МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту
«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА РІЗНИХ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В УМОВАХ НВВ УМАНСЬКОГО НУС

Виконав – студент ІІ курсу, групи 21м-а
спеціальності 201 Агрономія
ВЕЛЕТНЮК Володимир Володимирович

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

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП……..….... 3

Розділ 1 ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ (огляд літератури) ……..……...…… 5

Розділ 2 ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ……...……..… 16

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика сої …….... 16

2.2 Особливості сорту сої Хайстар……...…. 17

Розділ 3 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ... 19

3.1 Характеристика ґрунту ……..... 19

3.2 Характеристика погодних умов…….. 21

3.3 Схема досліду.…… 24

3.4 Агротехніка вирощування сої в досліді ……. 25

3.5 Методика проведення досліджень …… 26

Розділ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…….…….. 28

4.1 Вплив мінеральних добрив на вміст елементів живлення під посівами сої……... 28

4.2 Вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин сої ….. 32

4.3 Якість зерна сої залежно від норм мінеральних добрив …… 38

4.4 Баланс поживних речовин під посівами сої 41

Розділ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ……... 45

Розділ 6 АНАЛІЗ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ СОЇ…… 49

Розділ 7 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ…… 56

ВИСНОВКИ…… 59

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ …… 60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….…….. 61

ДОДАТКИ……..... 67

ВСТУП

Соя вирощується на всіх населених материках та на островах Тихого і Індійського океанів. За даними ФАО (FoodandAgricultureOrganization (продовольча та сільськогосподарська організація ООН), в 2021 році загальний світовий збір склав близько 261 млн тон, з площі 103 млн га. Основними виробниками її є: США, Китай, Бразилія та Аргентина. Більше двох третин імпорту йде в Китай.

На даному етапі розвитку рослинництва, 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. Проте, очевидно, існує потреба і надалі збільшувати виробництво соєвих бобів як на продовольчі, так і на кормові цілі. Зростання її виробництва – це найбільш швидкий шлях збільшення продовольчих ресурсів країни і вирішення проблеми білка.

Суть проблеми недостатньої кількості виробництва зерна сої полягає в нестабільних площах посіву, та неоптимальному використанні біологічної продуктивності вирощуваних сортів сої. Тож важливого значення в умовах енергетичної та економічної криз сьогодення набуває пошук та вдосконалення системи удобрення 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.

Актуальність роботи полягає 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.

Мета досліджень – полягала у встановленні оптимального застосування мінеральних добрив при вирощуванні сої на зерно на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому.

Для реалізації цієї мети передбачалось вирішення таких завдань: встановити зміну поживного режиму ґрунту впродовж вегетації сої під впливом мінерального і біологічного азоту; вивчити особливості формування асиміляційної поверхні, динаміки наростання надземної маси і формування врожаю насіння сої залежно від забезпеченості ґрунту рухомими формами азоту; встановити винос основних елементів живлення з ґрунту та їх витрати на формування одиниці врожаю, а також коефіцієнт використання з добрив, і визначити їх баланс залежно від умов мінерального живлення; встановити вплив умов живлення рослин на врожайність сої, елементи її продуктивності, азотфіксуючу активність культури і якісні показники зерна; визначити економічну ефективність внесення мінеральних добрив під сою, як окремо так і сумісно з досліджуваними бактеріальними препаратами та на їх основі розробити пропозиції виробництву.

Отже, соя відіграє значну роль у видобуванні рослинного білку, який є необхідним для виробництва продуктів харчування та соєвого шроту у відгодівлі тварин. На даному етапі для забезпечення більш високої врожайності сої, в конкретних ґрунтово- кліматичних умовах, є актуальною оптимізація застосування мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 1.

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ
(огляд літератури)

Дефіцит рослинного білка, орієнтація сільського господарства на екологічно чисте виробництво, а також високі ціни мінеральних та органічних добрив зумовили зростання зацікавленості до зернобобових культур [1].

Без застосування добрив неможливо одержати великий урожай сої. На думку вчених серед основних факторів, які визначають урожайність цієї культури, на добрива припадає 30%, на сорти – 20%, на погодні умови та захист рослин – по 15%, на ефективну родючість та обробіток ґрунту – по 10% [2].

Соя вимоглива до поживних речовин, витрата на формування 1 ц насіння сої становить (у кг): N – від 7,7 до 10,0; P – від 1,7 до 4,0; K – від 3,2 до 4,0. Залежно від типу та родючості ґрунту соя споживає для одержання 22,5 ц/га зерна без внесення добрив 173 кг азоту, 42 кг фосфору, 76 кг калію, для формування врожаю 33 ц/га із внесенням добрив – 224-250 кг азоту, 63 кг фосфору, 101 кг калію, 2,4 кг мікроелементів [3].

У систему удобрення сої входять: основне, припосівне внесення та підживлення у найбільш важливі для формування врожаю періоди. Вирішальне значення має основне внесення органічних і мінеральних добрив у сполученні із застосуванням нітрогену та проведенням підживлень. Збільшення врожайності зерна сої під дією добрив коливається від 1,6 до 7,5ц/га у гарних умовах і від 3,9 до 11 ц/га і більше – в умовах зрошення [3].

У процесі вегетації соя засвоює поживні речовини нерівномірно: від сходів до цвітіння вона споживає 6-16% азоту, 8,4-12% фосфору, 9-23,8% калію, 10,2% кальцію, 6-8% магнію, решту поживних речовин використовує у період від початку формування зерна до його наливання. За даними групи дослідників, максимальна кількість азоту споживається при цвітінні та формуванні бобів, фосфору – у період формування бобів, калію – через 87-95 днів після сходів,

кальцію – на 70-80-й день, магнію – на 73-80-й день, сірки – у фазі формування бобів [4].

Добре інокульовані рослини сої беруть із повітря 50-60% необхідного азоту. З огляду на цю особливість сої прийнято вважати, що внесення добрив забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин і сприяє більш активній діяльності бульбочкових бактерій [2].

У результаті досліджень було встановлено, що на сьогодні ефективність використання азоту і мінеральних добрив не перевищує – 50% [5].

Дослідницька група, що являла собою таких відомих спеціалістів постановила що хоча соя слабше від інших рослин реагує на внесення добрив та разом з тим добре використовує їх післядію за рахунок симбіозу сої з бульбочковими бактеріями, при цьому забезпечується 70–80% потреби в азоті [6]. Крім того, рослини сої формують добре розвинену кореневу систему, здатну засвоювати поживні речовини із глибоких шарів і з важкодоступних з'єднань, фіксувати значну кількість азоту з повітря. Щодо засвоєння соєю поживних речовин, то тут ще багато недостатньо вивчених моментів: інгібуюча дія деяких непотрібних елементів у ґрунті; вплив токсичних органічних речовин, ґрунтових газів (метану, сірководню та ін.); вплив вітамінів та інших активних речовин системи живлення; вплив виявлених у рослинах сої більш ніж 35 хімічних елементів (нікелю, ванадію, титану, олова, барію, алюмінію та ін.). В дослідженнях учених, завдяки цьому було визначенокоефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив, так і їх ефективність [7].

Плануючи удобрення сої, слід ураховувати не тільки результати хімічного аналізу ґрунту, а й вегетаційний період вирощуваного сорту. Середньо – та пізньостиглі сорти мають ту перевагу, що їх коренева система формується більш потужною, проникає глибше і має більше часу для насичення рослини макро- та мікроелементами; отже, такі сорти менше залежать від внесення добрив. Ранні ж та ультра ранні сорти потребують кращого живлення, за що „віддячують" збільшенням урожайності.

За функціональними ознаками життєвий цикл сої можна розділити на три періоди, кожний зі своєю специфікою живлення. У перший період життя (I-IV етапи органогенезу) важливим є якісне живлення, яке створює передумови для кращого розвитку коренів, бульбочок і надземної маси сої. Дози азоту, внесеного як основне живлення, мають бути не більше N10-30. Необхідною є наявність фосфору, кальцію, кобальту, молібдену. У другий період (V-VIII етапи) рослини мають бути забезпечені азотом, калієм, бором.

На думку фахівців, ефективним є підживлення у період репродуктивного розвитку сої 0,01% розчином гетероауксину. Регулюючи швидкість відтоку пластичних речовин, він сприяє збереженню квіток і бобів на рослині. У третій період (IX-XII етапи органогенезу) потреба сої в елементах живлення є максимальною. Велике значення у цей період має забезпечення рослин фосфором, сіркою, магнієм, а при перезволоженні ґрунту – й азотом. У випадку перезволоження ґрунтів особливого значення набувають позакореневі підживлення сої у другий період вегетації, коли в результаті анаеробіозу погіршується азотфіксація та поглинання елементів живлення внаслідок відмирання більш діяльної частини коренів сої [8].

Потреба рослини в елементах живлення на кожній фазі її розвитку різна, і тому найбільш економічно доцільним є забезпечення правильного живлення на кожній фазі окремо, з максимальним пристосуванням кожної операцій з удобрення до інших агрохімічних прийомів, виконуваних при вирощуванні культур. Вчені зазначають, що спільне внесення є доцільним не лише через те, що воно сприяє зниженню матеріальних і трудових затрат, а й з огляду на підвищення ефективності використання стимуляторів росту, засобів захисту рослин, інших агрохімікатів [9].

Оптимальне живлення як важливий фактор забезпечення продуктивності рослин значною мірою піддається агрономічному контролю, основою якого є вивчення потреби сої в елементах живлення й у сприятливих умовах середовища [10, 7]. Чимало досліджень проведено в нашій країні та за кордоном, але

невирішеність ряду проблем щодо мінерального живлення сої є гальмом у реалізації потенційних можливостей цієї культури.

За даними досліджень у вітчизняній і закордонній літературі містяться досить суперечливі відомості про вплив добрив на продуктивність сої. Вважається, що однією з причин такої суперечливості думок щодо системи живлення сої є проведення дослідів на ґрунтах різної окультуреності, різного фізико-механічного складу, з неоднаковою реакцією середовища та з різною забезпеченістю поживними речовинами, без обліку активності бульбочкових бактерій [11].

У більшості дослідів чутливість сої до добрив була досить високою. В умовах зрошення збільшення врожаїв від добрив, як правило, значно вище, ніж без зрошення [12, 13].

Значну роль у житті рослин сої відіграє азотне живлення. Азот належить до елементів, який становить найбільший агроекологічний інтерес через міграцію у ґрунті, переміщення в атмосферу, перетворення у недоступні для рослин сполуки. Учені зазначають, що тільки при правильному використанні азотних добрив можна уникнути таких негативних наслідків, як зниження фітосанітарної стійкості рослин проти хвороб і шкідників, погіршення властивостей ґрунту й якості рослинницької продукції. Система удобрення сої має передбачати оптимізацію азотного живлення при внесенні азотних добрив [14].

Існують суперечливі дані про доцільність внесення під сою мінеральних добрив, особливо азотних [15–17].

Щодо азоту, то в сої критичний період – бутонізація-цвітіння (30–40 днів). За спостереженнями фахівців нестача азоту, в цей період, спричинює помітне зниження врожайності сої і не може компенсуватися внесенням азотних добрив у подальші фази росту і розвитку рослин [18].

У дослідах проведених вченими, доведено, що асимілююча поверхня сої збільшувалась при внесенні азотних добрив у два-чотири рази, вміст хлорофілу

в листках і накопичення біомаси – у два–три рази, урожайність насіння – на 43–60% [19].

У дослідах групи вчених, по вивчення впливу азотних добрив у дозах N60 і N90 на величину врожаю й якість насіння сої у Вінницькій області кожний кілограм азоту давав збільшення збору протеїну на 3,8 кг; від фосфорно-калійних добрив збільшення було незначним [20].

Деякі науковці вважають, що азотні добрива варто застосовувати під сою тоді, коли рослини більшою мірою мають потребу в них, коли вони не забезпечуються азотом за рахунок ґрунтових запасів і біологічного симбіозу з бульбочковими азот фіксуючими бактеріями [8, 21].

Для одержання врожайності сої 25–30 ц/га і більше при гарних і середніх запасах азоту у ґрунті необхідно вносити перед сівбою 30–40 кг/га азоту. Це забезпечує кращий розвиток рослин до початку фіксації ними азоту з повітря, робить їх більш стійкими до несприятливих кліматичних умов - весняної посухи, знижених температур та ін. На ґрунтах з незначним умістом азоту внесення перед сівбою сої 60–80 кг/га азоту збільшує її врожайність і не пригнічує життєдіяльність бульбочкових бактерій [4].

Щоб виключити негативний вплив азотних добрив на життєдіяльність бульбочкових бактерій, деякі американські дослідники рекомендують вносити азотні добрива у два строки: у фазу сходів, коли накопичується вегетативна маса, і в період формування бобів, коли потреба в азоті у рослин є максимальною, а фіксація атмосферного азоту згасає та вичерпуються його ґрунтові запаси [7].

Ефективними є невеликі дози азотних добрив, які не викликають помітного пригнічення бульбочкових бактерій. Високі дози азотних добрив практично повністю пригнічують симбіоз сої з бульбочковими бактеріями, але врожай сої збільшується завдяки повному задоволенню потреб рослин у мінеральному азоті [22].

Слід взяти до уваги висновок аграріїв, з яким погоджується більшість дослідників, що завищені дози хімічних азотних добрив, можуть повністю припинити процес формування бульбочок і процес зв’язування азоту [23].

За даними досліджень, на чорноземних ґрунтах урожайність сої може сягати 15–18 ц/га без внесення азоту – лише завдяки азотфіксуючій симбіотичній здатності. Такого висновку дійшли інші дослідники [24, 25].

Вона не культивується в прохолодних регіонах із кислими ґрунтами та в посушливих і гостропосушливих регіонах із солонцями або піщаними ґрунтами [26].

Проте, для формування врожаю насіння сої на рівні 25–30 ц/га необхідні стартові дози азоту (30 кг/га), особливо на ранніх фазах її розвитку та у прохолодні весни. Підвищені дози азоту (вищі 60 кг/га) у подальшому негативно впливають на розвиток і утворення бульбочок [27–29]. Тому для високопродуктивних агрофітоценозів сої важливо зважено вибирати оптимальні дози та вид добрив. З цим погоджується більшість сучасних дослідників [30, 31].

Крім того, вчені зазначають, що соя має здатність як, бобова культура, асимілювати азот із повітря за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями багато рослин можуть фіксувати атмосферний азот і симбіотичними для них є різні види бактерій [32]. Для сої такою бактерією є Bradyrhizobium japonicum. Фіксація азоту, це процес перетворення атмосферного азоту в доступну для рослин форму, яку найпростіше засвоює рослина для отримання високого врожаю. Дослідники зазначають, що для того щоб пройшла така фіксація необхідно нанести бактерію інокулянт на насіння для формування бульбочок на кореневій системі рослин [33].

Поряд з азотним живленням важливу роль у житті рослин сої відіграє фосфорне живлення незважаючи на те, що соя засвоює значно менше фосфору, ніж азоту та калію. Фосфорне живлення з ґрунту через кореневу систему починається вже через три-п’ять днів після проростання насіння. Максимальний рівень засвоєння фосфору зафіксований у фазі формування бобів, закінчується засвоєння за 10 днів до повної стиглості [34].

Первинним джерелом фосфору для росту сої є сім’ядолі. У період сходів із сім’ядолей у проростки переміщується 40% фосфору, на 15-й день – 75%, на 38-

й день – 92%. На початку утворення корінців, тобто через три-п’ять днів після появи сходів, вони вже починають поглинати фосфор із ґрунту.

Поглинання фосфору протягом перших 40–50 днів безперервно збільшується і далі залишається стабільним до пожовтіння листків (і при низькому, і при високому рівні вмісту фосфору у середовищі) [11].

У дослідах аграріїв на різних ґрунтах і за різних режимів зволоження темпи поглинання соєю фосфору з ґрунту та з добрив за вегетаційний період були вищими при оптимальній вологості ґрунту (70% від НВ), ніж при недостатній вологості (30% від НВ). З ростом і розвитком рослин сої частка ґрунтового фосфору в їх складі зменшувалася, а частка фосфору з добрив збільшувалася [35].

Нестача фосфору у ґрунті протягом вегетаційного періоду позначається на рості та розвитку рослини: кущ виростає маленьким, цвітіння і формування бобів затягується [2].

Вчені рекомендують вносити фосфорні та калійні добрива під сою, якщо потреба рослин не забезпечуються доступними формами цих елементів із ґрунтових запасів. Застосування фосфорних добрив під сою є ефективним на всіх ґрунтах з низьким і середнім вмістом P_2O_5 [36].

Не менш важливу роль у житті рослин сої відіграє калійне живлення. Для інтенсивного росту сої необхідна велика кількість калію. У регіонах, де соя висівається на всіх типах ґрунтів, окрім піщаних, кореневий шар має велику кількість калію, проте лише 1–2% є доступними для рослин. Максимальна потреба рослин у калії виникає у період формування насіння і триває до настання фази його достигання. Калій відіграє важливу роль в азотному обміні та перерозподілі вуглеводів, регулює водний баланс і синтез білка, підвищує стійкість рослин сої до захворювань і вилягання. Потреба рослин у калії в кінці цвітіння становить 18,5–20,1%, що в 1,5 рази більше, ніж потреба в азоті за той же період; у фазі масового утворення бобів – 41,9-44,2 %; у фазі масового наливання насіння – 73,1–81 %. За період дозрівання засвоєння калію складає 18,9%, що значно менше, ніж засвоєння азоту [37].

Калій необхідний рослині протягом усього періоду вегетації. Він впливає на поживний баланс рослин сої. Відомі випадки, коли на бідних калієм ґрунтах було одержано чотириразове збільшення врожайності сої завдяки застосуванню калійних добрив.

При середній забезпеченості ґрунту калієм щорічне внесення 80–120 кг/га K_2O сприяє підвищенню урожайності сої в середньому на 4,2 ц/га; її оптимальний розвиток в загущених посівах можливий за умови, коли в листках не менше 0,28–0,30% фосфору та більше 1,8% калію на початку цвітіння [38].

Численні досліди науковців показали залежність ефективності калійних добрив від запасів калію у ґрунті. Низьким є вміст калію на опідзолених ґрунтах. Для вирощування сої калій необхідний у помірних кількостях. На полях з низьким або дуже низьким його вмістом варто вносити 44–60 кг/га K_2O. На більшості типів чорноземів, багатих на валовий калій, соя не реагує на калійні добрива [39].

На чорноземних ґрунтах багатих валовими запасами калію, найбільш ефективним є внесення під сою азотно-фосфорних добрив у середніх дозах при співвідношенні N:P 1:1–1,5 [40].

Дослідники рекомендують використовувати під сою повне мінеральне добриво з оптимальним співвідношенням елементів живлення. Дози добрив слід установлювати в господарствах конкретно для кожного поля залежно від родючості ґрунту. Кращим є таке співвідношення поживних речовин для сої за діючою речовиною, коли на одну частину азотних добрив припадає 1,5–2 частини фосфорних і 0,5–1 частина калійних добрив [3]. При внесенні добрив у такому співвідношенні створюються найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин сої: підвищується їх продуктивність – збільшуються висота рослин (на 4,9–8,2%), їх вага (на 18,8–38,2%), кількість бобів (на 6,5–22,1%) і насіння (на 9,5–11,7%), їх вага на рослинах (на 16,9–27%). Урожайність зерна сої на фоні повного мінерального добрива підвищується в різних зонах країни у середньому на 3,2–5,6 ц/га [2, 3, 19]. Парні комбінації азотних, фосфорних і калійних добрив забезпечують менші прирости врожаю. У дослідах Львівського

сільськогосподарського інституту збільшення врожайності сої від застосування $N_{45}P_{45}$ становило 2,9 ц/га, від $N_{45}K_{45}$ – 2,1 ц/га, а від $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 3,2–3,7 ц/га.

При застосуванні добрив спостерігалась тенденція до збільшення вмісту поживних речовин і у зерні сої: на ділянках без добрив вміст азоту складав 4,47%; фосфору – 2,63; калію – 1,71%. З унесенням N60P80K80 вміст азоту, фосфору та калію збільшився відповідно на 4,3%; 4,9; 3,5%; $N_{90}P_{120}K_{120}$ – на 11,0%; 10,7; 7,6%. Унесення повного мінерального добрива збільшує вміст протеїну в зерні на 1,0–3,1%; олії – на 1,6% [41].

Практикою господарств установлено, що використання мінеральних добрив за оптимальних умов зволоження підвищує врожайність насіння сої на 6,1–13,8 ц/га, зеленої маси – на 17–70 ц/га, вміст протеїну у насінні – на 6,6%, у зеленій масі – на 3,4% [40].

При відсутності симбіозу коефіцієнти використання фосфору та калію рослинами сої можна збільшити лише внесенням азотних добрив. За нормальної вологості ґрунту азотні добрива у більших дозах (200–300 кг/га) підвищують коефіцієнт використання фосфору із ґрунту з 3–7% до 18%, калію – з 5–10% до 23%, а з мінеральних добрив – відповідно з 30–40 до 60–80%. При цьому самі азотні добрива засвоюються рослинами на 38–69% [4].

В умовах нестачі вологи використання азотних, фосфорних і калійних добрив буває мінімальним, а іноді під дією азотних добрив навіть знижується споживання фосфору та калію із ґрунту [7].

Ефективність мінеральних добрив багато в чому залежить від способу внесення та глибини загортання.

Найбільш поширеним є розкидний спосіб із загортанням добрив у ґрунт, не трудомісткий, найбільш економічний, без ризику „обпалення”. Вносити добрива можна кожний другий або третій рік не в напружені періоди року. Основним недоліком розкидного способу є те, що доводиться вносити більшу кількість добрив, ніж при стрічковому способі, для досягнення однакового ефекту.

При розробці оптимальної системи живлення сої важливе значення мають строки внесення добрив. Найбільш раціональним та економічно вигідним, на думку дослідників є внесення мінеральних добрив у два етапи: на першому 2/3 від загальної кількості необхідних добрив під оранку, на другому – 1/3 у вигляді вегетаційного підживлення. [42].

Досліди з підживленням показали, що соя має велику потребу в додатковому внесенні добрив у період формування бобів, оскільки азотисті сполуки у ґрунті починаючи із серпня різко убувають, частина їх вимивається, частина денітрифікується, крива наявності у ґрунті рухливих сполук фосфору у липні-серпні теж падає до нуля, і соя як пізня культура у період формування бобів виявляється у несприятливих умовах азотного і фосфорного живлення. Кореневі підживлення в цей період важко виконувати через неминуче ушкодження коренів і листя. Тому останнім часом широко вивчаються некореневі підживлення сої [10].

У рослин сої наростання вегетативної маси та нагромадження поживних речовин відбувається до початку утворення бобів. У фазі масового цвітіння більша частина поживних речовин надходить у репродуктивні органи. У період наливання насіння відбувається реутилізація елементів живлення з вегетативних органів: з листя у боби надходять не тільки вуглеводи, а й азот, фосфор, калій, сірка, листя знижує інтенсивність фотосинтезу та забезпечення бульбочок вуглеводами, а бульбочки у свою чергу зменшують постачання рослині азоту. Починається саморуйнування рослини [43].

За даними відомих вчених високі врожаї насіння сої у великому регіоні з кислими опідзоленими ґрунтами – Лісостепу України забезпечуються вапнуванням, внесенням мінеральних добрив[43, 44].

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 чорноземі опідзоленому в умовах коротко ротаційної сівозміни дослідного поля Уманського НУС є надзвичайно важливим, що й визначило мету і завдання наших досліджень.

РОЗДІЛ 2.

ОБЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ботанічна і біологічна характеристика сої

Соя належить до родини бобових – Fabasiae. Відомо шість підвидів культурної сої: напівкультурна (Glycine max var gracilis Enk.); індійська (Glycine max var indica Enk.); китайська (Glycine max var chinensis); корейська (Glycine max var korajensis Enk.); маньчжурська (Glycine max var manshurica Enk.); слов'янська (Glycine max var slavonica Kov.et Pinz) [45].

Соя – теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння 7–8°С, достатня – 12–14°С, оптимальна – 15–20°С. Сходи витримують приморозки до мінус 2–3°С. Для нормального розвитку сої необхідна сума активних температур (вище 15°С) на рівні 1800 градусів.

Соя належить до середньо-стійких до посухи рослин. Менше вологи соя використовує у період від сходів до початку цвітіння. Найбільше вологи рослинам потрібно під час цвітіння і росту бобів. Транспіраційний коефіцієнт сої високий – 520–600.

Соя відноситься до культур короткого дня і дуже чутлива до зміни тривалості освітлення. Вирощування її у північних районах зумовлює збільшення тривалості фаз розвитку рослин і зниження продуктивності. На півдні, де світловий день коротший, соя розвивається швидше, що спричинює скорочення вегетаційного періоду.

Найкращими ґрунтами для сої є чорноземи, темно-сірі та каштанові. Найбільш придатні для сої ґрунти з нейтральною реакцією (pH 6,5–7,0), родючі з високим вмістом органічних речовин. Непридатні для неї солонуваті важкі і дуже легкі, кислі і заболочені ґрунти.За вегетаційний період соя проходить шість фаз росту й розвитку [46].

I. Фаза проростання насіння розпочинається після сівби культури. Проростанню насіння сої передує набухання. Проростання насіння розпочинається з росту корінчика, який розриває оболонку насінини, проникає у ґрунт і укорінюється в ньому. Разом з ростом корінця відбувається подовження стебельця.

II. Фаза сходів характеризується появою на поверхні ґрунту перших листків. Спочатку на поверхні ґрунту у рослин, які виносять сім'ядолі, за рахунок росту і вирівнювання дугоподібного підсім'ядольного коліна, з'являються сім'ядольні листки.

III. Фаза інтенсивного росту відзначається швидким ростом рослин. Разом із збільшенням довжини стебла, інтенсивно появляються нові листки, формуються квітки. Паралельно з інтенсивним розвитком листків і стебел проходить формування і ріст кореневої системи.

IV і V. Фази бутонізації та цвітіння характеризуються появою бутонів квітів та їх розкриванням. Проходить запилення і запліднення. Ця фаза є критичним періодом для формування врожаю зернобобових культур.

VI. Під час фази формування і достигання насіння відбувається посилений ріст у довжину плодів, які досягають розмірів, властивих культурі. Остаточно визначається озерненість бобів та їх кількість на рослин.

2.2 Особливості сорту Хайстар

Сорт середньоранній 105 днів, CHU 2475. Біологічні ознаки сорту: Характерною ознакою даного сорту RR2Y є підвищена кількість бобів на рослині та насінин у бобі (до 40 % 4-насінних). Прекрасне поєднання високої врожайності та пластичності. Висота рослин - 85 - 115 см. Забарвленя квітки - біле. Висота прикріплення нижнього бобу - 15 - 17 см. Вміст олії 41-42%. Господарські показники: Технологічний потенціал урожайності - 42 - 52 ц/га. Масса 1000 насінин - 197 г. Стійкість до хвороб - 9 балів.

Сівба: Рекомендована густота посіву - 800 тис.шт/га. Рекомендована ширина міжрядь : 12,5 - 38 см.

Переваги: Надзвичайно посухостійкий та пластичний сорт в своїй групі стиглості, що забеспечує високі та стабільні показники урожаю. Високий вміст протеїну та висока стійкість до хвороб, незважаючи на кліматичні умови та вид грунту. Рекомендований для вирощування у всіх кліматичних зонах України. Здатний до гілкування, що забезпечує підвищення урожайності.

Цей сорт і можна вирощувати на і всіх фонах ґрунтів при і умові, щоб вони і не мали різко вираженої і кислотності і характеризувались доброю аерацією. Придатний і для механізованого збирання. Даний сорт і є відносно стійким до і дефіциту вологи в період формування і генеративних органів [47].

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристика ґрунту

Чорноземи – це ґрунти, сформовані трав’янистими фітоценозами степової та лісостепової ландшафтно-біокліматичних зон. Вони утворилися в післяльодовиковий період протягом 10–12 тисяч років. Провідним тут є гумусово-акумулятивний процес, який сприяє утворенню глибокогумусованого профілю. Характерний гумусовий профіль чорноземів завдячує могутньому впливу степових трав, коренева система яких становить значну частку їх біомаси і здатна швидко відмирати і легко гуміфікуватися.

У зоні поширення чорноземних ґрунтів складаються дуже сприятливі гідротермічні умови для розкладу органічної маси і процесу гуміфікації. Весною і в першій половині літа, коли в ґрунті ще достатньо вологи і сприятлива температура відбувається складний розклад органічної маси, що синтезувалася в минулому році. Влітку при високій температурі і низькій волозі ґрунту біологічні процеси уповільнюються і подальша мінералізація припиняється. В цей час з продуктів напіврозкладу синтезуються і високомолекулярні речовини, відбувається їх конденсація і полімеризація. Восени з підвищенням вологості ґрунту біологічна діяльність швидко зростає, але лише до настання холодів. Взимку відбувається денатурація гумусних речовин. Вони входять у тісні зв'язки з мінеральною частиною ґрунту, а також одночасно з цим нагромаджуються такі біофільні елементи як азот, фосфор, сірка, кальцій, залізо, марганець та інші макро- і мікроелементи.

Опідзолені чорноземи логічно завершають еколого–генетичний ряд слабо опідзолених ґрунтів Лісостепової зони. Інтенсивне гумусонакопичення, яке так яскраво представлено в профілі чорноземного типу ґрунтогенезу, поєднується тут з явною, хоч і ослабленою порівняно з сірими опідзоленими ґрунтами

диференціацією профілю. Діагностичною рисою чорноземів опідзолених є наявність білуватої борошнистої присипки SiO_2, яка надає характерної сивуватості Не-горизонту.

Чорноземи опідзолені – це високо родючі ґрунти, є ґрунтами універсального використання. Вони добре вбирають воду і рівномірно віддають її рослинам, придатні під усі сільськогосподарські культури. Загальний бонітет їх складає 66–80 балів.

Будова його профілю схематично позначається такою сукупністю генетично пов'язаних горизонтів:Не+Нрі+ PhI+P1(h)+Рк

Не (0–43) – гумусово-акумулятивний горизонт, слабо- елювійований, темно-сірий, аж чорний, чітко виражений, добре і рівномірно гумусований. Орний шар 0–27 см розпилено-грудкуватий, 27–43 зернисто-горіхуватої структури, чітко виражений, міцний, крупнопилувато-важкосуглинистий, щільний, вологий, добре пронизаний червоточинами. Перехід до наступного горизонту поступовий.

Нрі (44–71) – верхній перехідний, слабоелювіальний, менш гумусований, буровато-сірий, зернисто-горіхуватої структури, важкосуглинковий щільний, вологий, є багато коріння трав, червоточини, капроліти, помітні плями ґрунтоутворювальної породи, на структурних агрегатах помітні натіки півтораокислів, перехід до наступного горизонту помітний.

PhI (72–105) – нижній, перехідний горизонт, слабогумусована, слабоілювійована порода, сірувато-бурого кольору, крупного-ріхуватої структури, важкосуглинкова, щільна, волога, є червоточини, капроліти. На структурних агрегатах помітні колоїди півтораокислів у вигляді лакової помазки. Перехід до наступного горизонту помітний за кольором.

P1(h) (106–136) – порода слабоілювійована, бурувато-палевого кольору, структура грудочкувато-призматична, щільна, волога, помітні зачіпки гумусу і колоїдів. В нижній частині появляються карбонати. Перехід добре помітний.

Рк 136–200– материнська порода – лес карбонатний, жовто-палевого кольору, важкосуглинковий, призматичної структури, нещільний, карбонат у вигляді прожилок, цвілі, трубочок.

Добрива ефективно регулюють поживний режим чорноземів , які незважаючи на високу торфність, відгукуються на внесення добрив значним підвищенням врожайності сільськогосподарських культур [48].

3.2 Характеристика погодних умов

Стаціонарний дослід кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС, де проводилися досліди по вивченню впливу норм мінеральних добрив на продуктивність сої, знаходиться в зоні, що характеризується теплим і середньо-вологим кліматом.

За даними метеостанції Умань, в районі проведення досліджень середньомісячна температура становить 7,4°С, середньобагаторічна кількість опадів 633 мм. Сума ефективних температур понад +10°С складає 2630°–2950°С. Безморозний період з середньодобовою температурою повітря понад +5 °С триває 205–255 днів, а з +10°С 160–170 днів, що цілком достатньо для вирощування більшості сільськогосподарських культур, в тому числі і сої. Початком вегетаційного сезону вважають дату стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0°С. Весна настає швидко, але сніг тане повільно. Це сприяє поглинанню більшої частини талих вод ґрунтом. У першій декаді квітня відбувається перехід середньодобової температури повітря через +5°С, а в травні місяці вона переходить через +10°С, що є початком активної вегетації сільськогосподарських культур. Перехід середньодобової температури повітря через +15°С вважають початком літа, яке продовжується до середини вересня. В окремі роки, при відсутності опадів і підвищеній температурі повітря, літо буває засушливим. При цьому часто відчувається нестача продуктивної вологи в ґрунті, що негативно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Перші осінні приморозки спостерігаються, як правило, у першій декаді вересня, а найпізніше на початку листопада. Похмура

і дощова погода буває в кінці жовтня. При цьому середньодобова температура повітря не перевищує +10°С, що є ознакою закінчення вегетаційного періоду.

Зима переважно не сувора. Стійкий сніговий покрив спостерігається в кінці грудня, а в окремі роки із значними відхиленнями. У цілому агро кліматичні умови є сприятливими для вирощування сої, які при дотриманні технології їх вирощування забезпечують високу продуктивність.

Погодні умови в роки досліджень різнилися від середньобагаторічних показників і тому не однаково були сприятливими для росту і розвитку рослин польової сівозміни, що в подальшому вплинуло на величину врожаю всіх культур.

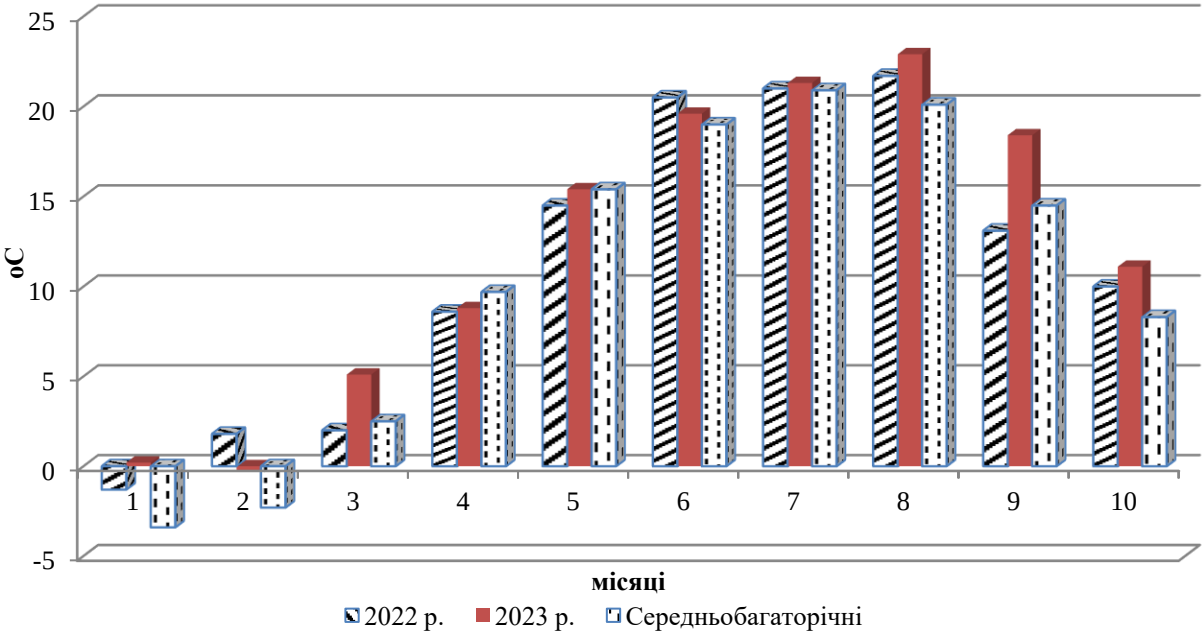


Рис.1. Температура повітря за місяцями (за даними метеостанції) Умань

Погодні умови в роки проведення досліджень дещо відрізнялись від середньобагаторічних, не тільки за кількістю атмосферних опадів та їх розподілом, але і за температурою повітря (рис. 1). Так, вересень відзначався теплим режимом, температура повітря в якому перевищувала норму на 1,4°С. Відносна вологість повітря була дещо нижчою від норми, хоча опадів за

вересень місяць випало лише 12,4 мм, що складало 30% норми.

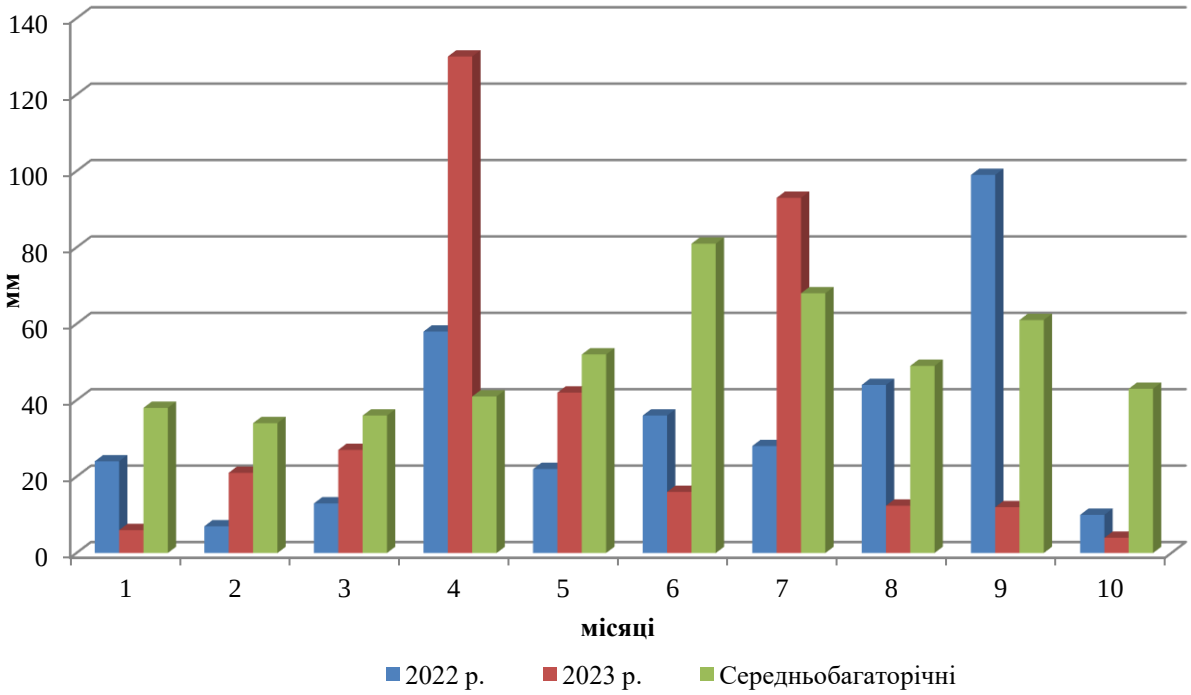


Рис. 2. Кількість опадів за місяцями (за даними метеостанції) Умань

Погодні умови 2022 - 2023 року досліджень були типовими для зони і в тій чи іншій мірі відрізнялись від середньобагаторічних, як у цілому за сільськогосподарський рік, так і окремо по місяцях.

Отже, з вище приведеної характеристики погодних умов можна зробити висновок, що для росту, розвитку і формування високого рівня продуктивності рослин, були сприятливими умови періоду вегетації 2022–2023 рр.

Отже, в цілому кліматичні умови були сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі і сої, яка при дотриманні всіх елементів технології її вирощування, забезпечує отримання стійких урожаїв.

3.3 Схема досліду

Дослідження з вивчення поєднання азотних і фосфорно-калійних добрив під сою проведено на дослідному полі кафедри агрохімії і ґрунтознавства ННВВ Уманського НУС.

Попередником сої був ячмінь ярий. Розмір дослідних ділянок 110 м^2, облікова площа 72 м^2, при трьохкратному повторенні.

Дослід закладали за такою схемою:

1. Без добрив (контроль)
2. $Р_{60}К_{60}$
3. N_{60}
4. $N_{60}К_{60}$
5. $N_{60}Р_{60}$
6. $N_{60}Р_{60}К_{60}$

В досліді застосовувалися такі добрива: аміачна селітра, суперфосфат гранульований, калій хлористий. Фосфорно-калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, а азотні – перед посівом.

Таблиця 1

Схема розміщення ділянок в досліді

I						**II**						**III**					
1	2	3	4	5	6	2	1	4	6	3	5	3	4	5	1	6	2

Протягом вегетаційного періоду на посівах сої проводилися фенологічні спостереження, вимірювання, аналізи та обліки.

3.4 Агротехніка вирощування сої в досліді

Сою розміщували у сівозміні після ячменю ярого. Основний обробіток ґрунту починали з лущення дисковим лущильником ЛДТ–15 (вслід за збиранням попередника) на глибину 6–8 см, вдруге на 10–12 см при появі сходів бур'янів.

У першій половині жовтня проводили зяблеву оранку на глибину 22–25 см. плугами ПЛН –5–35.

Весною, як тільки ґрунт перестав липнути, обробіток починали 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.

Перед сівбою проводиликультивація на глибину 5–7 см КПС–4. Важливою умовою вирощування сої є застосування ефективних гербіцидів, які в поєднанні з агротехнічними заходами майже повністю очищають поля від бур'янів і тим самим ліквідовують потребу в ручних прополюваннях. Внесення гербіциду проводили ОПШ–15. Повторний обробіток проводилипо сходах культури у фазі 2–3 листків і появи одно- і дводольних бур'янів. Обприскування проводили базаграном 2 кг/га, витрата робочої рідини 250–300 літрів на гектар.

Сіяли доброякісне насіння районованого сорту Хайстар, відсортоване і вирівняне за розміром. Для знезараження від збудників хвороб за 2–4 тижні до сівби обробляли фундазолом 2 кг/т.

Сівбу сої починали, коли ґрунт на глибині загортання насіння, прогрівався до 10–12 ^{0}С і спостерігалася тенденція підвищення температури, що буває звичайно в кінці квітня – на початку травня. Оптимальна глибина загортання насіння 4–5 см, польова схожість 81,7%. Сою сіяли широкорядним способом з міжряддям 45 см.

Сіяли сою зерновою сівалкою СЗ–3,6 в агрегаті з трактором ЮМЗ–6.

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

Павутинного кліща, акацієву вогнівку, бульбочкових довгоносиків, совок знищували обприскуванням посівів сої Бі–58 новим, 40% к.е. – 1 л/га через 8–10 днів після цвітіння.

Збирали сою після опадання листків, в фазі повної стиглості, при вологості насіння 14%, прямим комбайнуванням. Оскільки у сої боби розміщуються близько від поверхні ґрунту, насіння високо-гігроскопічне, то жатки встановлювали на найнижчий зріз, швидкість руху комбайна не перевищувала 3–4 км/год, а частота молотильного барабана 600 обертів за хвилину.

3.5 Методика проведення досліджень

Польові досліди супроводжувались такими аналітичними визначеннями. Структуру врожаю визначали шляхом розбору пробних снопів з кожного варіанту у 2-х несуміжних повтореннях.

Збирання врожаю сої проводили суцільним поділяночним методомпрямим комбайнуванням.

У рослинних зразках визначали:

– кількість бобів і насінин на одній рослині визначали шляхом підрахунку на 10 рослинах з кожної повторності і виводили середнє значення;

– масу 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89;

– облік основного врожаю проводили методом суцільного збирання і обмолоту всієї облікової ділянки та зважування продукції окремо з кожної ділянки і виводили середнє значення;

– визначення білка в насінні сої проводили за методом Барнштейна в лабораторії кафедри агрохімії і ґрунтознавства;

– структуру врожаю сої – згідно загальноприйнятих методик рослинництві.

Економічну ефективність застосування добрив розраховували за технологічними картами шляхом співставлення витрат на виробництво, існуючих цін та реалізації продукції.

Опрацювання і узагальнення результатів досліджень проводили, використовуючи методи математичної статистики [49].

РОЗДІЛ 4.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Вплив мінеральних добрив на вміст елементів живлення під посівами сої

Обв'язковою 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% [30].

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 ґрунтово-кліматичних умовах.

У результаті проведених досліджень нами встановлено, що вміст основних елементів живлення в орному шарі ґрунту під посівами сої за різних варіантів удобрення та в різні періоди був неоднаковим. Як видно з наведених у таблиці 3, де не вносили лише фосфорно-калійні добрива (контроль) на період сходів вміст мінерального азоту був найменшим (табл. 2).

Вміст мінерального азоту в орному шарі ґрунту при внесенні азотних добрив у варіанті N_{60} в період сходів в 2022 році становив 22,5 мг/кг ґрунту, а вже 2023-го року – 21,5 мг/кг. При поєднанні азотних добрив з калійними $N_{60}K_{60}$ вміст мінерального азоту знизився на 0,6 та 0,7 мг/кг порівняно з варіантами де вносили лише азотні добрива в дозі N_{60}. При внесенні азотних добрив в поєднанні з фосфорними вміст мінерального азоту також зменшився, порівняно

до варіанту з азотом і перевищував вміст мінерального азоту в контрольному варіанті в середньому на 3 мг/кг.

При внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ тенденція до зменшення вмсту інерного азоту – продовжилась, проте з найменш помітною різницею до попереднього варіанту ($N_{60}P_{60}$). Слід зазначити, що поприте результат удобрення показує позитивний приріст вмісту азоту, порівняно з контрольним варіантом, в середньому за два роки на 2,6 мг/кг.

Таблиця 2

Вміст мінерального азоту ($N\text{-}NO_3+N\text{-}NH_4$**) в ґрунті під посівами сої у фазу сходів**, мг/кг

Варіант досліду	Роки досліджень		Середнє за два роки
	2022	2023	
Без добрив (контроль)	17,5	16,5	17,0
$P_{60}K_{60}$	17,6	16,7	17,2
N_{60}	21,5	20,5	21,0
$N_{60}K_{60}$	20,8	19,9	20,3
$N_{60}P_{60}$	20,4	19,6	20,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,0	19,2	19,6

В результаті спостереження за вмістом мінерального азоту в період сходів рослин сої спостерігалась тенденція до зменшення вмісту досліджуваних сполук в результаті його кращого використання у варіантах з фосфорними добривами. В досліджувані роки дані лише підтвердились.

Під впливом фосфатів швидше проходить біологічний цикл розвитку рослин. Умови фосфатного живлення мають велике значення для підвищення стійкості рослин до негативного впливу посухи. Це пов’язано з підвищенням ступеня зневоднення структурних елементів клітин, їхньої здатності утримувати воду в колоїдно-зв’язаному стані, що підвищує стійкість елементів клітин до

загального зниження вмісту води в рослинах.

У нашому досліді фосфорні і калійні добрива в системі удобрення рослин сої слугували контролем вносились в одній дозі – $P_{60}K_{60}$. Результати досліджень рухомих сполук фосфору наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті під посівами сої у фазу сходів, мг/кг

Варіант досліду	Роки досліджень		Середнє за два роки
	2022	2023	
Без добрив (контроль)	106	103	104
$P_{60}K_{60}$	119	115	117
N_{60}	111	104	106
$N_{60}K_{60}$	108	105	107
$N_{60}P_{60}$	124	118	121
$N_{60}P_{60}K_{60}$	125	121	122

Вміст рухомих сполук фосфору в орному шарі ґрунту залежав від співвідношення елементів живлення у внесених добривах.

Найбільш чітка різниця у вмісті фосфору спостерігалась у орному шарі ґрунту між варіантами, де не вносились фосфорні добрива і у варіантах, де вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Варіанти досліду, де застосовували лише азотні добрива за вмістом P_2O_5 в ґрунті відрізнялись від контрольного варіанту на 11 мг/кг.

Калій стимулює нормальний процес фотосинтезу, підсилює відтік вуглеводів із пластинки листків в інші органи. Не входячи до складу ферментів, він активує роботу багатьох з них. При достатньому забезпеченні калієм рослини краще утримують воду, та переносять короткочасні посухи. Соя потребує великої кількості калію, який необхідний їй для швидкого росту та сповільнення

біохімічного процесу старіння. Результати досліджень рухомих сполук фосфору калію наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Вміст рухомих сполук калію в ґрунті під посівами сої у фазу сходів, мг/кг

Варіант досліду	Роки досліджень		Середнє за два роки
	2022	2022	
Без добрив (контроль)	102	97	98
$P_{60}K_{60}$	124	123	124
N_{60}	103	98	102
$N_{60}K_{60}$	125	122	122
$N_{60}P_{60}$	102	97	101
$N_{60}P_{60}K_{60}$	126	124	125

Вивчення вмісту рухомих сполук калію в ґрунті під посівами сої показало, що найбільші значення цього елемента були у варіантах із застосуванням калійних добрив (табл. 4). Найменшим вмістом калію в період сходів під посівами сої характеризувались варіанти з внесенням азотних та азотно-фосфорних добрив в середньому в межах 100 мг/кг ґрунту відповідно. Внесення калійних добрив під основний обробіток істотно підвищувало вміст рухомих сполук калію в удобрюваних варіантах порівняно з варіантами де калій не вносився.

4.2 Вплив мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин сої

Мінеральні добрива являються одним із основних факторів, що впливають на продуктивність агрофітоценозу. Розмір соєвої рослини, зокрема її висота і облиствленість, обумовлює її продуктивність і залежить від зовнішніхфакторів і біологічних особливостей сорту. Для формування повноцінного врожаю соя використовує великий комплекс різних елементів з повітря і ґрунту. З повітря і води соя отримує вуглець, водень, кисень; з твердої частини ґрунту і добрив – азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірку та мікроелементи бор, марганець, молібден, цинк і ін. [44].

Як свідчать результати проведених нами фенологічних спостережень і вимірювань, поєднання азотних мінеральних добрив з фосфорно-калійними мали позитивний вплив на ріст рослин сої у висоту та висоту прикріплення нижнього боба (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив мінеральних добрив на біометричні показники рослин сої, см

Варіант досліду	Висота рослин			Висота прикріплення нижнього боба		
	2022 р.	2023 р.	середнє	2022 р.	2023 р.	середнє
Без добрив (контроль)	65	77	71	17,2	18,1	17,4
$Р_{60}К_{60}$	71	83	75	18,3	19,3	18,7
N_{60}	73	84	77	17,6	18,7	18,2
$N_{60}К_{60}$	75	86	82	18,6	19,8	19,2
$N_{60}Р_{60}$	74	86	78	19,1	20,1	19,5
$N_{60}Р_{60}К_{60}$	76	98	87	20,1	21,2	20,4

З таблиці 6 видно, що найбільша висота рослин сої спостерігалася у варіантах з високими нормами мінеральних добрив $N_{60}Р_{60}К_{60}$. Це свідчить, що

соя досить чутлива до норм мінеральних добрив. Проте прямого кореляційного зв'язку між нормами мінеральних добрив і висотою рослин сої не виявлено. Тому режимом живлення чи внесенням добрив можна забезпечити сприятливі умови для росту і розвитку рослин, що в наступному позначиться на урожайності сої. Особливе значення для сої має азот, внесення якого, як видно з таблиці 6, позитивно впливає на ріст рослин. З літератури відомо, що соя бобова культура має здатність засвоювати азот повітря бульбочковими бактеріями, але перед посівом сої слід вносити невеликі стартові дози азоту.

Висота рослин в значніймірі залежить і від погодних умов року, зокрема від кількості атмосферних опадів.

У формуванні високих врожаїв сільськогосподарських культур велика роль належить густоті стояння рослин перед жнивами. Із зміною умов вирощування рослини реагують на зміну кількості бобів на рослині. Формування оптимальної густоти посівів помітно впливає не лише на наростання асимілюючої поверхні, а і закладання кількості бобів на рослині.

Таблиця 6

Кількість бобів та кількість насінин на одній рослині залежно від удобрення, шт

Варіант досліду	Кількість бобів			Кількість насінин		
	2022 р.	2023 р.	Середнє	2022 р.	2023 р.	Середнє
Без добрив (контроль)	15,2	15,6	15,4	27,1	31,6	29,3
$P_{60}K_{60}$	15,3	15,5	15,4	28,2	32,1	30,2
N_{60}	15,6	15,6	15,5	29,2	32,1	30,5
$N_{60}K_{60}$	15,6	15,7	15,6	29,7	32,7	31,4
$N_{60}P_{60}$	15,8	15,7	15,7	30,2	32,4	31,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,5	16,1	16,3	36,4	33,9	35,3

Вивчаючи дію різних мінеральних добрив на ріст вегетативної маси, ми одночасно встановили їх вплив на формування продуктивних органів сої.

Кількість бобів на рослинах сої в значній мірі залежала від форми мінеральних добрив і їх поєднання (табл. 6).

Дані таблиці свідчать, що кількість бобів на одній рослині сої дещо збільшується з поєднанням всіх форм мінеральних добрив, також проявляється позитивний вплив азотних мінеральних добрив на фосфорно-калійному фоні збільшенням густоти стояння рослин на площі. Так на рослинах з варіантів $N_{60}P_{60}K_{60}$ кількість бобів на рослинах сої збільшувалася в середньому майже на 5,9%, тоді як при внесенні $N_{60}K_{60}$ і $N_{60}P_{60}$ лише на 2,6 і 3,3%. Таким є позитивний вплив поєднання азотних та фосфорно-калійних мінеральних добрив на формуванні генеративних органів.

З таблиці добре вирізняється вплив сумісного внесенням азотних та фосфорно-калійних мінеральних добрив на кількість бобів на рослині сої. Кількість бобів на рослині у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ перевищувала контроль на 7%. Проте вплив лише азотних мінеральних добив на наростання бобів на рослин на сої майже не перевищував контроль.

Проте такий, наче б незначний приріст кількості бобів на одній рослині сої може стати помітним при перерахунку його на гектарну площу.

Ми вважаємо, що крім добрив, кількість бобів на рослині залежить від родючості ґрунту, густоти рослин, сорту, умов вологозабезпеченості, освітленості тощо. За кількістю бобів на одній рослині досліджуваний сорт відноситься до низькопродуктивних (10–30 бобів).

Величина врожайності в значній мірі залежала від кількості рослин на одиниці площі, насінин на кожній рослині, в бобі, ґрунтових, погодних і інших умов.

Кількістьнасінин в бобі сої було від одного до чотирьох, частіше – 2–3 шт. На формування кількості насіння на рослинах сої певний вплив мають форми мінеральних добрив (таблиця 6).

Величина врожайності в значній мірі залежала від кількостірослин на одиниці площі, насінин на кожній рослині, в бобі, ґрунтових, погодних і інших умов.

На формування кількості насіння на рослинах сої певний вплив мають форми мінеральних добрив (таблиця 6).

З даних таблиці видно, що кількість насінин на одній рослині зростає із внесенням азотних мінеральних добрив, хоч і прямого кореляційного зв'язку не встановлено. Тому найбільша кількістьнасінин була на рослинах з варіантів, де вносилося повне мінеральне, а у варіантах з меншими нормами добрив приріст був меншим.

З наведених даних видно, що кількість насінин на одній рослині також в значній мірі залежить від погодних умов року, хоча соя має здатність витримувати короткочасні посухи і короткочасне вологоперенасичення. Це дає їй велику перевагу при вирощуванні в різних зонах України.

Також слід зазначити, що від удобрення залежить і густота рослин сої, як видно з таблиці 7.

Таблиця 7

Густота рослин сої залежно від удобрення, тис.шт/га

Варіант досліду	Роки		Середнє за два роки	Приріст
	2022 р.	2023 р.		
Без добрив (контроль)	511	545	527	–
$P_{60}K_{60}$	591	572	581	53
N_{60}	577	574	576	48
$N_{60}K_{60}$	601	581	591	63
$N_{60}P_{60}$	612	593	601	75
$N_{60}P_{60}K_{60}$	613	617	614	86

З даних таблиці видно, що густота рослин зростає із внесенням азотних мінеральних добрив, проте із внесенням фосфорно-калійних добрив результати

є кращими. Тому найбільший показник густоти рослин був у варіанті, де вносилося повне мінеральне живлення ($N_{60}P_{60}K_{60}$).

Ми також ставили за мету вивчити вплив різних норм мінеральних добрив на масу 1000 насінин, що характеризує виповненість та якість зерна сої. Результати спостережень наведено в таблиці 8.

Таблиця 8

Маса 1000 зерен сої залежно від удобрення, г.

Варіант досліду	Роки		Середнє за два роки	Приріст
	2022	2023		
Без добрив (контроль)	134	143	141	
$P_{60}K_{60}$	152	145	147	8
N_{60}	153	151	152	12
$N_{60}K_{60}$	157	152	155	15
$N_{60}P_{60}$	162	154	158	16
$N_{60}P_{60}K_{60}$	164	156	158	18

Виходячи з даних таблиці можна зробити висновок, що внесення фосфорних і калійних добрив під основний обробіток ґрунту забезпечило, в середньому масу 1000 насінин на рівні 148,5 г. При внесенні лише азотних добрив під передпосівну культивацію маса 1000 насінин сої незначно відрізнялась від контролю ($P_{60}K_{60}$). Із поєднанням азотних і калійних мінеральних добрив маса 1000 насінин зросла відносно контролю на 6 г, у середньому. Дещо більша маса 1000 насінин була на варіантах з внесенням повного мінерального добрива $N_{60}P_{60}$– 156 г. Найбільше зростання маси 1000 зерен відмічено у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 159 г.

Так, хоч і незначні, збільшення маси тисячі зерен сої від застосування різних форм мінеральних добрив при перерахунку на гектарну площу сприяли отриманню додаткового урожаю (табл. 9).

З даних таблиці видно, що всі форми і співвідношення мінеральних добрив, які вивчалися в досліді, позитивно впливали на величину урожайності сої.

Таблиця 9

Урожайність сої залежно від умов живлення, ц/га

Варіант досліду	Роки		Середнє за два роки	Приріст до контролю
	2022	2023		
Без добрив (контроль)	18	25	22	–
$P_{60}K_{60}$	25	27	26	4
N_{60}	25	27	26	5
$N_{60}K_{60}$	28	28	28	6
$N_{60}P_{60}$	29	29	29	7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	36	32	33	11
$НІР_{05}$	2,1	1,9		

З даних таблиці видно, що всі форми і співвідношення мінеральних добрив, які вивчалися в досліді, позитивно впливали на величину урожайності сої.

Так від застосування мінеральних добрив урожайність сої підвищувалася на 4,3–11,6 ц/га і найвищою вона була на варіантах $N_{60}P_{60}K_{60}$, де приріст був найбільший в порівняннідо контролю. Помітний приріст врожайності відмічений і на інших варіантах. Так, в результаті математичної обробки даних урожайності виявилося, що найкращим варіантом досліду є $N_{60}P_{60}K_{60}$ де приріст урожайності, в середньому складає 11,6 ц/га або 52 %.

Соя в нашому досліді найгірший урожай формувала без застосування добрив – 21,9 ц/га. Внесення 60 кг/га д.р. азотних добрив забезпечувало приріст урожайності на рівні 4,3 ц/га або 19,6%.

Соя вибаглива до вологості ґрунту, за вегетаційний період вона витрачає в 3–4 рази більше води, ніж пшениця. Коефіцієнт водоспоживання сої становить 500–700. Найкращі умови для вирощування доброго врожаю насіння сої створюються тоді, коли протягом вегетації випадає 300–350 мм опадів, а відносна вологість повітря дорівнює 70–75%. Життєвий мінімум для цієї культуристановить 75 мм опадів.

При сприятливих умовах вологозабезпеченості соя формує велику площу листків, які добре затінюють ґрунт, в результаті чого знижується температура повітря і ґрунту, зменшується випаровування вологи і підвищується вологість повітря в посівах. У добре розвинутому посіві соя більше пригнічується при ґрунтовій посусі, ніж при повітряній, але особливо дуже знижується врожай при поєднанні ґрунтової і повітряної посухи. У загальному можна зробити висновки, що погодні умови сприяли формуванню доброго врожаю сої, при цьому мінеральні добрива мали позитивний вплив на її продуктивність.

4.3 Якість зерна сої залежно від норм мінеральних добрив

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. 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 10.

Таблиця 10

Вміст білка в зерні сої і його умовний вихід з 1 га,

залежно від умов живлення

Варіант досліду	Вміст білка, %			Вихід білка	
	2022 р.	2023 р.	середнє	ц/га	приріст, ц/га
Без добрив (контроль)	33	31	32	7	–
$P_{60}K_{60}$	34	32	33	8	1
N_{60}	35	33	34	9	2
$N_{60}K_{60}$	37	35	36	10	3
$N_{60}P_{60}$	36	34	35	10	3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	38	36	37	12	5

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

Упродовж досліджуваних років найменше білка в зерні сої було у варіанті

без внесення добрив вміст білка становив 32,4%. При покращенні умов мінерального живлення за рахунок внесення фосфорно-калійних добрив спостерігалось збільшення вмісту білка на 1,1 %. Внесення азотних добрив в дозі N_{60} сприяло підвищенню вмісту білка на 1,7 % порівняно з варіантом без внесення добрив.

Найвищий вміст білка 38 % був у зерні врожаю 2022 року у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$. Найнижчим вміст білка був у варіанті без застосування добрив в 2023 році – 31 %.

Отже, найвищий приріст білка відмічено у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$. Якщо розрахувати умовний збір білка з 1 га то приріст білка буде 5 ц/га.

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 11.

Таблиця 11

Вміст жиру в зерні сої і його умовний вихід

залежно від умов живлення,

Варіант досліду	Вміст жиру, %			Приріст,%
	2022 р.	2023 р.	середнє	
Без добрив (контроль)	20,2	22,4	21,3	–
$P_{60}K_{60}$	20,1	22,1	21,1	-0,2
N_{60}	20,0	21,2	20,6	-0,7
$N_{60}K_{60}$	19,9	20,1	20,0	-1,3
$N_{60}P_{60}$	20,0	21,0	20,5	-0,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,4	21,2	20,3	-1,0

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 $P_{60}K_{60}$ вміст жиру зменшився на 0,2 %. Внесення азотних добрив призводило до зменшення вмісту жиру. Найнижчий вміст жиру при внесенні мінеральних добрив встановлено у варіанті з внесенням азотно-калійних добрив – 20 %.

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.

4.4 Баланс поживних речовин під посівами сої

Ефективне вирощування сільськогосподарських культур, отримання високоякісних та стабільних врожаїв, збереження та відтворення родючості ґрунтів без застосування добрив в сучасному високорозвиненому аграрному виробництві не можливе.

Найбільш позитивний ефект макроелементів при застосуванні добрив отримують у тому випадку, коли враховуються особливості ґрунтів та рослин і їх впливу на біохімічні процеси. Дуже важливо є те, що добрива здатні забезпечити рослини необхідними елементами саме в той момент, коли вони найбільш потрібні [69].

Розрахунки балансу азоту в ґрунті при застосуванні різних норм добрив під сою у 2022–2023 рр. нами представлено у таблиці 12.

Як свідчать дані таблиці, надходження азоту в ґрунт коливалось від 80 кг/га на ділянках без добрив та при внесенні фосфорно-калійного фону до 140 кг/ га при внесенні азотних добрив враховуючи утворення біологічного азоту. Різна врожайність зерна сої у середньому за 2022–2023 рр. формувала винос даного елементу з ґрунту від 155 кг/га на неудобреному варіанті до 238 кг/га при застосуванні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таблиця 12

Баланс азоту в ґрунті за різних умов живлення сої,

середнє за 2022–2023 рр., кг/га

Варіант	Надходження		Винос урожаєм	Баланс
	за рахунок добрив	біологний азот		
Без добрив (контроль)	–	80	154	–74
$P_{60}K_{60}$	–	80	185	–105
N_{60}	60	80	187	–47
$N_{60}K_{60}$	60	80	201	–61
$N_{60}P_{60}$	60	80	211	–71
$N_{60}P_{60}K_{60}$	60	80	238	–98

Нами встановлено, що внесення різних норм і комбінацій добрив негативно впливало на баланс азоту у ґрунті. Так, його мінімально від'ємне значення становило –47 кг/га при внесенні N_{60}.

При формуванні високих врожаїв сільськогосподарських рослин та гігієнічно якісної продукції фосфорне живлення є одним із визначальних показників у агроекологічному виробництві. Фосфор відіграє важливу роль у мінеральному живленні рослин, має велике фізіологічне значення в процесах дихання і фотосинтезу, є необхідним для обміну вуглеводів і азотних речовин. Тобто оптимальне забезпечення фосфором ґрунтів позитивно впливає як на продуктивність культур, так і на якість рослинницької продукції [69].

Баланс фосфору в ґрунті при застосуванні різних норм добрив під сою нами представлений у таблиці 13.

Згідно даної таблиці, ми бачимо, що надходження фосфору в ґрунт коливалось від 0 кг/ га (варіант без добрив) до 60 кг/ га при внесенні фосфорних добрив. У роки проведення досліду різна врожайність зерна сої на варіантах різного удобрення формувала винос даного елементу з ґрунту від 34 кг/га на неудобреному варіанті до 53 кг/га при застосуванні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таблиця 13

Баланс фосфору в ґрунті за різних умов живлення сої,

середнє за 2022–2023 рр., кг/га

Варіант	Надходження	Винос урожаєм	Баланс
Без добрив (контроль)	–	34	–34
$P_{60}K_{60}$	60	41	19
N_{60}	–	42	–44
$N_{60}K_{60}$	–	45	–47
$N_{60}P_{60}$	60	46	14
$N_{60}P_{60}K_{60}$	60	53	7

Нами встановлено, що внесення мінеральних добрив позитивно впливало на баланс фосфору у ґрунті. Так, його значення коливалося від –46 до 18 кг/га.

Позитивний баланс фосфору у ґрунті був у варіантах $P_{60}K_{60}$.– 18 кг/га, $N_{60}P_{60}$ – 13 кг/га і $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 6 кг/га.

Отримані результати по розрахунку балансу фосфору при застосуванні різних норм добрив під сою свідчать про те, що фосфорному живленню даної культури слід надавати більшої уваги і при можливості покращувати фосфорне живлення культури.

Калій є одним з найбільш важливих елементів живлення рослин. Серед зольних елементів, які поглинаються рослинами, калій – найважливіший елемент живлення. Соя для формування 1 ц зерна засвоює з ґрунту 1,8–2,2 кг калію [69].

Ефективність використання даного елементу знаходиться у прямій залежності від системи удобрення (табл. 14). Як свідчать дані таблиці, надходження калію в ґрунт коливалось від 0 на контролі до 60 кг/га при внесенні K_{60}. Різна врожайність зерна сої у середньому за 2022−2023 рр. по варіантах досліду формувала винос даного елементу з ґрунту від 38 кг/га на неудобреному варіанті до 61 кг/га при застосуванні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таблиця 14

Баланс калію в ґрунті за різних умов живлення сої,

середнє за 2022–2023 рр., кг/га

Варіант	Надходження	Винос урожаєм	Баланс
Без добрив (контроль)	–	38	–38
$P_{60}K_{60}$	60	46	14
N_{60}	–	47	–47
$N_{60}K_{60}$	60	50	10
$N_{60}P_{60}$	–	52	–52
$N_{60}P_{60}K_{60}$	60	61	1

Нами встановлено, що внесення різних комбінацій мінеральних добрив не в усіх варіантах досліду забезпечувало позитивного балансу калію у ґрунті з мінімальним його значенням у варіанті з азотно-фосфорним фоном $N_{60}P_{60}$.

Отже, розрахований нами баланс калію при застосуванні різних комбінацій добрив під сою вказує на деяку перевагу удобрюваних варіантів.

У цілому, внесення різних норм добрив під сою не забезпечувало позитивний баланс азоту, фосфору і калію в ґрунті, хоча його інтенсивність знаходилась в оптимальних межах екологічно безпечних величин.

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, 52].

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 [52].

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 2023 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 1га, одержуваний чистий прибуток, собівартість та рентабельність виробництва сої (табл.15).

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 2,2 т/га, рівень рентабельності знаходився на досить високому рівні 28 %. При покращенні умов мінерального живлення за рахунок внесення фосфорних і калійних добрив ($Р_{60}К_{60}$) умовний чистий прибуток зменшився, порівняно до

варіанту без внесення мінеральних добрив за рахунок збільшення витрат на вирощування, при цьому рівень рентабельності знизився до 9 % за рахунок зростання величини затрат на добрива та собівартості вирощеної тонни зерна.

Таблиця 15

Економічна ефективність вирощуванні сої за різного удобрення

Показник	Без добрив (контроль)	$P_{60}K_{60}$	N_{60}	$N_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
Урожайність зерна, т/га	2,2	2,6	2,7	2,8	2,9	3,4
– в т.ч. приріст	–	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2
Ціна реалізації, грн/т	13300	13300	13300	13300	13300	13300
Вартість валової продукції, грн/га	29260	34580	35910	37240	38570	45220
Матеріально-грошові витрати, грн/га	22872	31728	26904	30288	32376	35760
Умовний чистий прибуток, грн./га	6388	2852	9006	6952	6194	9460
Рівень рентабельності, %	28	9	33	23	19	26

При внесенні лише азотних мінеральних добрив спостерігалась загальна тенденція до збільшення чистого прибутку і рівня рентабельності порівняно з варіантом $P_{60}K_{60}$. При внесенні азотно-калійних добрив рентабельність становила 23 %, а умовно чистий прибуток становив – 6952 грн/га. Найвищий умовний чистий прибуток був у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 9460 грн/га.

Аналізуючи показники економічної ефективності вирощування сої з внесенням різних комбінацій мінеральних добрив, можна зробити висновок, що цей захід є економічно ефективним, оскільки забезпечує рівень рентабельності вище ніж на контролі відповідними приростами врожаю, вартість якого покриває витрати, пов’язані з використанням добрив.

Одержані показники економічної ефективності свідчать, що вирощування сої у варіантах, де вносились різні комбінації мінеральних добрив виправдано. Найбільший чистий прибуток 9460 грн/га було одержано у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$, з рівнем рентабельності вирощування сої 26 %.

РОЗДІЛ 6

АНАЛІЗ УМОВ І ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ НЕБЕЗПЕК ПІД ЧАС ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ПОСІВАХ СОЇ

Головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, умов безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань [53].

Згідно до Наказу «Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві» від 26.11.2012 № 1353: Працівники повинні проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці відповідно до вимог «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 року № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15 лютого 2005 року за № 231/10511 (НПАОП 0.00-4.12-05).

Дослід з оптимізації мінерального живлення сої було проведено на дослідних ділянках кафедри агрохімії і ґрунтознавства. Інженером з охорони праці було проведено інструктаж, щодо заходів безпеки на дослідному полі, при роботі з мінеральними добривами. Під час проведення польових робіт, дослід було забезпечено необхідною с.-г. технікою та обладнанням, що було надане ННВВ УНУС.

Відповідальність за охорону праці і виробничу санітарію при експлуатації транспортних засобів і машин для виконання технологічних процесів рішенням керівника (колективу, правління) покладено на головного інженера, керівника виробничого відділку. Він займається розробкою поточних і перспективних

заходів по покращенню умов праці, попередженню причин виробничого травматизму та професійних захворювань; організовує навчання робітників по питанням охорони праці і техніки безпеки; веде облік і аналізує випадки травматизму і професійних захворювань; проводить інструктаж при прийомі на роботу. Всі розпорядження відповідального, що стосуються питань створення безпечних і здорових умов праці, обов'язкові для виконання. Якщо його вказівки не виконуються і правила техніки безпеки порушуються, він готує пропозиції керівництву про притягнення порушників до відповідальності [53].

До роботи з добривами допускають працівників, які пройшли медичний огляд, знають властивості добрив і вміють ними користуватись. Через кожні 12 місяців працівники проходять періодичний медичний огляд. До роботи допускають осіб, які знають правила експлуатації машин, і склали екзамени з охорони праці.

Обслуговуючий персонал під час роботи з добривами повинен користуватись протипиловими респіраторами, захисними окулярами, фартухами і рукавицями. При роботі з розсипними добривами не допускається робити у буртах підкопи, які можуть призвести до обвалів. Відсирілі азотні добрива просолюють одяг і шкіряне взуття, тому працюють з ними тільки в гумових чоботах, в халаті або фартусі.

Роботи на складах мінеральних добрив виконують в спецодязі із бавовняних пилозахистних тканин. Крім того, необхідно мати респіратори типу У-2К, Ф-62Ш, “Астра-2” і “Лепесток”, а також герметичні окуляри закритого типу із потайними вентиляційними отворами С-1, С-5, С-6, С-33. Робочі місця повинні бути освітлені. Категорично забороняється виконувати роботи на складах без примусової вентиляції, без захисних огороджень і щитків. Забороняється курити та приймати їжу під час роботи з добривами.

Після закінчення роботи засоби захисту необхідно знімати в певній послідовності: не знімаючи резинові рукавиці помити їх в 3-5% розчині кальцієвої соди, сполоснути у чистій воді, зняти захисні окуляри і респіратор, резинові чоботи і комбінезон, а потім знову вимити рукавиці і зняти їх.

Респіратор вимити в теплій мильній воді, ополоснути, протерти чистою салфеткою і просушити при кімнатній температурі. Спецодяг обтрусити від пилу і просушити. Резинові чоботи помити в розчині вапна, сполоснути чистою водою, і просушити [54].

Для підвищення надійності керування агрегатом напівпричіпні розкидачі (РМД-6), зчіплюють з трактором гідрогаком, обладнаним страхувальним ланцюгом.

Забороняється при роботі розкидачів типу: МВУ-5, МВУ-6, НРУ-0,5 , МВД-900 з дисковими робочими органами знаходитись ближче 15 м від агрегату, а з роторними - 40м. Не дозволяється повертати агрегат з включеним ВВП(валом відбору потужності), а також повертати на кут більше 40°.

Підготовка агрегатів для розкидання добрив полягає у підготовці тракторів, сцепок, попередньому регулюванні розкидачів і сівалок, складанні агрегатів. При підготовці тракторів для роботи з навісними машинами (НРУ-0, 5, МВУ-5, МВУ-6, МВД-900) знімають поперечину причіпного пристрою. Довжину розкосів механізму навішування встановлюють рівною 515 мм і з'єднують розкоси через прорізи з поздовжніми тягою.

Після навішування на трактор розкидача НРУ-0,5 регулюють горизонтальне положення висівних тарілок і розкидають диски зміною довжини центральної тяги. При цьому розкидач НРУ-0,5 піднімають так, щоб розкидати диски були на висоті 700-750 мм від поверхні землі.

У розкидачі НРУ-0,5 переставляють блоки шестерень редуктора і встановлюють їх на передавальне число у відповідності із заводськими інструкціями.

Агрегат потрібно вести прямолінійно з перекриттям попереднього проходу та збереженням постійного інтервалу між суміжними проходами. Швидкість руху агрегатів з РУМ-3 і НРУ-0, 5 повинна бути постійною і відповідати тій, при якій проводилася регулювання на норму висіву. Маневрування швидкостями призводить до порушення норми внесення добрив. Вал відбору потужності трактора на кінцях гону вимикають і повороти виконують вхолосту.

На великих полях неправильної конфігурації можливі поєднання декількох способів руху в залежності від розбивки поля. Для високопродуктивної роботи агрегатів на внесенні добрив велике значення має правильна організація їх завантаження. Для узгодження роботи заправника і розкидача (сівалки) слід враховувати час розкидання добрив агрегатом.

Для поліпшення стану охорони праці на підприємствах доцільно здійснювати систематичне інженерне забезпечення системи управління охороною праці шляхом приведення виробничого обладнання, технологічних процесів, будівель і споруд, санітарно-гігієнічного стану, санітарно-побутового забезпечення у відповідність до вимог нормативних актів з охорони праці.

Під час проведення інструктажу й навчання працівників з охорони праці варто застосовувати сучасні методи активного навчання, виховання у працівників психології і культури безпеки, що унеможливлює будь-які небезпечні дії. Перед кожною потенційною небезпечною операцією складається план її виконання, виписується наряд-допуск, проводиться детальний інструктаж. При першому порушенні правил безпеки порушника попереджають, а при повторному порушенні чинять згідно з КЗпП (Кодекс законів про парцю).

При проведенні аналізу виробничого травматизму вивчається динаміка змін показників травматизму за різними ознаками (галузь, підприємство, підрозділ); аналіз причин нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом (як смертельних, так і з тяжкими наслідками); здійснюється аналіз розподілу нещасних випадків за видами подій та професіями унаслідок яких сталися випадки травматизму на виробництві.

Такий підхід дає можливість виявити найбільш травмонебезпечні об’єкти (підрозділи, робочі місця), в яких відбуваються негативні зміни динаміки стану виробничого травматизму.

Визначення обставин, подій, причин, що призвели до травмування, їх взаємного зв’язку та впливу на характер травми дасть можливість здійснити прогнозування травматизму.

Визначення переліку найбільш травмонебезпечних подій, які призвели до випадків травматизму на виробництві необхідно поєднати з визначенням причин, які призвели до травмонебезпечної події. При цьому необхідно визначити вплив сезонної складової, часу настання нещасного випадку для вибраної події.

Прогнозування травматизму і його профілактика є невід'ємними елементами забезпечення належних, безпечних умов праці.

У прогнозуванні травматизму доцільним є дослідження логічних зв'язків формування можливої небезпеки. Також метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних та інших ситуацій значно полегшує й пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

Наприклад, модель процесу виникнення аварії (А), травми (Т) під час виконання робіт із внесення мінеральних добрив на тракторі можна представити у схематичному вигляді:

А – небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю;

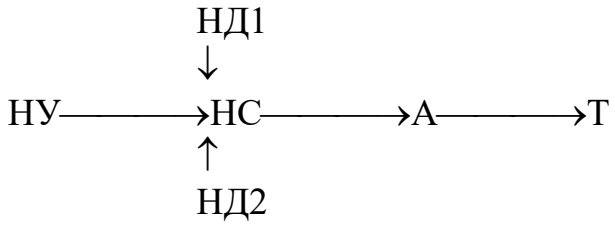
НУ – це умова, за якої існує загроза дії на організм людини;

НД – це така, за якої створюється можливість впливу небезпечного виробничого чинника на організм людини;

НС – порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат;

З – патологічний процес, який проявляється порушеннями морфології (анатомічної, гістологічної будови), обміну речовин чи функціонування організму (його частин) у людини;

О – порушення функцій чи ушкодження органів внаслідок дії отрут чи токсинів, що проникли в організм чи утворилися в ньому.



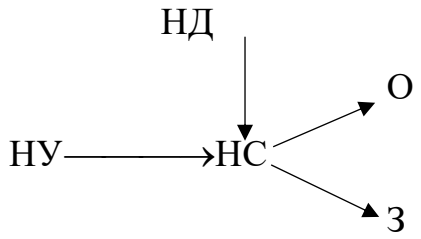
НУ – тракторний причіп з мінеральними добривами експлуатується без гальм;

НД1 – перевищення швидкості руху трактора;

НД2 – різкий поворот;

НС – перекидання трактора.

Складним і трудомістким є робота з самими мінеральними добривами під час внесення у ґрунт. Проте завдяки подібному аналізу можливо передбачити певну халатність робітників та попередити небезпеку:



НУ – кришка ящика з мінеральними добривами не герметизована;

НД – працівник працює без індивідуальних засобів захисту (спецодяг, респіратори);

НС – у зону дихання працівника проникає шкідливий пил або пари, які призводять до:

О – отруєння;

З – захворювання.

Вивчення небезпечних умов, небезпечних дій і небезпечних ситуацій та можливих наслідків дає можливість побудувати логічну модель процесу формування та виникнення можливих небезпек у вигляді небезпечних та

аварійних ситуацій. Її можна використовувати для вжиття заходів щодо їх запобігання. Небезпечні дії, логічно взаємопов'язані з небезпечними умовами і небезпечними виробничими чинниками, дають можливість сформулювати зміст небезпечної ситуації чи аварії [55].

Реалізація цілеспрямованих заходів з покращення умов і охорони праці дозволить зменшити показник загального виробничого травматизму.

Тому, насамперед, необхідно забезпечити на постійній основі комплексну оцінку робочих місць з позиції потреб ергономіки, санітарно-технічних нормативів і державних нормативних правових актів з охорони праці.

Систематично проводити профілактичні заходи для зниження виробничого травматизму, які включають в себе атестацію робочих місць, за умовами праці; впровадження системи сертифікації організації робіт з охорони праці; навчанні та інструктажах; підвищення кваліфікації. Створювати та впроваджувати сучасні засоби індивідуального і колективного захисту, приладів контролю, шкідливих і небезпечних речовин в робочій зоні. Формувати заздалегідь сприятливі умови праці на нових, реконструйованих підприємствах, новому обладнанні тощо.

Створити правила фінансування у поточному плановому періоді попереджувальних заходів для зменшення виробничого травматизму і професійних захворювань працівників і санітарно-курортного лікування працівників, які зайняті на роботах з шкідливими або небезпечними виробничими чинниками.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Людина і природа невіддільна одна від одної і перебувають у тісному взаємозв'язку. Проблема охорони природи є однієї з найважливіших природно-наукових проблем сучасності, від правильного розв'язання якої значною мірою залежить існування людства.

В господарстві спеціалісти організовують свою роботу з урахуванням інтересів охорони і раціонального використання природних ресурсів. Плануючи і втілюючи у життя технологічні процеси, вони передбачають природоохоронні заходи, які якщо не повністю виключають, то максимально зменшують негативний вплив на природу.

Фахівці агрономічних спеціальностей здійснюють відповідні заходи в господарстві, ведуть суворий облік земельного фонду, використовують його за прямим призначенням, будують свою діяльність згідно із специфікою господарства, ротацією сівозмін, забезпечують збереження і поліпшення родючості ґрунтів, стежать за виконанням агротехнічних протиерозійних заходів, здійснюють систему агромеліоративних заходів, звертаючи особливу увагу на полезахисні, протиерозійні і водоохоронні лісонасадження в межах землекористування господарства, здійснюють контроль за виконанням агротехнічних рекомендацій щодо застосування добрив і отрутохімікатів, тощо.

Сільському господарству для виробництва продукції рослинництва та тваринництва необхідні такі природні ресурси і умови: ґрунт, вода, клімат, сонячна енергія, природна трав'яниста рослинність, натуральні добрива (мінеральні, органічні) і т. д.

Тісний зв'язок сільського господарства з природою полягає в тому, що його основу складають об'єкти живої природи, хоча змінені у вигляді сортів і порід, все одно залишаються організмами, залежними від біологічних законів.

Однією з найважливіших умов раціонального природокористування, охорони та покращення природи в процесі сільськогосподарського виробництва є чітке виконання природоохоронного законодавства. В першу чергу в господарстві необхідно детально вивчити всі природні ресурси та умови, нанести їх на карту (план).

Спеціалісти господарств повинні вести постійні спостереження за впливом сільськогосподарського виробництва на природу.

Найбільш важливе значення для сільського господарства має охорона ґрунтів від ерозії: водної, вітрової і технічної (під впливом машин). Для цього розроблені протиерозійні заходи: організаційно – господарські, агромеліоративні, лісомеліоративні, гідромеліоративні.

Відходами сільськогосподарського виробництва сильно забруднюється атмосфера. До числа заходів по охороні атмосфери відносять якісне регулювання двигунів автомашин і тракторів, збільшення площ зелених насаджень, герметизацію ємкостей для транспортування отрутохімікатів і добрив раціональне зберігання органічних добрив і т. д.

З метою збереження потрібної якості води в господарстві необхідно проводити будівництво очисних споруд, зменшення об'єму стічних вод, правильне зберігання пестицидів і добрив і т. д. Також необхідно вести боротьбу із обмілінням водоймищу, руйнуванням берегів і т. д.

Для усунення негативних наслідків зрошувальних систем треба зосередити увагу на їх технічному вдосконаленні, раціональному використанні води. Не можна допускати вторинного засолення ґрунтів.

У раціональному землекористуванні важливе значення має збереження гумусу. Бездефіцитний баланс гумусу можна забезпечити шляхом поліпшення ефективності застосування гною для біологізації землеробства. Вона ґрунтується на використанні таких агротехнічних прийомів, як сівозміни, застосування сидератів, органічних відходів, біологічні методи захисту рослин.

Важливим елементом інтегрованого захисту польових культур є біологічний метод, який включає застосування комах і ентомофагів, яких штучно

розмножують у лабораторних умовах. У боротьбі з бур'янами використовують рослиноїдних комах. Такі комахи (гербіофаги) застосовуються проти багатьох видів кореневищних та коренепаросткових бур'янів.

За допомогою біологічних методів захищають 14 % посівів сільськогосподарських культур в регіоні. Одним із шляхів підвищення ефективності захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів і зменшення забруднення навколишнього середовища пестицидами – використання засобів, створених на основі біологічно активних речовин, якими є регулятори росту, розмноження і т.д. [56].

ВИСНОВКИ

За результатами дворічних досліджень з вивчення ефективності поєднання азотних і фосфорно-калійних добрив під сою, проведених на чорноземі опідзоленому дослідного поля ННВВ Уманського НУС, в умовах нестійкого зволоження, можна зробити такі висновки:

1. Всі дози мінеральних добрив, що вивчалися в досліді, позитивно впливали на ріст рослин сої та утворення генеративних органів. Так висота рослин з варіантів за середніх та високих доз добрив перевищувала контроль на 5–19 %, густота рослин зросла порівняно до контролю. Із збільшенням доз добрив на рослинах більше утворилося бобів на 0,2–0,9 шт. порівняно до контролю і насіння – 0,7–6,7 шт.

2. Урожайність сої залежно від норм мінеральних добрив зростала майже пропорційно, хоч прямого кореляційного зв'язку не встановлено. Найбільший приріст урожайності відмічено у варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ і він склав 11 ц/га.

3. Вміст білка в зерні сої мало залежав від норм мінеральних добрив. У варіанті з використанням $N_{60}P_{60}K_{60}$ він підвищувався на 5 %. Загальний вихід білка становив 12 ц/га порівняно до контролю за рахунок підвищення урожайності.

4. Внесення різних норм добрив під сою не забезпечувало позитивний баланс азоту, фосфору і калію в ґрунті, хоча його інтенсивність знаходилась в оптимальних межах екологічно безпечних величин.

5. Аналіз розрахунків економічної ефективності застосування різних норм мінеральних добрив при вирощуванні сої свідчить, що це є господарсько вигідним і економічно виправданим агротехнічним заходом. Внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ під сою забезпечило найвищий умовний чистий прибуток – 9460 грн./га і рівень рентабельності – 26 %. Тому застосування добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ при вирощуванні сої сорту Хайстар є економічно вигідним агрозаходом.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На чорноземі опідзоленому в умовах Правобережного Лісостепу України під сою сорту Хайстар доцільно вносити повне мінеральне добриво в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Цей агрозахід забезпечує найвищий приріст урожайності сої і найвищий умовний чистий прибуток в досліді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. О. Селекція, виробництво, торгівля і вико-ристання сої у світі / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – К. : Аграрна наука, 2011. – 548 с.

2. Bernard, R. L. (1983). Soybean germplasm, breeding, and genetic activities in the United States. Soy-bean research in China and the United States: Proc. First China [USA soybean symposium and working group meeting]. USA

3. Гамаюнова В. В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні Степу України В. В. Гамаюнова, А. А. Назарчук існ. Житомир. нац. агроекол. ун-ту. – 2014. – № 1, т. 1. – С. 17–23.

4. 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.

5. Новохацький М. Перспективна соя // Агробізнес сьогодні. 2009. №17. С.26 27.

6. Особливості технології вирощування сої в ранньовесняний період для умов північно-східного Лісостепу України: науково-практичні рекомендації/ [М.П.Бондаренко, М.Г Собко., В.І. Нагорний, В.М. Івченко, В.І. Шахов]; За ред. М.П. Бондаренко. ВПЦ «Сад», 2011. 20 с.

7 . Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.Я. та ін. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 113-121.

8. Головащук Є.О., Ситар О.В., Таран Н.Ю., Каленська С.М. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. Вісник аграрної науки. Київ, № 1. 2008. С. 17- 19.

9. Григоренко С.В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача. Plant varieties studying and protection. Київ, 2019. Т. 15. № 2. С. 143-154.

10. Іванюк С.В. Потенціал продуктивності соєвого поля. Агробізнес сьогодні. 2015. № 21. С. 50- 55.

11. Розуменко М. Ю., Грищук Е. Н. Удобрення сої в умовах зрошення на півдні України // Наукові проблеми виробництва зерна в Україні та сучасні методи їх вирішення: Тези всеукр. конф. молодих вчених і спеціалістів, м. Дніпропетровськ, 10-11 лютого 2000 р. - Дніпропетровськ, 2000. С. 91-92.

12. Іванюк С.В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 34- 40.

13. Камінський В.Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зерно-бобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. Київ, 2006. № 6. С. 20-25.

14. Камінський В.Ф., Мосьондз Н.П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2010. № 67. С. 45-50.

15. Крайняк О.К. Економічний та біоенергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. Інноваційна економіка. Економічна діагностика підприємства. Тернопіль, 2008. № 3. С. 109-113.

16. Попов С.І., Магомедов Р.Д. Вплив фонів живлення і норм висіву на врожайність сої / С.І. Попов, Р.Д. Магомедов // Корми і кормовиробництво. – 2001. №47. С.117 119.

17. Мельник А.В., Романько Ю.О. Урожайність насіння сої залежно від технології вирощування в умовах лівобережного лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми, Вип. 2(31). 2016. С. 131-135.

18. Мариноха П.А. Соя й сучасні біотехнології для підвищення врожайності / П.А. Мариноха // Карантин і захист рослин. 2007. №5. С.11 -14.

19. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина / ред. : В.В. Волкодав; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. 100 с.

20. Кияк Г. С., Тучанський Г. Ф. Деякі питання агротехніки сої в умовах західного Лісостепу України / Вісник с.-г. науки. - 2012. № 11. С. 71-75.

21. Ткачук Р. В. Ефективність прийомів догляду за соєю в умовах південного Лісостепу України // Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: Мат-ли третьої Всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 53–54.

22. Петриченко В.Ф. Агроекологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України. Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Вінниця, 2002. Вип. 11. С. 3- 7.

23. Передпосівна обробка насіння сої/[В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник, О.М. Венедіктов, С.В. Іванюк та ін.]; За ред. В.Ф. Петриченко//Посібник українського хлібороба 2009. С. 244 246.

24. Буджерак А.І. Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої / А.І. Буджерак, М.І. Блащук // Біологічні науки і проблеми рослинництва. – Умань, 2003. С.687 691.

25. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.

26. Толкачов М. З. Вплив різних форм і доз мінеральних азотних добрив на симбіотичну азотфіксацію та продуктивність сої // Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 53. С. 55-62.

27. Lavrynenko Y.O., Kuzmych V.I., Klubuk V.V. Regression and correlation analysis of soybean productivity elements. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2015. № 92. С. 60-64.

28. 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.

29. Петриченко В.Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої / В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.В. Іванюк, С.І. Колісник. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 19–23.

30 Січкар В. І. Особливості вирощування сої / В.І. Січкар // Соя очікує господаря. Одеса, 2001. 8 с.

31. Кривда Ю.І. Ефективність азотних добрив під сою / Ю.І. Кривда, А.І. Буджерак // Агроекологічний журнал. 2007. №3. С. 63–66.

32. Бабич А. О. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми/ Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. //Корми та кормо виробництво 2011. №69. С.12.

33. Петриченко. В.Ф., Бабич А.О., Колісник С.І. [та ін.] Вплив вапнування, мінеральних добрив та інокуляції на родючість ґрунту та продуктивність сої в умовах Лісостепу / В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник [та ін.]. Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. Київ : Нора-Принт, 2000. Вип. 3-4. С. 15–19.

34. Бахмат О.М. Вплив агротехнічних прийомів на насіннєву продуктивність сої в умовах західного регіону. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2010. Том 7(26). С. 61–64.

35. Попов С.І., Магомедов Р.Д. Вплив фонів живлення і норм висіву на врожайність сої / С.І. Попов, Р.Д. Магомедов // Корми і кормовиробництво. – 2001. №47. С.117 119.

36. Бабич А.О. Технологія вирощування і використання сої для вирішення проблеми кормового білка на Україні. / А.О. Бабич, В.Ф. Петриченко, М.Ф. Кулик. К., 2003. 540 с.

37. Передпосівна обробка насіння сої/[В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник, О.М. Венедіктов, С.В. Іванюк та ін.]; За ред. В.Ф. Петриченко//Посібник українського хлібороба 2009. С. 244 – 246.

38. Буджерак А.І. Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої / А.І. Буджерак, М.І. Блащук // Біологічні науки і проблеми рослинництва. – Умань, 2003. С.687 691.

39. Бахмат О.М. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої в умовах західного регіону України. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. / редкол.: В.Ф. Петриченко (відп. ред.) та ін. Вінниця : Марущак А.І., 2010. Вип. 66. С. 103–108.

40. Січкар В.І.Методи створення сортів сої з покращеним біохімічним складом насіння/ В.І. Січкар. – Одеса, 2001. 56 с.

41. Каленська С.М. Біоенергетична оцінка елементів технології вирощування. Наук. доп. НУБіП. 2011. № 6(28). С. 1–8. URL: http: // www. nbuv. gov. ua/e – journals / Nd /2011-6 / 11Ksm. pdt.

42. Камінський В.Ф. Новітні технол огії вирощування конкурентоспроможної продукції рослинництва в системі стійкого землеробства України. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН» / редкол. : В.Ф. Сайко (гол. ред.) та ін. Київ : ЕКМО, 2010. Вип. 3. С. 37–47.

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

44. Чинчик О.С. Особливості елементів технології вирощування сої на насіння в умовах західного Лісостепу України. Вісник Степу : зб. наук. пр. : матер. VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку», 24 берез. 2011 р. Кіровоград, 2011. С. 87–90.

45. Чинчик О.С. Вплив удобрення на урожайність зернобобових культур в умовах Лісостепу Західного. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. / НААН ; редкол.: В.Ф. Петриченко (відп. ред.) та ін. Вінниця, 2012. Вип. 72. С. 64–67.

46. Практикум з рослинництва / [Д.М. Алімов, М.А. Білоножко, М.А. Бобро, П.І. Бондаренко, М.Я. Дмитрищак, С.М. Корнієнко, М.Ф. Літопшенко, О.В. Олійник. О.Л. Скрипльов, С.П. Танчик, М.І. Христинко, О.Я. Шевчук.]; За ред. Алімова Д.М. – К.: «Урожай», 2002. 236 с.

47. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (станом на 01.06. 2021)/ Міністерство аграрної політики України, Державна служба охорони прав на сорти рослин. К., 2021.

48. Недвига М.В. Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства / [М.В. Недвига, М.Ю. Хомчак, О.С. Осадчий, Л.Д. Бойко]; За ред. Недвиги М.В. – К.: Агропромвидав. України, 1999. 240 с.

49. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / [В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз]; За ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

50. Котвицький Б.Б. Оптимізація живлення рослин та ефективність використання добрив / Б.Б. Котвицький // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. / Спецвипуск до VIII з'їзду УТГА. Охороні ґрунтів – державну підтримку. 2010. Кн.3. С177–179.

51. Господаренко Г.М. Удобрення с-г культур / Г.М. Господаренко. – К.: Вища освіта, 2010р. 190 с.

52. 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.

53. Лахман С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві / С.Д. Лахман, В.П. Целинський, С.М. Козирев; К.: Урожай, 1990. 234 с.

54. Ганзюк М.П. Основи охорони праці./Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Ганзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський.– К.: Каравела, 2003. – 408 с.

55. Присяжна Л.П. Удосконалення методики аналізу виробничого травматизму /Присяжна Л.П., Переверзєва Л.М., Винокуров М.О., Шерстюк А.В., Гречко Т.Ю. – Харків (ХНТУСГ ім. П. Василенка), - 6 с.

56. Куценко О.М. Агроекологія / О.М. Куценко, В.М. Писаренко. – К.: Урожай,1995. – 165 с.

ДОДАТКИ