МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)
Факультет агрономії
Кафедра агрохімії і грунтознавства

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ У ТОВ «ЖОРНЯКИ» ГАЙСИНСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент 2-го курсу, групи 29 м-а
спеціальності «Агрономія»
ЗАЙЧУК Євгеній Олексійович

Керівник: МАРТИНЮК Андрій, к. с.-г. н. доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

	ВСТУП……..	3
РОЗДІЛ 1.	ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА РІЗНИХ ВІД УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури)…….	5
РОЗДІЛ 2.	ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ…….. .	13
	Характеристика сорту Канзас……..	13
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ……	14
	3.1. Характеристика ґрунту під дослідом……. ..	14
	3.2. Кліматичні та погодні умови……	15
	3.3. Схема досліду та розміщення варіантів……	18
	3.4. Агротехніка вирощування сої в досліді.....	19
	3.5. Методика проведення досліджень	20
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ…….	21
	4.1. Вплив умов мінерального живлення на поживний режим ґрунту…….	21
	4.2. Вплив умов мінерального живлення на формування врожайності сої……..	28
	4.3. Вплив умов мінерального живлення на якість насіння сої…….....	33
РОЗДІЛ 5.	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ У ТОВ «ЖОРНЯКИ»……	37
РОЗДІЛ 6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА……..	40
	6.1.Організація роботи з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під сою	40
	6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні добрив під сою……	44
	ВИСНОВКИ……. .	47
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……. . ..	50
	ДОДАТКИ……..	56

ВСТУП

Сою, як одну з найцінніших бобових культур, сьогодні вирощують у понад 40 країнах світу на загальній площі близько 50 млн. га. Таке її поширення пояснюється поєднанням у насінні сої біологічно повноцінного і збалансованого за амінокислотним складом рослинного білка та соєвої олії. Завдяки такому поєднанню, соя визнана міжнародною організацією ЮНЕСКО як стратегічна харчова культура [1].

Впродовж останніх років В Україні також збільшилися площі посіву та валові збори насіння сої. Це зумовлено зростанням попиту на рослинний білок у світі та появою нових сортів сої, які можна вирощувати у різних грунтово-кліматичних зонах країни.

Підвищення продуктивності сої – одне із важливих завдань працівників аграрного виробництва, яке не можливо вирішити без застосування високопродуктивних сортів вітчизняної й зарубіжної селекції та створення оптимальних умов мінерального живлення для реалізації ними біологічного потенціалу.

Актуальність теми полягає в удосконаленні системи удобрення сої сорту Канзас на чорноземі реградованому в ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області.

Мета і завдання досліджень. Мета дослідження – встановити оптимальні дози мінеральних добрив під сою на чорноземі реградованому в ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області. Щоб досягти поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

– вивчити вплив різних доз мінеральних добрив на поживний режим ґрунту чорнозему реградованого під соєю;

– виявити вплив різних умов мінерального живлення на ріст, розвиток і формування врожаю сої;

– встановити вплив умов мінерального живлення на якісні показники насіння сої;

– визначити економічну ефективність застосування різних доз мінеральних добрив під сою в ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

На чорноземі реградованому в ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області удосконалено систему удобрення сої. За результатами досліджень рекомендовано господарству оптимальні дози мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, за яких можна забезпечити високу продуктивність сої сорту Канзас.

Особистий внесок дипломника полягає в узагальнені даних вітчизняної зарубіжної літератури за темою кваліфікаційної роботи, закладанні, проведенні польових і лабораторних спостережень і аналізів ґрунту і рослин, узагальненні отриманих результатів та формуванні висновків.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень автора кваліфікаційної роботи доповідались на засіданні студентського наукового гуртка кафедри агрохімії і ґрунтознавства, а також опубліковані у збірнику студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва (Умань, 2023), додаток А.

РОЗДІЛ 1
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА РІЗНИХ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури)

Підвищення продуктивності сої та нарощування обсягів виробництва є можливим за найбільш ефективних прийомів її вирощування. За даними [1] в реалізації генетичного потенціалу різних сортів сої чільне місце займають мінеральні добрива, частка участі яких у формуванні врожаю становить від 30 до 50 %.

Соя, як і інші бобові культури має здатність у симбіозі з бульбочковими бактеріями використовувати атмосферний азот, тому застосування азотних добрив має свої особливості. Специфічність реакції сої на удобрення зумовлена як здатністю до споживання біологічного азоту, так і тривалого періоду від цвітіння до плодоношення, за якого можливі значні зміни зовнішніх чинників на засвоєння соєю азоту та інших макроелементів [2].

Враховуючи ці особливості, більшість науковців сходяться на тому, що система удобрення сої має розроблятись з урахуванням потреби її упродовж всього періоду вегетації в поживних речовинах [3].

Соя потребує збалансованого мінерального живлення та відноситься до культур вимогливих до забезпечення ґрунту поживними речовинами. Особливо важливими у цьому відношенні є критичні періоди її росту та розвитку: цвітіння-формування бобів. За нестачі азоту, фосфору калію і сірки у цей час затримується цвітіння, утворення зав’язей, насіння формується недостатньо виповнене. До того ж, за оптимального забезпечення поживними речовинами, сучасні високо інтенсивні сорти здатні формувати високу продуктивність [4].

Основні елементи живлення впродовж вегетаційного періоду сої поглинаються рослинами нерівномірно. Вона розвивається дуже повільно на початку вегетації, тому від сходів до настання фази цвітіння, вона використовує

незначну кількість поживних речовин. Соя у цей період потребує найбільше калію, дещо менше азоту і ще менше фосфору. – відповідно [5].

За даними за даними Бахмата О. М. [6] в період цвітіння, формування та наливу бобів потреба рослин сої в елементах живлення збільшується і складає до 58–60 % азоту, 60–65 – фосфору та до 65–70 % – калію.

За даними інших науковців [8,9], від наливу бобів до кінця дозрівання інтенсивність поглинання соєю макроелементів знижується до 30–35, 30–35 та 20–25 %, відповідно.

До найголовніших елементів живлення відноситься азот, який входить до складу білків, нуклеїнових кислот, фосфатидів, хлорофілу та інших органічних речовин рослинних клітин [10].

Щодо надходження азоту до рослинного організму сої, то це відбувається за рахунок використання ґрунтового азоту, унаслідок біологічного зв'язування азоту атмосфери повітря [11].

Соя потребує також значну кількість калію, оскільки він оптимізує кислотно-лужний баланс, підвищує фотосинтетичну активність, прискорює відтік і здатність до накопичення продуктів фотосинтезу, бере активну участь у білковому і вуглеводневому обмінах, покращує засвоєння ними фосфору та азоту [12].

Максимальну кількість калію вона використовує через 87–95 діб після сходів, а припиняє за 2–3 тижні до настання фази достигання насіння. За даними [13], у кінці фази цвітіння соя споживає цей мікроелемент в 1,5 рази більше ніж азоту – у межах 18,5–20,1 %, однак, упродовж періоду дозрівання рівень засвоєння калію відносно азоту, навпаки, знижується та становить 26,4–18,9 %. На його думку самі калійні добрива не мають вирішального впливу на ріст і розвиток рослин сої, однак, за сумісного внесення з азотними та фосфорними сприяють формуванню високих врожаїв.

Фосфор, порівняно з рівнем споживання азоту та калію, поглинається соєю в найменшій кількості. У рослинах цей макроелемент, міститься в мінеральних та органічних сполуках, а також нуклеопротеїдах і нуклеїнових кислотах, які

мають важливе значення у синтезі білка, рості та розмноженні рослин, передачі спадкових ознак, формуванні якісних показників. За дефіциту цього елементу відмічається уповільнення темпів росту рослин і наростання площі їх листкової поверхні, внаслідок чого рівень урожайності істотно знижується [14].

Засвоєння фосфору кореневою системою починається вже через 3–5 діб після проростання насіння, досягаючи максимальних рівнів поглинання з настанням фази формування бобів та припиняється за 10 діб до повної стиглості насіння [15]. Характерною особливістю для сої також є інтенсивне споживання основної частини фосфору на ранніх етапах розвитку, тимчасове нагромадження його про запас у вегетативних органах з подальшим переміщенням з листків, стебел та черешків у насіння . Причому, свою потребу у фосфорі соя задовольняє виключно за рахунок його запасів у ґрунті та внесення фосфорних добрив [16].

За даними багатьох вчених [17, 18], збалансоване фосфорно-калійне живлення покращує розвиток кореневої системи рослин, підвищує масу та кількість бульбочок, ефективність симбіозу та олійність насіння, сприяє зниженню ураженості рослин хворобами та в підсумку, підвищує продуктивність культури.

Для формування соєю повноцінного та якісного насіння важливе значення має також оптимальне забезпечення її рослин кальцієм, магнієм, сіркою, марганцем, молібденом, цинком, бором та міддю. Нестача цих елементів знижує ефективність азотфіксації, стійкість рослин до хвороб, величину врожаю та його якість [19]. Ефективним заходом підвищення продуктивності сої є також внесення органічних добрив [20].

За даними науковців на 1 ц насіння сої витрачається близько 7,2–10,0 кг азоту, 1,7–4,0 – фосфору, 2,2–4,4 кг калію, 0,8–0,1 кг магнію та1,8–2,1 кг кальцію Обсяг спожитих рослинами елементів живлення залежить в грунтово-кліматичних умов вирощування взаємозв’язку між поживними речовинами, особливостями росту і розвитку рослин, їх взаємовідносинами у фітоценозі посіву [21].

Порівняно з іншими елементами живлення, соя в найбільше виносить з урожаєм азоту, що пояснюється високим вмістом білка в її насінні. Після себе соя залишає на 1 га близько 60–150 кг/га біологічно фіксованого азоту, який використовується наступними культурами на 90–100 %, в той час як мінеральний азот лише на 50–60 %, а також 20–25 кг фосфору та 30–40 кг/га калію [22].

Єдиної думки щодо застосування фосфорних і калійних добрив під сою немає, оскільки одні вчені вважають, що потребу у фосфорі та калію вона може задовольняти самостійно завдяки високій здатності її кореневої системи засвоювати ці елементи з важкодоступних форм у ґрунті [23]. Інші, вказують на позитивну реакцію рослин на внесення фосфорних та калійних добрив [24].

Лихочвор В. В. та Петриченко В. Ф. [25] вважають, що оптимальною для сої є норма $Р_{45-60}К_{45–60}$, внесена під основний обробіток ґрунту. За результатами досліджень цих вчених, внесення $Р_{30}К_{30}$ та $Р_{90}К_{90}$ сприяло формуванню врожайності насіння сорту Устя на рівні 2,45 та 2,77 т/га, забезпечуючи приріст до контрольного варіанту, відповідно, 0,26 та 0,58 т/га або 11,9 і 26,5 %.

Адамень Ф. Ф. [26] зазначає, що ефективність калійних добрив залежить від вмісту калію в ґрунті в доступній формі менше ніж 85 кг/га, а фосфорних добрив – якщо вміст фосфору не перевищує 45 кг/га.

У дослідах Глущенка А. Г. підвищенню врожаю – на 0,51–0,58 т/га, сприяло внесення $Р_{45,}$ застосування лише калійних добрив не змінювало його рівень відносно контрольного варіанту. Сумісне застосування калію, азоту та фосфору забезпечувало максимальний приріст урожайності – на 0,19–0,80 т/га, що підтверджує вищу ефективність повного мінерального удобрення [27].

За даними досліджень Бабича А. О. [28], внесення $N_{60}P_{60}К_{60}$ сприяло формуванню врожайності насіння сої на рівні 1,95 т/га, застосування $N_{60}P_{90}К_{90}$ – 2,14 т/га, тоді як на неудобреному варіанті – лише 1,65 т/га. Видатний вчений також зазначив, що екологічно більш виправданим є поєднання застосування ризоторфіну та фосфорно-калійних добрив, аніж повного мінерального добрива.

Важливу роль у формуванні продуктивності сої відіграють умови ґрунтового живлення азотом. У симбіозі з бульбочковими бактеріями ця

культура здатна засвоювати молекулярний азот атмосфери та на 50-70 % задовольняти свої потреби в цьому макроелементі самостійно [29, 30]. Саме тому, питання використання азотних добрив під сою є найбільш суперечливим та дискусійним, оскільки для створення, наприклад, бездефіцитного балансу в ґрунті за вмістом фосфору і калію можна точно розрахувати необхідні норми внесення фосфорних і калійних добрив. Для азоту такий підхід зовсім неможливий, так як йому характерний набагато складніший цикл перетворень в природі, а тому при визначенні норми азотних добрив слід відштовхуватись від оцінки реальних масштабів використання біологічного азоту за рахунок симбіотичної активності [31].

За даними науковців [32,33], кількість азоту, необхідна для нормального росту і розвитку рослин сої на початкових етапах онтогенезу, до переходу їх на симбіотрофний тип живлення, невелика і може бути забезпечена його ґрунтовими запасами, а тому рослини не повинні відчувати азотне голодування. Внесення навіть низьких доз азоту ($N_{10–30}$) пригнічує процеси утворення та формування бульбочкових бактерій і їх нітрогеназну активність. Однак, підвищений врожай насіння за рахунок симбіотичного азоту соя може формувати лише за умови раннього утворення бульбочок і високоефективного симбіозу [39].

Інші вчені [34] стверджують, що незважаючи на здатність сої в значній мірі задовольняти свою потребу в азоті за рахунок його біологічної фіксації з атмосфери, вона позитивно реагує на внесення мінерального азоту.

Використання азотних добрив збільшує лінійний ріст рослин, площу листкової поверхні та в підсумку – врожайність і якість насіння сої. Інколи ж знижується її симбіотична продуктивність. Однак єдиної точки зору, щодо норм внесення мінерального азоту немає.

Лихочвор В. В. та Петриченко В. Ф. [25] рекомендують вносити стартову дозу азоту (N_{30}) лише на бідних ґрунтах та після неудобрених попередників, а повну дозу – на рівні N_{60-90} – у випадку неефективної роботи бульбочок.

Бабич А. О. рекомендує застосовувати мінеральні добрива під основний

обробіток ґрунту в нормі N45P60-90K60-90. У проведених ним дослідах, приріст урожайності насіння сої за рахунок внесення мінеральних добрив у нормі N45P60K60 становив 0,37 т/га (сорт Золотиста) та 0,43 т/га (сорт Омега Вінницька). Крім того, він відмічав, що дія мінерального азоту у роки з прохолодними веснами, коли процеси нітрифікації відносно ослаблені, значно зростала [35].

За результатами досліджень Камінського В. Ф. [36], для умов Північного Лісостепу найбільш ефективним виявилось внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{90}K_{90}$ та $N_{30}P_{60}K_{60}$ + N_{10} компенсуючої післядії соломи на фоні інокуляції насіння, що сприяло формуванню врожайності насіння сої сорту Устя на рівні 1,84-2,14 т/га.

За даними Стрихара А. Є. [37], в умовах Лісостепу правобережного на чорноземах типових опідзолених внесення під посіви сої $N_{45}P_{45}K_{45}$ дозволило сформувати врожай насіння сортів Артеміда, Єлена та Київська 98 на рівні 2,55-3,56 т/га, не маючи при цьому негативного впливу на формування кількості та маси бульбочок.

У районах достатнього зволоження Лісостепу, внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ на широкорядних посівах сої забезпечувало приріст урожаю насіння на рівні 0,18 т/га, а збільшення азоту до 60 кг/га на фоні $P_{40}K_{40}$ – на 0,41 т/га, відносно

неудобреного варіанту. За норми $N_{40}P_{40}K_{40}$ вміст протеїну збільшувався на 1,8 %,а за норми $N_{60}P_{40}K_{40}$ – на 3,0 %, порівняно з контролем [38].

Ефективність добрив, у тому числі азотних, в значній мірі залежить від строків їх внесення. Найбільш ефективним є внесення мінеральних добрив у два етапи: перший – 2/3 від їх загальної кількості під основний обробіток ґрунту, другий – 1/3 у підживлення [39]. Позитивний вплив роздрібного внесення добрив обґрунтовується тим, що основну кількість поживних елементів соя поглинає під час цвітіння-наливу насіння, коли їх запаси в ґрунті вже вичерпуються. Тому з метою створення бездефіцитних за вмістом азоту умов для росту і розвитку рослин, потрібно ще на початку вегетації забезпечити їх достатньою кількістю мінерального азоту, а в подальшому – корегувати азотне живлення відповідно до

потреб рослин [40, 108, 156, 170].

За різних строків внесення азотних добрив змінюється й інтенсивність засвоєння рослинами азоту з них – при застосуванні їх до сівби коефіцієнт використання азоту становить понад 60 %, а при внесенні у підживлення – понад 80 % [41.167].

Бабич А. О. та Бабич-Побережна А. А. на сірих лісових ґрунтах рекомендують вносити P60K90 + N45, на чорноземах опідзолених – N30-45P60K45-60, а за вирощування сортів інтенсивного типу – проводити підживлення N30 у фазі бутонізації [42].

Максимальний рівень реалізації потенціалунасіннєвої продуктивності сої сорту Омега Вінницька (2,92 т/га) був досягнутий в умовах Північного Лісостепу за рахунок внесення мінеральних добрив у нормі N30P45K60 та проведення підживлення N15 у фазі бутонізації [43].

Застосування мінеральних добрив у нормі N30P60K60 +N15 на чорноземі типовому середньоглибокому важкосуглинковому забезпечило формування врожаю насіння сої сорту Подільська 416 на рівні 3,03 т/га та вихід олії – на рівні 0,702 т/га [44].

За даними досліджень Вожегової та ін[45], вміст білка та олії в насінні сої залежав у значній мірі від різних доз азотних добрив та щільності стояння рослин. Максимальна кількість білка в насінні сої була у варіантах зі щільністю 1 млн. рослин за внесення N30 (40,3 %) та за густоти посіву 600 тис. шт./га – 1 млн. шт/га при внесенні N60 (39,0–39,4 %). Найбільший вихід білка з 1 га (1514,62 кг) і олії (864,94 кг) отримано за внесення N60, а також 1408,06 та 865,64 кг/га олії за густоти стояння рослин 600 тис шт/га.

Отже, одним із найбільш ефективних технологічних прийомів, що впливають на рівень врожайності та якість насіння сої, є дози, строки та способи внесення азотних, фосфорних і калійних добрив.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об’єктом досліджень були чорнозем реградований та соя сорту Канзас.

Характеристика сорту Канзас

Унікальний ранній сорт сої Канзас поєднує в собі високий потенціал врожайності та стійкості до негативних зовнішніх факторів.

Селекція зарубіжна – Canada Seeds, тип – ГМО. Оригінатор – North star Genetics.

Основні характеристики сорту:

- вегетаційний період – 80–90 днів;
- висота рослин – 87–112 см;
- забарвлення квітки – біло-жовте;
- висота прикріплення нижнього боба 12–15 см;
- вміст протеїну – 39–42 %;
- вміст соєвого масла – 54–55 %;
- маса 1000 насінин – 130–160 г;
- потенційна врожайність – 7,5 т/га.

Норма висіву 600-650 тис. схожих насінин/га, рекомендована ширина міжряддя 12,5-25 см, глибина посіву 3-6 см. Рекомендований для вирощування у всіх природно-кліматичних зонах України (Степ, Лісостеп, Полісся).

РОЗДІЛ 3
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту під дослідом

Соя характеризується значною пластичністю до умов вирощування. Вона добре росте на різних типах – чорноземах, каштанових, дерново-підзолистих та інших грунтах. Проте, найкращими для неї є чорноземні, темно-сірі та каштанові ґрунти з нейтральною реакцією (pH = 6,5–7,0) та високим вмістом органічних речовин [46].

На території ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області найбільш поширеними ґрунтами є чорноземи опідзолені та реградовані, сірі лісові та темно-сірі опідзолені, які мають важкосуглинковий гранулометричний склад.

У польовій сівозміні товариства з обмеженою відповідальністю, в якій проводилися дослідження з удобрення сої, переважають чорноземи реградовані. Сформувалися ці ґрунти на підвищеннях або схилах південної і західної експозицій, а також у тих місцях де леси підстелені глинами чи пісками, під трав’янистою рослинністю, яка змінила дерев’янисту. У цих умовах створюється особливий гідротермічний режим, що посилює висхідний рух вологи та підтягування карбонатів кальцію вверх по профілю. Це сприяло п уповільненню підзолистого і дернового процесу ґрунтотворення і відповідно до змін фізичних, фізико-хімічних та агрохімічних властивостей. Характеризуються чорноземи реградовані підвищеною лінією залягання карбонатів, які зустрічаються у вигляді плісняви на структурних окремостях, особливо її багато по ходах черв’яків, коренів та тріщинах [47].

Агрохімічна характеристика чорнозему реградованого, на якому проводилися наші дослідження подана в таблиці 1.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика чорнозему реградованого

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	pH сольове	Смоль на 1кг ґрунту		Ступінь насичення ґрунту основами, % (v)	Вміст рухомих поживних речовин, мг/кг ґрунту		
			Нг.	S		$N_{л.г.}$	P_2O_5	K_2O
0-30	3,7	6,3	2,75	28,9	91	138	121	154

Як видно з таблиці 1, вміст гумусу в чорноземі реградованому в 0–30 см шарі за Тюріним становить 3,7 %. Реакція ґрунтового розчину слабо кисла (pHсол. = 6,3). Гідролітична кислотність становить 2,75 смоль, а сума вбирних основ – 28,9 смоль на 1кг ґрунту. Ступінь насичення ґрунту основами високий і складає 91 %.

За поживним режимом чорнозем реградований, в орному шарі якого міститься 138 мг/кг легкогідролізованого азоту за Корнфілдом, рухомого фосфору і обмінного калію за Чириковим відповідно 121 та 154 мг/кг ґрунту, належить до грунтів з низькою забезпеченістю азотом, підвищеною – фосфором та високою – калієм.

У цілому чорнозем реградований, який переважає у польовій сівозміні ТОВ «Жорняки» характеризуються високою природною родючістю і може забезпечувати високу продуктивність сільськогосподарських культур, зокрема і сої.

3.2. Погодні умови

Гайсинський район, на території якого розташоване ТОВ «Жорняки» та в якому проводилися дослідження, характеризується помірно-континентальним кліматом, що відповідає ґрунтово-кліматичним умовам підзони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Відсутність височин сприяє

вільному переміщенню повітряних мас, що обумовлює часті зміни погодних умов.

За даними Вінницької метеостанції, в межах якої знаходиться ТОВ «Жорняки», середньорічна температура повітря за останні 18 років складає 8,3 ^{0}С, а середньомісячна кількість опадів 566 мм. За вегетаційний період сільськогосподарських культур випадає в середньому 305 мм опадів. Сума річних температур вище +10 складає 2580 ^{0}С. Період з середньо добовою температурою вище +5 ^{0}С триває 200 – 260 днів, вище +10 ^{0}С – 165 – 175 днів.

Погодні умови у рік проведення наших досліджень мали відрізнялися від середньо багаторічних даних. Так, за 2022–2023 сільськогосподарський рік випало 525 мм опадів, що на 41 мм менше від середньобагаторічного показника (табл. 2).

Таблиця 2

Кількість опадів у рік проведення досліджень, мм

(за даними метеостанції м. Вінниця)

Рік	Місяць												Сума за рік
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2022–2023	49	35	20	44	35	119,2	2,7	67,3	90,5	16,4	6,9	39	525
СБ	36	35	28	31	32	40	54	87	73	55	61	35	566
+, – від середньо багаторічної	+ 13,0	0	– 8,0	+ 13,0	+ 3,0	+ 79,2	– 51,3	– 19,7	+ 17,5	– 38,5	– 26,0	+ 4	– 41

З даних таблиці 2 видно, що у листопаді 2022 року кількість опадів перевищувала середньобагаторічний показник на 13 мм, а в грудні їх кількість становила 35 мм, що відповідало їх нормі. В січні 2023 року їх випало менше на 8 мм, в лютому та березні навпаки їх було більше від норми на 41 і 9,0 %, відповідно. За 2022–2023 сільськогосподарський рік найбільш дощовим був

квітень у якому випало 119,2 мм опадів, що перевищило середньо багаторічні дані на 79,2 мм або на 198 %.

За впливом на ріст, розвиток і формування рівня продуктивності сої погодні умови періоду вегетації у 2023 році також суттєво відрізнялися від середніх багаторічних даних Так, у травні їх випало лише 2,7 мм, а червні – 67,3 мм, що на 51,3 і 19,7 мм менше норми. В липні кількість опадів збільшилась до 90,5 мм за норми 73 мм. Серпень і вересень були посушливими, кількість опадів за ці місяці була меншою від середньо багаторічних даних на 38,5 і 26,0 мм, відповідно. За жовтень випало 39,0 мм опадів, що на 4 мм більше за норму.

За температурним режимом 2022–2023 сільськогосподарський рік ,порівняно з середньо багаторічними даними, був теплішим на 1,9 ^{0}С (табл. 3).

Таблиця 3

Середня температура повітря в рік проведення досліджень, ^{o}С (за даними метеостанції м. Вінниця)

Рік	Місяць												Середнє за рік
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2022 – 2023	3,0	–0,4	0,9	–0,2	5,4	8,5	15,1	19,3	21,3	22,7	17,8	8,8	10,2
СБ	2,4	–2,3	–3,8	–2,7	1,9	9,1	14,7	18,2	20,0	19,3	14,1	8,1	8,3
+, – до СБ	+ 0,6	– 1,9	– 2,9	– 2,5	+ 3,5	– 0,6	+ 0,4	– 1,1	+ 1,3	+ 3,4	+ 3,7	+ 0,7	+ 1,9

Примітка: СБ – середній багаторічний показник.

У цьому році середньомісячна температура листопада була вищою на 0,6 ^{o}С, в грудні вона склала (– 0,4^{o}С). Січень, лютий і березень 2023 року були теплішими за середньо багаторічний показник на 2,9; 2,5 і 3,5^{o}С, відповідно. У квітні зниження температури повітря було незначним – всього на 0,6 ^{o}С.

Температура повітря на початку вегетації сої мало чим відрізнялась від середніх багаторічних даних і становила в травні 14,7 °С, за норми 15,1 °С. Червень і липень були також теплішими порівняно з середньобагаторічними даними. Температура повітря за ці місяці на 1,1 та 1,3 °С перевищувала норму. Однак у цьому році особливо теплими були серпень і вересень з температурами 22,7 і 17,8 °С, що на 3,4 і 3,7 °С відповідно перевищило норму.

Загалом, погодні умови 2022–2023 сільськогосподарського року були сприятливим для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі сої, які значно впливали на ефективність внесених мінеральних добрив та формування її продуктивності.

3.3. Схема досліду

В досліді вивчали вплив різних умов мінерального живлення на формування продуктивності сої сорту Канзас на чорноземі реградованому.

Дослідження проводили в польовій сівозміні ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області з внесенням добрив під сою за схемою:

1. Без добрив – контроль
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$
3. $N_{45}P_{45}K_{45}$
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$

Площа посівної ділянки 72 м^2, облікової – 50 м^2 при триразовому повторенні варіантів та систематичному їх розміщенні (рис. 3.1).

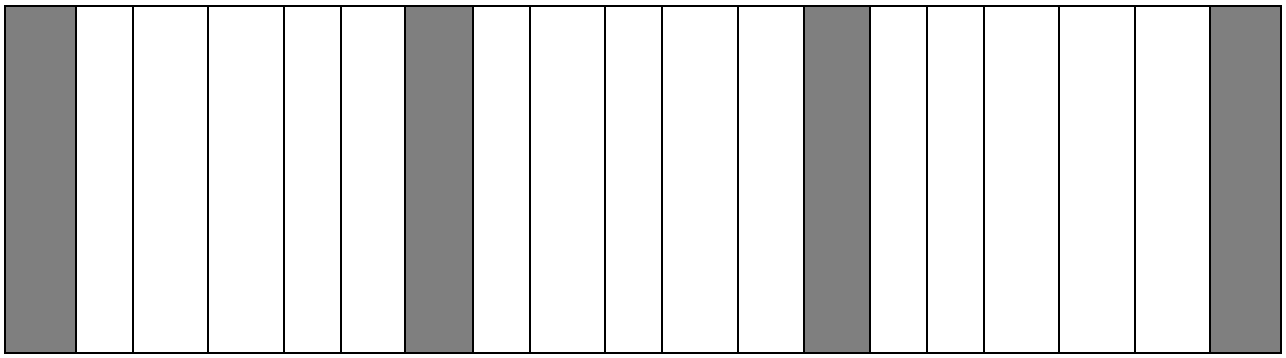


Рис. 3.1. Схема розміщення варіантів у досліді

1, 2, 3, 4, 5 – варіанти досліду; I, II, III – повторення досліду

3.4 Агротехніка вирощування сої в досліді

Агротехніка вирощування сої в досліді, як і загалом у польовій сівозміні ТОВ «Жорняки» була загальноприйнята для даної зони, окрім фонів живлення, що були рекомендовані і вивчалися в досліді.

Попередником сої був ячмінь ярий, після збирання проводили лущення стерні перше на глибину 6–8 см, а друге – на 10–12 см дисковою бороною БДВП-4,2. Після внесення згідно схеми досліду добрив: нітроамофоски ($N_{15}P_{15}K_{15}$), проводили оранку на глибину 25–27 см плугом ПЛН – 6 – 35.

Весняний обробіток розпочинали з боронування і вирівнювання поля під кутом до напрямку оранки. Після проростання бур`янів (фаза білої ниточки) проводили культивацію за допомогою КПС-4 в агрегаті з боронами.

В господарстві перед сівбою проводили внесення гербіциду гліфосату 1 кг/га з наступним його зароблянням у грунт.

Сівбу сою сорту Канзас розпочинали, коли грунт на глибині загортання насіння (4–5 см), прогрівався до 10–12 ^{0}C та спостерігалася тенденція підвищення температури, що звичайно буває в кінці квітня – на початку травня.

Перед сівбою проводили культивацію на глибину 5–7 см культиватором КПС-4, а після сівби прикочування ґрунту.

Для боротьби з павутинним кліщем, акацієвої вогнівки, бульбочкових довгоносиків, совок, через 8–10 днів після цвітіння, проводили обприскування посівів сої золоном 2,5 кг/га.

Збирали сою прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості, після опадання листків, за вологості насіння 14%. Перед збиранням відбирали пробні снопи для визначення технологічних якостей насіння сої.

3.5. Методика проведення досліджень

Методика проведення досліджень була загальноприйнятою і рекомендованою для агрохімічних досліджень [48].

Згідно програми досліджень у досліді визначали:

- вологість ґрунту – термографічним методом висушування в сушильній шафі при температурі 100-105℃ до постійної маси;

- вміст нітратного азоту – потенціометрично з використанням іонселективного електроду на pH- метрі;

- вміст амонійного азоту – у витяжці 1,0 М розчину KCl з додаванням реактиву Неслера;

- вміст рухомих сполук фосфору і калію за методом Чирикова з подальшим визначенням відповідно на фотоелектроколориметрі та полуменевому фотометрі;

- висоту рослин вимірюванням 10 рослин з двох несуміжних рядків;

- масу 1000 насінин – зважуванням 500 насінин у двократній повторності;

- вміст олії – методом спектрометрії;

- статистичну обробку даних врожайності буряку цукрового – методом дисперсійного аналізу за В.О. Єщенка, П.Г. Копитка та ін. [49], додаток Б .

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив умов мінерального живлення на поживний режим чорнозему реградованого

Одним із важливих чинників поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту є добрива. Збалансоване їх застосування сприяє підвищенню в ґрунті вмісту доступних для рослин елементів мінерального живлення : азоту, фосфору і калію.

Азотний фонд ґрунту, який на 97–99 % складається з органічних сполук є важливим джерелом мінерального живлення рослин. З органічних азотних сполук в процесі їх мінералізації утворюються мінеральні сполуки – амоній, нітрити й нітрати, яких не завжди достатньо для забезпечення високої продуктивності більшості сільськогосподарських культур. У зв’язку з цим нормальне живлення рослин азотом залежить як від швидкості процесів мінералізації азотовмісних органічних сполук, так і від застосування азотних добрив [50]. Азот мінеральних сполук, на які припадає не більше 1 % – основне джерело азотного живлення рослин. До його складу належать нітратний та амонійний азот.

Від вмісту нітратного азоту в ґрунті та динаміки його використання рослинами залежить ріст і розвиток рослин та формування врожайності сої (табл. 4).

З даних таблиці 4 видно, що на початку вегетації сої (фаза гілкування) вміст азоту нітратних сполук у ґрунті був значно більшим і становив 6,8–9,3 мг/кг, порівняно з іншими фазами. Це підтверджує інтенсивність впливу сприятливих погодних умов весняного періоду для проходження нітрифікувальних процесів, а також незначне використання нітратного азоту рослинами сої у цей період.

Таблиця 4

Вплив різних доз добрив на динаміку вмісту азоту нітратних сполук у ґрунті, мг/кг (2023 р.),

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин сої		
	Гілкування	Цвітіння	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	6,8	5,4	0,6
$N_{30}P_{30}K_{30}$	8,1	6,3	0,9
$N_{45}P_{45}K_{45}$	8,9	7,6	1,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	9,5	8,1	1,5

Примітка. Вміст азоту нітратних сполук в шарі ґрунту 0–30 см.

Внесення різних доз азотних добрив у поєднанні з фосфорними і калійними посилювало нітрифікувальні процеси та збільшувало вміст нітратного азоту в ґрунті. Якщо на контролі без внесення добрив, вміст нітратного азоту складав 6,8 мг/кг, то в другому варіанті ($N_{30}P_{30}K_{30}$) їх кількість збільшилась до 8,1 мг/кг. У третьому ($N_{45}P_{45}K_{45}$) і четвертому ($N_{60}P_{60}K_{60}$) варіантах вміст нітратів у ґрунті збільшився до 8,9 і 9,3 мг/кг, відповідно.

До фази цвітіння сої спостерігається незначне використання рослинами з ґрунту нітратних сполук азоту як на контрольній ділянці (1,4 мг/кг), так і на удобрених варіантах – 1,3–1,8 мг/кг, відповідно до фази гілкування.

У фазу повної стиглості спостерігається найбільше використання рослинами сої нітратного азоту з ґрунту. На контрольному варіанті його вміст зменшився до 0,6 мг/кг. У другому варіанті за внесення 30 кг/га д. р. азоту на тлі по 30 кг/га фосфору і калію , вміст нітратного азоту в ґрунті зменшився до 0,9 мг/кг. У третьому ($N_{45}P_{45}K_{45}$) і четвертому ($N_{60}P_{60}K_{60}$) варіантах вміст нітратного азоту у цей період у ґрунті становив 1,3 та 1,5 мг/кг.

Таке зниження нітратних сполук азоту в ґрунті можна пояснити як використанням його рослинами на формування врожаю сої, так і затуханням у цей період нітрифікувальних процесів.

Динаміка вмісту амонійного азоту в ґрунті менш виражена впродовж вегетації сої, порівняно з нітратним. Застосування азотних добрив у поєднанні з фосфорно-калійними збільшували його вміст чорноземі реградованому (табл. 5).

Так, на початку вегетації сої у фазу гілкування вміст азоту амонійних сполук у ґрунті був найменшим на контролі й становив 12,3 мг/кг. Застосування азотних добрив у дозі 30 кг/га д. р. у поєднанні з фосфорними і калійними $P_{30}K_{30}$ збільшувало вміст амонійного азоту в ґрунті, порівняно з контролем, на 2,4 мг/кг.

Таблиця 5

Вплив різних доз добрив на динаміку вмісту азоту амонійних сполук у ґрунті, мг/кг (2023 р.)

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин сої		
	Гілкування	Цвітіння	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	12,3	11,4	7,6
$N_{30}P_{30}K_{30}$	14,7	12,9	8,5
$N_{45}P_{45}K_{45}$	16,2	14,6	9,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	17,1	15,2	10,4

Підвищення доз внесення під сою мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшувало вміст азоту амонійних сполук у ґрунті до 16,2 і 17,1 мг/кг, відповідно.

У фазу цвітіння, спостерігається зменшення вмісту амонійного азоту як на контрольному, так і на удобрених варіантах досліду що вказує на збільшення використання його рослинами сої у цей період. Якщо у фазу гілкування вміст азоту амонійних сполук на контролі складав 12,3 мг, то у фазу цвітіння – 11,4 мг/кг. У другому ($N_{30}P_{30}K_{30}$), третьому ($N_{45}P_{45}K_{45}$) та четвертому ($N_{60}P_{60}K_{60}$) варіантах у фазу цвітіння вміст амонійного азоту зменшився до 12,9; 14,6 та 15,2 мг/кг, відповідно.

Найбільше зменшення вмісту азоту амонійних сполук у ґрунті було у фазу повної стиглості сої, що вказує на збільшення його використання в другу половину вегетації рослин. У цей період вміст амонійного азоту в ґрунті контрольного варіанту без внесення добрив зменшився до 7,6 мг/кг, а на удобрених ділянках – до 8,5; 9,8 і 10,4 мг/кг, відповідно.

З макроелементів важливе значення в живленні сої має фосфор, особливо критичним у цьому відношенні є початок її вегетації. Оптимальне забезпечення рослин фосфором сприяє швидкому формуванню кореневої системи та кращому засвоєнню води і поживних речовин з ґрунту. Крім того, за оптимального живлення рослин фосфором збільшується частка товарної частини врожаю та покращується його якість [51].

Важливим чинником збільшення рухомого фосфору в ґрунті є фосфорні добрива (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив різних доз добрив на динаміку вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті, мг/кг (2023 р.)

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин сої		
	Гілкування	Цвітіння	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	118	113	102
$N_{30}P_{30}K_{30}$	139	127	114
$N_{45}P_{45}K_{45}$	151	135	119
$N_{60}P_{60}K_{60}$	157	146	122

З даних таблиці 6 видно, що вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті як на контролі без внесення добрив, так і за їх внесення був найбільший у фазу гілкування сої. У першому варіанті (контроль) цей показник становив 118 мг/кг, у другому ($N_{30}P_{30}K_{30}$), третьому ($N_{45}P_{45}K_{45}$) і четвертому ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 139;151 та 157 мг/кг ґрунту, відповідно.

У фазу цвітіння спостерігається зменшення рухомого фосфору в ґрунті, порівняно з його вмістом на початку вегетації, без внесення добрив (контроль)

на 5 мг/кг, а за внесення фосфорних добрив у дозі 30 кг/га д. р. на тлі $N_{30}K_{30}$ – на 12 мг/кг.

З підвищенням доз фосфорних добрив до 45 та 60 кг/га д. р., що вносилися на тлі $N_{45}K_{45}$ і $N_{60}K_{60}$ збільшення використання рухомого фосфору з ґрунту рослинами сої склало 16 і 11мг/кг, відповідно.

До фази повної стиглості сої використання рослинами фосфору з ґрунту збільшується як на контрольному варіанті, так і на удобрених ділянках У фазу повної стиглості сої вміст рухомих сполук фосфору на контролі зменшився до 102 мг/кг ґрунту. За поєднаного внесення фосфорних добрив з азотними і калійними у дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті становив 114, 119 і122 мг/кг, відповідно.

У значній кількості соя потребує також калій, оскільки він відіграє важливу роль у регулюванні синтезу білка, підтриманні водного балансу, азотному обміні, перерозподілі вуглеводів. Калій підвищує стійкість рослин до захворювань і вилягання, покращую засвоєння ними фосфору та азоту [12].

На думку інших вчених [13], калійні добрива не мають вирішального впливу на ріст і розвиток рослин сої, однак за сумісного внесення з азотними і фосфорними сприяють формуванню високоякісного врожаю.

В ґрунті калій знаходиться переважно у мінеральних сполуках, більше його в чорноземних важкосуглинкових ґрунтах з вмістом 2–2,5 % від маси ґрунту. що значно більше, ніж азоту і фосфору. Проте джерелом живлення калію для рослин є його рухомі сполуки, на які припадає від 0,5 до 1,2 % від його валового вмісту в ґрунті [52].

Застосування калійних добрив підвищує вміст рухомих сполук калію в ґрунті (табл. 7).

Таблиця 7

Вплив різних доз добрив на динаміку вмісту рухомих сполук

калію в ґрунті, мг/кг (2023 р.)

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин сої		
	Гілкування	Цвітіння	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	147	134	125
$N_{30}P_{30}K_{30}$	159	141	132
$N_{45}P_{45}K_{45}$	168	152	139
$N_{60}P_{60}K_{60}$	174	159	144

Так, якщо на контролі без застосування добрив у фазу гілкування вміст рухомих сполук калію в чорноземі реградованому становив 147 мг/кг, то за внесення мінеральних добрив їх вміст збільшився на 12–27 мг/кг або на 8–18 %.

До періоду цвітіння використання рослинами сої калію, порівняно з азотом і фосфором є найбільшим [13]. Аналогічна закономірність спостерігалась і в наших дослідах. У цей період спостерігається зменшення рухомих сполук калію в ґрунті на контрольному варіанті на 13 мг/кг, порівняно до використання його у фазі гілкування. За внесення під сою калійних добрив у дозах 30, 45 і 60 кг/га д. р. на тлі $N_{30}P_{30}$, $N_{45}P_{45}$ та $N_{60}P_{60}$, вміст рухомих сполук калію в грунті становив 141, 153 і 159 мг/кг і був меншим, порівняно до фази гілкування, на 18, 16 і 15 мг/кг, відповідно.

У фазу повної стиглості сої вміст рухомого калію в ґрунті зменшився на контрольному варіанті до 125 мг/кг, а за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ до 132, 139 і 144 мг/кг, відповідно.

4.2. Вплив умов мінерального живлення на формування врожайності сої

Одним із чинників впливу на формування продуктивності сої є висота її рослин, яка змінюється під впливом сорту, грунтово-кліматичних умов, довжини світлового дня та агротехнологічних прийомів вирощування.

Поліпшення поживного режиму чорнозему реградованого позитивно впливало на ростові процеси рослин, про це свідчить динаміка висоти сої в період її вегетації (табл. 8).

Таблиця 8

Динаміка висоти рослин сої за різних доз мінеральних добрив, см (2023 р.)

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин сої		
	Гілкування	Цвітіння	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	13,7	47,4	78,6
$N_{30}P_{30}K_{30}$	14,3	60,1	93,8
$N_{45}P_{45}K_{45}$	14,9	65,6	96,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,4	70,3	98,7

За даними таблиці 8, у фазу гілкування найменша висота рослин була на контрольному варіанті без внесення добрив і становила за погодних умов 2023 року 13,7 см. Поліпшення умов мінерального живлення за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ висота рослин зростала на 0,6 см, порівняно з контролем. За внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ висота рослин, порівняно до контролю була більшою на 1,2 – 1,7 см, відповідно.

У фазу цвітіння висота рослин сої істотно збільшилась і становила на контролі 47,4 см, а на удобрених ділянках – 60,1–70,3 см. У цей період найбільшою висота рослин сої була за внесення під основний обробіток мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, яка в порівнянні з контролем була більшою на 12,9 см.

Найбільшою висота рослин сої була на удобрених ділянках у фазу повної стиглості. На контрольному варіанті без внесення добрив вона становила 78,6 см, за найменшої дози мінеральних добрив – 93,8 см, а за підвищення доз азотних, фосфорних і калійних добрив до 45 кг/га д. р. і особливо до 60 кг/га д. р. висота рослин сої збільшилась до 96,1 та 98,7 см.

Відомо, що врожай сільськогосподарських культур створюється за рахунок процесу фотосинтезу, який у значній мірі залежить від листкової поверхні рослин. Інтенсивність наростання, площа і тривалість функціонування листкової поверхні залежить від генотипу сорту, грунтово-кліматичних умов та технології вирощування.

За даними Господаренка Г. М. та ін. () соя має сформувати до закінчення наростання вегетативної маси і утворення бобів не менше 40–50 тис. м^2/га листкової поверхні.

В наших дослідженнях умови мінерального живлення по різному впливали на динаміку формування листкової поверхні рослин сої (табл.9). Визначення площі листкової поверхні у фазу гілкування показало, що найменшою вона була у варіанті без застосування добрив і становила 12,1 тис. м^2/га. За внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшення площі листкової поверхні рослин сої у цей період вегетації було не суттєвим, порівняно з контролем, і становило 12,9; 13,4 і 13,9 тис. м^2/га.

Таблиця 9

Динаміка площі листкової поверхні сої за різних доз мінеральних добрив, тис. м^2/га (2023 р.)

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку рослин сої		
	Гілкування	Цвітіння	Повна стиглість
Без добрив (контроль)	12,1	33,9	27,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	12,9	38,1	29,6
$N_{45}P_{45}K_{45}$	13,4	40,6	30,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,9	41,2	32,4

За погодних умов вегетаційного періоду сої в 2023 році та рівня удобрення максимальну площу листкової поверхні рослини формували до фази цвітіння. У контрольному варіанті без застосування добрив площа листкової поверхні збільшилась до 33,9 тис. м^2/га, а за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$

– до 38,1 тис. м^2/га. У варіантах $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ площа листкової поверхні була більшою , порівняно як з контролем, так і варіантом з мінімальною дозою мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$), яка становила 40,6 і 41,2 тис. м^2/га.

Дещо нижчою була площа листкової поверхні рослин у фазу повної стиглості сої. На контрольному варіанті площа листкової поверхні зменшилась до 27,3 тис. м^2/га, а на удобрених варіантах – до 29,9–30,7 тис. м^2/га. У цей період найбільшою залишалась площа листкової поверхні – 32,4 тис. м^2/га за внесення під сою мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Зменшення площі листкової поверхні сої у фазу повної стиглості пов'язано з використанням пластичних речовин рослинами на формування врожаю, а також із закінченням її вегетаційного періоду.

Врожайність сої є інтегральним показником, який дозволяє оцінити ефективність технології вирощування цієї культури та відповідність її біологічним вимогам сорту. В значній мірі врожайність сої залежить від системи її удобрення, зокрема від оптимального забезпечення її поживними речовинами

За результатами наших досліджень умови мінерального живлення та погодні умови, що складалися впродовж вегетації сої, по різному впливали на формування її врожайності (табл.10).

Так, найменшу врожайність соя формувала на контрольному варіанті без внесення добрив – 2,4 т/га. Поліпшення умов мінерального живлення сої за внесення повного мінерального удобрення в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувало її врожайність на 0,6 т/га або на 25 %. Збільшення доз азоту під сою до 45 кг/га д. р. та внесення на тлі фосфорно-калійних добрив по 45 кг/га д. р. забезпечило одержання вищого врожаю, порівняно з контролем на 0,9 т/га або на 37 %.

Таблиця 10

Вплив умов мінерального живлення на врожайність сої (2023 р.)

Варіант досліду	Врожайність, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
Без добрив (контроль)	2,4	–	–

$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,0	0,6	25
$N_{45}P_{45}K_{45}$	3,3	0,9	37
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,5	1,1	46
$НІР_{05}$	0,16		

За сприятливих погодних умов 2023 року найбільшу врожайність, як порівняно з контролем, так і мінімальною ($N_{30}P_{30}K_{30}$) та середньою ($N_{45}P_{45}K_{45}$) дозами добрив формували посіви сої за підвищеної ($N_{60}P_{60}K_{60}$) дози – 3,5 т/га ($НІР_{05}$ = 0,16).

4.3. Вплив умов мінерального живлення на якість насіння сої

Серед великої кількості сільськогосподарських культур, соя відноситься до найважливіших високобілкових і олійних культур, яка не має собі аналогів серед рослинних ресурсів як за продуктивністю, так і за якісним складом.

За обсягами виробництва та використання олія сої займає перше місце у світі серед інших джерел харчової олії, а її збалансований за амінокислотним складом білок є добрим замінником продуктів тваринного походження у раціоні людини ().

Якість насіння сої у значній мірі залежить від умов мінерального живлення та погодних умов вегетаційного періоду рослин (табл.11).

Так, якщо вміст сирого протеїну в насінні сої контрольного варіанту становив 36,1 %, то в насінні з удобрених ділянках він збільшувався на 6,3–11,3 %. У другому варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ цей показник збільшувався до 38,4 %, третьому ($N_{45}P_{45}K_{45}$) та четвертому ($N_{60}P_{60}K_{60}$) варіантах – до 39,6 і 40,2 %, відповідно.

Таблиця 11

Вплив умов мінерального живлення на якість насіння сої, (2023 р.)

Варіант досліду	Маса 1000 насінин, г	Вміст, %	
		сирого протеїну	жиру

Без добрив (контроль)	138	36,1	20,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	142	38,4	19,7
$N_{45}P_{45}K_{45}$	145	39,6	19,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	148	40,2	19,3

Вміст жиру в насінні сої, навпаки найбільшим був на контролі ті становив 20,5 %. Умови мінерального живлення зменшували цей показник до 19, 3–19,9 %. За внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ вміст жиру в насінні сої зменшувався до 19,7 %. Підвищення доз мінеральних добрив до $N_{45}P_{45}K_{45}$, у порівнянні з мінімальною дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$, збільшувало вміст жиру на 0,2 абсолютного відсотка, а за максимальної дози $N_{60}P_{60}K_{60}$ насіння сої характеризувалось найменшим вмістом жиру, який складав 19,3 %.

За даними наукових досліджень, умови вирощування впливають і на масу 1000 насінин сої. Не зважаючи на те, що величина даного показника є сортовою ознакою, під впливом різних чинників на ріст та розвиток рослин, її значення можуть змінюватися в межах 20–30 %. Зміна маси однієї насінини має тісний зв'язок з рівнем урожайності в цілому.

В наших дослідженнях умови мінерального живлення в певній мірі змінювали масу 1000 насінин сої. На контролі без внесення добрив вона була найменшою і становила 138 г. На удобрених ділянках цей показник збільшувався у другому варіанті за дози мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ – до 142 г. Дещо більшою була маса 1000 насінин сої у третьому ($N_{45}P_{45}K_{45}$) і четвертому ($N_{60}P_{60}K_{60}$) варіантах, яка становила 145 і 148 г, відповідно.

Вміст сирого протеїну і жиру в насінні є дуже важливими ознаками його якості, але більш повно ефективність застосування різних доз мінеральних добрив під сою характеризує їх вихід з одиниці площі (табл.12).

Таблиця 12

Розрахунковий вихід сирого протеїну і жиру за різних доз мінеральних добрив (2023 р.)

Варіант досліду	Вихід сирого протеїну т/га	Приріст до контролю, т/га	Вихід жиру, т/га	Приріст до контролю, т/га
Без добрив (контроль)	0,87	–	0,49	–
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1,15	0,28	0,59	0,10
$N_{45}P_{45}K_{45}$	1,31	0,44	0,66	0,17
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,41	0,54	0,68	0,19

За даними таблиці 12, найменший вихід сирого протеїну був на контролі без внесення добрив і становив 0,87 т/га. Застосування різних доз мінеральних добрив збільшувало вихід сирого протеїну з одиниці площі на 0,28–0,54 т/га. Внесення мінеральних добрив під сою в дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило одержання з 1 га 1,15 т сирого протеїну. Підвищення в складі повного удобрення азоту, фосфору і калію до 45 кг/га д. р. сприяло збільшенню сирого протеїну до 1,31 т/га.

Найбільший вихід сирого протеїну з одиниці площі – 1,41 т/га був одержаний за дози мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Що стосується розрахункового виходу жиру, то цей показник також залежав від умов мінерального живлення сої. Саме тому, найменший вихід жиру з одиниці площі (0,49 т/га) був на контрольному варіанті, де не вносили добрив.

Застосування різних доз мінеральних добрив, хоч і знижували вміст жиру в насінні сої, проте за вищої врожайності цієї культури на удобрених варіантах розрахунковий вихід жиру був більшим, порівняно з контролем, на 0,10–0,19 т/га.

З досліджуваних варіантів, найбільший вихід жиру одержано за внесення під сою мінеральних добри в у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 0,68 т/га.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД СОЮ У ТОВ «ЖОРНЯКИ»

Сучасний розвиток аграрного виробництва потребує постійного залучення значної кількості матеріальних і енергетичних ресурсів. Особливо це стосується вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і сої.

Тому, ефективність тих чи інших технологічних процесів обов'язково має оцінюватись за рядом економічних показників (собівартість вирощеної продукції, прибуток, рівень рентабельності), що дозволяє оцінити як його ефективність, так і виявити конкретні шляхи економії [54].

В розрахунках економічної ефективності вирощування сої у ТОВ «Жорняки» враховували витрати, пов'язані із застосуванням мінеральних добрив: їх вартість (нітроамофоска $N_{15}P_{15}K_{15}$ – 30500 грн/т), витрати на навантаження, транспортування і внесення. Вартість 1 т сої – за цінами, що склалися в IV кварталі 2023 року 16000 грн.

Величину витрат на внесення добрив, збирання і транспортування додаткового врожаю розраховували за фактично діючими у 2023 році нормативами та розцінками на технологічні операції (табл. 12).

Застосування різних доз мінеральних добрив під сою у ТОВ «Жорняки» збільшувало її врожайність, а також вартість за ціною реалізації та собівартість 1 т продукції.

Із досліджуваних варіантів, внесення під сою мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило одержання як найвищого приросту врожаю (1,1 т/га), так і найвищої собівартості 1 т продукції – 10427 грн.

Умовно-чистий прибуток, який відображає різницю між вартістю отриманого врожаю і виробничими витратами був найвищим і становив 19968 грн/га за середньої дози мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Таблиця 13

Економічна ефективність застосування різних доз мінеральних добрив під сою, 2023 р.

Показник	Варіанти досліду			
	Без добрив (контроль)	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{45}P_{45}K_{45}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$
Урожайність, т/га	2,4	3,0	3,3	3,5
Приріст врожаю, т/га	–	0,6	0,9	1,1
Ціна 1 т продукції, грн	16000	16000	16000	16000
Вартість за ціною реалізації, грн	38400	48000	52800	56000
Матеріально-грошові витрати, грн/га	21852	29172	32832	36492
Собівартість 1 т продукції, грн	9105	9724	9949	10427
Умовно-чистий прибуток, грн/ га	16548	18828	19968	19508
Рівень рентабельності, %	76	65	61	53

З ростом матеріально-грошових затрат на удобрених варіантах, порівняно з контролем, з 21852 до 36492 грн/га, знижувався рівень рентабельності. На контрольному варіанті за найменшого умовно-чистого прибутку (16548 грн/га) рівень рентабельності є найвищим і складає 76 %.

Умовно-чистий прибуток за внесення під сою мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшувався до 18828 грн/га, при цьому рівень рентабельності знижувався до 65 %. За внесення подвійної дози мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$, спостерігається збільшення прибутку з 1 га до 19508 грн, що більше як у

порівнянні з контролем, так і дозою мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, проте за такої дози рівень рентабельності був найменшим – 53 %.

Найвищий умовно-чистий прибуток 19968 грн/га забезпечувало внесення під сою мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$. Рівень рентабельності за такої дози мінеральних добрив становив 61 %.

Отже, за розрахунками економічної ефективності, під сою сорту Канзас на чорноземі реградованому у ТОВ «Жорняки» оптимальною дозою мінеральних добрив, яка забезпечує високу продуктивність та високі економічні показники, є внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$.

РОЗДІЛ 6
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Організація роботи з охорони праці та моделювання виробничих небезпек під час внесення добрив під сою

Основними причинами травматизму в галузі сільського господарства під час вирощування сільськогосподарських культур є незнання та порушення правил техніки безпеки. Особливо це стосується застосування добрив та засобів захисту рослин .

У ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області всі роботи з мінеральними добривами та пестицидами максимально механізовані. Під час їх внесення працівники користуватися засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), окремі роботи виконуються в респіраторах або протигазах.

Транспорт, на якому перевозять агрохімікати завжди спеціально обладнаний, із справною тарою, яка добре закривається. Для виконання такого виду робіт призначається відповідальна особа. Інші вантажі (особливо харчові продукти), які разом з ними заборонено перевозити, ніколи не перевозяться.

Перед початком роботи техніку, яка використовується для внесення добрив, перевіряють на справність, регулюють розташування робочих органів і норму витрати рідини (випробовується на воді). На корпусах машин або причіпах роблять написи, про необхідність застосовування ЗІЗ під час роботи. Машини оснащені бачком з водою для миття рук [55, 56].

До роботи з мінеральними добривами заборонено долучати осіб молодше 18 років, вагітних та жінок, що годують дітей. До таких робіт завжди допускають осіб, які не мають медичних протипоказань та які пройшли медичний огляд.

Перед початком роботи варто враховують швидкість вітру, яка при обробці штанговими і вентиляторними тракторними обприскувачами має не

перевищувати 4 м/с. Обов'язково враховують відстань до місць відпочинку населення, населених пунктів, ділянок по догляду за культурами і джерелом водопостачання, яка має становити не менше 300 м.

Найбільш небезпечним мінеральним добривом є водний аміак, внесення якого потребує уважності і відповідальності. Аміаковози повинні бути обладнані заземлювачами. Зберігати його слід в світлих ємностях для уникнення вибухів внаслідок нагрівання сонцем. При внесенні водного аміаку, так само як і пестицидів, кабіни тракторів мають бути повністю засклені і закриті [57].

Баки, ємності, кузова, робочі органи машин і транспортні засоби після закінчення внесення добрив обов'язково промивають водою.

Розглянемо модель небезпечної ситуації під час транспортування добрив до поля:

Небезпечна умова (НУ) – під час роботи з водним аміаком водій працює без ЗІЗ;

Небезпечна дія (НД) 1 – вікна в автомобілі відкриті під час внесення добрива;

НД 2 – більша частина внесення відбувається за вітром ;

Небезпечна ситуація (НС) – пари аміаку вдихаються водієм;

Отруєння водія.

НД1
↓
НУ→НС→О
↑
НД2

Отже, лише дотримання правил техніки безпеки забезпечить безпечні умови праці навіть з небезпечними речовинами.

6.2. Охорона навколишнього природного середовища при застосуванні добрив під сою

Охорона природного середовища – одне з найважливіших завдань працівників аграрної галузі. Саме вони за характером своєї роботи є найпершими і головними, хто має дбати про ефективне та раціональне використання земельних і природних ресурсів.

До основних чинників забруднення навколишнього природного середовища належать:

1. Недосконаліть технології транспортування, зберігання та внесення добрив.

2. Порушення технології їх застосування під окремі культури сівозміни.

3. Недосконаліть якості властивостей мінеральних добрив.

4. Інтенсивне використання різних промислових, міських і побутових відходів на добрива без систематичного і ретельного контролю їх хімічного складу.

Поліпшення умов транспортування та зберігання мінеральних добрив, а також вдосконалення технології внесення за оптимального співвідношення поживних речовин істотно знижують втрати добрив, підвищують їх ефективність, зберігають природне середовище від забруднення.

Значним джерелом непродуктивних втрат мінеральних добрив, зниження їх ефективності є нерівномірний розподіл по поверхні поля та їх сегрегація (розшарування) при транспортуванні та внесенні. Недобір врожаю від нерівномірного внесення добрив зростає при використанні висококонцентрованих добрив, підвищенні доз, високої чутливості культури на добрива. Тому, за агрохімічними вимогами до машин, що вносять добрива, показник нерівномірності за їх розкидного внесення не повинен перевищувати 15 %. Порушення цих вимог може бути джерелом їх втрат і забруднення навколишнього середовища [58].

За впливом на природне середовище азотні добрива посідають перше місце. Азотні добрива вирішують проблему білка в сільському господарстві, а отже, і рівень продуктивності землеробства і тваринництва. При порушенні технології їх використання вони негативно впливають на біосферу – грунт, воду,

атмосферу, рослини, через них на людину і тварин. Втрати азоту з добривами є досить значними, так як в польових умовах його засвоюється 40 %, а в окремих випадках – 50–70 %, іммобілізується в ґрунті до 30 %. Втрати азоту з газоподібними сполуками складають до 15–25 %.

Значна кількість біогенних елементів втрачається в оточуюче середовище внаслідок недосконалостей властивостей і хімічного складу добрив та інших удобрювальних засобів. Наприклад, газоподібні втрати азоту сечовини та інших аміачних добрив під впливом хімічних і мікробіологічних процесів за поверхневого їх внесення, які значно зростають на легких за гранулометричним складом грунтах [59].

Наступним шляхом втрат азотних добрив є їх вимивання у формі нітратів по профілю ґрунту у підґрунтові води.

Фосфор як біогенний елемент, менше втрачається з ґрунту в оточуюче середовище, внаслідок малої його рухливості в ґрунті та не створює такої екологічної небезпеки, як азот. Втрати фосфатів частіше за все відбуваються в процесі ерозії грунтів.

Втрати калію більш значні, ніж фосфору, і залежать від гранулометричного складу ґрунту, виду культури, кількості атмосферних опадів.

Інтенсивне використання мінеральних добрив посилює міграцію і втрати кальцію, магнію, сірки та інших біогенних елементів.

Застосування сучасних методів оптимізації внесення добрив у сівозміні з урахуванням оптимального співвідношення поживних елементів залежно від родючості та властивостей грунтів у комплексі з іншими агротехнологічними прийомами є найважливішою умовою підвищення коефіцієнту їх використання та зниження непродуктивних втрат в оточуюче середовище.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження з вивчення впливу умов мінерального живлення на формування продуктивності сої на чорноземі реградованому у ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області дають підстави зробити наступні висновки:

1. Внесення різних доз мінеральних добрив під сою збільшує вміст азоту нітратних та амонійних сполук в чорноземі реградованому у фазу гілкування рослин відповідно до 8,1– 9,5 і 14,7–17,1 мг/кг та рухомих сполук фосфору й калію – до 118–157 і 159–174 мг/кг.

2. Максимальна висота рослин сої – 98,7 см та площа листкової поверхні у посівах сої – 41,2 тис. $м^2$/га були за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

3. Найвищу врожайність сої (3,5 т/га) забезпечує внесення під передпосівну культивацію ґрунту мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

4. За внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ вміст сирого протеїну складав 39,6 і 40,2 %, а вміст жиру – 19,9 % за дози $N_{45}P_{45}K_{45}$.

5. Найбільшою маса 1000 насінин сої була за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{45}P_{45}K_{45}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$, яка становила 145 і 148 г, відповідно.

6. Найвищий розрахунковий вихід сирого протеїну – 1,41 т/га та жиру – 0,68 т/га одержано за внесення під сою мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

7. Внесення під сою мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечує найвищий умовно-чистий прибуток 19968 грн/га, з рівнем рентабельності 61 %.

8. На підставі проведених досліджень пропонуємо за вирощування сої сорту Канзас у ТОВ «Жорняки» Гайсинського району Вінницької області на чорноземі реградованому вносити мінеральні добрива у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Господаренко Г. М . та ін. Складові технології вирощування сої / за ред. Г М. Господаренка. Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2019. 208 с.

2. Адамень Ф. Ф., Турін Є. М. Взаємодія сортів сої зі штамами бульбочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2005. № 23-24. С. 103–106.

3. Андрієць Д. В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2013. 23 с.

4. Бабич А. О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої. *Корми і кормовиробництво*. Київ, 1992. № 33. С. 3–13.

5. Бабич А. О. Ткачук В. М., Новохацький М. Л. Формування фотосинтетичного потенціалу та динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів сої залежно від сорту, попередника та норми висіву насіння. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2003. Вип. 3 (23). Т. 1. С. 194–200.

6. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля івикористання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.

7. Бабич А. О., Бахмат М. І., Бахмат О. М. Соя : агроекологічні основи вирощування, переробки і використання. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. 268 с.

8. Бабич А. О., Іванюк С. В., Темченко І. В., Колісник С. І. Мінливість показників якості насіння сортів сої в умовах правобережного Лісостепу. *Селекція і насінництво*. Харків : Магда LTD, 2008. Вип. 96. С. 347–352.

9. 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.

10. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я., Венедіктов О. М., СереветникО. В., Лохова В. І. Вплив способу передпосівної обробки насіння на урожайність сортів сої різних груп стиглості. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 68. С. 48–52.

11. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Взаємозв'язок елементів структури продуктивності сої залежно від попередника, сорту та норми висіву насіння. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2002. Вип. 48. С. 112–115.

12. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листового індексу посівів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Миколаїв, 2001. Вип. 12. С. 179–184.

13. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Особливості проведення досліджень при вивченні конкурентних взаємовідносин в агробіоценозах сої. *Корми і кормовиробництво*. Київ, 1995. Вип. 40. С. 35–41.

14. Бабич А. О., Сереветник О. В., Лохова В. І. Підвищення продуктивності сої при застосуванні позакореневих підживлень в умовах правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культурі цукрових буряків*. Київ, 2012. Вип. 15. С. 63–68.

15. Бабич А. Сорти сої і перспективи виробництва її в Україні. *Пропозиція*.2007. № 4. С. 46–49.

16. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництвасортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–54.

17. Бахмат М. І., Бахмат О. М., Трач І. В. Сортова продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2013. Вип. 76.С.146–150.

18. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Камянець-Подільський : Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.

19. Безручко О., Колесніченко О., Корнійчук С., Бондар О. Поповнення ринку сортів сої: соя культурна. *Пропозиція*. 2008. № 9. С. 68–72.

20. Бикін А. В., Генгало Н. О. Ефективність застосування добрив і

гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому малогумусному. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*.Київ, 2011. № 162. С. 137–144.

21. Білявська Л. Г. Аспекти адаптивної селекції сої в умовах зміни клімату.

Корми і кормовиробництво. Київ, 2008. № 61. С. 10–16.

22. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість тривалості веґетаційного періоду у колекційних зразків сої. *Вісник Полтавської державноїаграрної академії*. Полтава, 2018. № 2. С. 85–92.

41. Білявський Ю. В. Вплив еколого-економічних чинників на динаміку виробництва насіння сої в умовах зміни клімату. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2008. Вип. 63. С. 21–26.

23. Біологічний азот : монографія / за ред. В. П. Патики. Київ : Світ, 2003. 424 с.

24. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Гангур В. В., Корецький О. Є. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2010. № 3. С. 14–18.

25. Браценюк В. Ю. Вплив способів сівби на формування асиміляційної поверхні сортів сої різних груп стиглості в умовах західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2017. Вип. 90. Ч. 1. С. 240–246.

26. Булавенко Л. В., Бега З. Т., Курдиш И. К. Мобилизация фосфора некоторыми микроорганизмами из труднорастворимых неорганофосфатов. *Бюлетень Інституту сільськогосподарської мікробіології*. Чернігів, 2000. № 6. С. 55–56.

27. Василенко М. Г., Душко П. М. Окупність виробничих витрат у технології вирощування сої за різних систем удобрення. *Збалансоване природокористування*. Київ, 2017. № 1. С. 49–53.

28. Вишнівський П.С., Фурман О. В. Особливості вегетації сої під впливомтехнологічних заходів вирощування. *Рослинництво XXI століття : виклики та інновації* : матеріали III Міжнар. наук. -практ. конф. (м. Київ, 25-26 вер. 2019 р.)Київ. 2019. С. 99–101.

29. Вишнівський П.С., Фурман О. В. Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від елементів технології вирощування. *Інновації в освіті, науці та виробництві* : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. (м. Київ, 24-25 лист. 2020 р.). Київ, 2020. С. 55–57.

30. Вожегова Р. А. Селекційно-технологічні аспекти вирощування сої в умовах зрошення півдня України. *2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : матеріали міжнар. наук. конф. (м. Вінниця, 11-12 серп. 2016 р.). Вінниця : Діло, 2016. С. 16–17.

31. Волинець І. Г. Формування симбіотичного апарату та продуктивності сої за різних умов живлення і зволоження ґрунту. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. Умань, Вип. 59. 2005. С. 46–54.

32. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. Київ : Аграрна наука, 2007. 144 с.

33. Волкогон В. В., Комок М. С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН*. Дніпропетровськ, 2010. № 39. С. 89–93.

34. Гамаюнова В. В., Загальні засади підвищення стійкості та адаптації землеробської галузі до змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : зб. тез доп. учасн. II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 10-12 квіт. 2019 р.). Київ-Миколаїв-Херсон

: ДУ НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 156–160.

35. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Формування продуктивності сої залежно від сорту, мінерального живлення та обробки насіння біопрепаратами

на півдні України. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2013. Вип. 6. С. 70–73.

36. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у північному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 9. С. 36–42.

37. Глупак З. І. Урожайність і якість сої сортів ранньостиглої групи в умовах північно-східної частини лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. *Серія : «Агрономія і біологія».* Вип. 11 (26). 2013. С. 100–103.

38.Глянько А. К., Митанова Н. Б. Физиологические механизмы отрицательного влияния высоких доз минерального азота на бобово-ризобиальный симбиоз. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. *Серія : «Біологія»*. Харків, 2008. Вип. 2 (14). С. 26–41.

39. Головатюк Є., Ситар О., Таран Н. Вплив різних доз азотних добрив на вміст фотосинтетичних пігментів та сульфоліпіду у листках сої. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка*. Київ, 2007. № 12. С. 34–36.

40. 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.

41 .Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Леонова К. П., Бойко В. П. Урожайність і якість насіння сої за різного удобрення на чорноземі опідзоленому. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2019. Вип. 97. Ч. 1. С. 136–144.

42. 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.

43. Григорчук Н. Ф., Якубенко О. В. Вихідний матеріал сої для створення ранньостиглих сортів. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. № 73. С. 72–77.

44. Дерев'янський В. П. Продуктивність сої залежно від застосування мікробних препаратів та гербіцидів. *Карантин і захист рослин*. Київ, 2012. № 4.С. 16–18.

45. Вожегова Р. А., Боровик В. О.Буднина І. О. Рубцов Д. К. Вплив азотного живлення та щільності посіві на якість насіння сої. *Агроном*. 2022. № 1. С. 168–170.

46. Дзюбайло А. Г., Мигаль І. Б. Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокулювання. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 129–132.

47. Панас Р. М. Ґрунтознавство: навчальний посібник. Львів : «Новий світ – 2000», 2005. 372 с.

48. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

49. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В. О.Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз: за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП ТД «Едельвейс і К». 2014. 332 с.

50. Дідора В. Г., Деребон І. Ю., Саврасих Л. Д. Технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах українського Полісся. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*.Житомир, 2017. № 1 (58). Т. 1. С. 57–63.

51. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Баранов А. І. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2013.

№ 1 (1). С. 80–83.

52. Дробітько А. В., Дробітько О. М., Данілов І. В. Вплив інокулянтів Intexi Оптімайз на врожайність та якість сортів сої в умовах північного Степу. *Наукові праці Чорноморського держ. ун-ту ім. Петра Могили комплексу «Києво- Могилянська академія». Екологія*. Миколаїв, 2015. № 244. Т. 256. С. 42–45.

53. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств : підруч. Київ : КНЕУ. 2004. 624 с.

54. Дробітько О. М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2007. Вип. 2. С. 240–245.

55. Забарна Т. А. Динаміка густоти стояння та виживаність сої, залежно від позакореневих підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця, 2019. № 14. С. 88–95.

56. Заболотний Г. М., Циганська О. І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Оброшине, 2015. № 58 (2). С. 56–62.

56. Атаманчук А. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Білий Р. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури». 2017. 322 с.

57. Агій Я. Ю., Лях У. М. Охорона праці в галузі : навчальний посібник. Ужгород : ПП «АУТДОР-ШАРК». 2015. 200 с.

58. Городній М. М. Агрохімія. Київ: «Арістей», 2008. 936 с.

59. Добрива та їх використання: навчальний посібник /І. У Марчук, В. М. Макаренко, В. Є. Розстальний та ін. Київ: Арістей, 2013. 258 с.

ДОДАТКИ