МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту
«____» _____ 2024 р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ СОЇ У ТОВ «АГРОНИВА-ЧЕРКАСИ» ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав – студент ІІ курсу, групи 21м-а
спеціальності 201 Агрономія
ОРЕЛ Олег Олегович

Керівники: СТАСІНЄВИЧ Олександр,
к. с.-г. н., доцент

Умань – 2024

ЗМІСТ

		Стор.
ВСТУП		3
РОЗДІЛ 1	ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ (огляд літератури)	6
РОЗДІЛ 2	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
	2.1 Ботанічна і біологічна характеристика сої	16
	2.2 Особливості сорту ЕС Ментор	19
РОЗДІЛ 3	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
	3.1 Характеристика грунту	20
	3.2 Погодні умови	23
	3.3 Схема досліду	28
	3.4 Агротехніка вирощування сої у досліді	28
	3.5 Методика проведення досліджень	30
РОЗДІЛ 4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
	4.1 Динаміка вмісту мінерального азоту в ґрунті	31
	4.2 Симбіотична діяльність рослин сої залежно від умов мінерального живлення	37
	4.3 Ріст і розвиток рослин сої	39
	4.4 Урожайність сої залежно від удобрення	44
	4.5 Якісні показники врожаю зерна сої	46
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ	50
РОЗДІЛ 6	БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ СОЇ У ТОВ «АГРОНИВА-ЧЕРКАСИ»	53
РОЗДІЛ 7	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ	56
ВИСНОВКИ		61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		63
ДОДАТКИ		71

ВСТУП

Головним завданням агропромислового комплексу України є забезпечення населення нашої країни продовольчими ресурсами, тваринництво кормами, а харчову і переробну промисловість необхідною сировиною. До проблем, які потребують негайного розв'язання в межах всієї планети, належить нестача білка [1].

До факторів, які спричиняють недостатнє виробництво білка в Україні належить деградація природного середовища (землеробство України функціонує за від'ємного балансу гумусу, азоту та інших поживних речовин), неповне використання рослинних ресурсів, зокрема представників родини бобових, що вирощуються в обсязі меншому від потреби [2, 3].

Найважливішою стратегічною зернобобовою культурою світового сільського господарства є соя.

На початку XXI століття соя займає домінуюче положення серед бобових культур, які продукують рослинний білок. За валовим збором соя займає четверте місце в світі після пшениці, кукурудзи і рису. В 2006 році Україна зайняла перше місце в Європі за обсягами виробництва сої, тепер входить до дев'ятки найбільших країн – виробників цієї культури в світі і має велику перспективу розширення її посівів. За 1961–2006 рр. виробництво сої зросло з 1 до 876 тис. т, або у 876 разів. Тільки за 2001–2006 рр. площа сої в країні зросла із 73 тис. га до 748, або в 10 разів, виробництво її насіння – із 73,9 тис. т до 876, або в 11,9 разів, урожайність – із 10,1 до 11,7 ц/га, або на 15,8% [4].

Зростання її виробництва – це найбільш швидкий шлях збільшення продовольчих ресурсів країни і вирішення проблеми білка. Унікальність цієї культури полягає в тому, що вона за вегетаційний період продукує два врожаї – білка і жиру, а також більшість органічних речовин. В насінні сої міститься 38 – 42% білка, 18 – 23% жиру, 25 – 30% вуглеводів, ферменти,

вітаміни, мінеральні речовини [5].

Завдяки унікальному хімічному складу вона здавна використовується як продовольча, кормова і олійна культура. Розширення посівних площ, збільшення рівня урожайності зерна сої – шлях до підвищення родючості ґрунту, поповнення продовольчих ресурсів та вирішення ключової проблеми білка .

Низька врожайність сої, вирощуваної в умовах Правобережного Лісостепу України свідчить про недостатнє вивчення в даному регіоні особливостей росту і розвитку культури, процесів фотосинтезу, біологічної фіксації азоту, формування врожаю і раціонального удобрення .

Слід зауважити, що значущим чинником забезпечення високої продуктивності агроекосистем є органічні та мінеральні добрива. Дослідженнями вітчизняних учених доведено, що близько 50% збільшення врожайності сільськогосподарських культур в XX ст. є результатом застосування добрив [6].

Актуальність роботи знаходиться в площині колообігу азоту, пошуку оптимального поєднання в системі удобрення сої симбіотичного та мінерального азотного живлення. Особливо актуальним є встановлення кількісної, економічної і енергетичної оцінки цих процесів, та одержання високих врожаїв зерна на чорноземі опідзоленому в умовах Правобережного Лісостепу України.

В Україні існує потреба у виробництві соєвих бобів як на продовольчі, так і на кормові цілі. Суть проблеми недостатньої кількості виробництва зерна сої полягає в нестабільних площах посіву, та використанні не повною мірою біологічної продуктивності вирощуваних сортів сої. Тому важливого значення в умовах енергетичної кризи сьогодення набуває пошук та вдосконалення технологічних заходів вирощування сої, які повинні бути спрямовані на підвищення врожайності і якості зерна, в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах і сприяли б збільшенню вмісту в ґрунті доступних сполук азоту за рахунок азотфіксації.

Мета досліджень – полягала у встановленні оптимального застосування мінеральних добрив на основі залучення найбільшої кількості біологічного азоту при вирощуванні сої на зерно на темно-сірому лісовому ґрунті в умовах ТОВ «Агронива-Черкаси» Звенигородського району Черкаської області.

Для реалізації цієї мети передбачалось вирішення таких завдань:

– вивчити особливості формування асиміляційної поверхні, динаміки наростання надземної маси і формування врожаю насіння залежно від забезпеченості ґрунту рухомими формами азоту;

– встановити зміну агрохімічних властивостей ґрунту впродовж вегетації під впливом мінерального і біологічного азоту;

– встановити вплив умов живлення рослин на врожайність, елементи продуктивності, азотфіксуючу активність культури і якісні показники зерна сої;

– визначити економічну ефективність внесення мінеральних добрив під сою та розробити пропозиції виробництву.

РОЗДІЛ 1
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ (огляд літератури)

Населення земної кулі щорічно зростає майже на 90 млн. осіб, тому виробництво продовольства необхідно збільшувати [7, 8], що в свою чергу відповідно потребує використання більшої кількості основних біофільних елементів.

Більшість ґрунтів України характеризуються значною потенційною родючістю. За умов застосування науково-обгрунтованої агротехніки, високої організації праці вони здатні забезпечувати високі врожаї сільськогосподарських культур [9].

Однак, соціально-економічні перетворення у сільському господарстві України в останні роки призвели до багатьох негативних наслідків, одним з яких є прогресуюче зниження родючості ґрунтів, внаслідок неприпустимо низького рівня застосування органічних і мінеральних добрив, насамперед азотних. У результаті цього відбулося значне зниження продуктивності полів [10].

Один із шляхів вирішення білкової проблеми полягає в збільшенні посівних площ, ефективному, творчому підході до вирощування зернобобових культур – зокрема сої. Питанню вирощування сої присвячена велика кількість досліджень в аграрній науці. Однак, деякі питання удобрення сої з урахуванням конкретних грунтово-кліматичних умов залишаються і на сьогодні недостатньо вивченими.

Соя належить до високопродуктивних культур, яка здатна формувати високі врожаї за умов дотримання зональних технологій вирощування. Слід зауважити, що поряд із збільшенням площ посіву і виробництва сої, як джерела кормового білка і азоту в ґрунті, важливого значення набувають

пошуки наукового обґрунтування та диференціації підходів щодо використання мінеральних добрив в конкретних грунтово-кліматичних умовах вирощування [11, 12].

Одними з головних причин, які знижують ефективність використання добрив, є недосконаліть способів і технологій їх внесення, поліморфічна поведінка деяких видів рослин на умови зовнішнього середовища, недостатнє забезпечення біофільними елементами [13]. Вище наведені чинники свідчать про необхідність змін традиційних підходів до системи удобрення культури і важливість розробки оптимізації умов живлення для окремих сортів чи гібридів з метою максимальної продукційної їх здатності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, що дасть змогу перейти від загальноприйнятих до високо інтенсивних збалансованих систем удобрення, які в свою чергу підвищуватимуть родючість ґрунту, активність біологічної фіксації азоту, рівень врожайності і якості зерна [14,15,16,17].

Отже, основним недоліком традиційних систем удобрення є спрямування їх на удобрення ґрунту, а не рослин, тому що їх потреби в елементах живлення не розподіляються згідно проходження фаз онтогенетичного розвитку, що не завжди враховується. Тому досягти ефективної дії добрив без врахування кліматичних умов, фізіологічних вимог культури та наявності поживних речовин у ґрунтовому розчині не можливо.

Першочергове значення в живленні рослин сої, як і інших культур, відіграють азот, фосфор і калій. Однак, як відмічають науковці, азот для сої був і залишається лімітуючим елементом, а його поступова акумуляція є головним (вирішальним) фактором формування врожаю рослин і родючості ґрунту [5, 18, 19, 20].

Про позитивний вплив бобових рослин на родючість ґрунту відмічали ще в давні часи Теофраст, Пліній, Катон і Колумела. Велике сільськогосподарське значення бобових рослин було показане в кінці XVIII ст. австрійським агрономом І. Шубартом, а в XIX ст. розпочалось широке їх використання в сівозмінах [21].

На сьогоднішній день, як стверджують О.Г.Тараріко, О.В.Шерстобоєва, В.П. Патика [3], для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва України, а також відтворення родючості ґрунтів щороку слід вносити 2,2 млн. тонн азоту, що в розрахунку на 1 га складає 50–60 кг, тоді як вноситься лише 15–20% від потреби (10–15 кг/га).

Основними джерелами азотного живлення рослин є: азот мінеральних сполук, утворених у ґрунті в результаті мікробіологічних процесів; азот внесених мінеральних добрив, азот органічних добрив, азотні сполуки, що утворюються при фіксації молекулярного азоту мікроорганізмами, азотні сполуки, які надходять у ґрунт з атмосферними опадами, поливною водою та насінням [19].

Для реалізації генетичного потенціалу продуктивності рослин сої всі елементи мінерального живлення повинні знаходитись в оптимальному співвідношенні, особливо в критичні для рослин періоди вегетації (цвітіння, утворення бобів), оскільки нестача в зазначені періоди одного з них призводить до різкого зниження продуктивності рослин незалежно від забезпеченості іншими елементами. Умови середовища вирощування рослин сої відіграють важливу, а часто і вирішальну роль у реалізації формування симбіотичного апарату з рослиною господарем. Згідно результатів наукових досліджень на ефективність симбіозу між рослинами сої та ризобіями впливає ряд антропогенних факторів, таких як вологість, аерація, температурний режим, рівень pH, пестициди, наявність в ґрунті кальцію, магнію, бору, молібдену і кобальту [22, 23].

Питання ефективного поєднання в живленні сої біологічного і технічного азоту досить багатогранне. Складність оптимізації азотного живлення сої полягає в необхідності створення оптимальних умов для проходження процесів засвоєння мінерального азоту та біологічної фіксації атмосферного азоту, які б не пригнічували один одного. Так, і понині не існує єдиної точки зору про здатність процесу азотфіксації забезпечити

максимальну продуктивність рослин, а звідси, відповідно і доцільність застосування мінеральних азотних добрив під сою [24, 25].

На думку вчених [26] питання азотного живлення бобових рослин необхідно розглядати для географічних умов, кожного роду і навіть виду окремо, інакше розбіжність в поглядах неминуча. Тому питання про необхідність внесення азотних добрив для удобрення сої залишається дискусійним.

На основі проведених досліджень вітчизняними та іноземними вченими висунуто основну концепцію азотного живлення бобових, що ґрунтується на чотирьох точках зору.

Прихильники першої точки зору вважають за необхідне вносити під сою невеликі (стартові) дози азоту ($N_{30–60}$), а також внесення їх доцільне при низькому ступені забезпеченості ґрунту фосфором та калієм – $Р_{60}К_{60}$ та $К_{45-60}$ на фоні азотфіксуючої діяльності бульбочкових бактерій.

В результаті п’ятирічних досліджень, проведених в Інституті кормів УААН виявлено, що максимальну насіннєву продуктивність сої було одержано при внесенні $N_{67}Р_{90}К_{90}$, при цьому збільшення врожаю зерна становило 2,3 – 2,9 ц/га, порівняно з варіантом, де вносили $N_{45}Р_{60}К_{60}$. Максимальну врожайність насіння (25,4 ц/га) отримано при поєднанні вапнування з внесенням повного мінерального добрива $N_{45}Р_{60}К_{60}$ на фоні інокуляції. Приріст урожайності становив 4,4 ц/га або 20,9%, порівняно з варіантом без внесення добрив. Дослідженнями встановлено, що поєднання середніх доз мінеральних добрив з інокуляцією на фоні вапнування сприяло підвищенню вмісту сирого протеїну в зерні сої до 37,68 – 38,22%, що більше на 2,38 – 2,92% порівняно з вмістом протеїну в зерні рослин, вирощених у варіанті без внесення мінеральних добрив [27].

А.О. Бабич і В.Ф. Петриченко [28, 29] стверджують, що в результаті проведених досліджень урожай сої при сівбі без добрив та інокуляції становив 27,4 ц/га, з внесенням мінеральних добрив у нормі $Р_{60}К_{60}$ – 28,1 ц/га, $Р_{60}К_{60}$ + інокуляція – 30,0 ц/га, $Р_{60}К_{60}$ + N_{30} у фазі двох трійчатих листків

– 24,2 ц/га.

За даними вчених Інституту кукурудзи, урожайність сої при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ становила 18,5 ц/га, в поєднанні з обробкою насіння ризоторфіном – 20,5 ц/га. Під впливом фосфорних добрив, азотно-фосфорних, азотно-калійних і фосфорно-калійних та інокуляції урожайність підвищувалась відповідно на 2,8; 2,2; 04 і 4,1 ц/га [24].

В трьохрічних дослідженнях Інституту ґрунтознавства і програмування врожаю ім. Н. Пушкарова найвищу прибавку врожайності одержано в результаті передпосівної інокуляції насіння сої нітрагіном в поєднанні з внесенням $N_{40}P_{80}K_{80}$ – 7 ц/га, тоді як без внесення мінеральних добрив, за рахунок передпосівної інокуляції – 5,3 ц/га [30].

На сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах Центрального Лісостепу поєднання внесення мінеральних добрив та передпосівної інокуляції насіння сої сприяло значному підвищенню врожайності: при застосуванні $P_{60}K_{60}$ – на 2,9 ц/га, при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 3,8 ц/га порівняно до варіанту без внесення добрив [31].

Дослідженнями проведеними в Черкаському інституті агропромислового виробництва УААН на чорноземі реградованому встановлено, що у варіантах без внесення добрив сорти Агат і Подільська 416 формували врожайність на рівні 13,2 і 15,9 ц/га. Проведення передпосівної інокуляції насіння штамом 71–Т як на фоні внесення добрив, так і без них сприяло підвищенню врожайності зерна на 0,8–4,1 ц/га. Найбільший приріст урожаю – 2,8–4,1 ц/га, одержано при поєднанні передпосівної інокуляції з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ [32].

Як зазначають А.В. Дробітько та В.І. Січкар [33] в умовах південно-західного Степу України встановлено, що у варіанті без добрив (контроль), досліджувані сорти сої Аркадія, Одеська та Альтаїр, формували врожайність на рівні 16,1 та 15,4 ц/га відповідно. Внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}$ – $N_{60}P_{60}$ у поєднанні з інокуляцією насіння сої ефективним штамом 634 б підвищувало врожайність сортів Альтаїр на 1,77 та 2,6 ц/га, сорту Аркадія

Одеська – на 1,53 і 2,43 ц/га відповідно. Застосування мінерального азоту в кількості 60 кг/га істотно не пригнічувало процес азотфіксації. Найвищий середньорічний приріст урожайності одержано на фоні $N_{60}P_{60}$ – 14,2 і 15,1 % відповідно без інокуляції та з інокуляцією.

Наведені результати досліджень узгоджуються з даними досліджень інших установ [34].

До прихильників другої точки зору відносять вчених, які вважають, що при внесенні високих доз азотних добрив ($N_{120–150}$), і повному забезпеченні рослин сої основними макроелементами максимальної продуктивності посівів можна досягти без обробки насіння ризоторфіном.

В 1979–1981 рр. на Кримській державній сільськогосподарській станції вивчали режим зрошення, а також дози, строки і співвідношення мінеральних добрив на врожайність зерна сої. Аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат і 40% калійну сіль вносили в дозах $N_{40\text{-}120}$, $P_{40\text{-}120}$, $K_{40\text{-}120}$ під час основного обробітку ґрунту [35]. На фоні трьох режимів зрошення максимальну врожайність зерна (28,4 – 31,1 ц/га) одержано у варіанті з повним внесенням добрив у дозі $N_{80}P_{120}K_{60}$ без інокуляції. Збільшення дози добрив до $N_{120}P_{120}K_{120}$ не призвело до збільшення врожайності.

Дослідженнями Всеросійського НДІ сої, внесення різних доз азоту (30, 60, і 90 кг/га) на лугово-чорноземних ґрунтах збільшувало урожайність зерна на 0,8; 1,0 і 1,3 ц/га [36].

В трьохрічних дослідженнях, виконаних на Донецькій сільськогосподарській дослідній станції, встановлена дія мінеральних добрив на врожайність та якість сої за умов зрошення. Так, середньому за три роки при роздільному застосуванні добрив найбільший приріст врожаю зерна порівняно з контролем було одержано від внесення N_{60} (3,7 ц/га), у варіантах з парними комбінаціями поживних елементів найбільш ефективним виявилось поєднання $N_{60}K_{60}$, де приріст врожайності становив 4,4 ц/га, застосування повного мінерального удобрення в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечувало зростання врожаю на 5,3 ц/га, а в дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 6,9 ц/га. Зростання

врожайності відбувалося за рахунок формування на рослинах більшої кількості бобів і більшої маси 1000 насінин. Максимальний біологічний врожай зеленої маси формувався під впливом повного мінерального удобрення, при цьому зростав вміст сирого протеїну в зерні. У варіантах з окремими видами добрив і парними комбінаціями, за виключенням $N_{60}K_{60}$, спостерігалась лише тенденція росту врожаю. Аміачна селітра при роздільному внесенні, а також при поєднанні з суперфосфатом і калійною сіллю сприяла зростанню вмісту протеїну в зерні на 2,5–3,6 абсолютних відсотки [37].

Дослідами вчених [38] з вивчення впливу рівня мінерального живлення на продуктивність, величину і активність симбіотичного апарату сої в умовах Лісостепу встановлено, що у варіанті без добрив рослини сої формували врожай 17,3 ц/га, при внесенні мінерального азоту в дозах $N_{(100\text{-}300}$ кг/га$_)$ урожайність сої збільшувалась на 2,8 і 2,9 ц/га відповідно.

В результаті проведених досліджень [39] встановлено, що у варіантах без внесення азотних добрив урожайність сої становила 20,5 ц/га, а у варіантах із зростаючими дозами азоту ($N_{150\text{-}300}$) відповідно 24,1 і 16,6 ц/га. Внесення максимальної дози азотних добрив до сприяло формуванню більшої вегетативної маси, ніж генеративної.

У той же час, як вказують інші вчені [40], найбільший (рекордний) урожай зерна сої – 73 ц/га одержано при внесенні $N_{140}P_{224}K_{260}$.

Численні результати наукових досліджень свідчать, що внаслідок інтенсивного використання азотних добрив цикл азоту в ґрунті стає все більш незбалансованим. Цей процес відбувається внаслідок порушення рівноваги між біологічною азотфіксацією і денітрифікацією, іммобілізацією і мінералізацією надходженням азотних сполук атмосфери з опадами, їх поверхневим змиванням та біогенною акумуляцією у верхніх шарах ґрунту. Втрати азоту в результаті життєдіяльності денітрифікуючих і нітрифікуючих мікроорганізмів часто досягають 208 кг N за рік. У середньому в Центральній і Західній Європі втрати азоту з газоподібними сполуками становлять 60–70

кг N/га за рік [41].

Отже, використання в системі удобрення сої лише мінерального азоту є не перспективним, тому що існує великий дефіцит азотних добрив і економічно недоцільно вносити їх там, де можливе використання азоту атмосфери.

Згідно з прихильниками третьої точки зору система удобрення повинна складатися без використання мінерального азоту, оскільки 70-80 % від своєї потреби в азоті рослини сої здатні задовольняти за рахунок симбіотичної азотфіксації (за сприятливих умов), а при погіршенні умов азотфіксації – на 45% і менше.

Підґрунтям такого підходу до системи удобрення є твердження, що рослини сої здатні забезпечувати свою потребу в азоті за рахунок азотфіксації, якщо створити необхідні умови для активного бульбочкоутворення кореневою системою. Як відмічають Є.В. Чекасіна [42], З.Н. Лупашку [43], А.О. Бабич А.К. Лещенко [44], Є.П. Трепачов [45] унікальною особливістю родини бобових, що вирізняє їх з поміж всього іншого рослинного світу, є здатність вступати в симбіоз з бульбочковими бактеріями, в яких відбувається фіксація молекулярного азоту атмосфери. Механізми взаємодії бобових рослин з бульбочковими бактеріями (ризобіями) вивчаються, інтенсивно досліджуються найкрупнішими науковими центрами світу [17, 32].

Прихильники четвертої точки зору вважають, що система удобрення сої повинна включати наступні елементи: внесення фосфорно – калійних добрив в повній дозі восени під основний обробіток, внесення стартових доз ($N_{30–60}$) добрив під передпосівну культивацію і $N_{30–60}$ на початку утворення бобів. Аргументується дана точка зору тим, що в реальних умовах вирощування бобових рослин азотфіксація постійно доповнюється асиміляцією нітратів і амонію. Обидва ці процеси відбуваються зазвичай одночасно. Відомо, що функція фермента нітрогенази, який каталізує процес зв’язування молекулярного азоту, визначається перш за все концентрацією

мінерального азоту в ґрунті [46].

Малими дозами азотних добрив для бобових культур вважають 20–40 кг елемента в перерахунку на 1 га, а дозу 60 кг інколи відносять вже до середніх. У деяких роботах малі дози інколи називають стартовими, що навряд чи для польових умов є правильним. Стартовою є така кількість елемента, яка сприяє формуванню симбіотичного апарату, і покращує живлення рослин до початку їх функціонування [16; 47].

У дослідженнях О.С. Чинчика [48], проведених на чорноземі опідзоленому в умовах південно-західної частини Лісостепу України в Подільській державній аграрно-технічній академії встановлено, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на формування врожайності. Так, за внесення $N_{30}P_{90}K_{90}$ сорт сої Агат при широкорядному посіві формував врожай на рівні 32,3 ц/га, тоді як при рядковому – 27,8 ц/га.

На думку болгарського вченого I. Lebeqencu [49], азотні добрива необхідно використовувати для удобрення рослин сої лише на ґрунтах, які мають низький вміст азоту, в якості стартового удобрення (N_{15-30}). На опідзолених ґрунтах доцільно сумісно вносити 4-5 т дефекату одночасно з N_{50}.

Для оптимізації умов азотного живлення рослин сої на початку вегетації в багатьох країнах (Угорщина, Італія, Франція) вносять “стартові” дози азотних добрив, які забезпечують потребу рослин в азоті до початку активності азотфіксуючих мікроорганізмів. На думку вчених Югославії, ефективність внесення азотних добрив на чорноземних легкосуглинкових ґрунтах нижча, ніж на суглинкових, оскільки прибавка врожаю при внесенні N_{90} становила 2,7 ц/га, тоді як на суглинкових – 6,1-7,2 ц/га порівняно з варіантом без внесення добрив.

Інші вчені [50] вважають, що доцільніше азотні добрива вносити на всіх типах ґрунтів весною в невеликих дозах (30–40 кг/га). З метою підвищення ефективності використання азотних мінеральних добрив посівами сої їх необхідно вносити в ґрунт при сівбі.

Огляд наукової літератури з питань використання азотних добрив в системі удобрення сої дозволяє відмітити, що застосування середніх доз азотних добрив в системі удобрення рослин сої має сенс переважно на бідних ґрунтах із низькою родючістю. Використання ж високих доз азоту економічно не виправдовується, а спроби за рахунок цього підвищити врожай не дають позитивного ефекту, якщо протягом вегетації не забезпечується активна робота симбіотичного аппарату [51].

Суперечливість літературних даних, щодо ефективності використання мінерального азоту в живленні сої пояснюється, перш за все тим, що не виконуються необхідні умови ефективної азотфіксації. Поки що немає достатньо обґрунтованих параметрів, при яких проходить максимальна азотфіксація в агробіоценозах.

У дослідженнях останніх років, спрямованих на оптимізацію системи живлення сої, звертається все більша увага на використання біологічного азоту з метою підвищення рівня економічної ефективності вирощування даної культури.

Однак, як показує вище наведений матеріал, питання оптимізації живлення рослин сої шляхом внесення мінеральних добрив є недостатньо вивченим. Це пов’язано з проведенням досліджень лише в окремих ґрунтово-кліматичних зонах, не на всіх по забезпеченості елементами живлення ґрунтах. Тому, вивчення використання мінеральних добрив під сою на темно-сірому лісовому ґрунті в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах ФГ «Правобережне» Уманського району Черкаської області є надзвичайно важливим, що й визначило мету і завдання наших досліджень.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика сої

Соя (Clycine hispida Maxim) відноситься до родини Бобові [52]. Цей рід складається більше ніж із 110 видів. Культура сої – однорічна трав'яниста рослина. Коренева система стрижена. Головний корінь у верхній частині потовщений, але через 10-15 см зменшується в діаметрі і не відрізняється від бокових коренів, які в свою чергу, багатократно гілкуються. Коренева система розвивається в орному шарі. Через 7-10 днів після сходів на головному і побічних коренях утворюються бульбочки, що обумовлені появою бульбочкових бактерій. Рослина і бактерії знаходяться в симбіозі. Бактерії фіксують вільний азот атмосфери і постачають ним рослину, а рослина дає вуглеводи. Стебло грубе, циліндричне, висотою від 30-50 до 80-100 см, прямостояче, але зустрічаються і напівстоячі, лежачі та виткі форми. Підсім'ядольне коліно при проростанні зелене або має антоціанове забарвлення різної інтонації На стеблі утворюється від 2 до 8 і більше бокових гілок. Товщина стебла і бокових гілок від 4 до 22 мм. Довжина міжвузлів від 3 до 1 8 см і більше.

Форма куща залежить від кута відходження гілок, їх кількості і довжини. Вони бувають розкидисті, щільні, напівщільні, ліровидної і пірамідальної форми та інші.

Справжні листки трійчасті, ціле краєві, розміщені по одному на кожному вузлі послідовно. Листкова пластинка різної величини, довжиною від 3 до 15 см. За формою вони бувають яйцевидними з гострими або округлими кінчиками, овально загостреними або овальними, ланцето видними. Колір листків темно-зелений, зелений, сіро-зелений. Поверхня листка гладенька, але зустрічається і шорстколиста, де листки з верхнього і нижнього боку покриті густими волосками.

Квіти дрібні, зібрані у суцвіття-китиці. Суцвіття розташовані в пазухах листків на верхівці стебла і на гілках. Число квіток коливається від 2-4 в мало квіткових суцвіттях до 25 і більше в багатоквіткових. В основі квітколожа є приквітник, а в основі чашечки – два маленькі приквітники. Віночок білий або фіолетовий з різною інтенсивністю забарвлення. Тичинок 10, із них 9 зрослих, одна вільна. Тичинки з 3–4 гніздами. Приймочка плоска. Перехресне запилення незначне 0,3–0,5%. В малоквіткових суцвіттях розвивається 1-3 боби, а в багатоквіткових є і більше. Боби прямі або зігнуті, рідко серцевидні, вздуті, або плоскі із загостреним кінчиком. Мають 2-3 насінини, рідко 4, Колір бобів піщано-сірий, світло-жовтий, жовто-коричневий. Вони вкриті волосками. Колір і величина насіння залежить від сорту. В.Б.Єнкян [5] ділить насіння за величиною на шість груп:

1. Дуже дрібні (маса 1000 насінин 40–90 г);
2. Дрібні (100–140г);
3. Середні (150–200 г);
4. Великі (210–250 г);
5. Дуже великі (260–300 г);
6. Виключно великі (310–425 г).

Насіння буває овальне, кулясте, видовжене, ниркоподібне. Сім'ядолі жовті, але зустрічаються і зелені. Насіннєва оболонка в одних сортів гладенька і блискуча, в інших матова. У багатьох формах спостерігається розрив насіннєвої оболонки, сильно вираженої в роки з різким перепадом вологих періодів до сухих. В загальному це зв'язано з нерівномірним ростом сім’ядолею і насіннєвої оболонки, але інколи ця ознака передається по спадковості. Останнє свідчить про те, що це обумовлено генетичне [52].

Важливою ознакою сортів є високе прикріплення нижніх бобів. Кількість бобів на одній рослині різна і залежить від сорту, густоти стояння рослин, умов живлення і водного режиму.

Світло відіграє важливу роль в розвитку сої, яка відноситься до рослин короткого дня. Серед рослин короткого дня соя найчутливіша до зміни його

довжини. Щоб прискорити цвітіння для неї необхідно від 2 до 6 коротких днів, тоді як для інших культур – 7–40; навпаки при невеликому збільшенні довжини дня цвітіння затримується. С сорти з дуже незначною реакцією на довжину дня, їх від носять до нейтральних. Але для більшості сортів сприятлива довжина дня 13–15 годин.

За довжиною вегетаційного періоду, що пов'язаний з довжиною дня, сорти поділяються на дуже скоростиглі 80–100 днів, скоростиглі – 105–120, середньостиглі – 120–136, пізньостиглі – 140–150 днів і більше.

Соя – теплолюбива культура, її вирощують на великій території від екватора і майже до 54 північної широти. Мінімальна температура проростання насіння 6–7^0, сприятлива 12–14^0, оптимальна 18–20^0 С. Сходи витримують короткочасні приморозки -2-3^0 і нижче, але при цьому дещо затримується ріст. Сума активних температур за вегетаційний період становить від 1700 до 3200^0 С при середньодобових температурах не менше 15–17^0 С. Для формування репродуктивних органів сої сприятлива температура 18-19^0 С, оптимальна 21–23^0 С, для цвітіння 19–21^0 і 22–25^0 С, для утворення бобів і насіння 17–18^0 і 20–23^0 С, для достигання 13–16^0 і 18–20^0 С. Мінімальна температура для сої в ці фази становить відповідно 16–18^0, 13–14^0, і 7–8^0 С.

Соя вологолюбива культура. Транспіраційний коефіцієнт її коливається від 390 до 700, середній 500–550 і займає вона проміжне місце в групі зернобобових культур.

Для набухання насіння соя потребує 90–160% води від його маси. На урожай негативно впливає посуха у фазі цвітіння, формування і наливу зерна, а щоб ця посуха була незначною застосовують поливи. Під час вегетації соя витримує як короткочасну посуху, так і тимчасове надмірне зволоження ґрунту, особливо в період цвітіння.

Соя забезпечує високий урожай на чорноземах, каштанових, меліорованих, дерново-підзолистих ґрунтах. Для неї придатні ґрунти з pH від 5 до 8, оптимальні pH 6,5, непридатні для неї без меліорації солонці і

солончаки, заболочені і кислі ґрунти [5].

Соя дуже чутлива до поживного режиму ґрунту, причому поживні речовини засвоює вона під час вегетації нерівномірно. Максимальне засвоєння їх відбувається під час цвітіння, формування і наливу бобів. На формування 1 ц зерна витрачається 7,7–10 кг азоту, 1,7–4 кг фосфору, 3,2–4 кг калію. Щоб виростити урожай 33 ц/га необхідно близько 250 кг азоту, 63 – фосфору і 101 кг калію. При оптимальних умовах живлення, забезпеченість водою, світлом і теплом соя може давати до 60–70 ц/га насіння. У дослідах наукових установ на сортодільницях збирають до 40–50 ц/га [12].

2.2 Особливості сорту Васильківська

Сорт сої "ЕС Ментор" – оригінатор: Євраліс. Належить до манжурського підвиду. Рослини заввишки 80–90 см. Кущ напівстиснутий зі злегка кучерявою верхівкою, опушення руде, квітки дрібні фіолетові. Зерно велике, овально-кулясте, світло-жовте, рубчик коричневий з білим “вічком”, середній, овальний, поверхня зернини гладенька, блискуча. Листки довгасті, середньої величини – 7–8 см, темно-зелені, трійчасті, опушення густе. Маса 1000 насінин 150–160 г. Ранньостиглий. Висота рослин 77 см. Насіння овальне, жовте, рубчик коричневий, середній, овальний з білим «очеком». Маса 1000 насіння 198 г. У насінні міститься 42,8% білка та 20,5% олії. Опушення рослини руді. Форма середнього листочка яйцеподібна. Квітка фіолетова. Фарбування боба коричневе. Стійкий до ураження найбільш поширеними хворобами, а також до пониження температур у період цвітіння та плодоутворення. Відносно стійкий до дефіциту вологи в період формування генеративних органів. Завдяки високому вмісту білка і жиру, насіння має високі смакові якості і може використовуватись у харчовій промисловості. Висота прикріплення нижнього бобу – 12,2–14,8 см. Рекомендований до вирощування у Степу і Лісостепу [53].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліди з вивчення впливу різних доз мінеральних добрив на продуктивність рослин сої проводилися в умовах Правобережної провінції зони Лісостепу України на полі ТОВ «Агронива-Черкаси» Звенигородського району Черкаської області. Ця грунтово-кліматична підзона займає досить велику територію, до неї входить більша половина площі Черкаської області, північні райони Кіровоградської та південно-східні райони Вінницької області. Рельєф території – вирівняне плато водорозділу рік з пологими схилами південно–східної експозиції. Висота над рівнем моря – 245 м, підземні води залягають на глибині 18–20 м і у водному балансі кореневмісного шару ґрунту участі не беруть [54].

3.1 Характеристика грунту

Ґрунт дослідних ділянок – темно-сірий лісовий. Ґрунти цього різновиду займають близько 16% загальної площі Лісостепу України і поширені в правобережній його частині [55]. Вони характеризуються відносно однорідним гранулометричним і хімічним складом за профілем, вилугованістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним нагромадженням елементів живлення у гумусовому горизонті. Ці ґрунти відзначаються глибоким заляганням карбонатів (115–120 см).

Сою можна культивувати на різних ґрунтах, зокрема на чорноземах, сірих лісових, каштанових, дерново-підзолистих з оптимальним вологозабезпеченням. Оптимальна кислотність ґрунту для неї знаходиться в межах pH 6,5–7. Вона переносить високий рівень ґрунтових вод і pH ґрунтового розчину від 5,5 до 8,5. Коренева система потребує доброї аерації, структурного ґрунту. Вона добре росте на розпушених ґрунтах з об’ємною

масою 0,9 – 1,2 г/см^3. При підвищенні щільності до 1,27 г/см^3 і більше, послаблюється ріст рослин, на корінні формується мало бульбочок. Непридатні для її вирощування солонці та солончаки, заболочені та кислі ґрунти.

Темно-сірий лісовий грунт поля на якому проводились дослідження має такі генетичні ознаки:

НЕ 0–37 см. Гумусний слабоелювійований темно-сірого кольору, білястий від крем'янкової присипки орний шар пилувато-грудочкуватої структури, слабоущільнений, а підорний – грудочкувато-зернисто-горіхуватий, щільний; перехід поступовий, помітний за структурою, складом і кольором.

НІ 37–70 см. Гумусний слабоілювійований, верхній перехідний, добре і рівномірно гумусований, темно-сірий з буруватим відтінком, дрібногрудучкувато-горіхуватої структури, щільний, видно крем'янкову присипку, червоточини та кротовини; перехід поступовий.

I_2 69–105 см. Ілювіальний, коричнево-бурого кольору, легко-глинистий, горіху вато-призматичної структури, дуже щільний, грані мають характерний блиск від плівки вмитих колоїдів, перехід поступовий.

Рі 106–125 см. Порода слабоілювійована зі слідами гумусу у вигляді окремих карманів та затікань, буро-палевого кольору, структура грудочкувато-стовпчаста, вертикальні стінки структурних окремостей вкриті іржаво-бурою плівкою R_2O_3 з характерним блиском. Горизонт щільний, зрідка пронизаний кротовинами; перехід хвилястий, але добре помітний.

Рк 126–200 см. Материнська порода – лес палевого та темно-палевого кольору, дрібнозернистої структури, щільний, карбонати у вигляді прожилок, міцелію, окремих дрібних скупчень. Лінія скипання карбонатів знаходиться на глибині 135–140 см [56].

Агрохімічні та агрофізичні показники ґрунту дослідних ділянок наведено в табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Фізичні і гідрологічні властивості темно-сірого лісового грунту, 2024 р.

Шар грунту, см	Питома маса,г/см^3	Щільність, г/см^3	Вологість стійкого в'янення рослин, %	Максимальна польова вологоємність	
				%	мм
0–20	2,63	1,24	10,6	30,1	37,4
20–40	2,70	1,27	10,6	26,8	34,5
40–60	2,57	1,24	12,5	25,8	64,0
60–80	2,63	1,23	12,4	25,3	62,4
80–100	2,66	1,24	12,5	25,2	62,6

Таблиця 2

Агрохімічна характеристика темно-сірого лісового грунту, 2024 р.

Показники і одиниці виміру	Метод визначення	Шар грунту, см	
		0–20	20–40
pH сольової витяжки	Потенціометричний	6,0	6,1
Гідролітична кислотність, смоль/кг грунту	За Каппеном	2,4	1,6
Сума ввібраних основ, смоль/кг грунту	За Каппеном-Гільковицем	28,4	28,9
Ступінь насиченності основами, %	За Хіссинком	92,2	94,7
Азот лужногідролізований, мг/кг грунту	За Корнфілдом	108	83
Рухомі сполуки фосфору, мг/кг грунту	За Чиріковим	112	103
Рухомі сполуки калію, мг/кг грунту	За Чиріковим	104	85
Гумус, %	За Тюріним у модифікації Нікітіна	3,3	2,9

З наведеного матеріалу можна зробити висновок, що фізичні та гідрологічні властивості ґрунту – сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур, районованих у зоні досліджень. Слід відмітити, що орний шар поля характеризується середнім вмістом гумусу, низьким рівнем доступного азоту і підвищеним вмістом фосфору та калію. Ґрунт має слабокислу реакцію ґрунтового розчину та високий ступінь

насичення основами.

Отже, властивості ґрунту, на якому проводилися дослідження, і рельєф поля за своїми особливостями відповідають ґрунтовим різновидностям помірно континентальної східноєвропейської фації в межах якої можуть бути розповсюджені отримані в дослідах результати.

3.2 Погодні умови

Клімат регіону – помірно-континентальний і характерний для підзони достатнього зволоження Лісостепу України. Опади протягом року розподіляються нерівномірно. В теплий період (квітень – жовтень) їх випадає близько 40 % річної кількості. За тепловим режимом клімат регіону помірно-середньоконтинентальний. Безморозний період продовжується 160 – 170 днів. Період з річною сумою температур, що перевищує 10 ^{0}C, триває 140 – 160 днів. Середньодобова температура понад 5 ^{0}C триває 225 днів.

Весняний сезон починається з переходом середньодобової температури повітря через 15 ^{0}C. Літо характеризується високими температурами – середня температура становить 19 ^{0}C з коливаннями в окремі роки від 17 до 22 ^{0}C.

Теплий і вологий період цього сезону сприяє нормальній вегетації всіх районованих сільськогосподарських культур. Переважаючі літом вологі західні вітри приносять значну кількість опадів. Але в окремі роки спостерігається літня засуха, обумовлена тривалим і значним дефіцитом опадів з підвищеною температурою повітря, внаслідок чого втрачається значна кількість вологи ґрунту.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури через 10 ^{0}C спостерігається лише в середині жовтня, коли погода стає хмарною і дощовою та відмічаються перші приморозки. Для пізньої осені характерна мінлива температура з періодичним випаданням дощу чи снігу, які сприяють поповненню ґрунтової

вологи.

Зима переважно тепла, з частими відлигами і хмарною погодою. Середня температура повітря в найхолодніші місяці – мінус 6^0С. Ґрунт часто розмерзається, що сприяє кращому використанню зимових опадів. Під час відлиг температура може підвищуватися до плюс 9 – 12^0С. Такі перепади температур супроводжуються утворенням льодової кірки.

Соя – теплолюбна культура, бо сформувалася в умовах теплого мусонного клімату. Ареал її поширення – від екватора до 52 – 54^0 північної широти [9]. Тому на її ріст, розвиток і продуктивність впливає температура повітря, а тривалість вегетаційного періоду культури залежить від строку висіву та кількості тепла. Оптимальним строком сівби сої в Лісостеповій зоні вважається перша декада травня, коли ґрунт прогріється до 12 – 14^0С. Потреба її до тепла зростає від проростання насіння до сходів, потім – до цвітіння, появи зав'язі та формування насіння, а пізніше під час достигання вона зменшується. Для одержання високих урожаїв у відповідних районах соєсіяння необхідна сума активних температур: для дуже ранніх сортів – 1600 – 1900^0С, ранньостиглих –2000 – 2200^0С, пізньостиглих – 3000 – 3200 ^{0}С [52].

Температура ґрунту, при якій соя починає сходити, повинна бути на глибині загортання насіння 6 – 7^0 С, достигання – 12 – 14^0С, оптимальна –15 – 18^0С. Для росту проростків температура має бути на 2 – 3^0С вищою, ніж для проростання насіння, а мінімальна – 20 – 22^0С. Сходи сої витримують короткочасне зниження температури до мінус 2 – 3^0С і навіть нижчої. Якщо соя достигла, то осінні приморозки до мінус 3^0С не впливають негативно на врожай насіння.

З даних таблиці 3 видно, що середня багаторічна температура повітря дорівнює +7,4°С. Найнижча температура -5,7°С припадає на січень місяць, найвища температура – +23,0°С припадає на липень місяць. Період з середньодобовими температурами вище 0°С настає в кінці березня на початку квітня і закінчується в листопаді.

Погодні умови у рік проведення наших досліджень мали певні відхилення від середньобагаторічних. Це в першу чергу, стосується опадів, так як від їх кількості в найбільшій мірі залежить вирощування високого врожаю більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і сої.

Основні елементи погоди в роки проведення досліджень, наведено в таблиці 3. Як видно, в цілому за 2024 рік випало 553 мм опадів, що на 80 мм (або 12,3%) менше від середньо-багаторічних даних, при цьому розподіл їх за місяцями вегетації культури був досить не рівномірним.

Весна 2024 року була тривалою та помірно теплою і недостатньо забезпеченою проти середньобагаторічних значень за кількістю опадів. Середні температури повітря в березні та квітні на 1°С перевищували кліматичну норму. В травні температура була в межах 15,7°С, тобто на 1,1 °С вищою типових для зони значень, причому швидке наростання тепла почалося з другої декади цього місяця.

Кількість атмосферних опадів у березні (3,7 мм) та квітні (25,2 мм) була значно меншою кліматичної норми, а в травні їх відмічено на 13,5 мм більше, що сприяло формуванню стійких і вирівняних сходів буряків.

Сніговий покрив зійшов 9, а 11 березня повністю відтанув ґрунт. Переходи середньодобової температури повітря, в бік підвищення, відбулися: через 0°С – 4.03; через +5°С (початок вегетації озимих культур) - 28.03; через +10°С (початок вегетації теплолюбних культур) – 21.04; через +15°С (літній режим погоди) – 29.04.

Таблиця 3

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень за даними метеостанції Звенигородка

Сільськогосподарський рік	За рік*	Місяць											
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість опадів, мм													
Середньобагаторічна	586	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49	61	43
2023-2024	554	62,8	55,0	29,8	14,9	89,6	56,2	41,8	56,5	17,9	17,7	12,1	99,4
Температура повітря, ^{o}C													
Середньобагаторічна	8,8	2,8	–1,8	–3,4	–2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3
2023-2024	11,7	4,6	1,2	–1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7	10,8
Відносна вологість повітря, %													
Середньобагаторічна	76	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88
2023-2024	74	91	77	69	58	66	70	72	70	71	79	79	88

*– представлена річна сума опадів, середньорічна температура і відносна вологість повітря

Літо 2024 року виявилося теплим (середня температура повітря за сезон склала 20,1 °С, що на 2°С вище кліматичної норми), а атмосферних опадів було менше кліматичної норми. Середня температура повітря за червень, липень та серпень була вище типової для зони норми.

Атмосферні опади літнього сезону мали зливовий характер і в червні та липні були меншими за кліматичну норму, а в липні, серпні і вересні їх випало менше половини середньобагаторічних значень. В цілому погодні умови 2024 року були мало сприятливими для формування високоврожайних посівів сої.

Збирання врожаю розпочалось в кінці вересня.

Отже, в цілому 2024 рік був більш теплим, що справляло, при наявності вологи, позитивний вплив на перебіг фізіологічних процесів в рослинах сої.

Температурний режим повітря впродовж вегетаційного періоду сої в 2024 році був вищим за середньобагаторічні показники, що негативно впливало на ріст і розвиток рослин. Підвищення температури розпочалося в березні, коли середньодобова температура перейшла через 0°С. На початку квітня вона перейшла через плюс 5ºС, а в кінці – через плюс 10°С. У цілому температурний режим повітря в цей рік відхилявся від середньобагаторічних показників у бік вищих температур і в середньому за рік це перевищення становило відповідно 1,8°С.

В 2024 році відносна вологість повітря через нестачу опадів і високу температуру повітря була нижчою від середньбагаторічних показників [73].

Отже, погодні умови вегетаційного періоду в 2024 році можна вважати незадовільними для росту й розвитку рослин та формування доброго врожаю сої. Погодні умови, що склалися в рік проведення наших досліджень, мали істотний вплив на ефективність внесених добрив, урожайність і якість сої.

3.3 Схема досліду

Досліди з вивчення впливу різних норм азоту на зернову продуктивність сої проводили в тимчасових польових дослідах на дослідному полі кафедри агрохімії і грунтознавства за нижче наведеною схемою:

1) Без добрив (контроль);
2) $Р_{60}К_{60}$;
3) $N_{30}Р_{60}К_{60}$;
4) $N_{60}Р_{60}К_{60}$;
5) $N_{90}Р_{60}К_{60}$;

Площа кожної з дослідних ділянок складала 140 м^2, облікових – 100 м^2, повторення досліду триразове з рендомізованим розміщенням варіантів.

1 2 3 4 5 4 5 3 2 1 2 3 4 5 1

I - повторність II повторність III повторність

Рис. 1 Розміщення варіантів у досліді

Із добрив вносили аміачну селітру, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Фосфорні і калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, а азотні – весною під передпосівну культивацію.

3.4 Агротехніка вирощування сої в досліді

Сою розміщували у сівозміні після пшениці озимої. Основний обробіток ґрунту починається з лущення дисковими лущильниками ЛДГ-15 (вслід за збиранням попередника) на глибину 6–8 см, друге на 10–12 см при появі сходів бур'янів.

У другій половині вересня – першій половині жовтня проводять зяблеву оранку на глибину 22–24 см плугами ПЛН–4-35.

Весною обробіток починають з боронування і вирівнювання поля під кутом до напрямку оранки. Обов'язковим прийомом технології є вирівнювання поверхні ґрунту, яке необхідне для рівномірного загортання насіння, внесення гербіцидів і доброякісного збирання врожаю. Важливою умовою вирощування сої є застосування ефективних гербіцидів, які в поєднанні з агротехнічними заходами майже повністю очищають поля від бур'янів. Перед сівбою проводять внесення гербіциду трефлану 6 кг/га з наступною його заробкою. Внесення гербіциду проводиться ОПШ-15 з наступною заробкою на глибину 5–7 см, що є однією з умов ефективної дії гербіциду. Повторне обприскування проводиться по сходах культури у фазі 2–3 листків і появи одно- і дводольних бур'янів. Обприскування проводиться базаграном 2 кг/га, витрата робочої рідини 300–350 літрів на гектар. Перед сівбою проводиться культивація на глибину 5–7 см КПС-4.

Сіяти сою починають, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогрівається до 10–12^{0}С і спостерігається тенденція підвищення температури, що буває звичайно в кінці квітня на початку травня. Оптимальна глибина загортання насіння 4–5 см.

Сівбу сої сорту ЕС Ментор проводили сівалкою СЗ-3,6 з міжряддям 30 см, густота рослин 600 тис./га.

Важливою умовою є дотримання прямолінійності рядків, оптимальної швидкості руху посівного агрегату, рівномірності висіву сошниками, повної глибини загортання насіння. Після посіву проводиться прикочування ґрунту.

Збирання врожаю сої здійснювали шляхом збирання його суцільним способом комбайном “Дон-1500” та приведення до стандартної чистоти і вологості. Біологічну врожайність зерна визначали методом “пробних снопів” у фазі повної стиглості культури з перерахунком на 1 га. Для визначення структурних показників урожаю проводили розбір 25 рослин.

3.5 Методика досліджень

Відбір та підготовку зразків ґрунту для проведення аналізу проводили згідно ДСТУ ISO 10381-6-2001. Зразки ґрунту для визначення основних агрохімічних показників у шарі 0 – 100 см з кроком 20 см відбирали в такі фази росту сої (повні сходи, цвітіння, повна стиглість) з відбором зразків у двох повтореннях, не менше як у п’яти точках у кожному з повторень:

– вміст у ґрунті нітратного азоту визначали іонометричним методом – ГОСТ 26951–86;

– обмінний амоній – в 0,1н KCl витяжці з реактивом Неслера з послідуючим фотоколориметруванням за методом ЦІНАО – ГОСТ 26489–85;

– вміст лужногідролізованого азоту – за методом Корнфілда;

– вміст у ґрунті рухомих сполук фосфору і калію – за методом Чирікова в модифікації ЦІНАО – ДСТУ 4115–2002;

Обліки та спостереження, якісні аналізи сої в досліді проводили згідно нижче поданих методик:

1. Висоту рослин вимірювали у 100 типових рослин з варіанту досліду [61].

2. Площу листкової поверхні визначали методом “висічок”, масу сирих рослин – зважуванням.

3. Кількість і масу бульбочкових утворень на кореневій системі сої підраховували на 20 рослинах за загально прийнятою методикою [58].

4. При оцінці якості зерна визначали: вміст “сирого” протеїну в зерні сої за – методикою Н.І. Третьякова та ін. [59]; вміст “сирого” жиру – за ГОСТ 8756.21 – 70 [60].

5. Економічну оцінку досліджуваних факторів визначали розрахунковим методом з використанням технологічних карт, користуючись цінами 2024 року.

6. Статистичну обробку експериментальних даних проводили дисперсійним методом [61].

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Родючість ґрунту виступає як явище статистики та динаміки ґрунтотворних процесів, їх поєднання з динамікою росту й розвитку рослин. Серед комплексу факторів, що визначать родючість ґрунтів, найважливіша роль відводиться регулюванню кругообігу поживних речовин, які забезпечують матеріальну основу врожаю.

Відомо, що в процесах трансформації азоту в ґрунті головна роль належить мікроорганізмам, які відповідають за такі процеси як амоніфікація, нітрифікація, азотфіксація та денітрифікація. Саме недостатня увага до мікробіологічного фактору трансформації азоту – одна з головних причин низької ефективності використання азотних мінеральних добрив, надмірного нагромадження нітратів у продукції рослинного походження та масового забруднення біосфери окислами азоту [14].

В результаті проведених нами досліджень встановлено, що запаси поживних елементів у ґрунті змінюються протягом вегетаційного періоду сої в залежності від фази розвитку рослин та умов мінерального живлення.

4.1 Динаміка вмісту мінерального азоту в ґрунті

Формування високопродуктивного посіву сої знаходиться в прямій залежності від рівня забезпеченості та стану великого комплексу макро - і мікроелементів ґрунту і повітря. Склад елементів живлення в рослинах сої обумовлений певним елементарним складом, що сформувався під впливом умов зовнішнього середовища і генетичних особливостей рослини, який унікально поєднує найважливіші хімічні сполуки – білок та жир. Так, в залежності від умов вирощування рослини сої на формування 1 т зерна використовують 72 –100 кг азоту, 17–40 кг фосфору, 22–44 кг калію [12, 18].

Обв’язкою умовою одержання високих врожаїв сої є забезпечення

рослин необхідною кількістю елементів живлення. Соя на початкових етапах росту і розвитку слабше реагує на внесення азотних мінеральних добрив, ніж інші культури, а краще використовує їх післядію, що обумовлюється здатністю рослинного організму вступати в симбіотичні відносини з бульбочковими бактеріями. За рахунок внесення азотних мінеральних добрив частка азоту в прирості врожаю може становити понад 50% [16].

На формування 1 т зерна сої необхідно азоту в 2,5–3 рази більше, ніж на формування пшениці. Соя досить нерівномірно засвоює поживні речовини протягом вегетаційного періоду. Від сходів до цвітіння рослини сої здатні використовувати до 20% від загальної потреби азоту. В період цвітіння, утворення і росту і розвитку плодів інтенсивність використання основних елементів зростає в 2–3 рази. Під час наливу зерна поживні речовини, особливо азот, надходять із інших органів. Для формування врожаю при проведенні передпосівної інокуляції активним і вірулентним штамом бактерій, рослини сої використовують фіксований бульбочковими бактеріями азот атмосфери, який складає 40–70% від загальної потреби цього елемента. При несприятливих умовах розвитку бульбочкових бактерій частка фіксованого азоту може знижуватись до 10–20%, від фази цвітіння до повної стиглості засвоюється відповідно до 80% [9].

Виключно вирішальне значення для формування врожаю мають азотні добрива. Серед науковців не має єдиної точки зору щодо дози азотних добрив, яка б забезпечувала одержання стабільно високої продуктивності культури. Це пояснюється тим, що дослідження виконувались в різних грунтово-кліматичних умовах.

У результаті проведених досліджень нами встановлено, що засвоєння соєю основних елементів живлення в різні періоди розвитку рослин і при різних умовах мінерального живлення було нерівномірним [37]. Як видно з наведених у таблиці 4 даних у варіантах досліду, де не вносили добрива (контроль) на період сходів вміст нітратного азоту був найменшим.

Таблиця 4

Динаміка вмісту нітратного азоту ($N\text{-}NO_3$) в ґрунті під посівами сої (2024 р.), мг/кг

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин														
	Сходи					Цвітіння					Повна стиглість				
	Шар ґрунту, см														
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Без добрив (контроль)	6,3	5,7	3,9	2,6	2,3	5,3	6,2	4,1	3,3	2,0	1,8	2,2	1,8	1,6	1,7
$P_{60}K_{60}$	6,4	5,7	3,9	2,6	2,2	5,4	6,1	4,2	3,2	2,0	1,9	2,3	1,8	1,6	1,7
$N_{30}P_{60}K_{60}$	6,7	6,3	3,6	2,7	2,5	5,8	6,3	4,4	3,3	2,0	2,4	2,5	2,4	2,1	2,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	7,9	7,1	3,9	2,7	2,5	6,5	7,2	4,5	3,3	2,2	2,7	2,8	2,8	2,5	2,4
$N_{90}P_{60}K_{60}$	9,3	8,2	3,7	2,7	2,8	7,2	8,8	4,3	3,2	2,0	3,1	3,2	3,1	2,9	2,9

В досліджувані періоди росту і розвитку рослин сої спостерігалась загальна тенденція – шар ґрунту 0–20 см містив більшу кількість нітратного азоту, ніж шар 20–40см, оскільки азотні добрива, згідно схеми досліду, вносились під передпосівну культивацію. У глибших шарах ґрунту спостерігалось його поступове зменшення, найменшим вмістом нітратного азоту характеризувався шар ґрунту 80–100см у всіх варіантах.

Вміст нітратного азоту при внесенні азотних добрив у нормі 30 кг/га в період сходів становив в шарі ґрунту 0–20 см 6,7 мг/кг ґрунту. При збільшенні дози азотних добрив на 30 і 60 кг вміст нітратного азоту зростав відповідно на 1,2–2,6 мг/кг порівняно з варіантами, де вносили азотні добрива в дозі N_{30}. При внесенні азотних добрив вміст нітратного азоту також збільшувався і в шарі ґрунту 20–40 см. Так, у варіантах $N_{30}P_{60}K_{60}$ він зростав на 11% , а у варіантах $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ відповідно на 25 і 43% порівняно з варіантом без внесення добрив.

У фазу цвітіння показники вмісту нітратного азоту в верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см були дещо нижчими, ніж на початку вегетації, в

результаті більш інтенсивного використання рослинами сої. Проте необхідно відмітити, що в шарах ґрунту 40–60 і 60–80 см спостерігалась тенденція по збільшенню вмісту нітратного азоту.

Аналізуючи вміст нітратної форми азоту на кінець вегетації слід відмітити, що у варіантах з внесенням азотних добрив спостерігалась тенденція міграції елемента по профілю ґрунту більш чіткіше, ніж в періоди сходів і цвітіння та у варіантах, де добрива не використовувались. Найменшими показники вмісту нітратного азоту були в фазу повної стиглості і їх величина залежала від дози азотних добрив, що вносились і досліджуваного шару ґрунту. Значне зниження вмісту досліджуваної форми елемента в порівнянні з іншими досліджуваними періодами можна пояснити використанням рослинами сої азоту на формування врожаю.

Рослини в процесі росту та розвитку використовують поряд з нітратною формою азоту також амонійну. Дослідження вмісту амонійного азоту наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Вплив норм азотних добрив на динаміку вмісту амонійного азоту ($N\text{-}NH_4$) в ґрунті під посівами сої (2024 р.), мг/кг

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин														
	Сходи					Цвітіння					Повна стиглість				
	Шар ґрунту, см														
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Без добрив (контроль)	11,3	12,3	11,8	11,3	11,4	9,9	9,9	9,4	9,4	8,8	6,3	6,7	6,8	6,4	6,0
$P_{60}K_{60}$	11,3	12,7	11,9	11,5	11,6	9,9	9,9	9,1	9,6	8,7	6,3	6,4	6,4	6,4	5,8
$N_{30}P_{60}K_{60}$	12,0	12,7	12,1	11,8	11,6	10,5	10,6	8,9	9,8	8,9	6,9	7,2	6,4	6,0	5,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,3	13,3	11,9	11,7	11,7	11,3	11,2	9,4	9,7	8,6	7,7	7,9	6,5	6,0	5,8
$N_{90}P_{60}K_{60}$	13,0	14,1	12,5	11,9	11,2	12,1	12,0	8,8	9,9	8,5	8,1	8,4	6,4	5,8	5,5

Необхідно відмітити, що вміст амонійного азоту в період сходів у всіх

варіантах досліду характеризувався більш стійким значенням елемента по профілю ґрунту, ніж нітратного. Це можна пояснити малорухливістю досліджуваного елемента та сприятливими умовами амоніфікації в усіх шарах ґрунту. Внесення азотних добрив достовірно впливало на збільшення вмісту азоту.

В роки досліджень найменше амонійного азоту в період сходів спостерігалось у варіанті без внесення мінеральних добрив (контроль) в межах 11,3–12,3мг/кг по профілю досліджуваного горизонту. Достовірної різниці між вмістом амонійного азоту у варіанті контроль та при застосуванні $P_{60}K_{60}$ у всіх шарах ґрунту не виявлено. При внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ не спостерігалось достовірного підвищення вмісту досліджуваної форми азоту. При покращенні умов азотного живлення мінеральним азотом за рахунок внесення добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ спостерігалось достовірне підвищення вмісту досліджуваної форми елементу в верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см. Вміст амонійного азоту у варіантах $N_{90}P_{60}K_{60}$, у верхніх шарах ґрунту 0–20 і 20–40см відповідно був більшим на 1,7–1,8 мг/кг, порівняно до варіанту контроль.

При визначенні вмісту амонійного азоту в фазу цвітіння встановлено, що вміст його зменшувався у всіх варіантах та в досліджуваних шарах ґрунту порівняно з першим періодом визначення (у фазу сходи).

В період повної стиглості сої виявлено значне зниження вмісту амонійного азоту в досліджуваних шарах ґрунту

Азотний режим ґрунту в значній мірі залежить від вмісту мінерального азоту та його динаміки за вегетаційний період. Вміст мінерального азоту наведено в таблиці 6. Необхідно відмітити, що при визначенні вмісту мінерального азоту, в залежності від варіантів удобрення в досліджуванні періоди росту та розвитку рослин сої спостерігались аналогічні тенденції, що і при визначенні вмісту нітратного та амонійного азоту. Найбільш чіткі зміни величини вмісту мінерального азоту під посівами сої залежно від величини внесення азотних добрив спостерігались в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см.

Найменший вміст мінерального азоту в усі періоди визначення, встановлено у варіантах без внесення добрив та з внесенням $P_{60}K_{60}$. Так, у шарах ґрунту 0–20 та 20–40 см у варіантах без внесення добрив та з внесенням $P_{60}K_{60}$ у фазу сходів його вміст відповідно знаходився в межах 17,6–18,4 мг/кг. При внесенні азотних мінеральних добрив в дозі N_{30} спостерігалось істотне збільшення його вмісту на 1,1мг/кг грунту в шарі 0–20 см і на 1,0 мг/кг ґрунту в шарі 20–40 см, порівняно з контролем.

Таблиця 6

Динаміка вмісту мінерального азоту ($N\text{-}NO_3$+$N\text{-}NH_4$) в ґрунті під посівами сої (2024 р.), мг/кг

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин														
	Сходи					Цвітіння					Повна стиглість				
	Шар ґрунту, см														
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Без добрив (контроль)	17,6	18,0	15,6	13,8	13,7	15,2	16,2	13,5	13,0	10,8	8,1	8,9	8,6	8,1	7,7
$P_{60}K_{60}$	17,7	18,4	15,8	14,1	13,8	15,3	16,0	13,3	13,2	10,7	8,2	8,7	8,2	8,0	7,5
$N_{30}P_{60}K_{60}$	18,7	19,0	15,7	14,5	14,1	16,3	16,9	13,4	13,5	10,9	9,3	9,7	8,8	8,2	7,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,2	20,4	15,8	14,4	14,2	17,8	18,4	13,8	13,3	10,8	10,3	10,7	9,2	8,5	8,2
$N_{90}P_{60}K_{60}$	22,3	22,3	16,2	14,6	14,0	19,3	20,8	13,1	13,5	10,5	11,2	11,6	9,5	8,7	8,4

Необхідно відмітити, що протягом досліджень істотного збільшення вмісту мінерального азоту у варіанті $N_{30}P_{60}K_{60}$ порівняно з варіантом контроль не виявлено.

При збільшенні доз азотних добрив вміст азоту збільшувався. Найкращі умови азотного режиму ґрунту під посівами сої створювались при внесенні N_{90}, збільшення азоту в шарах ґрунту 0–20 та 20–40 знаходились в межах 4,7 4,3 мг/кг ґрунту у відповідних варіантах.

В результаті спостереження за вмістом мінерального азоту в період цвітіння рослин сої спостерігалась тенденція до зменшення вмісту

досліджуваних сполук в результаті його використання у всіх шарах метрового горизонту. Найменший вміст мінерального азоту виявлено в період повної стиглості сої у варіантах без внесення добрив та $Р_{60}К_{60}$.

Таким чином, на основі проведених досліджень встановлено, що внесення одинарної, подвійної і потрійної доз азотних мінеральних добрив під передпосівну культивацію позитивно впливає на вміст мінерального азоту в ґрунті, найбільш чітко це спостерігається у верхніх шарах ґрунту. Найбільшу його кількість, в фазу повної стиглості встановлено у варіантах з внесенням 90 кг/га.

4.2 Симбіотична діяльність рослин сої залежно від умов мінерального живлення

Урожай сільськогосподарських культур і сої зокрема в значній мірі залежить від забезпечення рослин азотом, оскільки вміст його в них досягає 6–8% абсолютно сухої речовини.

Відомо, що бульбочкові бактерії, вступаючи в симбіотичні відносини з рослинами сої, здатні засвоювати атмосферний азот [19].

У практиці вирощування сої більшість фахівців дотримуються думки про необхідність поєднання мінерального і симбіотрофного азоту з метою одержання високих та стабільних врожаїв.

За літературними даними бульбочкові бактерії на коренях сої утворюються через 7 – 8 днів після появи сходів [62,63], або протягом двох тижнів [63].

Є досить багато праць науковців, які присвячені вивченню бульбочкових бактерій сої. Так, у дослідженнях І.Г.Волинця [65] вказується, що ґрунти України не мають природних популяцій бульбочкових бактерій сої, тому коли ця культура вперше вирощується на даному полі, важливим агрозаходом є передпосівна обробка зерна біологічними препаратами.

У зв’язку з тим, що у ґрунті під дослідом відсутні аборигенні бактерії

роду Rhizobium, у варіантах без обробки насіння сої бактеріальними добривами бульбочкові бактерії на коренях сої не утворювалися, а у варіантах з інокуляцією різними штамами нітрагіну утворювалася різна кількість залежно, від доз азотних добрив.

Наші дослідження з визначення утворення кількості бульбочок на кореневій системі рослин сої показують, що їх кількість залежала від мінерального живлення, погодних умов у роки досліджень (табл. 7).

Таблиця 7

Динаміка формування бульбочок на корінних сої за різних умов живлення, штук на 1 рослину

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин		
	гілкування	цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	6	24	12
$P_{60}K_{60}$	7	26	14
$N_{30}P_{60}K_{60}$	5	20	10
$N_{60}P_{60}K_{60}$	4	17	8
$N_{90}P_{60}K_{60}$	4	15	7

В результаті проведених досліджень встановлено, що найбільша кількість бульбочок в фазу гілкування утворювалася у варіантах без застосування азотних добрив і становила 6–7 штук на рослину, а при внесенні 30–90 кг/га азоту 4–5 штук. Найбільша кількість бульбочок на коренях рослин сої утворювалася в період цвітіння на контролі і при застосуванні $P_{60}K_{60}$ і становила відповідно 24–26 штук на рослину.

Азотні добрива негативно впливали на формування бульбочок, з підвищенням їх дози –кількість бульбочок зменшувалася. Подібна тенденція спостерігалась і в період повної стиглості. У цей період у всіх варіантах спостерігалось зменшення кількості бульбочок порівняно з фазою цвітіння.

Головними джерелами азоту в живленні рослин сої є ґрунт, повітря і мінеральні добрива. Частка кожного джерела в урожаї змінюється і залежить

від умов вирощування і активності симбіотичної фіксації азоту [24].

4.3 Ріст і розвиток рослин сої

Вивчення залежностей формування високопродуктивних посівів можливе при вивченні темпів росту і розвитку рослин в онтогенезі. Однією з ознак, що визначає темпи росту і розвитку сої є висота центрального стебла. Ця ознака в процесі індивідуального розвитку піддається суттєвим змінам. Характер формування висоти рослин сої залежить від умов зовнішнього середовища, які діють у сукупності, але їхня дія є взаємопов'язаною. Явище росту відбиває весь ланцюг процесів розвитку й обміну в організмі, які перебувають у різній залежності від умов зовнішнього середовища. Зміна зовнішніх умов впливає не лише на хід окремих процесів, але й істотно впливає на їх характер і спрямованість.

Наявність у ґрунті мінеральних речовин, особливо азоту, стимулює ростові процеси. Проте, надмірно високий мінеральний фон затримує формування репродуктивних органів. Тому співвідношення елементів живлення у ґрунті потребує досліджень їх ролі і потреб рослин в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Так, в початкові етапи органогенезу рослини сої виявляють підвищені вимоги до умов мінерального живлення, вологи, інтенсивності освітлення, температурного режиму.

Одним із головних факторів, що впливає на ріст рослин є мінеральні добрива. Недостатній рівень азотного і фосфорного живлення порушує ультраструктуру і нормальну функцію хлоропластів, біосинтез пігментів, що призводить до зниження продуктивності рослин.

Живлення рослин, як інтегральний процес, складається із взаємопов'язаних між собою потоків речовин і енергії, які обумовлюються функціями фотосинтезу, диханням і кореневим живленням з їх регуляторними системами. Вивчення росту у певних проміжках часу дає змогу виявити його ритмічність та вплив на них досліджуваних факторів.

У результаті проведених досліджень (табл. 8) із спостереження за

інтенсивністю росту рослин сої встановлено, що під впливом мінеральних добрив змінювалася висота рослин. Так, у першій період виміру висоти рослин на контролі вона становила 13,0см, а при внесенні $P_{60}K_{60}$ становила 14,0 см.

Таблиця 8

Динаміка висоти рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив, см.

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин		
	гілкування	цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	12	45	66
$P_{60}K_{60}$	13	48	70
$N_{30}P_{60}K_{60}$	13	54	72
$N_{60}P_{60}K_{60}$	14	57	75
$N_{90}P_{60}K_{60}$	15	60	79

Найбільш інтенсивні прирости рослин у висоту відбувалися до настання фази цвітіння. Так, висота рослин на контролі в період від фази гілкування до настання фази цвітіння збільшилася у 3,6 рази. Найвищою висотою відзначалися рослини у варіанті із внесенням максимальної норми азоту на фосфорно-калійному фоні ($N_{90}P_{60}K_{60}$) у фазу повної стиглості і становила 89 см.

Характеризуючи висоту рослин необхідно відмітити, що спостерігалась тенденція впливу досліджуваних факторів. Найменша висота рослин формувалась у варіанті без внесення добрив. В результаті покращення умов мінерального живлення за рахунок внесення $P_{60}K_{60}$ висота рослин зростала на 1,0 см, порівняно з контролем в фазу гілкування. Істотну різницю висоти рослин відмічено в фазу цвітіння при внесенні найменшої дози азотних добрив $N_{30,}$ на фосфорно-калійному фоні. При внесенні досліджуваних доз азотних добрив N_{60} і N_{90} спостерігалась істотна різниця висоти рослин

порівняно до контролю. Між варіантами $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ встановлено достовірне збільшення висоти рослин протягом досліджуваних фаз розвитку сої.

Отже, використання у варіантах мінеральних добрив позитивно впливало на збільшення висоти рослин сої.

Як зазначають вчені [1] соя мусить сформувати 40–50 тис.м^2/га листкової поверхні до закінчення наростання вегетативної маси і масового утворення бобів. Коли листкова поверхня формується раніше, то в результаті взаємозатінення значна частина листків нижнього ярусу опадає, через що відбувається використання пластичних речовин на утворення нових листків, стебел і черешків.

В науковій літературі питання впливу величини асиміляційної поверхні на врожайність сільськогосподарських культур залишається дискусійним. Так, І.П. Холупенко [66], В.П. Гудзь [67], вважають, що при збільшенні асиміляційної поверхні рослин, фотосинтетичного потенціалу, основних показників фотосинтетичної діяльності – підвищується реалізація потенціалу врожайності культури. В той же час в дослідженнях інших вчених [68] суттєвої залежності величини врожаю від основних показників фотосинтетичної діяльності не виявлено.

Вивчення формування асиміляційної поверхні рослин сої в наших дослідах показало, що в досліджуваний період площа листкової поверхні , темпи її росту до максимального рівня значно залежали від погодних умов року та рівня удобрення (табл. 9).

Аналізуючи дані табл. 9 необхідно відмітити, що внаслідок сприятливих погодних умов в середньому за 2 роки, рослини сої формували площу листкової поверхні в фазу гілкування від 11,7–12,9 тис. м^2/га.

Найбільшу площу листкової поверхні в рослини сої формували в період цвітіння від 35,0–42 тис. м^2/га.

Таблиця 9

Динаміка наростання листкової поверхні рослин сої залежно від удобрення (2024 р.), тис. м^2/га

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин		
	гілкування	цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	11,7	35,0	26,1
$P_{60}K_{60}$	11,9	36,0	27,1
$N_{30}P_{60}K_{60}$	12,1	38,2	28,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,6	40,0	29,2
$N_{90}P_{60}K_{60}$	12,9	42,0	30,1

Встановлено, що при збільшенні доз азотних добрив відбувалося продовження періоду цвітіння в порівнянні з варіантами, де азотних добрив не вносили. Так, найбільшу площу листків рослини сої формували в фазу цвітіння у варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 42,0 тис. м^2/га.. Дещо меншою була у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, і найменшими в контролі – 35,0 тис. м^2/га. В усіх удобрюваних варіантах досліду показники площі листкової поверхні були вищими, ніж в контролі. Дещо нижчими були показники площі листкової поверхні сої у фазі достигання, ніж в період цвітіння, що пов’язано з закінченням вегетаційного періоду, використанням пластичних речовин вегетативної маси для формування врожаю.

Внесення азотних мінеральних добрив достовірно впливало на величину площі листової поверхні.

Отже, в результаті проведених досліджень виявлено позитивний вплив досліджуваних факторів на процес формування і величину асиміляційної поверхні рослин сої. Застосування різних доз азотних добрив дозволяє оптимізувати процес фотосинтезу, сприяючи формуванню листкової поверхні близької до оптимальної.

Формування врожаю – це складний продукційний процес, який визначається генетичною програмою рослини і зовнішніми умовами. Величина врожаю визначається такими процесами як фотосинтез, ріст і

розвиток, повітряний, водний і тепловий режими, мінеральне живлення, структура рослин, архітектоніка посіву тощо.

Від забезпеченості рослин факторами життя безпосередньо залежить індивідуальна продуктивність, що в кінцевому підсумку проявляється зміною основних елементів структури врожаю: кількістю бобів на рослині, кількістю насіння в кожному бобі, кількістю насіння з кожної рослини, масою насіння з рослини .

Результати досліджень особливостей формування індивідуальної продуктивності рослин сої залежно від умов мінерального живлення наведено в таблиці 10.

Таблиця 10

Вплив різних норм азотних добрив на показники структури урожаю сої

Варіант досліду	Показники	
	маса зерна, г/рослину	кількість насінин з рослини, штук
Без добрив (контроль)	3,72	27
$P_{60}K_{60}$	4,12	29
$N_{30}P_{60}K_{60}$	4,68	30
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,00	32
$N_{90}P_{60}K_{60}$	5,42	36

Аналізуючи дані таблиці 10 необхідно відмітити, що досліджувані показники (маса зерна з однієї рослини і кількість насінин на рослині) відрізнялись за величиною залежно від умов живлення. Аналіз структури урожаю показав, що найменша кількість насіння (27 шт.), а також масу насіння (3,72 г.) з однієї рослини одержано у варіанті без внесення добрив (контроль). Внесення фосфорно-калійних добрив сприяло збільшенню маси зерна з рослини в середньому на 0,5 г та її кількості на 2 штуки порівняно до контролю. Покращення умов мінерального живлення за рахунок застосування азотних добрив позитивно впливало на зміну величини маси

зерна на 0,53–1,45 г та кількості насінин на 2–9 штук порівняно до контролю. Найбільший вплив на формування маси зерна і кількості насінин з рослини мали внесені добрива та погодні умови вегетаційного періоду.

Максимальну кількість насінин (36 шт.), а також масу насіння (5,42 г) з однієї рослини одержано у варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$. Необхідно відмітити, що зростання елементів індивідуальної продуктивності рослин відбувалося у всіх варіантах з використанням мінеральних добрив внаслідок формування сприятливіших умов живлення.

Таким чином, покращення умов мінерального живлення за рахунок внесення добрив сприяло зростанню елементів індивідуальної продуктивності рослин сої та зміни основних елементів структури врожаю

4.4 Урожайність сої залежно від удобрення

Підвищення продуктивності культури було і є важливим завданням світового сільського господарства. Досягнуті в останні роки успіхи у вивченні питання механізмів подальшого підвищення продуктивності культур, набувають все більш актуального значення.

Вирішальний вплив у забезпеченні високої продуктивності агроекосистем має правильне застосування різних видів добрив [18, 29].

Одержання стабільних врожаїв та підвищення врожайності сільськогосподарських культур залежить від забезпечення ґрунту елементами мінерального живлення. Більшість ґрунтів характеризуються мінімумом мінеральних азотних сполук.

Існуючий дефіцит азотних добрив можна компенсувати за рахунок зв’язування молекулярного азоту повітря культурами, які перебувають в симбіозі з бульбочковими бактеріями.

Соя вирізняється серед інших зернобобових культур великою азотфіксуючою здатністю, бульбочкові бактерії на коренях якої за сприятливих умов можуть зв’язувати азот повітря в кількості від 50–150

кг/га. Завдяки цьому екологічно чистому процесу в ґрунти України щорічно надходить близько 200 тис. т. біологічно засвоєного азоту (у США, де кожен третій гектар займають бобові – до 6 млн. т.) [9].

Проблема азотного живлення рослин сої тісно пов'язана з оптимальним співвідношенням технічного і біологічного азоту в землеробстві, вивченням шляхів підсилення симбіотичної азотфіксації, обґрунтуванням вимог культури, властивостей і родючості ґрунтів, вивчення антагонізму і синергізму макро і мікро симбіонтів в умовах інтенсивних технологій. Тому завдання підвищення врожайності в першу чергу пов'язане з вирішенням питання забезпечення майбутнього врожаю доступним азотом.

Наші дослідження були спрямовані на вивчення впливу мінеральних добрив на продуктивність сої. В результаті проведених досліджень нами встановлено, що мінеральні добрива сприяли кращому росту і розвитку рослин (табл. 11).

Таблиця 11

Урожайність зерна сої залежно від удобрення

Варіанти	Урожайність, ц/га	Приріст урожайності	
		ц/га	%
Без добрив (контроль)	16,2	–	–
$P_{60}K_{60}$	18,5	2,4	14,2
$N_{30}P_{60}K_{60}$	19,8	3,6	20,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,8	4,6	28,4
$N_{90}P_{60}K_{60}$	22,0	5,8	35,8
$НІР_{05}$	0,60		

В середньому за два роки урожайність зерна сої у варіанті без внесення добрив була найнижчою і становила 16,2 ц/га, у варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ – 18,5 ц/га, при використанні різних доз азотних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ вона зросла відповідно на 3,6; 4,6; 5,8 ц/га в порівнянні до

контролю. Найбільша урожайність була у варіанті із внесенням найбільшої дози азотних добрив 90 кг/га на фосфорно-калійному фоні і виявилася на рівні 22,0 ц/га.

В результаті проведених досліджень виявлено, що за рахунок внесення фосфорно-калійних добрив в дозі $P_{60}K_{60}$ приріст врожайності до контролю становив 14,2 % або 2,4 ц/га. У варіанті $N_{30}P_{60}K_{60}$ приріст врожайності за рахунок внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні – 3,6 ц/га. В результаті покращення умов мінерального живлення за рахунок внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні в дозах N_{60-90} одержано відповідно прирости 4,6 і 5,8 ц/га або 28,4 і 35,8%.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановленно, що в умовах ТОВ «Агронива-Черкаси» Звенигородського району Черкаської області система удобрення сої повинна складатися з внесення фосфорно-калійних добрив під основний обробіток грунту, азотних добрив під передпосівну культивацію. За такої системи удобрення соя здатна формувати досить високий врожай. Оскільки погодно-кліматичні умови в нашій зоні є одним з вирішальних факторів, що впливають на формування продуктивності всіх сільськогосподарських культур і передбачити, яка форма азоту буде використовуватись соєю під час вегетації неможливо, необхідно для покращення умов мінерального живлення використовувати азотні добрива.

4.5 Якісні показники врожаю зерна сої

Серед величезної кількості нерозв’язаних проблем людства найскладнішою та найактуальнішою є вирішення дефіциту білка. Стратегічним напрямом формування білкових ресурсів та ефективного ведення галузі тваринництва є збільшення частки зернобобових культур до 15–20% у загальній площі зернових культур. Насіння сої є головним джерелом харчового і кормового білка в світі. Статистичні дані свідчать, що у валових зборах зернобобових культур його частка становить близько 78%.

Незважаючи на те, що посіви культури вже перевищили 70 млн. га, а валовий збір –184 млн. т темпи збільшення її виробництва не знизились і нині [44].

На вміст протеїну і жиру в насінні сої впливають погодні умови, вирощуваний сорт, система удобрення, агротехнічні заходи. Цінність їх визначається не лише прибавкою врожаю, а і покращенням якісних показників насіння.

Однак, дослідженнями багатьох вчених [22, 24] встановлено, що на зміну якісних показників насіння сої найбільший вплив мають погодні умови і сортові особливості. Так, залежно від умов вирощування (мінерального живлення, погодних) вміст протеїну в насінні сої може змінюватися на 11,5 – 16,2%, тоді як різниця між якісними показниками при вирощуванні в ідентичних умовах знаходиться в межах 3,8–6,3%. Несприятливі погодні умови, особливо в критичні періоди формування насіння, зумовлюють накопичення більшої кількості жиру та меншої протеїну. Вважається, що на підвищення вмісту протеїну в насінні сої позитивно впливають несприятливі погодні умови в останні фази росту і розвитку рослин

На вміст протеїну та жиру впливають також мінеральні і бактеріальні добрива [5, 26].

У своїх дослідженнях ми визначали вплив мінеральних добрив на вміст білка і жиру в зерні сої. Результати досліджень впливу досліджуваних факторів на вміст білка в зерні сої наведено в таблиці 12.

Як видно з наведених даних умови мінерального живлення протягом досліджуваних років по-різному впливали на вміст білка в зерні сої.

Протягом досліджуваних років найменше білка в зерні сої було у варіанті без внесення добрив вміст білка становив 34,1%. При покращенні умов мінерального живлення за рахунок внесення фосфорно-калійних добрив спостерігалось збільшення вмісту білка на 1,8%. Внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ в дозі $N_{30\text{-}90}$ сприяло підвищенню вмісту білка, відповідно на 2,2, 3,2, 4,1% порівняно з варіантом без внесення добрив.

Таблиця 12

Вміст білка в зерні сої залежно від норм мінеральних добрив, %

Варіант досліду	Вміст білка, %	Приріст
Без добрив (контроль)	33,2	–
$Р_{60}К_{60}$	35,4	2,2
$N_{30}Р_{60}К_{60}$	35,6	2,4
$N_{60}Р_{60}К_{60}$	36,5	3,3
$N_{90}Р_{60}К_{60}$	37,4	4,2

Найвищий вміст білка 37,4 % був у зерні у варіанті $N_{90}Р_{60}К_{60}$. Найнижчим вміст білка був у варіанті без застосування добрив 33,2 %.

Аналізуючи одержані дані з визначення вмісту жиру в насінні сої необхідно відмітити, що найвищий вміст жиру встановлено у варіанті без внесення добрив, при покращенні умов мінерального живлення за рахунок внесення мінеральних добрив $Р_{60}К_{60}$ вміст жиру зменшився на 0,29 %. Внесення досліджуваних доз азотних добрив на фосфорно-калійному фоні призводило до зменшення вмісту жиру. Найнижчий вміст жиру при внесенні мінеральних добрив встановлено у варіанті з використанням максимальної дози азотних добрив – 20,65 %.

Соя є не тільки важливою білковою, а й головною олійною культурою. Завдяки їй забезпечуються потреби в олії близько 33 % населення нашої планети. Результати досліджень з визначення вмісту жиру в насінні сої наведено в таблиці 13.

Таблиця 13

Вміст жиру в зерні сої залежно від норм мінеральних добрив, %

Варіант досліду	Вміст жиру, %	Приріст
Без добрив (контроль)	21,71	–
$P_{60}K_{60}$	21,42	-0,29
$N_{30}P_{60}K_{60}$	21,15	-0,56
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,87	-0,84
$N_{90}P_{60}K_{60}$	20,65	-1,06

Найбільший вміст жиру в зерні сої визначено у варіантах без внесення добрив та при внесенні $P_{60}K_{60}$.

Аналізуючи дані (табл. 13) слід зазначити, що досліджувані фактори по різному впливали на вміст жиру в зерні сої. Найбільший вміст жиру одержано у варіанті без внесення добрив – 21,71 %, за рахунок внесення мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ вміст жиру зменшився на 0,29 %. Внесення азотних мінеральних добрив в дозі N_{30} по фосфорно-калійному фоні зменшувало вміст жиру на 0,56 % порівняно до варіанту без внесення добрив. Найбільше зниження вмісту жиру в насінні сої за рахунок внесення мінеральних добрив одержано у варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив має вагомий вплив на якісні показники зерна.

Між вмістом білка і жиру встановлено обернену залежність, у варіантах з найбільшим вмістом білка вміст жиру був найменшим.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ

Економічний стан більшості господарських структур вимагає орієнтуватися на інтенсифікацію використання біологічних ресурсів при невисоких промислових витратах, за умови забезпечення стабілізації родючості ґрунтів, як базисної основи економічно ефективного сільськогосподарського виробництва [21, 69].

Визначальною умовою розв'язання продовольчої проблеми як на світовому, так і на регіональному рівнях є, безперечно, технології і наявність родючих ґрунтів.

Внаслідок високої вартості добрив та витрат, пов'язаних з їх застосуванням, система удобрення сої потребує нових економічно обґрунтованих підходів оптимізації умов живлення та заощадження витрат. Основними показниками, що визначають рівень економічної ефективності вирощування сої є система удобрення, сорт, культура землеробства, строки та способи сівби, норми висіву та інші.

Застосування добрив є магістральним напрямком інтенсифікації технології вирощування сої. Проте висока їх вартість потребує детальної оцінки ефективності застосування. Прийнято вважати, що економічно доцільно вносити добрива доти, поки остання їх одиниця підвищує врожайність, хоча і не дає прибутку, але витрати на використання окуповуються вартістю приросту врожаю [50].

Виходячи з цього, доцільно проаналізувати елементи системи удобрення сої з метою встановлення економічного рівня ефективності застосування мінеральних добрив. Результати аналізу економічної ефективності вирощування сої за різних умов мінерального живлення повинні бути спрямовані на встановлення пріоритетних напрямків їх застосування з метою ефективного землекористування.

На даний час складність розрахунків економічної ефективності застосування добрив полягає у диспаритеті та нестабільності цін на сільськогосподарську і промислову продукцію (мінеральні добрива, техніку для їх внесення, паливо-мастильні матеріали). Високі ціни на придбання мінеральних добрив та значні витрати на їх застосування потребують нових методичних підходів до оптимізації системи удобрення для економії ресурсів та отримання прибутків.

В основу проведених розрахунків економічної ефективності покладено ціни на сільськогосподарську продукцію і мінеральні добрива, що склалися на біржовому ринку України в 2024 році. Враховували витрати пов’язані із застосуванням добрив, навантаженням та перевезенням, а також витрати на збирання та доведення до кондиційних стандартів одержаного додаткового врожаю в результаті застосування добрив.

Застосування мінеральних добрив в системі удобрення сої супроводжується не лише збільшенням урожайності і підвищенням якості продукції, а й зміною величини, структури витрат і відповідних показників, які характеризують економічну оцінку дії того чи іншого фактора.

Проведені дослідження і оцінка економічної ефективності показали, що застосування мінеральних добрив в значній мірі впливає на зміну величини витрат на 1 га, одержуваний чистий прибуток, собівартість та рентабельність виробництва сої (табл.14).

Аналізуючи одержані дані необхідно відмітити, що ефективність вирощування сої залежала від дії досліджуваних факторів і рівень її економічних показників змінювався залежно від умов живлення.

У варіанті без внесення мінеральних добрив (контроль) при врожайності 1,79 т/га рівень рентабельності знаходився на досить високому рівні 309,1%. При покращенні умов мінерального живлення за рахунок внесення фосфорних і калійних добрив ($Р_{60}К_{60}$) умовно чистий прибуток зменшився, порівняно до варіанту без внесення мінеральних добрив за рахунок збільшення витрат на вирощування, при цьому рівень

рентабельності знизився на 158,9% порівняно з контролем за рахунок зростання величини затрат на 1 га та собівартості вирощеної тонни зерна. При внесенні азотних мінеральних добрив на фосфорно-калійному фоні спостерігалась загальна тенденція до незначного збільшення рівня рентабельності порівняно з варіантом $P_{60}K_{60}$. При внесенні найбільшої дози азотних добрив рентабельність становила 156,4%, а умовно чистий прибуток був вищим на 772,1 грн/га, ніж у варіанті без внесення добрив.

Таблиця 14

Економічна ефективність застосування мінеральних добрив при вирощуванні сої (2024 р.)

Варіанти	Урожайність, т/га	Витрати на 1 га, грн.	Собівар-тість 1 т зерна грн	Вартість валової продукції, грн./га	Умовно чистий прибуток, грн./га	Рівень рента-бель-ності, %
Без добрив (контроль)	1,62	22874	14119	28350	5476	23,9
$P_{60}K_{60}$	1,85	26656	14408	32375	5719	21,4
$N_{30}P_{60}K_{60}$	1,98	28672	14481	34650	5978	20,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,08	30688	14753	36400	5712	18,6
$N_{90}P_{60}K_{60}$	2,20	32704	14865	38500	5796	17,7

Аналізуючи показники економічної ефективності вирощування сої з внесенням мінеральних добрив в дозах 30–90 кг/га д.р. азоту на фоні $P_{60}K_{60}$ можна зробити висновок, що цей захід є економічно ефективним, оскільки забезпечує позитивну рентабельність відповідними приростами врожаю, вартість якого покриває витрати, пов’язані з використанням даних доз добрив.

Одержані показники економічної ефективності свідчать, що вирощування сої у варіантах, де вносились різні норми азотних добрив виправдано. Найбільший чистий прибуток 5978 грн/га було одержано у варіанті $N_{30}P_{60}K_{60}$. Продальше збільшення доз добрив у досліді не

забезпечувало зростання умовного прибутку.

РОЗДІЛ 6
БЕЗПЕКА ПРАЦІ ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ СОЇ В ТОВ «АГРОНИВА-ЧЕРКАСИ»

Для одержання високих урожаїв сої необхідно застосовувати мінеральні добрива, які є вирішальним фактором при інтенсивній технології вирощування.

В той же час при транспортуванні, зберіганні, навантаженні і внесенні мінеральних добрив, залежно від їх фізичних і хімічних властивостей, спостерігається виділення шкідливих газів, пилу та аерозолів, які шкідливо діють на організм людини. Потрапляючи на шкіру, органи дихання, очі, вони сприяють виникненню опіків та запалень слизових оболонок. При тривалому вдиханні добрив безпосередньо від їх пилу і парів може виникати захворювання органів дихання.

Водний аміак NH_3 при випадковому попаданні на шкіру викликає сильні опіки. В суміші з повітрям та киснем аміак може вибухнути. В сечовині при недотриманні технологічного процесу може утворюватися надлишкова кількість шкідливої речовини біурету, вміст якого понад 1 % шкідливо діє на рослини. Вільний аміак при виділенні з добрив викликає опіки, подразнення верхніх дихальних шляхів, при попаданні в стравохід може викликати отруєння.

Аміачна селітра подразнює слизову оболонку та шкіру, може викликати опіки, особливо при наявності ран на тілі.

Враховуючи наявність існуючих виробничих факторів, роботу слід організувати так, щоб захистити працівника від небезпечних шкідливих виробничих процесів, навчити правильно організувати умови праці і захистити себе відповідними засобами індивідуального захисту.

Технологічний процес застосування мінеральних добрив повинен відповідати вимогам ДНАОП -2.1.-10. 2.05.81. Працівники з мінеральними добривами насамперед повинні пройти медичний огляд, навчання і інструктаж з охорони праці. Не допускаються до роботи з добривами особи, молодші 18 років, вагітні жінки, матері, що годують немовлят, а також механізатори, в яких виявлені захворювання органів зору, серцево-судинної і нервової системи, шлунку, печінки, нирок тощо.

Головною умовою створення безпечних умов праці в господарстві є правильний вибір засобів захисту і правильної технології вирощування сої.

Для внесення добрив застосовують агрегат, який складається з трактора МТЗ - 80 та розкидача мінеральних добрив РМГ - 4, технічний стан агрегату повинен відповідати вимогам ГОСТ - 12.2.019-88 ССБТ. Спеціаліст, який керує цією роботою, організовує перевірку технічного стану агрегату, слідкує за проведенням ремонту і профілактичних оглядів у відповідності із встановленими нормативами. Машини для внесення мінеральних добрив обов'язково повинні відповідати вимогам державного акту охорони праці і заводської інструкції. Під час виконання робіт в польових умовах для короткочасного відпочинку обладнують пересувні вагончики. Вони обладнані водою для миття рук, рушником, милом. В закритій ємності повинна бути питна вода. Обов'язково забезпечується медичною аптечкою з набором медикаментів з метою надання, в разі потреби, першої долікарської допомоги. Такий вагончик виставляється з урахуванням напрямку вітру на відстані 100 м від поля, на якому вносяться добрива. Окремо виділяються місця для заправки добривами [70].

В цілому така організація роботи сприяє тому, що за останні роки не зафіксовано отруєння людей, які працювали з мінеральними добривами. Але слід відмітити, що при внесенні добрив спостерігалося недостатнє забезпечення засобами індивідуального захисту працівників та невідповідність їх умовам застосування, порушувався термін часу

придатності цих засобів індивідуального захисту, інколи порушувалася трудова дисципліна, виділялося мало коштів.

Для поліпшення умов праці і безпосередньо самого трудового процесу при роботі з мінеральними добривами необхідно усунути вище названі недоліки, а саме:

- насамперед, посилити контроль за роботою механізаторів;

- дотримуватися трудової і технологічної дисципліни;

- виділити кошти для придбання засобів індивідуального захисту відповідних марок і призначення;

- у відповідності з вимогами обладнати пересувні технічні пункти для ремонту сільськогосподарської техніки;

- організувати контроль за санітарним станом місць для харчування людей та проведення заходів по особистій гігієні [70].

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ

Мінеральні добрива при порушенні загальних правил раціонального застосування можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Цей вплив може спричинювати кожний з поживних елементів, що його містить добриво (азот, фосфор, калій). Відомо, що в середньому по всіх культурах засвоєння рослинами азоту з мінеральних добрив становить 40-50%, фосфору 10-20, калію 30-40%. Внаслідок зв'язування добрив, перетворення їх у важкодоступні форми або вимивання з орного шару може втрачатися 50-60% внесеного азоту, 70-80 фосфору, 50% калію [71]. Тому при внесені надмірної кількості добрив частина поживних речовин може вимиватися з ґрунту і потрапляти у водні джерела або вивітрюватися в атмосферу у процесі хімічних реакцій. При надмірно великих нормах внесення добрив коефіцієнт засвоєння поживних речовин рослинами нерідко знижується. Крім того, існує загроза нагромадження небажаних кількостей хімічних елементів з добрив у рослинах, що використовуються на корм тваринам.

Найбільше загрожує навколишньому середовищу азотний компонент, який є джерелом нітратів, що нагромаджуються в ґрунті і воді. За неправильного використання мінеральних добрив порушується баланс азоту в атмосфері, бо при хімічних перетвореннях з внесених добрив у повітря надходить від 5 до 25 % азоту, який в них міститься.

Фосфорний компонент менш рухомий і майже повністю закріплюється в ґрунті. Систематичне внесення фосфорного добрива сприяє нагромадженню у ґрунті фосфатів в середньому близько 22% фактично внесених з добривом. Однак, незважаючи на відносну нерухомість, спостерігається міграція фосфору у водойми, яка збільшується в умовах зрошуваного землеробства на

весні. Втраті фосфору сприяють ерозія ґрунту і вітрові бурі. При застосуванні необґрунтовано високих норм фосфорних добрив у ґрунті зменшується кількість засвоюваних мікроелементів, а також підвищується вміст фтору, який відзначається високою хімічною активністю і дужу шкідливий для людей і тварин.

Відомо, що надмірне внесення калію супроводжується збільшенням у ґрунті іншого хімічно активного і теж небажаного елементу - хлору, оскільки калійні добрива вносять переважно у вигляді калію хлористого, 30-40% калійної солі, каїніту та інших хлорвмісних добрив. Як і фосфорний компонент, надлишковий калій теж порушує в ґрунті баланс мікроелементів.

В Україні діє система державного і громадського контролю за станом природнього середовища. Держава здійснює екологічну політику, спрямовану на забезпечення навколишнього середовища, збереження генетичного фонду живої природи.

Науково обґрунтоване застосування органічних і мінеральних добрив є одним з вирішальних факторів впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, в т.ч. картоплі.

Хоч в останні роки обсяги використання добрив і пестицидів значно зменшилися, проблема виробництва екологічно чистої продукції залишається. Непродумана та недостатньо обґрунтована хімізація землеробства в Україні в минулому призвела до одержання недоброякісних продуктів харчування. Майже в усіх них зараз можна виявити небезпечні для людини дози нітратів, пестицидів, важких металів, радіонуклідів тощо. Джерелом такого забруднення є деякі види добрив, пестицидів, стічні води, кислі дощі, автомобільні викиди.

Для одержання якісної екологічно безпечної. продукції, без токсичних решток, необхідна оптимізація режиму живлення рослин з використанням збалансованих добрив (гною, біогумусу, сидератів) та із значним обмеженням мінеральних та застосуванням біологічних, механічних і фізичних методів захисту рослин.

Основними причинами забруднення навколишнього середовища добривами є:

1. Недосконалі технології виробництва, транспортування, зберігання, змішування та внесення.

2. Порушення агротехнічних вимог щодо використання.

3. Водна і вітрова ерозії ґрунтів.

4. Необґрунтоване використання відходів промисловості та комунального господарства.

Зазначені причини можна і потрібно ліквідовувати або обмежувати до мінімуму.

Мінеральні добрива являють собою неорганічні речовини, що містять необхідні для живлення рослин елементи. Надмірне їх внесення призводить до засмічування ґрунту і ґрунтових вод. Особливо не бажане внесення надмірних норм азотних добрив, які добре розчиняються і пересуваються по капілярах ґрунту, беруть участь у біохімічних процесах, що відбуваються в органічній та мінеральній частині ґрунту. В рослинах надмірна кількість азоту не може швидко трансформуватися до амінокислот і він у формі нітратів накопичується в рослинах. Підвищений вміст нітратів в рослинах може викликати важкі захворювання, а при нагромадженні їх більше 4 мг на 1 кг маси тіла можливі отруєння людей [72].

На вміст азоту в рослинах впливає більше 20 факторів і половину з них можна регулювати. Це підбір сортів, строки сівби, формування нормальної густоти, науково збалансована система удобрення за елементами живлення, рівномірне внесення туків тощо.

Збільшення норм калію під картоплю з 45 до 75 кг/га д.р. не приводило до помітного підвищення урожайності. При підвищених нормах калійних добрив процес ураження картоплі хворобами помітно зменшувався. Дуже небезпечно вирощувати картоплю на ділянках засмічених промисловими відходами, поблизу тваринницьких ферм та складів отрутохімікатів. В таких місцях в ґрунт вбираються різні отруйні речовини, які знищують ґрунтову

фауну, небезпечні для рослин і здатні нагромаджуватися у ґрунті, а потім зашкоджувати здоров'ю людей і тварин.

Для рослин особливо небезпечний високий вміст міді, марганцю, натрію і азоту. Миш'як для рослин не шкідливий, але здатний інтенсивно нагромаджуватися в надземній частині (10%) та в коренях (90%). При концентрації 6 мг в 1 кг сухого ґрунту він небезпечний для здоров'я людей і тварин (токсичність олова - 3, хлору - 5, нікелю - 6, селена - 20, фтору - 50, цинку - 200 мг на 1 кг сухої маси рослин).

Деякі елементи в розчинній формі токсичні, якщо на 1 кг ґрунту припадає більше 1 мг ртуті, 2 - кобальту, 4 - олова, 6 - миш'яку, 150 - хрому, 180 - фтору, 400 мг цинку [71].

Антропогенне засолення ґрунтів виникає чи в результаті внесення надлишкових норм добрив чи підвищення рівня мінералізованих вод та інтенсивних поливів.

Ґрунт має здатність до самоочищення. Внаслідок цього речовини, що попадають в грунт, поступово розкладаються, змінюються, зв'язуються і ліквідовуються. Розклад відбувається хімічним шляхом (корозія металів) і біологічним (гниття ганчірок). Добрий повітрообмін збільшує самоочисну здатність ґрунту.

Гігієнічні функції ґрунту пов'язані з його здатністю знищувати хвороботворні починання.

Відходи (листя, рослинні рештки, тару від добрив і побутові відходи, папір, залишки харчів) слід закопувати в ґрунт. Спалювати потрібно тільки пластмасу і насичені мінеральними маслами чи фарбами горючі матеріали. Побутові відходи потрібно домішувати в компости.

Ґрунт здатний дезінфікувати і поступово розкладати побутові і промислові відходи; не можна, проте переборщувати, тому що ця здатність ґрунту досить обмежена.

Надлишок чужорідних речовин у ґрунті можна видалити механічним збиранням, виливанням шкідливих солей, хімічною меліорацією.

Допустимі рівні вмісту нітратів у картоплі 250 мг/кг. Тому одним із засобів запобігання негативному впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище є збалансоване живлення рослин всіма елементами на основі правильного співвідношення між ними. При застосуванні мінеральних добрив слід враховувати забезпеченість ґрунту доступними формами поживних елементів та інші ґрунтово-кліматичні фактори, а також особливості живлення культур.

Важливу роль у зменшенні небажаного впливу мінеральних добрив, особливо рідких комплексних добрив, на навколишнє середовище відіграє правильний вибір способу їх внесення. Позитивні наслідки відмічено при локальному (стрічками і в рядки), а також пошаровому (по глибині) розміщенні їх в орному шарі. При цьому зменшуються втрати поживних речовин і їх нагромадження в нижніх шарах ґрунту.

В цілому запобігти негативному впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище можна тільки при правильному визначенні норм, строків і способів внесення, внаслідок чого зменшиться ймовірність їх попадання в ґрунтові води, водойми, нагромадження в рослинах в небажаній кількості.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень по вивченню впливу різних норм мінеральних добрив на продуктивність сої, проведених на темно-сірому лісовому грунті в умовах ТОВ «Агронива-Черкаси» Звенигородського району, Черкаської області, можна зробити такі висновки:

1. Внесення азотних добрив (N_{30-90} на фоні $P_{60}K_{60}$) збільшує вміст нітратного і амонійного азоту в шарах ґрунту 0–20 і 20–40 см відповідно на 6–59%, 2,6–15%, і 10,5–41, 3,3–21,1%.

2. Найбільш сприятливі умови для формування бульбочок на коренях сої створюються у ґрунті при внесенні фосфорних і калійних добрив ($P_{60}K_{60}$). Застосування на цьому фоні азотних добрив у дозах $N_{30,\ 60\ і\ 90}$ призводить до зменшення їх кількості у фазу гілкування на 17–33% та 38–50%, цвітіння 17–38 і 23%, повній стиглості 17–42% і 7–36% порівняно з контролем.

3. Покращення умов живлення за рахунок внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ покращує ріст рослин з 72 см на контролі до 89 см на удобрюваних ділянках; збільшує їх асиміляційну поверхню на 1,0– 7,0 тис. $м^2$/га (у фазу цвітіння); збільшує масу зерна на 0,4–1,7 г/рослину та їх кількість на 2,0–9,0 штук насінин з рослини.

4. Найнижча врожайність була у варіанті без внесення добрив і становила 1,62 т/га, у варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ – 1,85 т/га, при використанні різних доз азотних добрив $N_{30}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ вона зросла відповідно на 1,98; 2,08; 2,20 т/га в порівнянні до контролю. Найбільша урожайність була у варіанті із внесенням найбільшої дози азотних добрив 90 кг/га на фосфорно-калійному фоні і становила 2,2 т/га.

5. Виявлено позитивний вплив внесення мінеральних добрив і на показники якості зерна сої. Максимальний вміст білка в зерні сої (37,4 %) був у варіанті $N_{90}P_{60}K_{60}$. Найвищий вміст жиру в зерні сої встановлено у варіанті

без внесення добрив, покращення умов мінерального живлення за рахунок внесення різних норм мінеральних добрив сприяло зниженню його вмісту.

6. У варіанті без внесення мінеральних добрив (контроль) при врожайності 1,62 т/га рівень рентабельності знаходився на досить високому рівні 23,9 %. При покращенні умов мінерального живлення за рахунок внесення добрив, умовний чистий прибуток зростав. Найбільший умовний чистий прибуток 5978 грн/га було одержано у варіанті $N_{30}P_{60}K_{60}$.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою оптимізації мінерального живлення сої на темно-сірому лісовому ґрунті ТОВ «Агронива-Черкаси» Звенигородського району Черкаської області з низьким вмістом сполук азоту, що легко гідролізуються, слід вносити під передпосівну культивацію азотні добрива у дозі 30 кг д.р./га на фосфорно – калійному фоні $P_{60}K_{60}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лихочвор В. В. Зерновиробництво / В. В. Лихочвор,В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук. Львів : НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
2. Бабич А. О. Селекція, виробництво, торгівля і ви-користання сої у світі / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. К. : Аграрна наука, 2011. 548 с.
3. Тараріко О.Г. Концепція і наукове обґрунтування основних напрямів удосконалення систем випуску і реалізації мікробіологічних препаратів для сільськогосподарського виробництва / О.Г. Тараріко, О.В. Шерстобаєва, В.П. Патика // Мікробіологічний журнал. 2007. Т.59. № 4. С. 102–108.
4. Маляук С. Галузеві програми по рослинництву / С. Маляук // АгроПерспектива. 2008. № 12. С. 10–11.
5. Січкар В.І., Лаврова Г.Д., Коруняк О.П. Народно - господарське значення сої та використання її у харчовій промисловості / В.І. Січкар, Г.Д. Лаврова, О.П. Коруняк // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2009. № 3. С. 324–333.
6. Добрива та їх використання [Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В.]. К., 2008. 245 с.
7. Канівець В.І. Життя грунту / Канівець В.І. К.: Аграрна наука, 2001. 132с.
8. Бабич А.О. Народонаселення і продовольство на рубежі другого і третього тисячоліть / А.О. Бабич, А.А. Побережна К.: Аграрна наука, 2010. 157с.
9. Петриченко Н. М. Формування продуктивності сої залежно від строку сівби, виду і строку внесення десикантів в умовах Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття на-ук. ступеня канд. с.–г. наук : спец. 06.01.09 "рослинницт-во" / Н. М. Петриченко. Кам'янець-Подільський, 2007. 19 с.

10. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич. К. : Урожай, 1993. 432 с.
11. Marking S. Drob Seed Cost / S. Marking // Soybean Digest. 1992. Vol. 52, N 7. P. 25.
12. Xiao N. H. Nitrogen nutrition and fixation in soybean after wheat / N. H. Xiao, Z. Y. Li, S. T. Wu \\ Eurosoya. 2021. № 7–8. P. 40–43.
13. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив / Господаренко Г.М. – К.: ЗАТ "Нічлава", 2002. 344 с.
14. Петриченко В. Ф. Передпосівна обробка насіння сої / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. І. Колісник, О. М. Венедіктов, С. В. Іванюк, М. О. Балан // Посібник українського хлібороба. 2019. С. 244–246.
15. Бабич А.О. Сортова технологія вирощування шлях до реалізації потенційних можливостей сої / А.О. Бабич, В. Ткачук, О. Грабовський, М. Новохацький // Пропозиція. 2010. №10. С. 41–42.
16. Boursier P. J. Growth and nitrogen–fixing responses of subterranean clover to application and subsequent removal of ammonium nitrate / P. J. Boursier, C. A. Raguse, K. L. Taggard // Crop. Sci. I989. Vol. 29, № 3. P. 758–763.
17. Іутинська Г.О. Вплив регуляторів росту рослин та інокуляції на продуктивність сої / Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук, Н.О. Леонова [та ін.] // Агроекологічний журнал. 2010. №1. С. 62–65.
18. Berkun P. V. Anaerobic growth and denitrification among different serogroups of soybean rhizobia / P. V. Berkun, H. Keyser Harold // Appl. and Environ. Microbiol. I995. Vol. 49, № 4. P. 772–777.
19. Dacota F. D. Alfalfa (Medicago sativa L.) root excudates contain isoflavonoids in the presence of Rhizobium meliliti / F. D. Dacota, C. M. Joseph, O. A. Phllips // Plant Physiol. 1993. Vol. 101, № 3. P. 819–824.
20. Бабич А.О. Підвищення ефективності симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України / А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко // Корми і кормо виробництво. 2007. Вип.. 34. С. 3–6.

21. Технологічний процес вирощування сої ультраран-ніх та ранньостиглих сортів з міжряддям 15 см при використанні нових технічних засобів (рекомендації) / [О. П. Головашич, М. П. Білоткач, А. С. Півень та ін.]. – К. : Академпрес, 2007. – 19 с.
22. Адамень Ф.Ф. Азотфіксація та основні напрямки поліпшення азотного балансу ґрунтів / Ф.Ф. Адамень // Вісник аграрної науки. – 2009. №1. С. 9–16.
23. Волкогон В.В. Вплив інокуляції та ріст стимуляторів на фізіологічний оптимум мінерального азоту для рослин / В.В. Волкогон // Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. 2007. Вип. 2 С. 85–88.
24. Андреюк К.І. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / Андреюк К.І., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф. К.: Обереги, 2011. 239 с.
25. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особли-вості формування високого врожаю / О. М. Бахмат. Кам'янець – Подільський, 2009. 208 с.
26. Olsen F. J. Effects of between and within row spacing's on growth and production of soybean / F. J. Olsen // Trans. Ill. State Acad. Sci., 2026, 79, № 3–4, P. 203–212.
27. Петриченко В.Ф. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / Петриченко В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І. [та ін.] // Вісник аграрної науки. 2003. №10. С. 15–19.
28. Бабич А.О. Підвищення ефективності симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України / А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко // Корми і кормовиробництво.– К.: Урожай, 1992. Вип. 34. С. 3–6.
29. Бабич А.О. Проблема білка і соєвий пояс України / А.О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Вісн. аграр. науки. 1992. № 7. С. 1–7.

30. Бахмат О.М. Вплив інокуляції насіння на продуктивність зерна сої в умовах південно – західної частини Лісостепу України / О.М. Бахмат // Зб. наук. пр. Подільської аграрно-технічної академії. – Камянець – Подільський. – 2011. – №11. – С. 93–96.
31. Бабич А.А., Мережко Н.М., Медвідь С.П. Особливості вирощування кукурудзи і сої в змішаних посівах в умовах Лісостепу України // Тез. доп. конф. Вінниця, 1989. С. 13–14.
32. Блащук М.І. Вплив окремих елементів технології вирощування на продуктивність сортів сої / М.І. Блащук // Зб. наук. пр. Черкаського інституту агропромислового виробництва УААН. 2009. №1. С. 61–65.
33. Дробітько А.В. Вплив мінеральних добрив на врожай сої в умовах Степу / А.В. Дробітько, В.І. Січкар // Вісник аграрної науки. 2002. №12. С. 26–28.
34. Зінченко О. І. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; за ред. О. І. Зінченка. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
35. Колісник С. І. Ефективність застосування різних штамів бактеріальних препаратів при вирощуванні сої / С. І. Колісник, О. М. Венедіктов, Н. М. Петриченко // Корми і кормовиробництво. 2003. № 51. С. 122−125.
36. Наріжняк В. О. Прогресивна технологія вирощу-вання сої в дії / В. О. Наріжняк // Тваринництво України. – 1988. – № 4. – С. 28–29.
37. Чернишенко П. В. Вплив способу сівби і густоти стояння рослин на вміст білка й олії в насінні сої / П. В. Чернишенко, В. В. Кириченко // Таврійський науковий вісник : зб. наук. праць / Херсонський ДАУ. – Херсон: Ай-лант : 2007. – Вип. 55. – С. 41–46.
38. Селекція і насінництво сільськогосподарських рос-лин : підручник / [М. Я. Молоцький, С. П. Васильківський, В. І. Князюк та ін.] – К. : Вища освіта, 2006. – 464 с.

39. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні / М. Б. Барабаш, О. Г. Татарчук, Н.П. Гребенюк, Т. В. Корж // Фізична географія та геоморфологія. – К. : ВГЛ «Об-рії», 2009. – Вип. 57. – С. 28–37.
40. Dai A. A global dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with soil moisture and effects of sur-face warming / A. Dai, K. E. Trenberth, T. Qian // Journal of Hy-drometeorology. – 2004. – Vol. 5. – P. 1117–1130.
41. Solomon S. Climate Change 2007: The Physical Science Basis / S. Solomon // Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. – Cambridge University Press, 2007. – P. 231–237.
42. Passioura J. B. The drought environment: physical, biologi-cal and agricultural perspectives / J. B. Passioura // J. Exp. Bot. – 2007. – № 58. – P. 113–117.
43. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельников ; за ред. 254 с.
44. Макрушина М. М.. Вінниця : Нова книга, 2006. – 416 с.
45. Лещенко А.К. Соя / А.К. Лещенко, А.О. Бабич. – К.: Урожай, 1977. 104 с.
46. Посилаєва О. О. Адаптивність сортів сої до абіотич-них чинників / О. О. Посилаєва // Підвищення стійкості рос-лин до хвороб і екстремальних умов середовища в зв’язку із задачами селекції : тези міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 11-12 черв. 2013 р.) / НААН, Ін-т ро-слинництва ім. В. Я. Юр’єва. – Х., 2013. – С. 102.

47. Посилаєва О. О. Формування господарсько-цінних ознак насіннєвої продуктивності сої залежно від умов ви-рощування / О. О. Посилаєва // Інноваційні технології для 262 конкурентоспроможного аграрного виробництва: матер. міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (11-13 лист. 2013 р., Київ-Чабани) / НААН, ННЦ Інститут землеробства. Чабани, 2013. С. 5–6.
48. Посилаєва О. О. Вплив дефіциту вологи і підвище-них температур на накопичення білка в насінні сучасних сортів сої / О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко, Т. А. Шеля-кіна // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2014. Вип. 105. С. 149–154 .
49. Посилаєва О. О. Накопичення олії в насінні сучас-них сортів сої під впливом дефіциту вологи і підвищених температур / О. О. Посилаєва, В. В. Кириченко, Н. К. Іль-ченко, П. В. Чернишенко // Вісник Центру наукового за-безпечення АПВ Харківській області : науково-виробничий збірник / НААН, Ін-т рослинництва ім.В.Я. Юр'єва. Х., 2014. Вип. 16. С. 189–196.
50. Чинчик О.С. Вплив мінеральних добрив на продуктивність насіння сої в умовах південно-західної частини Лісостепу України / О.С. Чинчик // Зб. наук. пр. Подільської аграрно-технічної академії. Камянець – Подільський. 2013. №21. С. 98–100.
51. Lebeqencu I. Et al. Masuri Pentru obtinere uhei productii de soia de pesta 3000 rg/ha, in conditii de irigare – Productia Vegetala // Cereala si Plante Tehnice, 1981/ №5. C. 29-32.
52. Dencescu S., Miclea E., Butica A., Cultura Soici.: Sofia. 1982. 227 c.
53. Береговенко С.К. Ефективність застосування нових агрохімікатів при вирощуванні сої / С.К. Береговенко, С.Я. Коць, В.К. Даценко, С.М. Маліченко // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Біологічні науки і проблеми рослинництва. Умань. 2003. С. 251–253.

54.Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

55.Вовкодав В.В., Барінов Б.А. Сортова агротехніка зернових культур. К.: Урожай, 1999. С.320-329.

56.Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Зубець М.В. (голова) та [ін.] / К.:Логос, 2004. 775с.

57.Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України / Недвига М.В. К.: Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.

58.Деревянский В.П. Соя / Деревянский В.П. К.: Укр. ИНТЕИ, 1994. 216с.

59.Основи наукових досліджень в агрономії // В. О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред. В.О. Єщенко. К.: Дія. 2005. 288 с.

60.Носко Б.С. Сучасний стан та перспективні напрями досліджень в агрохімії / Б.С. Носко // Вісник аграрної науки. 2002. №9. С. 9–12.

61.Волинець І.Г. Вплив штамів ризобіофіту на азотфіксувальну здатність рослин сої за різних умов мінерального живлення / І.Г. Волинець, В.І. Невлад // Агрохімія і ґрунтознавство (Спец. випуск до VII з'їзду УТГА): Міжвідомчий темат. наук. зб. Харків, 2012. Кн. 3. С. 14–17.

62.Ґудзь В.П. Шляхи підвищення продуктивності інтенсивних сортів озимої пшениці / Ґудзь В.П. К. : Урожай. 1989 – 135 с.

63.Геркіял О.М. Особливості формування елементів продуктивності сої залежно від удобрення та штаму нітрагіну / О.М. Геркіял, І.Г. Волинець // Мат. VII між нар. наук.-практ. конф. "Наука і освіта "2004" (Дніпропетровськ, 10-25 лютого 2004 р.). Дніпропетровськ, 2004. Том 68. С. 54–55.

64.Гандзюк М.П., Желібо Є.П.Халімовський М.О. Основи охорони праці. За ред. М.П. Гандзюка. К.: Каравела, 2003. 408 с.

65.Мороз П.І., Косенко І.С. Екологічні основи природокористування. Умань.: 2001, С.146-147.

66.Городній М.М., Шикула М.К., Гудков І.М. Агроекологія. К.: Вища школа,2001. С.203-211.

ДОДАТКИ