кліматичних умовах Правобережного Лісостепу, якому характерний помірно-континентальний клімат. В останні роки зима більшу частину без снігового покриву. Літо часто спекотне. Середня температура повітря +7,3–9,5 °С. Період із середньодобовою температурою + 10 °С становить приблизно 155–175 діб. Опадів 460–570 мм на рік. Середня багаторічна відносна вологість повітря в межах 75 %.

Таблиця 1

Погодні умови на час проведення досліджень

(дані метеостанції Умань)

Показник	Місяці								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Кількість опадів, мм									
Середня багаторічна	38	34	36	41	52	81	68	49	61
2022 р.	23,9	7,2	13,4	57,7	22,4	36,3	28,1	44,4	99,2
2023 р.	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2
Температура повітря, ºС									
Середня багаторічна	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5
2022 р.	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,7	13,1
2023 р.	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4

Отже, кліматичні умови області є сприятливі для вирощування, як сочевиці, так і більшості польових культур. Проте, як і у всіх кліматичних зонах, в окремі роки спостерігаються несприятливі умови (льодові кірки, відлиги, посухи, суховії, сильні грозові дощі), які завдають значної шкоди сільськогосподарським культурам.

Погодні умови 2022 і 2023 років дещо різнилися. Вегетаційний період сочевиці в 2023 році був дещо дощовитіший за 2022 р, тому відмічено певний приріст врожаю. Температурний режим майже не різнився.

3.3. Схема досліду та розміщення варіантів

Дослід було закладено на дослідних ділянках кафедри агрохімії і ґрунтознавства. Схема досліду включала 5 варіантів:

1. Без добрив (контроль);
2. $P_{30}K_{40}$ – фон;
3. Фон + N_{30};
4. Фон + $N_{30}S_{34}$;
5. Фон + N_{30} + Mo.

Також досліджувався вплив інокуляції (варіанти 6–10 – це варіанти 1–5 + інокуляція).

Розміщення варіантів – послідовне, повторність – триразова. Загальна площа дослідної ділянки 70 м^2, облікова – 25 м^2. Використовувалися такі мінеральні добрива: аміачна селітра, суперфосфат гранульований і калій хлористий. Фосфорні і калійні добрива вносилися під оранку ґрунту, азотні – навесні, під передпосівну культивацію.

Варіанти розміщені систематичним методом:

I повторність					II повторність					III повторність				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

3.4. Технологія вирощування сочевиці

Відразу після збирання попередника (пшениця яра) проводили лущення стерні на глибину 6–8 см. Під оранку вносили фосфорні та калійні добрива у вигляді суперфосфату гранульованого і калію хлористого, відповідно до варіантів досліду. Глибина оранки становила 25–26 см. На весні, під ранньовесняне боронування, вносили аміачну селітру.

За 1–2 години до сівби, половину насіння обробляли інокулянтом – Ризоактив Бобові (1,8 л/т насіння). Норма висіву кількісна – 2,5 млн/га, міжряддя – 15 см, глибина сівби до 6 см. Після сівби проводили коткування поля кільчаст-шпоровими котками.

За настання повної стиглості проводили збір урожаю – способом прямого комбайнування.

3. 5. Програма і методика проведення досліджень

Відбір зразків насіння для аналізів проводили методом пробного снопа, збирання основного врожаю проводили прямим комбайнуванням [19].

Перед закладанням дослідів проводили відбір проб для агрохімічного дослідження ґрунту згідно ДСТУ 4287:2004 [26] і визначали такі показники:

- вміст гумусу згідно з ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини [27];
- pH інструментальним методом згідно ДСТУ ISO 10390:2007 Якість ґрунту. Визначення pH [30];
- гідролітичну кислотність за ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності [28].
- вміст легкогідролізованого азоту за методом Корнфілда (ДСТУ 7863:2015 Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда) [29];
- рухомі сполуки фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова (ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і обмінного

калію) [24].

під час вегетації сочевиці виконувалися обліки і спостереження:

- площу листкової поверхні – за методом висічок [33];
- кількість і масу бульбочок на рослині – згідно методики, описаної В. В. Волкогоном та ін. [8];
- облік урожаю зерна проводили методом суцільного збирання [33].

У рослинних зразках визначали:

- вміст сухої речовини термостатно-гравіметричним методом [32];
- показники якості (вміст білка, жиру, клітковини) методом інфрачервоної спектроскопії [25];
- масу 1000 насінин – за ДСТУ ISO 520:2015 Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен [31].

Оптимальні дози добрив та доцільність застосування мікробного препарату визначали за показниками економічної ефективності з урахуванням витрат за цінами у IV кварталі 2023 року [13].

Статистична обробка результатів дослідження проводилася стандартними програмами (ПІК «Agrostat», MSOfficeExcel), дисперсійний аналіз – за методикою В. О. Єщенка та ін. [12].

РОЗДІЛ 4.
ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЧЕВИЦІ

4.1. Зміна агрохімічних показників ґрунту під посівами сочевиці

Важливим чинником впливу на обмін речовин у рослині є поживний режим ґрунту. Основним показником, що його регулює є родючість ґрунту. Вважається, що родючість ґрунту є важливим енергетичним ресурсом, який не може зрівнятися з іншими видами енергії за значенням для аграрного виробництва [4]. Показником, що його характеризує є вміст потенційно доступних елементів живлення в кореневмісному шарі ґрунту впродовж вегетації, перш за все азоту, фосфору й калію. Вважають, що поліпшити ці показники можна внесенням добрив. Проте, якщо мінеральні добрива застосуються у низьких дозах, то можливе навіть зменшення вмісту елементів живлення в ґрунті [15].

З даних таблиці 3 видно, що змін показника вмісту гумусу в ґрунті майже не спостерігалося. Застосування добрив сприяло його незначному підвищенню. Із

Таблиця 3

Агрохімічні показники ґрунту в шарі 0–20 см під сочевицею після застосування мінеральних добрив, 2022–2023 р.

Варіант досліду	Вміст гумусу, %	pH_{KCl}	Hг, смоль/кг	S, смоль/кг	V, %	Вміст у ґрунті, мг/кг		
						$N_{легк}$	P_2O_5	K_2O
Без добрив (контроль)	3,79	5,78	2,68	28,0	91,3	108	101	118
$P_{30}K_{40}$ – фон	3,82	5,75	2,55	27,4	91,5	110	111	117
Фон + N_{30}	3,90	5,72	2,69	27,1	91,0	124	113	115
Фон + N_{30} + S_{34}	3,93	5,70	2,71	26,9	90,8	130	115	113
Фон + N_{30} +Mo	3,92	5,71	2,69	26,9	90,9	132	114	113

застосуванням добрив спостерігалося підкислення реакції грунтового розчину, що в майбутньому може призвести до виникнення потреби у вапнуванні.

Сума ввібраних основ та ступінь насиченості основами майже не змінювалися від застосування удобрювальних продуктів.

Вирощування сочевиці за різними варіантами удобрення спричиняло певні зміни вмісту NPK в ґрунті. Так, відсутність внесення азотних добрив у контрольному варіанті і $P_{30}K_{40}$ спричинило зменшення його в ґрунті на 11 і 10 мг/кг відповідно. Відсутність внесення фосфорних добрив також спричиняла його зменшення в грудні. А от дози калійних добрив досліду не зумовлювали його збереження чи підвищення, отже необхідне збільшення його доз на посівах сочевиці.

4.2. Формування азотфіксувального апарату

Зернобобові культури мають конкурентну перевагу, між сільськогосподарських польових культур, через здатність до азотфіксації, це зумовлено високою вартістю синтетичних мінеральних добрив та їх негативний вплив на природу. Завдяки цьому забезпечується значна економія за вирощування сочевиці, також переважна частина фіксованого азоту зосереджується в кореневій системі та соломі і може бути доступна для наступних культур сівозміни [6].

На симбіотичну діяльність рослин значний вплив має, як інокуляція, так і застосування різних доз добрив [46]. При цьому, відзначено, що першочергово змінюються кількісні показники рівня симбіотичної діяльності (кількість і маса бульбочок на рослині). Так, інокуляція препаратом Ризоактив Бобові збільшила кількість бульбочок на 19 %, а їх масу на 27 % [21]. Також, дослідження показують, що поєднання інокуляції і удобрення підвищувало врожайність посівів сочевиці на 54 %, а удобрення в поєднанні з підживленням мікродобривами – на 47–53 %, а поєднання всіх трьох чинників

на – 59–61 %. Виявлено вплив поєднання удобрення та інокуляції на збільшення кількості бобів і насіння в них, а також маси 1000 насінин, найістотніше проходили зміни за внесення $N_{15}P_{45}K_{45}$ та $N_{10}P_{40}K_{55}$ [10].

Вагомий вплив на симбіотичну активність має низка чинників: наявність видо- та сортоспецефічних бактерій, ґрунтові та погодні умови, а також стан рослини і фаза розвитку. Якщо на перший чинник ще можна вплинути за допомогою інокуляції, то решта майже не підлягає регулюванню. За сприятливих умов сочевиця здатна засвоїти до 80 кг/га азоту з повітря [61]. Однак фактично фіксує близько 20–60 кг/га азоту. Це зумовлюється ослабленням активності симбіозу від впливу несприятливих умов вирощування [46].

До чинників, що здатні обмежувати симбіотичну азотфіксацію, і як наслідок знижувати врожайність, також належить нестача фосфорного живлення [69].

Водночас застосування інокуляції насіння не є гарантією кращого засвоєння рослинами азоту, а забезпечує його доступність рослинам, що сприяє формуванню вищої врожайності без виснаження ґрунтових запасів азоту [46].

Проведеними дослідженнями встановлено зміну кількості бульбочок на рослинах сочевиці залежно від варіанту удобрення та від інокуляції насіння (таб. 4). Так, у фазу цвітіння на рослинах сочевиці утворювалося від 9 до 16 шт/рослину без інокуляції та 12–24 шт із інокуляцією. Залежно від варіанту удобрення підвищення кількості бульбочок відмічено на 1–7 шт/рослину. Проведення інокуляції збільшувало показник на 3–8 шт/рослину.

Після фази цвітіння починається природне зменшення кількості бульбочок, що пояснюється фізіологічними процесами. Так у фазу утворення бобів їх кількість була на рівні 5–13 шт/рос без інокуляції та 9–16 – з інокуляцією.

Таблиця 4

Утворення бульбочок на рослинах сочевиці залежно від удобрення та інокуляції (2022–2023 рр.), шт/рослині

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослини				Зміна у фазу цвітіння	
	Цвітіння		Утворення бобів		удобрення	інокуляції
	б/і	і	б/і	і		
Без добрив (контроль)	9	12	5	9	–	+3
$P_{30}K_{40}$ – фон	10	14	6	11	+1	+4
Фон + N_{30}	13	16	10	12	+4	+3
Фон + N_{30} + S_{34}	15	19	12	16	+6	+4
Фон + N_{30} +Mo	16	24	13	16	+7	+8

Примітка: б/і – без інокуляції; і – з інокуляцією.

Отже, дослідженнями встановлено позитивний вплив, як інокуляції на утворення бульбочок на рослинах сочевиці, так і доз добрив, тому для формування продуктивного симбіотичного апарату варто поєднувати удобрення культури з передпосівною інокуляцією.

4.3. Динаміка наростання листкового апарату сочевиці

На реалізацію генетичного потенціалу значний вплив має оптимальна робота фотосинтетичного апарату, адже в процесі фотосинтезу утворюються органічні речовини, які є основою формування їх продуктивності [46]. Сільськогосподарські культури, а також їх сорти чи гібриди, мають різну площу асиміляційної поверхні і цей показник варіює в широких межах. Так, наприклад для зернових культур оптимальна площа листкової поверхні змінюється в межах 40–60 тис. $м^2$/га [35], аа збільшення або зменшення показника зазвичай призводить до зменшення врожаю. За площі листків

посівів сочевиці 30–40 тис. м^2/га спостерігається підвищення частки поглинутої енергії; а за подальшого збільшення листкового індексу можливе погіршення освітленості середніх та особливо нижніх ярусів листків, що може знижувати чисту продуктивність фотосинтезу [46].

На площу листків і ефективність роботи асиміляційного апарату значний вплив має забезпеченість рослин вологою та мінеральними елементами живлення, дотримання оптимальних норм висіву, строків сівби та інших технологічних заходів [35].

Хоч і сонячна радіація здатна поглинатися всіма органами рослини, все ж таки найбільша її частина поглинається листковими пластинками. З ростом стебла поступово утворюються і розвиваються листки сочевиці, з низу до верху. Це впливає на зміну їх світлового режиму в процесі вегетації. Зазвичай на листкове поглинання припадає приблизно 80–90 % сонячної енергії, решта поглинається стеблами й іншими органами. У сочевиці, як і в деяких інших зернобобових культур, частиною листків є вусики, які також беруть участь у фотосинтезі, підтримують рослини у більш випрямленому положенні, що забезпечує інтенсивніше проникнення сонячних променів у глибину посіву [35].

Отримані дані вказують, що мінеральні добрива та інокуляція сприяли збільшенню площі листкового апарату в усі фази росту й розвитку рослин сочевиці (табл. 5).

З даних таблиці бачимо, що пік утворення площі листової поверхні припадає на фазу цвітіння. В цій фазі зміни від удобрення в межах 30,4–33,3 тис.м^2/га залежно від удобрення та 34,3–36,8 – від удобрення й інокуляції. У фази гілкування і утворення бобів цей показник був відповідно: 14,2–18,7, 18,8–23,1 та 28,3–31,2, 32,7–34,2. Слід відзначити, що вплив на формування площі листового апарату значно впливало поліпшення умов азотного живлення. Хоч і доза внесення азоту була однакова, проте створення умов для кращої його фіксації з повітря завдяки сірці і молібдену значно підвищувала цей показник. Так наприклад, відбувалося збільшення показника у варіантах

Фон + N_{30} + S_{34} і Фон + N_{30} +Мо порівняно з контролем і Фон + N_{30} на 3,8, 0,9 та 4,5, 1,6 тис.$м^2$/га відповідно.

Таблиця 5

Площа листкового апарату посівів сочевиці залежно від удобрення та інокуляції (2022–2023 рр.), тис. $м^2$/га

Варіант досліду	Фаза росту й розвитку рослин					
	Гілкування		Цвітіння		Утворення бобів	
	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Без добрив (контроль)	14,2	18,8	30,4	34,3	28,3	32,7
$P_{30}K_{40}$ – фон	15,6	20,3	31,3	34,2	28,5	33,6
Фон + N_{30}	17,1	23,7	32,3	35,3	31,1	34,2
Фон + N_{30} + S_{34}	18,0	22,4	32,9	36,1	31,4	34,7
Фон + N_{30} +Мо	18,7	23,1	33,3	36,8	31,2	34,2

Примітка: б/і – без інокуляції; і – з інокуляцією.

Отже, дози добрив та інокуляція мають значний вплив на формування площі листкового апарату рослин сочевиці.

4.4. Урожайність і якість насіння сочевиці

Важливим завданням сучасного рослинництва є розробка та впровадження екологічних і адаптованих технологій вирощування всіх сільськогосподарських культур. Головна їх особливість це максимальна адаптація рослин до навколишніх природних умов з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів [46]. На врожайність польових культу має вплив багато чинників, зокрема таких як: родючість ґрунту, доступність елементів живлення, ґрунтово-кліматичні умови,

генетичний потенціал сорту чи гібриду, для бобових культур також інокуляція насіння.

Поряд із азотним живленням, важливу роль для росту, розвитку і формування продуктивності всіх сільськогосподарських культур, у тому числі і сочевиці відіграє сірка [18]. Для бобових культур, до яких належить сочевиця, важливим мікроелементом є молібден. Він бере участь у процесах фіксації атмосферного азоту, завдяки чому підвищується врожайність і якість вирощеної продукції. У всіх ґрунтах України вміст молібдену значно нижче оптимального рівня, тому важливо застосовувати цей елемент живлення під час вирощування бобових культур, зокрема сочевиці [13].

З даних табл. 6 бачимо, що як удобрення, так і інокуляціія забезпечували істотні прирости.

Таблиця 6

Урожайність сочевиці залежно від удобрення та інокуляції (2022–2023 рр.), т/га

Варіант досліду	Без ін-ції, т/га	З ін-цією, т/га	Приріст від добрив, т/га	Приріст від інокуляції, т/га	Вплив інокуляції, %
Без добрив (контроль)	1,89	1,97	–	0,08	4
$P_{30}K_{40}$ – фон	2,16	2,32	0,27	0,16	7
Фон + N_{30}	2,29	2,50	0,40	0,21	9
Фон + N_{30} + S_{34}	2,35	2,68	0,46	0,33	14
Фон + N_{30} +Mo	2,42	2,60	0,53	0,18	7
$НІР_{05}$	0,14		—	—	—

Приріст від застосування добрив в середньому по роках становив 0,27–0,53 т/га, що на 14–28 % більше відносно контролю. Найбільша врожайність і приріст без інокуляції насіння відмічені на варіанті досліду Фон + N_{30} +Mo.

Однак застосування передпосівної інокуляції забезпечило більшу врожайність у варіанті досліду Фон + N_{30} + S_{34} –2,68 т/га.

Передпосівна інокуляція насіння безперечно позитивно впливала на рівень врожаю. Цей агрозахід підвищував врожайність від 4 до 14 % залежно від варіанту удобрення. Найбільший приріст від інокуляції отримано у варіанті досліду Фон + N_{30} + S_{34} – 0,33 т/га або 14 %.

Отже, як застосування мінеральних добрив, так і передпосівна інокуляція забезпечувало істотний приріст врожаю по всіх варіантах. Кращим варіантом, який забезпечує найвищу врожайність без передпосівної інокуляції є Фон + N_{30} +Mo (2,42 т/га), а із її застосуванням – Фон + N_{30} + S_{34} (2,68 т/га).

Якісні показники зерна дають ключову роль у визначенні його цінності та придатності для використання в різних галузях, таких як сільське господарство, харчова промисловість та ін. Дослідженнями встановлена залежність зміни маси 1000, вмісту білка і жиру від досліджуваних факторів (табл. 7).

Таблиця 7

Якість насіння сочевиці залежно від доз і поєднань добрив та інокуляції, 2023 р.

Варіант досліду	Маса 1000 насінин, г		Вміст, %			
			білка		жиру	
	1*	2	1	2	1	2
Без добрив (контроль)	45,6	46,5	24,2	24,4	0,81	0,78
$P_{30}K_{40}$ – фон	48,2	49,4	24,0	24,2	0,95	0,88
Фон + N_{30}	51,9	53,3	24,8	24,8	0,78	0,75
Фон + N_{30} + S_{34}	51,3	52,2	24,9	24,9	0,79	0,74
Фон + N_{30} +Mo	49,8	51,6	24,8	24,9	0,78	0,74
$НІР_{05}$	2,3		1,1		0,03	

Примітка. 1 – без інокуляції насіння, 2 – з інокуляцією.

Маса 1000 насінин в досліді змінювалася, як від удобрення, так і від інокуляції. Максимальний приріст від удобрення становив 5,3 г, а від

інокуляції – 1,8 г. Суттєвих змін вмісту білка в насінні сочевиці залежно від досліджуваного фактору не відмічено. Вміст жиру в насінні залежав від вмісту білка – чим більший його вміст, тим менший вміст жиру.

Отже, для отримання високоякісного врожаю сочевиці необхідне раціональне поєднання доз удобрення у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння.

РОЗДІЛ 5.
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ

Агропромисловий комплекс України – є важливим сектором національної економіки, де формується близько 17% ВВП, він є одним з основних бюджетоутворюючих та експортоорієнтованих секторів національної економіки. Посткризове відновлення економіки України вимагає розвитку аграрного виробництва на інтенсивній основі, що дозволить забезпечити продовольчу безпеку країни, а також реалізувати конкурентні переваги країни на світових ринках продовольства.

Отже, підвищення рівня ефективності виробництва продукції рослинництва є найважливішим завданням, від вирішення якого залежить забезпечення належного рівня продовольчої безпеки, насичення ринку власною сільськогосподарською і продовольчою продукцією.

За результатами обрахунків (табл. 8) відмічається підвищення прибутковості вирощування сочевиці із застосуванням мінеральних добрив. Рівень прибутку був у межах 976–3585 грн/га. Найбільший прибуток був у варіанті Фон + N_{30} +Mo, рівень рентабельності становив 44 %.

Застосування добрив у поєднанні із інокуляцією забезпечило прибутковість в межах 1290–9413 грн/га, однак застосування інокуляції зумовило більшу прибутковість і рівень рентабельності у варіанті Фон + $N_{30}S_{34}$, відповідно 9413 грн/га і 118 %.

Отже, за результатами економічної ефективності кращим для отримання високого прибутку є варіант досліду Фон + $N_{30}S_{34}$ у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння, який забезпечить рівень рентабельності на рівні 118 %.

Таблиця 8

Економічна ефективність системи застосування добрив під сочевицею, в середньому за 2022–2023 рр.

Варіант досліду	Вартість приросту, грн			Витрати, пов'язані із застосуванням удобрювальних продуктів, грн/га						Прибуток від отриманого приросту врожаю, грн/га		Рівень рентабельності (збитковості), %	
				Всього		у тому числі							
						вартість удобрювальних продуктів		навантаження, перевезення, внесення удобрювальних продуктів і дороблення приросту врожаю					
	у*	і	у+і	у	у+і	у	у+і	у	у+і	у	у+і	у	у+і
Без добрив (контроль)	–	1760	–	–	470	–	400	–	70	–	1290	–	–
$P_{30}K_{40}$ – фон	5940	3520	9460	4964	5437	4207	4607	757	830	976	4023	20	74
Фон + N_{30}	8800	4620	13420	7249	7721	6143	6543	1106	1178	1551	5699	21	74
Фон + $N_{30}S_{34}$	10120	7260	17380	7495	7967	6352	6752	1143	1215	2625	9413	35	118
Фон + N_{30} +Mo	11660	3960	15620	8075	8547	6843	7243	1232	1304	3585	7073	44	83

Примітка. у – удобрення; і – інокуляція; у+і – удобрення + інокуляція.

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Моделювання виробничих небезпек та заходи по їх усуненню під час удобрення сочевиці

Сучасне вирощування сільськогосподарських культур, передбачає використання високопродуктивної та різноманітної техніки і великий різновид мінеральних добрив і засобів захисту рослин, тому при цьому варто приділяти особливу увагу створенню безпечних умов праці, оскільки саме поліпшення умов праці є одним з резервів росту продуктивності праці та ефективності аграрного виробництва.

Організація охорони праці при виконанні робіт по вирощуванні сочевиці пов’язана із виконанням робіт із добривами, які і сприяють підвищенню кількості та якості урожаю, однак поряд з цим і створюють умови із великою кількістю шкідливих та небезпечних виробничих чинників.

Враховуючи реально існуючі шкідливі фактори при роботі з мінеральними добривами, роботу потрібно організовувати так, щоб знизити їх негативну дію на організм людини та навколишнє середовище.

Безпека праці за умови використання мінеральних добрив досить суттєво залежать від правильної організації умов праці. В умовах дослідного поля були організовані механізовані загони з внесення мінеральних добрив, які створюються на певний період роботи. Загін забезпечується машинами для навантаження добрив, а також розкидачами добрив. Роботи по внесенню мінеральних добрив виконуються під керівництвом та контролем агронома або відповідального викладача.

При виконанні робіт з добривами працівники забезпечуються спецодягом, взуттям, засобами індивідуального захисту, миючими та знешкоджувальними засобами.

Перед початком роботи відповідальний оглядає поле і організовує та обладнує місце для відпочинку. В місцях відпочинку та на кожному тракторі повинна бути аптечка.

Після закінчення роботи з мінеральними добривами, працівники повинні прийняти душ. Спецодяг та інші засоби індивідуального захисту слід зберігати в спеціальних ящиках, окремо від чистого одягу. При використанні респіраторів необхідно стежити за своєчасною зміною патронів та чистотою гумової напівмаски.

Моделювання виробничої небезпеки під час сівби сочевиці:

НУ1→НД←НУ2
↓
НС→Т

НУ 1 – посівний агрегат не обладнаний двосторонньою сигналізацією.

НУ 2 – тракторист не пройшов інструктажу з охорони праці.

НД – можливе рушання трактора з місця без сигналу сівача.

НС – падіння сівача.

Т – травма.

Отже, для уникнення таких небезпечних ситуацій рекомендується не допускати до експлуатації несправну сільськогосподарську техніку і працівників без проходження інструктажів з охорони праці.

6.2. Охорона навколишнього середовища при удобренні сочевиці

В екологічних правовідносинах переважають відносини, що виникають з приводу охорони навколишнього природного середовища, основою виникнення і розвитку яких є інтереси теперішнього і майбутніх поколінь людей, їхні потреби в чистому і здоровому навколишньому природному середовищі.

Охорона навколишнього природного середовища відноситься до глобальних проблем, життєво важливих для всього людства. В період науково-технічного прогресу вплив людини на природу набув величезної сили

і глобальних масштабів. Вже немає жодного місця на Землі, де б людина тією чи іншою мірою не впливала на природу. Відповідно зростає роль охорони природи, яка є єдиним джерелом існування громадського суспільства. Природа має величезне соціальне, виробниче, економічне, наукове й оздоровче значення.

Особливо гострою є проблема охорони навколишнього природного середовища в Україні. Винятковою особливістю екологічного стану с ускладнення екологічно небезпечних локальних ситуації після аварії на Чорнобильській атомній електростанції.

Охорона навколишнього природного середовища в нашій державі ще не стала внутрішньою потребою і переконанням багатьох організаторів виробництва і громадян. Ресурсомісткість продукції України перевищує світовий рівень у два-три, а енергомісткість – у шість-дев'ять разів. Техногенний тиск території України у шість-сім разів перевищує рівень розвинутих європейських держав. Це результат того, що довгий час за умови розміщення виробничих сил зовсім не враховувалися погреби охорони навколишнього природного середовища, не запроваджувалися запобіжні заходи щодо недопущення тієї складної екологічної ситуації.

Забезпечений охорони навколишнього природного середовища життєво важливе для всіх галузей народного господарства і всіх об'єктів природи: земель, вод, рослинного і тваринного світу, атмосферного повітря, надр і природно-заповідного фонду України.

Гостро стоїть питання про охорону навколишнього природного середовища в промисловості і на транспорті, сільському господарстві, містах та інших населених пунктах, в культурно-побутовій сфері.

Отже, наша держава має розробити чітку політику та програму дій, спрямовані на збереження і відродження довкілля, забезпечення екологічної безпеки України і насамперед її громадян. Йдеться про створення Національної програми охорони навколишнього природного середовища, в основі якої лежатиме нове екологічне законодавство.

ВИСНОВКИ

Дослідження спрямовувалися на встановлення оптимальних доз мінеральних добрив у поєднанні з передпосівною інокуляцією сочевиці для забезпечення підвищення врожайності. За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

✓ вплив удобрення та інокуляції на утворення бульбочок на кореневій системі сочевиці: для забезпечення симбіозу рослин із бульбочковими бактеріями необхідне забезпечення оптимальних умов для їх росту і розвитку. В досліді найкращі умови для симбіозу були створені у варіанті Фон + N_{30} +Mo, де їх приріст від удобрення становив +7, а від інокуляції +8 шт/рослину;

✓ вплив удобрення та інокуляції на динаміку наростання листкового апарату рослин сочевиці: для утворення оптимального листкового апарату необхідне забезпечення рослин вологою, оптимальною температурою і елементами живлення, на останнє ми можемо впливати. В досліді найкращі умови для утворення листкового апарату були у варіантах Фон + $N_{30}S_{34}$ і Фон + N_{30} +Mo. Безперечно позитивний вплив на підвищення даного показника мала інокуляція.

✓ вплив удобрення та інокуляції на урожайність сочевиці: метою вирощування бідь-якої сільськогосподарської культури є отримання високого врожаю з мінімальними затратами. За відсутності можливості проведення передпосівної інокуляції кращі показники отримано у варіанті досліду Фон + N_{30} +Mo – врожайність 2,42 т/га, рівень рентабельності – 44 %. За умови проведення передпосівної інокуляції кращі умови для формування урожаю складалися у варіанті досліду Фон + $N_{30}S_{34}$ у якому отримано 2,68 т/га насіння з рівнем рентабельності 118 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1) Адамень Ф. Ф., Корчинський А. А. Основні напрямки науково-технічної політики у селекції сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 10. С. 5–7.

2) Алейнікова Л. М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату сочевиці. Матеріали науково-практичної конференції присвяченої пам'яті С. Ф. Третьякова (Полтава, 13–14 травня 2014 р.). Полтава, 2014. С. 4–5.

3) Бабич А. О., Іванюк С. В., Темченко І. В., Барвіненко О. В. Адаптивна селекція зернобобових в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 39–42.

4) Балаєв А. Д., Тонха О. Л. Актуальні питання збереження якості чорноземів. *Агрохімія і ґрунтознавство (спецвипуск)*. Харків, 2010. Кн. 2. С. 170–172.

5) Волкогон В. В., Бердніков О. М., Лопушняк В. І. Екологічні аспекти системи удобрення сільськогосподарських культур; за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2019. 264 с.

6) Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Аграрна наука, 2011. 156 с.

7) Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія. Київ : Аграрна наука, 2006. 321с.

8) Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія : монографія; за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наук. 2010. С. 235–245.

9) Генгало О. М, Генгало Н. О., Білоцерківець Г. І. Агрохімічні аспекти застосування сірковмісних добрив на різних типах ґрунтів (аналітичний огляд). URL: www.Irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bit/…/cgiir bis_64 exe

10) Гирка А. Д., Лень О. І., Алейнікова Л. М. Продуктивність сочевиці залежно від інокуляції насіння та системи мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу. *Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 6. С. 131–135.

11) Гладіх Є. Ю., Круподеря Ю. О., Панасенко Є. В. Роль окремих елементів живлення у підвищенні стресостійкості рослин за екстремальних погодних умов. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 1–2(25). С. 55–63.

12) Городній М. М., Лісовал А. П., Бикін А. В. та ін. Агрохімічний аналіз. Київ : Арістей, 2005. 468 с.

13) Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 560 с.

14) Господаренко Г. М., Мусієнко Л. А., Столяр А. В. Ефективність азотфіксації сочевиці залежно від удобрення. *Біологічні процеси оптимізації продукційного процесу культурних рослин* : матеріали Всеукр. наук.-практ. онлайн-конф., присвяченої 60-річчю ІСМАВ НААН (м. Чернігів, 26–27 жовтня 2021 р.). Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2021. С. 135–137.

15) Господаренко Г. М., Невлад В. І., Прокопчук І. В., Прокопчук С. В. Симбіотична азотфіксація та врожай : монографія. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 324 с.

16) Господаренко Г. М. Особливості удобрення зернобобових. *The Ukrainian Farmer*. 2013. №2. С. 66–68.

17) Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

18) Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ : «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.

19) Господаренко Г. М., Черно О. Д. Баланс азоту, фосфору та калію у польовій сівозміні за 40-річного застосування добрив. *Вісник Уманського ДАУ*. 2005. №12. С. 13–21.

20) Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.

21) Данильченко О. М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату чини та сочевиці. *Вісн. Сумського нац. аграрн. ун-ту*. 2012. Вип. 9. С. 121–124.

22) Данильченко О. М., Жатова Г. О. Урожайність і якість насіння кормових бобів та сочевиці залежно від інокуляції бактеріальними препаратами і внесення мінеральних добрив. *Вісн. ЖНАЕУ*. 2016. № 1. Т. 1. С. 94–101.

23) Дідович С. В., Кулініч Р. О. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 184–187.

24) ДСТУ 4115–2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003–01–01]. Київ : Державний комітет України з питань технологічного регулювання та споживчої політики, 2002. 9 с. (Національні стандарти України).

25) ДСТУ 4117:2007. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 2007–08–09]. Київ, 2007. 7 с. (Національний стандарт України).

26) ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 10 с. (Національний стандарт України).

27) ДСТУ 4289: 2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 16 с. (Національний стандарт України).

28) ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015–04–01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 14 с. (Національний стандарт України).

29) ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016–07–01]. Київ, 2016. 9 с. (Національний стандарт України).

30) ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення pH (ISO 10390:2005, IDT). [Чинний від 2009–10–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 8 с. (Національний стандарт України).

31) ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен (ISO 520:2010, IDT). [Чинний від 2016–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 4 с. (Національний стандарт України).

32) ДСТУ ISO 712:2015 Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод (ISO 712:2009, IDT). [Чинний від 2016–01–01]. Київ, 2015. 21 с. (Національний стандарт України).

33) Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

34) Зернові бобові культури / за ред. Д. Ф. Лихваря. Київ : Урожай, 1964. 316 с.

35) Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми : ВТД «Університетська книга», 2004. 464 с.

36) Інформаційно-довідкова система «сорт». URL: http://sort.sops.gov.ua/cultivar/view/252.

37) Камінський І. В. Ефективність використання зернобобових культур у сівозмінах як попередника. *Економіка АПК*. 2013. № 10. С. 24–28.

38) Коць С. Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2011. Т. 43. №3. С. 212–225.

39) Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.

40) Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.

41) Лопушняк В. Динаміка вмісту рухомих форм сірки у темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом різних систем удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2013. № 17(1). С. 154–157.

42) Лопушняк В. І. Баланс сірки за різних систем удобрення культур у зерно-просапній плодозмінній сівозміні західного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. №2. С. 55–57.

43) Моргун В. В., Коць С. Я. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: стан і перспективи досліджень. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2008. Т. 40. №3. С. 187–205.

44) Носко Б. С., Христенко А. О., Шаповалова В. С. Калійний рівень ґрунтів і біопродуктивність рослин. *«Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації»* : матеріали міжнар. науково-практ. конф. Чернігів–Харків, 2004. С. 233–240.

45) Оцінювання мікроелементного складу ґрунтів України для ведення органічного землеробства / за ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Бородіної. Харків : Бровін О. В., 2020. 144 с.

46) Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Слободянюк С. В., Карпук Л. М. та ін. Сочевиця. Біологія та вирощування : монографія. Вінниця, ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.

47) Сауляк О. М. Процеси росту і розвитку сочевиці харчової залежно від норм висіву та удобрення в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №3. С. 44–48.

48) Управління живленням рослин в умовах погодно-кліматичних флуктуацій; за ред. М. М. Мірошниченка і Є. Ю. Гладкіх. Київ : Аграрна наука, 2022. 160 с.

49) Центило Л. В. Функціонування азотфіксувального симбіозу та продуктивність гороху за різних видів і рівнів удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 37–42.

50) Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.

51) Черенков А. В., Клиша А. І., Кулініч О. О., Корж З. В. Біологічні особливості та перспективи вирощування сочевиці в Україні. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 215–218.

52) Badarneh D. M. D. Magnitude of nitrogen fixation by lentil at different rates of phosphorus using 15N technique. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 1995. №175. P. 7–14.

53) Barczak B., Lopushniak V., Moskal M. Yield of spring barley in conditions of sulphur fertilization. *Journal of Central European Agriculture*. 2019. 20(2). P. 636–646.

54) Biederbeck V. O., Campbell C. A., Rasiah V. et al. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. *Soil biology and biochemistry*. Issues 8–9, August 1998. 1998. Vol. 30. P. 1177–1185.

55) Biederbeck V. O., Zentner R. P., Campbell C. A. Soil microbial populations and activities as influenced by legume green fallow in a semiarid climate. *Soil biology and biochemistry*. Vol. 37. Issues 10, October 2005. P. 1775–1784.

56) Biswapati M., Pal S., Mandal L. N. Effect of molybdenum, phosphorus and lime application to acid soils on dry matter yield and molybdenum nutrition of lentil. *Journal of Plant Nutrition.* 1998. Vol. 211. P. 139–147.

57) Brennan R. F., Bolland. M. D. A. Application of fertilizer manganese doubled yields of lentil grown on alkaline soils. *Journal of Plant Nutrition*. 2003. Vol. 26. P. 1263–1276.

58) Dawood R. A., El-Far I. A. Response of agronomic and quality characteristics of lentil to foliar microelements. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 1994. Vol. 25. P. 143–154.

59) Garland J. L., Cook K. L., Adams J. L., Kerkhof L. Capturability as and indicator of succession in microbial communities. *Microbiol. Ecol*. 2001. Vol. 42. №2. P. 150–158.

60) Khurana M. P. S., Bansal R. L., Nayyar V. K. (1998) Influence of zinc application on yield and micronutrient nutrition of lentil grown on Typic Ustochrepts. LENS Newsletter 25, P. 38-41.

61) Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd edition. Edited by P. Marschner. Amsterdam, Netherlands : Elsevier/Academic Press, 2012. 684 p.

62) Nyle C. B., Ray R. W. The nature and properties of soil. New Jersey: Upper Saddle River, 2002. 960 p.

63) Singh B. P., Sakal R., Singh A. P. Response of lentil varieties to iron application on highly calcareous soils of Bihar. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 1985. Vol. 55. P. 56–58.

64) Srivastava S. P., Bhandari T. M. S., Yadav. C. R. et al. Boron deficiency in lentil: yield loss and geographic distribution in a germplasm collection. *Plant and Soil*. 2000. Vol. 219. P. 147–151.

65) Stoytcheva M., Zlatev R. Agricultural Chemistry. Croatia, Rijeka : InTech, 2013. 224 p.

66) Tate, R. L. Soil microbial diversity research: whither to now? *Soil Sci*., 1997. Vol. 162. №9. P. 605–606.

67) 200 The fertilizer encyclopedia / Gowariker Vasant et al. New Jersy : John Wiley & Sons Inc., 2009. 861 p.

68) Turay K. K., Andrews M., McKenzie B. A. Effects of starter nitrogen on early growth and nodulation of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Proceedings Annual Conference* : *Agronomy Society of New Zealand*. 1991. №21. P. 61–65.

69) Wen G., Chen C., Neill K. et al. Yield response of pea, lentil and chickpea to phosphorus addition in a clay loam soil of central Montana. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2008. Vol. 54(1). P. 69–82.