

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри загального землеробства
та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

“ _____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ЇЇ
ВРОЖАЙНІСТЬ В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «УКРАЇНА» СИНЕЛЬНИКІВСЬКОГО РАЙОНУ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач

_____ Олександр КИРИЧЕНКО

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент

_____ Юрій РУДАКОВ

Дніпро 2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра загального землеробства та ґрунтознавства
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри загального землеробства
та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

_____ (підпис)

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Кириченко Олександр Миколайович

- 1. Тема роботи:** Вплив елементів технології вирощування сої на її врожайність в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Україна» Синельниківського району Дніпропетровської області
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру** “ _____ ” _____ 2024 р.
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – товариство з обмеженою відповідальністю «Україна»
 - сільськогосподарська культура – соя
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)** визначити схожість, збереження до збирання та густоту стояння рослин сої; провести спостереження за тривалістю фенологічних фаз та вегетаційного періоду різних сортів сої; розглянути формування асиміляційного апарату та фотосинтетичної діяльності посівів;
 - дослідити структуру врожаю; визначити продуктивність сої, біохімічний склад та якісні параметри зерна.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

облікові документи та картосхеми полів господарства, генеральний план-схема землекористування господарства

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ Юрій РУДАКОВ
(підпис)

Завдання прийняв

до виконання

_____ Олександр КИРИЧЕНКО
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка

Здобувач

_____ Олександр КИРИЧЕНКО
(підпис)

Керівник

кваліфікаційної роботи

_____ Юрій РУДАКОВ
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Ботанічна характеристика сої	9
1.2. Мінеральні добрива для використання на сої	15
1.3. Технологія вирощування сої та особливості застосування добрив	20
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1. Ґрунти місця проведення досліджень	24
2.2. Метеорологічні умови проведення досліджень	28
2.3. Схема досліду	31
2.4. Методика проведення досліджень	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
3.1. Вплив технології вирощування на запаси доступної вологи в ґрунті	36
3.2. Щільність складення ґрунту залежно від технології вирощування сої	42
3.3. Біометричні показники рослин сої залежно від технології вирощування	45
3.4. Фотосинтетична діяльність посівів	48
3.5. Засміченість посівів	51
3.6. Врожайність сої залежно від технології вирощування	53
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	55
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	57
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	57
5.3. Вимоги охорони праці під час роботи з мінеральними добривами та регуляторами росту	59

	4
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в господарстві	63
ВИСНОВКИ	64
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи. Вплив елементів технології вирощування сої на її врожайність в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Україна» Синельниківського району Дніпропетровської області

Об'єкт вивчення. Процес формування продуктивності сої.

Предмет дослідження. Прийоми вирощування, які включають різні технології та застосування мінеральних добрив.

Методи дослідження. Методична частина експерименту базувалася на теорії багатофакторних дослідів, регресійному та дисперсійному аналізі. Статистична обробка даних експериментальних досліджень проведена з використанням програм «STATISTICA» та «Excel».

Наукова новизна роботи результатів досліджень полягає в тому, що вперше в умовах чорноземів звичайних степової зони України науково доведено та практично підтверджено максимальна врожайність зерна сої (2,28 т/га) спостерігається при традиційній технології без застосування добрив, що свідчить про ефективність цього підходу для підтримання стабільного рівня врожайності. Натомість мінімальне значення врожайності (1,83 т/га) зафіксовано при нульовому обробітку та розрахунковій нормі удобрення, що на 0,45 т/га менше порівняно з найвищим показником, а також на 0,42 т/га менше порівняно з традиційною технологією при тій самій нормі добрив. Це свідчить про те, що нульовий обробіток, у порівнянні з традиційним, менш сприяє підвищенню врожайності, особливо за умови внесення добрив.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 73 сторінки комп'ютерного тексту, включаючи 16 таблиць, 3 рисунки. Список використаних джерел складається з 66 найменувань.

Ключові слова: АГРОТЕХНІКА, ПРЯМА СІВБА, СОЯ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. Найбільшою проблемою в сільському господарстві, як у мировому, так і у всеукраїнському масштабі, залишається дефіцит кормового та харчового білка. Раціональним шляхом вирішення цієї проблеми є збільшення виробництва високобілкових зернобобових культур. Відомим лідером серед цієї культури є білково-олійна культура сої, в зерні якої міститься до 40% і більш збалансований по амінокислотам сирного білка і більше 20% біологічно цінного жиру. Посівні площі сої в світовому землеробстві за останні 5 років перевищили 65 млн. га, а її урожайність досягла 2,3 т/га зерна. В 2024 році під посівами сої найбільші площі зайняті в степовій зоні 900 тис. га. У 2023 році середній показник степовій зоні склав 23,6 ц/га. Однак валові збори зерна до цих пор в Україні не перевищують 0,9 млн. тонн. Щоб стати повноцінним гравцем на світовому ринку України, на думку аналітиків, ми повинні виробляти не менше 2 млн. тонн. Тому тема підвищення продуктивності соєвих бобів дуже актуальна.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконувалася за тематикою кафедри рослинництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету: «Наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області».

Метою досліджень являлось вивчення впливу обробок розчинів стимуляторів росту та мінеральних покращень на продуктивність і якісні показники сої.

До завдань досліджень входило:

- визначити схожість, збереження до збирання та густоту стояння рослин сої;
- провести спостереження за тривалістю фенологічних фаз та вегетаційного періоду різних сортів сої;
- розглянути формування асиміляційного апарату та фотосинтетичної діяльності посівів;

- дослідити структуру врожаю; визначити продуктивність сої, біохімічний склад та якісні параметри зерна.

Об'єкт вивчення. Процес формування продуктивності сої.

Предмет дослідження. Прийоми вирощування, які включають застосування добрив та стимуляторів росту.

Методи дослідження. При проведенні та організації польових експериментів використовувалися системні підходи та сучасні наукові методи. Усі супутні спостереження, обліки та аналізи здійснювалися за загальноприйнятими методиками: Методикою польового експерименту, Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур, Методичними вказівками з вивчення колекцій світових генетичних ресурсів зернобобових: поповнення, збереження та вивчення, а також за загальноприйнятими методами в землеробстві та рослинництві. Статистична обробка даних експериментальних досліджень проведена з використанням програм «STATISTICA» та «Excel».

Наукова новизна роботи результатів досліджень полягає в тому, що вперше в умовах чорноземів звичайних степової зони України науково доведено та практично підтверджено максимальна врожайність зерна сої (2,28 т/га) спостерігається при традиційній технології без застосування добрив, що свідчить про ефективність цього підходу для підтримання стабільного рівня врожайності. Натомість мінімальне значення врожайності (1,83 т/га) зафіксовано при нульовому обробітку та розрахунковій нормі удобрення, що на 0,45 т/га менше порівняно з найвищим показником, а також на 0,42 т/га менше порівняно з традиційною технологією при тій самій нормі добрив. Це свідчить про те, що нульовий обробіток, у порівнянні з традиційним, менш сприяє підвищенню врожайності, особливо за умови внесення добрив.

Теоретична та практична значимість. Теоретична значимість полягає у встановленні схеми застосування адаптованих технологій та мінеральних добрив, що дозволяє збільшувати процеси росту та розвитку рослин сої та забезпечувати при цьому високий вміст білка. Практична значущість

визначається вдосконаленням технології вирощування сої, а саме застосування прямої сівби, що дозволяє отримувати рентабельність вирощування на рівні 242%.

Особистий внесок. Автором дисертаційної роботи визначено мету та завдання експерименту, розроблено програму та методика досліджень, виконано польові та лабораторні дослідження, проведено статистичну та економічну обробку результатів, їх опис, підготовку дисертаційної роботи, публікацію результатів, висновки та рекомендації виробництва.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися на конференції Міжнародній науковій конференції «Еколого-біологічні основи сучасного землеробства в умовах природно-техногенних комплексів степової зони України» (Дніпро, 2024) та розглядалися і затверджувалися на засіданнях кафедри рослинництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 73 сторінки комп'ютерного тексту, включаючи 16 таблиць, 3 рисунки. Список використаних джерел складається з 66 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ботанічна характеристика сої

У сучасній систематиці соя відноситься до сімейства бобових *Fabaceae* Lindl (*Zeguminosae* Juss), підродини *Papilionaceae*, роду *Glycine* Соя культурна зветься *Glycine max* (L.) Merril [2]. Морфологія Для культури сої характерна значна мінливість ознак рослин, листя квітки та суцвіття, боба та насіння [14, 56].

Знання ботаніко біологічних особливостей сої необхідне, оскільки від характеру прояву цих показників та чуйності сортів на умови зростання залежить підбір меліоративних, агротехнічних прийомів і підвищення ефективності застосовуваних технологій [1, 31, 36, 47].

Особливе значення в посушливих умовах зростання агроценозу, на низько родючих ґрунтах, має коренева система. Її зростання залежить від багатьох факторів, у тому числі від застосування прийомів меліорації та агротехніки. При зрошенні на Херсонській області основна маса коренів (70–80 %) розміщувалася в шарі 0,2–0,3 м [12], а при підтримці передполивного режиму зволоження важкосуглинистого каштанового ґрунту Херсонської області на рівні 80 % НВ, проникнення головного кореня ґрунту досягло 0,13 м, а при нестачі вологи 0,8 м [44].

Чим менша вегетативна маса сорту, тим слабше розвинена коренева система. У скоростиглих форм коріння спочатку зростає значно швидше, ніж у пізніших форм. Підбираючи сорти та вдосконалюючи прийоми обробітку ґрунту, можна досягти найкращих умов для зростання кореневої системи [31, 32].

На коренях сої формуються бульбочки, що з використанням бульбочкових бактерій Азотобактер через кореневі волоски у місці проникнення бактерій утворюється вільний азот із повітря. Соя використовує

азотисті сполуки з бульб, а бактерії отримують від рослин необхідні для свого існування вуглеводи [43, 50].

Стебло у сої кущової форми прямостояче, циліндрове, жорстке, при дозріванні дерев'яніє. Висота стебла коливається в широких межах, у районованих сортів вона становить у середньому 0,6-1 м. Виведені короткостебельні морфобіотики з коротким (0,5 м) і дуже коротким (0,3 м) стеблом [20, 21, 22].

Істотний вплив на архітектоніку рослини сої має тип росту. Він може бути:

- недетермінантного типу, при якому стебло довго продовжує зростати та утворювати нові генеративні органи. Це важливо враховувати при вдосконаленні технології вирощування та застосовувати меліоративні та агротехнічні заходи для посилення зростання стебла у таких сортів та збільшення врожайності.

- детермінантного типу – тоді генотипи характеризуються незначним зростанням стебла після цвітіння. Такий тип частіше зустрічається у чуйних на зрошення та удобрення сортів, оскільки стійкіший до вилягання.

- напівдетермінантного типу, і ці сорти відрізняються деяким зростанням стебла після початку цвітіння, вони більш продуктивно використовують вологу завдяки ранньому та дещо розтягнутому цвітінню, і тому добре підходять для вирощування без зрошення [51].

Число гілок на рослинах, наведених вище типів, за даними багатьох досліджень значною мірою залежить від площі харчування рослин, при її збільшенні в порівнянні з оптимальною гіллястістю може збільшуватися в 2-3 рази, і кількість гілок - досягати 8-9 штук на рослину. У той же час хороша здатність сортів до розгалуження служить компенсаторним механізмом відшкодування зрідженості агроценозу, що трапилася, через погану схожість насіння і т.п. за рахунок посилення розгалуження у рослин, що залишилися після зріджування посіву, і збільшення у них продуктивності [55].

Справжнє листя у сої складне, воно має прилистки і складається з трьох листочків. У культурному вигляді *Glycine max* (L.) Merrill зустрічаються форми з листям, що складається з 5 і більше листочків. Виділено мутант із п'ятилисточковим листям, перспективний для селекції сої в умовах зрошення [23].

Форма листочків у культурної сої різна: овальна, ланцетоподібна, округла, широкояйцевидна та ін [49].

Усі частини рослини покриті волосками світлого чи темного кольору. Світле чи сіре опушення перешкоджає перегріву рослини, а темне (коричнєве) навпаки сприяє кращому поглинанню теплової енергії [50].

Квітки у сої дрібні, малопомітні, непривабливі на вигляд, зібрані в суцвіття - кисть з кількістю від 2-4 до 25 і більше штук [17].



Рис. 1. Посіви сої

Плід сої складається з одного плодолистка, який утворює боб, він складається з 2-х половинок, з'єднаних двома швами. В окремих форм спостерігається розтріскування бобів та втрата насіння рослиною, що призводить до суттєвого зниження врожаю зерна. Сучасні сорти сої переважно

задовільно чи добре відпрацьовані на стійкість до осипання насіння при перестої на корені [10].



Рис. 2. Плід та зерно сої

Боби сої прямі, зігнуті або проміжної форми, довжиною 0,03-0,07 м. У бобі 2-3 насіння, рідше 1 або 4. Дуже важлива господарська ознака, від якої залежить якість проведення комбайнового збирання - це висота прикріплення нижніх бобів від поверхні ґрунту, який становить у сої 0,03-0,3 м. У більшості виробничих сортів цей показник досягає 0,08-0,17 м. Нижче прикріплення призводить до втрат зерна при збиранні, а значно високе - до зниження формування біологічного врожаю [58].

Насіння має форму від кулястої до овально - плоскої, жовтого, зеленого, коричневого, чорного кольорів, з різними відтінками і пігментацією. Розрізняють насіння виключно дрібне з масою 1000 шт. - менше 40 грам - дуже дрібні 40 - 99 грам - дрібні 100 - 149 грам - середні 150 - 199 грам, великі 200 - 259 грам, дуже великі 260 - 309 грам, виключно великі - понад 310 грамів. Дрібне насіння частіше формується у рослин сої, вирощених у посушливих умовах, середні та великі - у ґрунтах з зрошенням [19] Біологічні особливості. Широке поширення сої на земній кулі в різних ґрунтових кліматичних зонах свідчить про те, що вона є досить пластичною до умов зростання культурою [11].

Світло для сої, як та інших культур, є першоосновою життєвих процесів. Соя - типово короткоденна рослина, дуже чутлива до зміни довжини дня. Значна внутрішньовидова мінливість сої за реакцією на довжину дня обмежує розширення ареалу кожного сорту за межі місця його створення. Тому більшість сортів сої адаптовано до вузьких поясів широт [9].

Важливо використовувати у агровиробництві сорти, виведені чи попередньо підібрані випробуванням на ділянках у зоні вирощування сої [10, 56].

Особливо чутлива соя до довжини дня до масового цвітіння, а пізніше, коли більшість пластичних речовин листя прямує в квітки і насіння, вплив тривалості дня невеликий [34].

Досвідченим шляхом встановлено, що під час утворення бобів для сої необхідне рівномірне освітлення всієї рослини, особливо нижнього ярусу агроценозу, де сконцентровано найбільшу масу асиміляційного апарату. Число бобів прямо пропорційне рівномірності освітлення при цвітінні [60].

Таким чином, одним із головних агротехнічних прийомів ефективним способом поліпшення використання посівами сонячного світла є оптимізація площі живлення рослин [32].

Потреба сої в теплі зростає від проростання насіння до сходів (оптимум 15-20 °С) потім до цвітіння та формування насіння (17-25 °С), під час дозрівання вона зменшується (18-20 °С). Швидкостиглі сорти більш холодостійкі. Для південних екотипів сума температур (10 °С і вище) за вегетацію становить 2800-3500 °С. У холодні роки ранні сорти можуть характеризуватись як середньошвидкісні та середньостиглі, оскільки тривалість вегетації залежить від напруженості температур в окремі міжфазні періоди [33].

Відповідно до суми температур за період «сходи-дозрівання» (2300-3200 °С) в умовах Запорізької області можуть вирощувати сорти з тривалістю вегетаційного періоду не більше 131-150 днів. Гарантований урожай якісного

зерна забезпечують сорти за 91-120 днів вегетації та суми температур 1865-2900 °С [12, 23, 34, 54].

По відношенню до вологи соя генетично схильна до високої чуйності на покращення водного режиму, оскільки відноситься до рослин вологого мусонного клімату [8].

На формування одиниці врожаю вона витрачає більше води, ніж інші зернобобові культури. Транспіраційний коефіцієнт коливається в неї залежно від біологічних особливостей сортів та умов вирощування від 390 до 1000 од. [44].

За науковими даними ця культура до цвітіння споживає 29,8%, у фазі «цвітіння-дозрівання» - 70,2% води від сумарного водоспоживання. У цей період вона дуже чутлива до ґрунтової та повітряної посухи, що необхідно враховувати при розробці та плануванні режиму зрошення [29].

Соя - культура пластична і тому дуже чуйна до режиму зрошення. При врожаї 1,8-2,0 т/га зерна сумарне водоспоживання сої становить для скоростиглих сортів 350-400 мм, середньостиглих - 400-450 мм [5, 9, 10].

Соя може рости на всіх видах ґрунтів. Цю культуру обробляють у багатьох ґрунтово-кліматичних зонах України. Встановлено, що високий урожай соя дає на ґрунтах з глибоким пухким родючим шаром, з підвищеним вмістом гумусу, що добре прогріваються і водопроникні з оптимальним значенням рН 6,5 [11, 19, 27, 49].

В умовах краплинного зрошення, де структура ґрунту найменш ущільнюється протягом усього вегетаційного періоду, найкращі сорти сої селекції Інституту зернових культур забезпечили отримання від 4,01 до 4,59 т/га зерна -2016 рр. [25].

Для сої характерне високе споживання елементів мінерального живлення. Для отримання однієї тонни насіння вона виносить з ґрунту 77-100 кг азоту, 1740 кг фосфору і 32-40 кг калію [41].

Таким чином, аналіз морфологічних та біологічних особливостей сої свідчить про те, що вона як світло-і вологолюбна, чуйна на добриво та

мінеральне харчування. Культура має всі можливості для поширення і в степовій зоні України, що має тривалим безморозним періодом і природними запасами води для розширення площі зрошуваних земель [6, 7, 8].

1.2. Мінеральні добрива для використання на сої

Серед факторів, що впливають на азотофіксуючу активність бульбочкових бактерій, особливу роль відіграє вміст у ґрунті основних елементів мінерального живлення та мікроелементів. Тому ефективність добрив під сою залежить значною мірою від їхньої збалансованості всіма необхідними елементами живлення, такими як сірка, кальцій, магній, мікроелементи: бор, молібден, марганець, залізо, кобальт, мідь, цинк [37, 42, 54].

Сірка необхідна формування низки амінокислот (метионин, цистин та інших.), крива поглинання сірки збігається з кривою накопичення сухої речовини, досягаючи максимум (1,7 кг/га щодня) у фазі формування бобів. Молібден має велике значення для поліпшення водного та азотного обміну та посилення азотофіксації. Цей елемент необхідний перетворення нітратів в амінні форми, для синтезу білків і найважливіших ферментів. Бор необхідний нормального поділу клітин бобів. Він покращує обмін речовин, знижує недорозвиненість бобів та насіння, а також сприяє кращому засвоєнню неорганічних фосфатів у початкові фази росту. Кобальт важливий для посилення інтенсивності фотосинтезу та азотфіксації, а також захисних функцій від ураження хворобами. Марганець бере участь у найважливіших процесах обміну, у синтезі амінокислот та хлорофілу, активізації ферментних систем процесів дихання [52].

У деяких роботах відмічено підвищення ефективності спільного застосування деяких мікроелементів молібдену та кобальту; молібдену та бору в порівнянні з використанням цих елементів окремо. Були отримані високі надбавки врожаю (до 40%) щодо контрольного варіанту [5, 12, 55].

Комплекс мікроелементів містить багато регуляторів росту рослин, у тому числі й таких широко застосовуваних у сільському господарстві як бішофіт, нікфан, агат. Особливо багато, важливих для життєдіяльності рослин, мікроелементів сконцентровано у розсолах природного мінералу бішофіту: бору, кальцію, вісмуту, молібдену, заліза, алюмінію, титану, міді та ін [53].

Вивченню впливу регуляторів (стимуляторів) зростання або комплексу мікродобрих на врожайність сої присвячено багато робіт [25, 35].

Добавки врожаю в залежності від застосовуваних препаратів, сорту та умов обробітку коливалися в межах 3,1-27,6% [18, 22, 53].

Тим не менш, питання застосування мікродобрих під сою розроблені вкрай недостатньо і потрібне їх комплексне вивчення, особливо в генетично взаємопов'язаних системах сорт-штам азотофіксуючих бактерій, з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов та оптимального їх поєднання з макродобривами [9, 20, 31].

Результати досліджень проведені в контрастні за метеорологічними умовами роки, показали, що найбільш чуйними на обробку насіння регуляторами росту рослин виявилися сорти. У середньому за роки досліджень вони забезпечили збільшення врожайності від 3,8 до 28 %. Інші сорти слабо збільшували врожайність від застосування РРР [13, 34].

Деякі дослідники відзначали високу ефективність застосування молібдену при обробці насіння перед посівом (збільшення врожаю 16,6% і 0,15 т/га). Цей елемент сприяв збільшенню кількості бульбочок на коренях сої та посилення їх активності. Дія молібдену залежить від вмісту в ґрунті азоту, фосфору, калію, марганцю, заліза. [96, 118, 119].

В умовах зрошення на світло-каштанових ґрунтах, як показали результати наших досліджень, застосування молібдену дало істотне збільшення врожайності (14%). Дослідження синтетичного аналога природних фітогормонів препарату крезацину дало негативні результати при обробці його розчином. З цієї причини у 2000 році ці регулятори росту були виключені з дослідів, як малоперспективні у посівах сортів сої. Найбільш урожайними в

цьому досвіді виявилися сорти, що забезпечили отримання збільшення врожайності зерна в середньому за роки досліджень - до 3,3...20,9% щодо контролю [26, 27].

Для управління продукційними процесами важливо виявити залежність елементів структури продуктивності рослин від застосування регуляторів росту [28, 34].

У дослідженнях вчених щодо впливу різних росторегулюючих речовин і комплексу мікроелементів зростання і розвитку сої було встановлено, що висота агроценоза збільшується під впливом цих препаратів, на 1,7–26,9 %. Потовщення стебел у рослин сої на варіантах обробки насіння РРР і більш посилене, ніж на контролі, утворення листя, призводило в умовах зрошення до зниження ступеня розгалуження у сортів, що вивчаються, і зменшення кількості бобів на рослині через взаємозатінюваність рослин [63].

Внаслідок проведення досліджень С.М. Шевченком було встановлено, що від застосування РРР істотно збільшувалося лінійне зростання рослин у сорту (на 21,3–22,7 %) що за нашими спостереженнями посилювало затінюваність рослин [58].

Обробка насіння мала слабкий вплив на процеси розгалуження рослин та бобоутворення. Однак налив насіння у рослин усіх оброблених РРР варіантів супроводжувався значним збільшенням озерненості бобів. Так у сорту середня кількість насіння в бобі збільшилася на 125–137,5% порівняно з контролем [28]. При існуючій нині високої екологічної залежності рослинництва особливої уваги заслуговує вплив кліматичних і погодних флуктуацій на варіабельність величини врожаю, його якості, термінів надходження і, зрештою, на рентабельність і конкурентоспроможність галузі в цілому. Найважливішими умовами підвищення екологічної надійності є:

1. Використання головного механізму стійкості культурних видів рослин - уникнення дії стресових факторів у часі та просторі за рахунок адаптивного макро-, мезо- та мікрорайонування культур, оптимізації їх видової та сортової структури, а також агротехнологій .

2. Екзогенне регулювання адаптивних реакцій рослин, підвищення регуляторного потенціалу агротехнічних прийомів, застосування біологічно активних речовин, що дозволяють оптимізувати процеси росту та розвитку рослин відповідно до погодних та інших умов зовнішнього середовища, що реально складаються. Важлива роль у освоєнні енерго- та ресурсозберігаючих технологій обробітку сільськогосподарських культур на думку вчених належить гатунку. Сорт - це біологічний фундамент, на якому будуються інші елементи високої врожайності. Його роль збільшення виробництва зернової продукції важко переоцінити. Посів сортовим насінням - гарантована надбавка врожаю за рівних інших умов агротехніки. Кращі знову районовані сорти зернобобових культур можуть давати збільшення врожайності 0,2-0,4 т/га і більше в порівнянні з більш старими сортами [51].

У сучасних умовах створення та впровадження у виробництво екологічно пластичних сортів є важливою умовою стабілізації врожайності [6, 7, 14, 23]. Чим краще сорт пристосований до кожного фактора, тим вищий потенціал системи «рослина – середовище». Маючи високу міру гомеостатичності, пластичні форми забезпечують стабільні збори зерна в різноманітних умовах обробітку [9, 17]. У виробництві необхідно обробляти сорти, що взаємодоповнюють один одного своїми якостями, робити ставку лише на один сорт недоцільно. Умови обробітку однієї культури можуть бути різними навіть за умов одного господарства. Тому треба мати в господарстві два, а при високій питомій вазі культури – три сорти. Це дозволяє отримувати стійкі обсяги виробництва зерна у різні роки, покращує фітосанітарну обстановку на полях, запобігає можливості епіфітотій [5, 14]. Останнім часом зростає інтерес до нових нетрадиційних прийомів у землеробстві, обов'язковим компонентом яких є біологічний азот. Увага, якого обумовлено тим, що це єдино екологічно чистий спосіб постачання рослин пов'язаним азотом з повітря, у якому неможливо забруднення довкілля. Крім цього, мікробіологічна фіксація атмосферного азоту здійснюється в основному за рахунок енергії сонця, що дозволяє знизити енергетичні витрати в землеробстві [4, 26]. Найважливішою

особливістю зернобобових культур є біологічна фіксація азоту з повітря. Цією здатністю бобові рослини зобов'язані бактеріям, що живуть на коренях рослин у бульбах. Виникаюча при цьому азотфіксація є симбіотичною, оскільки відбувається внаслідок симбіотичних відносин, що встановлюються між бобовою рослиною і проникають у його кореневу систему бульбочковими бактеріями. Бактерії одержують харчування від рослини, а рослина з бульбочок азот [19]. Агроекологічною ефективністю обробітку сої у Дніпропетровській області на зрошенні займалися [14, 15, 17, 88]. Нут, як зернобобова культура, має здатність збагачувати ґрунт азотом за допомогою бульбочкових бактерій, тому обробка насіння перед посівом нітрагіном або ризоторфін є основним способом раціонального використання «біологічного азоту» в теплих регіонах, де він краще пристосований до високих температур [43, 45]. Про вплив ризоторфіну на врожай та якість зерна бобових культур проводилося багато досліджень, як у нашій країні, так і за кордоном [22, 23, 36]. Більшість вчених дійшло висновку, що нітрагінізація насіння бобових культур перед посівом сприяє підвищенню симбіотичної активності та азотфіксації, що призводить до збільшення врожаю, особливо в нових районах вирощування [3, 12, 21, 30, 53]. У зволжених районах позитивна дія на врожайність бобових культур підтверджено багатьма дослідниками, а посушливих регіонах нітрагінізація який завжди позитивно впливає через брак вологи для початкового розвитку бульбочкових бактерій [24, 35, 40, 58]. Нині стала вельми поширеною під час обробітку сільськогосподарських культур знаходять біопрепарати, виготовлені з урахуванням природних речовин [25, 59]. Як синтетичні та природні регулятори росту та розвитку рослин використовуються аналоги фітогормонів: різних груп ауксинів, гіберелінів та інші фізіологічно активні речовини, структурно близькі до ендогенних фітогормонів [47, 48].

Система гормональної регуляції визначає такі важливі фізіологічні процеси, як зростання та формування різних органів, час і характер цвітіння, терміни дозрівання, перехід до стану спокою та вихід із нього насіння, нирок. При цьому найбільш дієвою обробка ростостимулюючими біопрепаратами

буває при нестачі в рослинах ендогенних регуляторів росту. Тому комплексне використання традиційних технологічних прийомів, що впливають на рослину, таких як мінеральні добрива, полив і т.д., у поєднанні із застосуванням специфічно ростостимулюючих біопрепаратів перспективне в рослинництві не тільки для підвищення врожаю, а й зміни вмісту біохімічних речовин [61]. Крім того, біопрепарати здатні індукувати захисні реакції рослин та стійкість до патогенів [62]. Вивчення ролі окремих груп фітогормонів та їх аналогів у регуляції зростання та розвитку рослин визначило можливість використання цих сполук, з конкретною фізіологічною дією у наукових цілях та у сільськогосподарській практиці [38]. У цих дослідженнях дані речовини використовувалися в роботі з насінням сої з метою вивчення їх впливу на ростові та метаболічні процеси рослин, а також можливості регуляції їхньої продуктивності [19]. Регулювати зростання та розвиток рослин – це означає добре збалансувати дії речовин, що прискорюють або затримують ці процеси [13, 16, 39].

1.3. Технологія вирощування сої та особливості застосування добрив

Вирощування бобових культур має велике господарське значення. Вони забезпечують тваринництво високобілковими кормами та населення цінними продуктами харчування. Зернобобові підвищують родючість ґрунту, збільшують вміст у ньому гумусу, легкогідролізованого азоту, а також аміаку та нітратів [12].

У створенні міцної кормової основи велика роль розширення площ зернобобових культур, зокрема і сої. Сільськогосподарське виробництво на етапі розвитку має досить великою різноманітністю видів сімейства бобових (*Fabaceae*) [13].

За певних умов обробітку соя добре зберігає азот ґрунту, у зв'язку з чим сама є дуже хорошими попередником для інших культур [18, 59].

На думку різних вчених, при врожаї зерна 4 т/га соя виносить із ґрунту близько 280-285 кг/га азоту, 25-65 фосфору, 70-80 калію, 20 магнію, 13 кг/га

сірки, а також кальцій та мікроелементи. Причому найбільше поживних речовин поглинається під час цвітіння, освіти і наливу бобів [20, 29, 57].

Фосфорні та калійні добрива, розраховані на планований урожай, вносять під зяб, азотні, у невеликих дозах (30-60 кг/га д.р.)

навесні або у фазу бутонізації при поливі. Про необхідність азотного підживлення можна судити з розвитку бульбочок на корінні: якщо їх мало (менше п'яти на одну рослину) і вони дрібні і сірі всередині підживлення потрібні; якщо бульбочок багато, і вони великі з рожевою м'якоттю означає, азотфіксація йде активно підживлення не потрібно [11].

Калію та кальцію соя виносить більше, ніж пшениця, кукурудза та сорго, що необхідно враховувати при внесенні добрив. Від появи сходів до цвітіння рослини споживають мало поживних речовин, приблизно: N 16%, P₂O₅ 12%, а K₂O 25%, але соя різко знижує врожайність, якщо у ґрунті їх недостатньо, тому що в цей час закладаються вузли, гілки та квіти. Тому соя дуже добре відгукується на рядкове добриво [14].

Від цвітіння до початку наливу зерна у сої відзначається період інтенсивного споживання поживних речовин (N - 78%, P₂O₅ - 82% і K₂O - 50%), а закінчується їх надходження, до кінця вегетації рослин [56].

Дози добрив повинні бути в кожному конкретному випадку скориговані залежно від запланованої врожайності, з урахуванням забезпеченості ґрунтів елементами живлення, коефіцієнтів використання їх із ґрунту та добрив. Потрібно враховувати фіксацію атмосферного азоту бульбочковими бактеріями, вони задовольняють потребу сої в азоті приблизно 70 % [38].

На думку вчених для отримання максимального врожаю сої фосфор і калій необхідно вносити в оптимальних співвідношеннях, оскільки нестача одного з них скорочує продуктивність незалежно кількості іншого [48].

Проведені дослідження показали, що із збільшенням дози мінерального азоту (з 60 кг до 120 кг д.в.) значно зростало його споживання рослинами сої з 272,1 до 426,1 кг (при нормі висіву 450 тис. шт./га), внаслідок чого

скорочувалося споживання фосфору з 162,1 до 70,3 кг за такої ж норми висіву [46].

При вирощуванні сої на насіння дози азотних добрив обмежують, оскільки азот викликає посилене зростання надземної маси, гальмує розвиток бульбочкових бактерій і подовжує період вегетації рослин. З осені під основну обробку вноситься $2/3$ добрив від запланованої кількості та $1/3$ під передпосівний обробіток ґрунту.

Весняне внесення добрив можна поєднати з посівом, розміщуючи їх між рядками [7, 8, 19, 40].

Як показують виробничі дослідження та дослідження наукових установ, мінеральні добрива та гній підвищують урожай сої на 3-10 ц, а мікродобрива на 1-6 ц з га. Азотні добрива фосфорні добрива та мікроелемент молібден збільшують вміст білка в насінні [48].

Проведені дослідження показали, що за рахунок застосування позакореневих підживлень азотом та молібденом в умовах ґрунтів та клімату Приморського краю, можливо, не лише підвищити врожайність насіння сої, а й змінити якісний склад її. Виявлено, що врожай зеленої маси при змочуванні насіння молібденом зростає на 30-40%, при цьому збільшується якість отриманого корму, так як у ньому на 3-4% збільшується вміст білка, різко зростає кількість каротину. І що, важливо, надмірного накопичення молібдену в урожаї при цьому не відбувається [15, 16].

Аналогічні дані було отримано вивчено дію мікроелементів (бору, молібдену, кобальту), а також низки регуляторів зростання на врожайність та якість зерна сої. Найвища врожайність була отримана на варіанті із спільним застосуванням бору, молібдену та регулятора зростання Епіну: 21,4 ц/га (19,6 % до контролю), тим самим забезпечуючи найбільші збори білка (690 кг/га) [44].

В даний час існує велика кількість комплексних мінеральних добрив, що випускаються різними фірмами, які містять не тільки набір мікродобрив, необхідний для конкретної рослини, а й регулятори росту [70].

При визначенні режиму харчування треба враховувати, що бобові рослини здатні фіксувати у значних кількостях (50-70 % потреби) вільний азот атмосфери. Соя відрізняється досить слабкою азотфіксуючою здатністю, яка настає пізніше, ніж в інших зернових бобових культур. Якщо соя висівається цьому полі вперше, то бульби на коренях, внаслідок відсутності у ґрунті специфічних бульбочкових бактерій, не утворюються, азотофіксації немає, отже, врожай цієї культури буде обмежений лише природним родючістю ґрунту [71]. На думку вчених тривалий недолік вологи призводить до зниження кількості бульб і ступеня азотфіксації. Так як бульбочкові бактерії - вологолюбні мікроорганізми, вони починають розмножуватися в ґрунті при вологості не нижче 50-60% повної польової вологості [12].

Досліди вчених ДУ Інституту зернових культур НААН показали, що зі збільшенням норми внесення азоту з 30 до 60 кг діючої речовини на га врожайність сої збільшується, але незначно. Однак кількість бульбочок на коренях сої різко знижується, внаслідок чого соя споживає азот із ґрунту, як звичайна рослина. Внесення невеликої кількості азоту (11-13 кг/га) у стартовій дозі міжряддя забезпечує рослина необхідним елементом до початку утворення бульбочок. Фіксація азоту бульбочковими бактеріями починається через 3-4 тижні після посіву сої і йде до її дозрівання з піком активності в кінці цвітіння - початку зав'язування плодів [15, 41].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунти місця проведення досліджень

Ґрунт – чорнозем звичайний потужний важкосуглинистий на лесоподібних суглинках. Ґрунтовий розріз чорнозему типового, на якому проводилися дослідження наступний.

Накопичення ґрунтів вологою відбувається за рахунок атмосферних опадів. Потужні чорноземи з періодично промивним водним режимом, коли води з поверхні не завжди стуляються з ґрунтовими водами, мають особливо яскраво виражені чорноземні ознаки.

Ґрунтовий покрив району проведення досліджень комплексний. В основному комплексність обумовлена широко розвиненим мікрорельєфом і тільки по схилах балок комплексність пов'язана зі зміною ґрунтоутворювальних порід.

Переважні ґрунти на території Синельниківського району та прилеглих лісових ділянках – чорноземи звичайні. Потім по займаній площі йдуть чорноземи різною мірою вилужені, найменшу площу займають лугово-чорноземні ґрунти.

Потужні чорноземи, які у структурі ґрунтового покриву є фоновими ґрунтами, зустрічаються лише на рівних ділянках вододілів, приводороздільних та прибалочних схилах, займаючи 50-55% площі. Вони складаються з трьох горизонтів – гумусового, перехідного гумусом і карбонатного. Гумусовий горизонт досягає 80-100 см, іноді 150см. Вміст гумусу у верхніх 10 см ґрунту становить 9-12%.

Потужні чорноземи розвиваються в западинах типу улоговин, або на балкових схилах. Їх характерний вилужених від карбонатів горизонт, розташований нижче гумусового горизонту.

Потужні опідзолені чорноземи зустрічаються рідко та розташовуються на схилах балок північної, східної та західної експозиції. Для опідзолених чорноземів балкових схилів характерна глибока опідзоленість і вилуженість від карбонатів. Гумусовий горизонт 30-70 см, іноді досягає 120 см. Потужні опідзолені чорноземи утворюються в пониженнях при додатковому зволоженні поверхневому. Характерна ознака опідзоленості – «кремнеземна присипка» в нижній частині гумусового горизонту. Чим глибше блюдце і більший його водозбір, тим яскравіше виражена опідзоленість.

Чорноземно-лугові ґрунти формуються на днищах балок, терасоподібних уступах схилів, особливо північної експозиції, у степових блюдцях великого діаметру та інших депресіях мікрорельєфу, що отримують значне зволоження. Потужні чорноземно-лугові ґрунти до глибини трьох метрів не містять кальцію. Вони мають великим запасом гумусу у верхній метровій товщі. Гумусовий горизонт має кислішу реакцію середовища.

Для балкових схилів північної, західної та східної експозицій найбільш характерними ґрунтами є опідзолені чорноземи, які розвинені як під лісом, так і під лугово-степовою рослинністю.

На схилах південної експозиції, якщо вони не заліснені, у верхній частині сформовані типові чорноземи вниз схилом, що змінюються вилуженими і опідзоленими чорноземами. На заліснених схилах південної експозиції розвинені опідзолені чорноземи.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки в умовах фермерського господарства «Агросвіт» Синельниківського району Дніпропетровської області, на якому з 2024 році проводилися наші дослідження, представлений чорноземом звичайним, середньопотужним різновидом. Середньопотужні чорноземи звичайного характеризуються великою потужністю гумусового горизонту (A+B₁), зниженим закипанням від соляної кислоти, що пов'язано зі сприятливими умовами промочування ґрунтового профілю опадами, що випадають весняно-літнього періоду.

За гранулометричним складом, згідно з класифікацією Н.А. Качинського ґрунту дослідної ділянки відноситься до середньосуглинистих, із вмістом фізичної глини понад 60 % з рівномірним розподілом фракцій по горизонтах ґрунту.

Для характеристики морфологічних ознак ґрунту, на якому закладалися досліді, наводимо опис ґрунтового розрізу.

Гумусовий горизонт А (0-0,26 м) – важкий суглинок, темно-сірого кольору, свіжий, слабо ущільнений, комкувато-пористий. Перехід до горизонту слабо помітний.

Нижчележачий горизонт підрозділяється на В1 і В2. Горизонт В1 (0,26-0,45 м) – темно-сірий з коричневим відтінком, свіжий, зернистий, слабо ущільнений, важко-суглинистий перехід до горизонту В2 поступовий.

Горизонт В2 (0,45-0,76 м) – свіжий, коричнево-сірий з широкими гумусовими затіками, пилювато-грудкуватий, глинистий, закипає від НС1, перехід до горизонту ВС поступовий.

Горизонт НД (0,76-1,4 м) – коричнево-жовтий з вузькими гумусовими затіками, щільнокомкуватий, помітні плями «білоокі», карбонатів з 55-60 см, перехід до наступного горизонту помітний.

Горизонт С (1,4 і нижче) – жовтувато-коричневий, важкосуглинистий, свіжий, ущільнений, із включенням карбонатів.

За вмістом гумусу в орному шарі, ґрунти дослідної ділянки відноситься до середньогумусованих.

Аналізуючи дані таблиці 1, можна помітити, що вміст гумусу в орному горизонті досить високий (5,25%), але вниз по профілю воно швидко падає. Слід зазначити, що ґрунти дослідної ділянки добре забезпечені калієм, середньо рухомим фосфором і середньо легкогідролізованим азотом. Причому вниз за профілем вміст всіх елементів живлення досить швидко знижується (табл.1).

Зміст калію навіть у горизонті В₂ залишається досить високим.

Реакція ґрунтового розчину на дослідній ділянці була близька до нейтральної і за роками коливалася від 6,8 рН до 7,1.

Таблиця 1

Агрохімічний склад ґрунтів дослідної ділянки

Генетичні горизонти, см	Вміст гумусу, %	Рухомі форми, мг/кг		
		гідролізований азот	P ₂ O ₅	K ₂ O
A (0-26)	4,89	72,3	35,2	342
B ₁ (26-45)	4,12	52,4	28,6	312
B ₂ (45-76)	2,24	41,6	19,4	297

Щільність складання ґрунту по горизонтах досить сильно змінювалася, збільшувалася вниз за профілем.

Таблиця 2

Водно-фізичні властивості ґрунтів дослідної ділянки

Глибина, см	Щільність складання ґрунту, г/см ³	Щільність твердої фази, г/см ³	Максимальна гігроскопічність, %	Найменша вологоємність, %
0-10	1,15	2,60	10,51	31,25
10-20	1,20	2,67	10,49	31,20
20-30	1,23	2,73	10,85	30,13
30-40	1,25	2,70	10,89	29,55
40-50	1,26	2,70	10,92	27,33
50-60	1,21	2,72	10,74	26,03
60-70	1,34	2,73	10,19	24,22
70-80	1,36	2,74	9,70	22,13
80-90	1,42	2,76	9,53	22,03
90-100	1,48	2,74	9,49	21,74
0-100	1,29	2,71	10,26	26,33

З даних таблиці 2 видно, що щільність складання ґрунту на дослідній ділянці змінюється від 1,15 до 1,48 г/см³ поступово збільшуючись зверху донизу. Таку саму закономірність можна назвати й у динаміці щільності твердої фази ґрунту. У орному горизонті вона коливається від 2,60 до 2,73 г/см³, і з глибиною збільшується до 2,74-2,76 г/см³. Загальна шпаруватість у шарі 0,3 м змінюється від 55,2 до 57,1%, а нижніх шарах вона знижується до 44,8-45,4%. Максимальна гігроскопічність ґрунту також поступово знижується зверху вниз, що можна пояснити меншим вмістом органічних речовин у

нижніх горизонтах ґрунту та збільшенням у них дрібних ґрунтових частинок. Найменша вологоємність у метровому шарі ґрунту становила 26,32 %, а верхньому орному шарі вона змінювалася від 30,12 до 31,24 %, що вважатимуться досить високої.

На підставі всього викладеного можна зробити висновок, що водно-фізичні властивості чорнозему типового сприятливі для зростання та розвитку всіх сільськогосподарських культур, включаючи і сою.

2.2. Метеорологічні умови проведення досліджень

Клімат району проведення досліджень є помірно континентальним, сухим [1; 26]. Найважливішими обмежувальними причинами, що вирішують найбільшою мірою ймовірність обробітку бобових рослин, є вкрай низьке забезпечення вологою, підвищена температура повітря, континентальність клімату, вкрай висока сума ефективних температур повітря в даний період часу, частота та тривалість посух, а також суховіїв і т.д.

Умови підзони південних чорноземів різко континентальні за рівнем посушливості. Континентальний клімат представлений великою контрастністю спекотним літом і холодною, вітряною та малим випаданням снігу взимку.

Величина атмосферних опадів становить у 350–400 мм на рік, чому при високих температурах повітря у період в діапазоні $+20$ – $+26^{\circ}\text{C}$ призводить до випаровування до 900–1100 мм, що 3–4 рази перевищує кількість опадів.

Середньорічний коефіцієнт зволоження становить 0,25–0,27, що у кілька разів нижче найбільш сприятливих коефіцієнтів, які у більшою мірою впливають формування різних землеробських культур. При цьому слід зазначити, що отримати досить високі врожаї сільськогосподарських культур, і переважно зернобобових практично неможливо без зрошення [1; 36].

Регіон дослідження отримує достатню велику кількість тепла через своє географічне розташування. Протяжність освітлення прямими сонячними променями тут є не більше 2200–2400 годин на рік. Розмір загальної сонячної радіації, становить – 113 ккал/см^3 . Тривалість періоду із температурою вище 0°

С становлять 235–260 діб. Річна загальна кількість ефективних температур понад 10 градусів становить 3370–3500 градусів. Подібні температурні показники для переважної більшості оброблюваних культур у Нижньоволзькому регіоні, серед яких і квасоля, надмірно великі. Загалом, температурний потенціал території досить величезний, що сприяє обробітку теплолюбних овочевих та баштанних культур [1; 31; 44]. Тривалість весни порівняно недовга, для неї характерне швидке зростання позитивних температур. Вже в третій декаді березня - початку квітня починається сухі погодні умови з рясними вітрами, що висушують верхній шар ґрунту, а до другої декади квітня температура перевищує $+10^{\circ}\text{C}$.

Літо починається у другій декаді травня завдяки різкому збільшенню температури. Середньомісячна температура дуже спекотного місяця на рік – липень має показники в межах $+24,0$ – $+26,2^{\circ}\text{C}$. У середині червня середньодобова температура навколишнього середовища долає поріг $+20^{\circ}\text{C}$ і тримається понад цю межу протягом понад 80 діб.

Найвищі температурні показники перебувають у діапазоні $+38$ – $+42^{\circ}\text{C}$. Поверхня ґрунту прогрівається до $+60$ – $+70^{\circ}\text{C}$. Влітку, брак вологи збільшується і доходить до межі, що призводить до вкрай високої втрати вологи з поверхні ґрунту, посилюється при цьому транспірація рослин [5].

У літні періоди опади мають переважно зливовий характер. Внаслідок екстремальних літніх температур і підвищення температури ґрунту, атмосферні опади, що випали, не можуть бути повністю використані культурними рослинами. Величина опадів за теплий період (квітень–жовтень) може досягати 155–160 мм, тоді як максимальна кількість опадів (близько третини від загальної кількості протягом року) посідає період із квітня до червня. Осінь приходить у першій половині вересня і триває 60–65 діб. У середині жовтня температура повітря проходить через показник $+10^{\circ}\text{C}$, далі відбувається її значне зниження. У другій декаді жовтня спостерігається стабільний перехід температури через значення $+5^{\circ}\text{C}$, що призводить до абсолютного завершення вегетації більшості сільськогосподарських культур.

Сумарна кількість опадів у період становить 16–17 % від середньорічний. Стабільний сніговий покрив формується у другій декаді грудня.

Найбільш холодним місяцем року є січень, із середньомісячною температурою повітря в межах -9 -10 °С. Кліматичні особливості даної території загалом є згубною для вирощування великої кількості рослинницьких культур в умовах природного зрошення.

Таблиця 3

Середньодобова температура, відносна вологість повітря та опади, згідно з метеостанцією, 2024 рік

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2024 р.	середньо-багаторічна	2024 р.
Січень	-1,2	1,5	58	74,1
Лютий	-0,4	4,8	45	53,3
Березень	4,7	2,4	45	53,2
Квітень	11,8	13,4	35	37,9
Травень	17,1	15,2	52	59,7
Червень	20,8	22,9	47	48,9
Липень	23,7	23,9	44	38,3
Серпень	21,5	21,5	15	37,3
Вересень	15,5	16,5	13	37,3
Жовтень	11,5	10,5	36	37,3
Листопад	5,1	7,3	51	45,2
Грудень	1,1	4,3		
Всього за період вегетації			425,2	415,4

Тривалий період вегетації, а також хороша сума ефективних температур і рясна підтримка рослин сонячною радіацією не в змозі покрити настільки значний недолік вологи (табл. 3). Для підвищення рентабельності та стійкості в зоні без штучного зрошення рослин, обов'язковий перехід на вирощування культур, у яких висока стійкість до посух, здатних постачати врожай навіть у найбільш згубні (екстремально посушливі) роки.

Коротка характеристика метеоумов періоду проведення досліджень

Слід зазначити, що метеорологічні умови 2024 рік при вирощуванні квасолі звичайної виявили, що середня температура повітря за період вегетації знаходилася в діапазоні $+17,3$ – $+22,7^{\circ}\text{C}$, максимальна температура повітря становила $+31,6$ – $+37,4^{\circ}\text{C}$. Особливо спекотними та посушливими були липень та серпень, де середньодобова температура перевищувала $+26,0^{\circ}\text{C}$.

Кількість опадів, у середньому, у період вегетації, варіювало від 12,0 до 22,7 мм, що дуже негативно позначалося розвитку даної культури. Відносна вологість повітря дорівнювала 39,4–47,1%. Температура ґрунту на глибині 0,05–0,15 знаходилася в діапазоні 24,3–26,8 у середньому за вегетацію.

При аналізі метеорологічних даних з обробітку квасолі звичайної за різних норм висіву та способів посіву за період досліджень слід виділити, травень 2024 року, за який випала максимальна кількість опадів 49,8 мм. Вивчення середньодобова температура повітря варіювала від $+16,5$ до $+26,9^{\circ}\text{C}$.

Досить спекотними були липень та серпень, де максимальні температури перебували в діапазоні $+34,1$ – $+38,7^{\circ}\text{C}$.

Кількість опадів, загалом, за вегетацію становила, від 27,2 до 31,4мм. Відносна вологість повітря дорівнювала 41,6–47,7%.

2.3. Схема дослідю

Дослідження проводилися в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Україна» Синельниківського району Дніпропетровської області в 2024 році.

Норма висіву – 500 тис. схожих насіння/га. Спосіб посіву широкорядний, ширина міжряддя – 0,45 м. Попередник – пшениця озима. Площа облікової ділянки першого порядку 1500 м² (довжина 50 метрів, ширина 30 метрів). Площа облікової ділянки другого порядку 500 м² (довжина 50 метрів, ширина 10 метрів). Площа ділянок на одній повторності 9000 м².

Схема дослідю

Загальноприйнята технологія	Нульовий обробіток
1. Луцання стерні, глибина 8-10 см, БДВ-6 (після збирання попередника)	1. Внесення мінеральних добрив сівалкою Great Plains СРН на 8-10 см (осінь)

<ol style="list-style-type: none"> 2. Внесення мінеральних добрив, РУМ-4 (кінець жовтня) 3. Оранка на зяб на глибину 22-25 см, ПНЛ-3-35 (кінець жовтня) 4. Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0 (фізична стиглість ґрунту) 5. Культивуація, глибина 10 см, КПС-4,0 (початок весняно польових робіт) 6. Передпосівна культивуація на глибину заробки насіння 4-6 см, КПС-4,0 (перед сівбою) 7. Сівба сої сівалкою СЗ-3,6 (початок травня) 8. Обприскування посівів гербіцидом проти двосім'ядольних бур'янів. 9. Збирання зерна комбайном 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Обприскування загальновинищувальним гербіцидом Раундап Макс (перед сівбою за 1-2 тижня) 3. Сівба сівалкою Great Plains СРН 4. Обприскування посівів гербіцидом проти двосім'ядольних бур'янів. 5. Збирання зерна комбайном
--	--

Повторність дослідів 3-х кратна. Загальна площа під ділянками 27 000 м². Розміщення рендомізоване (трьохярусне, кожна повторність розташовується на своєму ярусі, починаючи з першої повторності, нижче друга повторність і на нижньому ярусі розташовується третя повторність).

2.4. Методика проведення досліджень

Сорт Зміна - оригінатор Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннезнавства та сортовивчення. Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2023 р. Ранньостиглий. Рослина індетермінантна, середньої висоти, проміжної форми, з сірим опушенням стебла. Бічні листочки ланцетоподібної форми, світло-зелені, невеликого розміру. Квітка біла. Інтенсивність коричневого забарвлення боба світла. Насіння дрібне (114,8-140,9 г), подовжено-плескатої форми, жовте, рубчик жовтий. Висота прикріплення нижнього боба 10,5-20,0 см. Вміст білка в насінні 32,1%, жиру 22,7%. Стійкий до вилягання та осипання. Рослини детермінантного типу, висотою 75-105 см. Листя трійчасте, листочки вузькі, ланцетоподібні, зелені. Квітки дрібні, білі. Боби слабовигнуті, світлі з сіруватим опушенням, не

розтріскуються. Насіння дрібне, овальне, жовте; рубчик жовтий із білим вічком, не обсипаються. Маса 1000 насінин 150 р., вміст білка в насінні до 38,9%, жиру – до 22,4%. Відрізняється дружним дозріванням, придатний до прямого комбайнування, рослини не вилягають, гілки не обламуються, має високе прикріплення нижніх бобів (в середньому 17 см), стійкий до корневих гнил. Середня врожайність у регіоні 14,9 ц/га. Висока врожайність 26,6 та 28,4 ц/га (вона ж максимальна) отримана у 2023 р.

У наших дослідах було проведено такі спостереження:

1. Терміни настання фенологічних фаз. Спостереження за розвитком рослин сої проводилися протягом усього вегетаційного періоду, на облікових майданчиках (1 м²) за кожним варіантом кожної повторності.

У сої відзначаються такі основні фенофази: сходи, стеблуння, цвітіння, плодоутворення, дозрівання, повна стиглість. Початок фази фіксувалося при вступі до неї 10% від загальної кількості рослин, а повна фаза відзначалася при досягненні 75% від загальної кількості рослин.

2. Облік густоти стояння рослин сої проводився 2 рази: 1-й раз при повному появі сходів, другий раз перед збиранням.

3. Показники фотосинтетичної діяльності рослин сої вивчалися за методикою лабораторії фотосинтезу інституту фізіології рослин:

а) площа листової поверхні визначалася методом зважування висікання листя, зроблених ручним свердлом. Площа листя в пробі визначається за формулою:

$$S = \frac{P \cdot S_1 \cdot \Pi}{P_1}$$

де S – це площа листя з усієї проби (м);

S₁ - це площа однієї висікання (м²);

Π – кількість зроблених висічок (шт.);

P – це маса листя (г);

P₁ - це маса висічок (г).

б) Приріст сухої біомаси визначався систематичним (через 10 діб) відбором та зважуванням рослинної маси з площі 0,25 м².

в) Вміст сухої речовини визначався зважуванням зразків рослин і подальшим висушуванням при $t^{\circ} = 70^{\circ}\text{C}$.

4. Структура врожаю враховувалася за методикою.

Для того щоб визначити структуру врожаю, з кожного варіанта відбиралося 25 рослин. При аналізі також враховувалася кількість зерен на одній рослині. Для визначення кількості зерен на одній рослині відбиралося 25 рослин та обчислювалася середня кількість насіння в них. Маса 1000 насінин визначалася зважуванням 100 штук насіння.

5. Для обліку господарської врожайності проводилася механізоване збирання однофазним способом по ділянках, при вологості олійного насіння до 12 %.

Для визначення біологічної врожайності з кожного варіанта відбиралися снопи з 1 м² (в чотириразовій повторності), з кожною повторністю ці снопи вручну обмолочувалися, потім перераховували урожайність на гектар.

6. Математична обробка експериментальних даних проводилася з використанням комп'ютера методом дисперсійного аналізу з використанням програми Microsoft Excel.

7. Економічна ефективність вирощування сої розраховувалася з допомогою технологічних карт.

Традиційна технологія вирощування сої у досліді

В рік дослідження попередником сої була озима пшениця. Слідом за збиранням озимої пшениці в липні або серпні проводили лушення дисковими лушильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см. Якщо після лушення стерні через деякий час з'являлися бур'яни проводили повторне лушення поперек першого лушення також на глибину 6-8 см, так як є дуже вимогливою культурою до чистого від бур'янів фону. У першій декаді вересня проводили відвальну обробку у вигляді оранки плугом ПЛН-3-35 на глибину 22-25 см. Навесні при

достиганні ґрунту відразу виконували боронування (Зчіпки важких зубних борін БЗТС-1,0) в один-два сліди під кутом до напрямку останньої обробки. Як правило, це відбувалося у першій декаді квітня. Потім на чистих від бур'янів полях виконували тільки передпосівну культивуацію культиваторами КПС-4 зі стрілочастими лапами на глибину 3-5 см. Якщо ж поле засмічене бур'янами виконували дві культивуації: першу глибиною 6-8 см, другу передпосівну на 3-5 см. час сівби для сої настає при нагріванні посівного шару до 8-10 ° С, коли вже не очікується сильних заморозків. Також в цей момент сходить безліч бур'янів, що є непрямим показником готовності ґрунту для початку сівби. Передпосівною культивуацією, яка проводилася безпосередньо перед посівом всі бур'яни, що зійшли, знищувалися. Під передпосівну культивуацію вносили добрива згідно зі схемою досвіду. Посів проводився рядовим способом зерновою сівалкою СЗ-3,6 з прикочуванням. Ширина міжряддя 15 см. Глибина загортання насіння 3-4 см. Норма висіву сої у дослідах становила 500 тис. насіння на гектар. Для збирання сої потрібно її повне дозрівання. Повне дозрівання настає під час опадання листя і побуріння стебел і бобів. Найкраща вологість рослин для збирання 13-14 %, за такої вологості насіння травмується мінімально і легко обмолочується. Тому прибирали сою за вологості насіння 13-14 % прямим комбайнуванням комбайном Акрос з низьким зрізом (60-70 мм).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив технології вирощування на запаси доступної вологи в ґрунті

Актуальність дослідження запасів доступної вологи в ґрунті перед зимовим періодом пов'язана з важливістю збереження водних ресурсів у ґрунті для забезпечення стабільності та продуктивності сільськогосподарських культур, особливо в умовах кліматичних змін, які характеризуються періодичними посухами та нестабільним режимом опадів. Таблиця 4 подає порівняльний аналіз рівня вологи в ґрунті за різних технологій вирощування (традиційної та нульового обробітку) у декількох горизонтах ґрунту – 0–30 см, 0–100 см і 0–150 см, що дає змогу оцінити вплив кожного методу на здатність ґрунту накопичувати та зберігати воду на різних глибинах (табл. 4).

Таблиця 4

Запаси доступної вологи в ґрунті залежно від технології вирощування перед зимовим період, мм (2024 рік)

Шар ґрунту, см	Технологія вирощування	
	Традиційна	Нульовий обробіток
0-30	42	50
0-100	101	132
0-150	142	160
НІР ₀₅ , мм	4	

У верхньому шарі 0–30 см запас вологи при традиційній технології становить 42 мм, тоді як при нульовому обробітку цей показник досягає 50 мм, що на 8 мм більше. Це свідчить про кращу здатність ґрунту зберігати вологу при нульовому обробітку, що може бути пов'язане зі зменшенням випаровування води через збереження поверхневого покриву та відсутність механічного порушення структури ґрунту. У середньому шарі 0–100 см традиційна технологія дає 101 мм доступної вологи, тоді як нульовий обробіток — 132 мм, що демонструє на 31 мм вищий рівень вологості при

мінімізації обробітку ґрунту. Це є вагомою перевагою нульового обробітку, оскільки волога в середньому шарі критично важлива для живлення рослин у період їх активного росту. У глибшому шарі 0–150 см запаси вологи при традиційному обробітку складають 142 мм, а при нульовому — 160 мм, тобто різниця становить 18 мм на користь нульової технології. Це свідчить про те, що зменшення інтенсивності обробітку позитивно впливає на утримання води навіть на значних глибинах, де волога менш доступна для рослин, але важлива для підтримки ґрунтової екосистеми та довгострокової родючості.

Таким чином, аналізуючи дані, можна зробити висновок, що нульовий обробіток забезпечує більш ефективне накопичення та збереження вологи у всіх досліджуваних горизонтах ґрунту порівняно з традиційною технологією. Це особливо важливо з огляду на стійкість агроєкосистем до змін клімату, оскільки вища вологозабезпеченість може сприяти зменшенню стресу для рослин в умовах посухи та підвищенню загальної продуктивності. Різниця у вологості за методами обробітку є статистично значущою, що підтверджується значенням HP_{05} , яке складає 4 мм, і свідчить про високий рівень достовірності отриманих результатів.

Дослідження рівня запасів доступної вологи на початку весняно-польових робіт визначається потребою у забезпеченні оптимальних умов для початкових етапів росту культур, оскільки наявність вологи в цей період є критичною для формування врожайності. Таблиця 5 демонструє запаси доступної вологи в ґрунті на початок весняного сезону залежно від застосування традиційної технології обробітку ґрунту та нульового обробітку. Дані представлені для різних глибинних шарів ґрунту: 0–30 см, 0–100 см і 0–150 см (табл. 5).

У верхньому шарі 0–30 см при традиційному обробітку рівень запасів доступної вологи складає 46 мм, тоді як при нульовому обробітку цей показник досягає 53 мм, що на 7 мм більше. Це свідчить про перевагу нульового обробітку у збереженні вологи у верхньому шарі, що може бути результатом зменшення випаровування вологи завдяки збереженню природної структури

грунту та рослинних залишків на поверхні. У шарі 0–100 см традиційний обробіток забезпечує 145 мм вологи, а нульовий – 156 мм, тобто різниця становить 11 мм. Ця тенденція вказує на те, що нульовий обробіток не лише дозволяє ефективніше утримувати вологу в поверхневих шарах, а й сприяє її накопиченню на більших глибинах, що особливо важливо для рослин, що розвивають більш глибоку кореневу систему. У найглибшому шарі 0–150 см при традиційному обробітку зафіксовано 211 мм доступної вологи, тоді як при нульовому обробітку показник досягає 232 мм, що на 21 мм більше. Це підтверджує, що застосування мінімального обробітку створює умови для збереження вологи навіть на значних глибинах, що позитивно впливає на ґрунтову вологозабезпеченість протягом всього вегетаційного періоду.

Таблиця 5

Рівень запасів доступної вологи на початку весняно-польових робіт, мм (2024 рік)

Шар ґрунту, см	Технологія вирощування	
	Традиційна	Нульовий обробіток
0-30	46	53
0-100	145	156
0-150	211	232
НР ₀₅ , мм	5	

Таким чином, результати свідчать про те, що нульовий обробіток забезпечує значно вищий рівень вологонакопичення на різних глибинах ґрунту на початку весняно-польових робіт у порівнянні з традиційним обробітком. Це може бути важливим фактором для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, особливо в умовах, коли ґрунтові та кліматичні умови обмежують доступність вологи. Різниця у рівнях запасів доступної вологи між двома технологіями обробітку є статистично значущою, що підтверджується значенням НР₀₅ у 5 мм, що підвищує достовірність отриманих результатів і вказує на переваги нульового обробітку для забезпечення вологості ґрунту на початкових етапах весняних польових робіт.

Вивчення динаміки запасів доступної вологи в 150-сантиметровому шарі ґрунту протягом вегетаційного періоду сої пояснюється важливістю

водозабезпеченості для цієї культури, яка є чутливою до нестачі вологи, особливо в ключові фази розвитку. Таблиця 6 демонструє запаси доступної вологи при двох різних технологіях вирощування – рекомендованій і no-till – у трьох періодах: перед сівбою, у фазі цвітіння та при збиранні врожаю (табл.6).

Таблиця 6

Запаси доступної вологи в 150-ти сантиметровому шарі ґрунту протягом періоду вегетації сої, мм (2024 рік)

Період визначення	Технологія вирощування	
	Рекомендована	No-till
Перед сівбою	211	232
Фаза цвітіння	130	141
Збирання	59	68
НІР ₀₅ , мм	4	

Перед сівбою вміст доступної вологи у ґрунті при рекомендованій технології становить 211 мм, тоді як при технології no-till цей показник дорівнює 232 мм, що на 21 мм більше. Це свідчить про здатність no-till технології краще зберігати вологу на ранніх етапах вирощування культури завдяки зниженню випаровування та збереженню ґрунтової структури. У фазі цвітіння, коли потреба сої у воді значно зростає, рівень доступної вологи знижується до 130 мм при рекомендованій технології та до 141 мм при no-till, що на 11 мм більше. Такий результат підкреслює перевагу no-till технології у підтримці водного балансу в найважливіший період розвитку сої, забезпечуючи їй кращі умови для росту та формування бобів.

На етапі збирання врожаю обидві технології демонструють значне зменшення запасів вологи в ґрунті, що пояснюється активним використанням води рослиною під час дозрівання. При рекомендованій технології рівень вологи становить 59 мм, тоді як при технології no-till цей показник досягає 68 мм, що на 9 мм більше. Це підтверджує, що no-till метод допомагає утримувати більше вологи навіть наприкінці вегетаційного періоду, створюючи сприятливіші умови для дозрівання та збирання врожаю.

Отже, no-till технологія забезпечує стабільно вищий рівень вологозабезпеченості ґрунту на всіх етапах вегетації сої в порівнянні з рекомендованою технологією. Це сприяє кращій стійкості рослин до водного

стресу та може позитивно впливати на врожайність культури. Різниця у запасах вологи між технологіями є статистично значущою, що підтверджується значенням HP_{05} у 4 мм, що додає достовірності результатам і підкреслює ефективність no-till технології для збереження вологи впродовж усього вегетаційного періоду сої.

Дослідження впливу різних технологій обробітку ґрунту та норм добрив на запаси доступної вологи у метровому шарі ґрунту пояснюється необхідністю оптимізації водного режиму для сої, що є важливим фактором підвищення її врожайності та стійкості до стресів. Таблиця 7 демонструє середні значення вмісту доступної вологи у ґрунті на трьох етапах розвитку сої (сівба, цвітіння, збирання) в умовах традиційної технології та нульового обробітку, а також за різних норм добрив: без добрив, рекомендована та розрахункова (табл. 7).

Таблиця 7

Вміст доступної вологи в метровому шарі ґрунту залежно від технології вирощування сої, мм (середнє за 2022-2023 рр.)

Технологія вирощування (А)	Норма добрив (В)	Період визначення		
		сівба	цвітіння	збирання
Традиційна	без добрив	131,1	70,1	32,3
	рекомендована	136,6	75,3	29,4
	розрахункова	137,4	80,9	31,5
Нульовий обробіток	без добрив	143,9	78,7	39,1
	рекомендована	139,1	84,8	36,8
	розрахункова	136,0	86,1	36,0
HP_{05} , мм	для фактору А	6,7	4,8	4,2
	для фактору В	6,9	5,2	5,1
	для взаємодії АВ	7,2	5,9	5,5

На етапі сівби при традиційній технології вміст вологи без добрив складає 131,1 мм, при рекомендованій нормі – 136,6 мм, а при розрахунковій – 137,4 мм, що свідчить про незначне збільшення запасів вологи зі зростанням норми добрив. Це може бути пов'язано з поліпшенням структури ґрунту за рахунок добрив, що сприяє кращому утриманню води. При нульовому обробітку рівень вологи на етапі сівби вищий: без добрив – 143,9 мм, за рекомендованої норми – 139,1 мм, а при розрахунковій – 136,0 мм. Це

підкреслює переваги no-till технології у збереженні вологи порівняно з традиційним обробітком, особливо в умовах відсутності добрив, коли ефект покривного шару ґрунту стає особливо значущим.

У фазі цвітіння традиційна технологія демонструє зниження вологи до 70,1 мм без добрив, до 75,3 мм при рекомендованій нормі та до 80,9 мм при розрахунковій, що свідчить про підвищення водозабезпеченості завдяки збільшенню норм добрив. При нульовому обробітку значення запасів вологи у цвітінні вище, ніж при традиційному: 78,7 мм без добрив, 84,8 мм при рекомендованій нормі та 86,1 мм при розрахунковій. Це підтверджує, що нульовий обробіток разом із збільшенням норми добрив сприяє утриманню вологи у ґрунті навіть у критичну фазу цвітіння, що має важливе значення для формування бобів.

На етапі збирання вміст вологи в ґрунті знижується в обох технологіях через активне водоспоживання рослинами під час дозрівання. При традиційній технології рівень вологи становить 32,3 мм без добрив, 29,4 мм при рекомендованій нормі та 31,5 мм при розрахунковій нормі. При нульовому обробітку показники залишкової вологи вищі: 39,1 мм без добрив, 36,8 мм за рекомендованої норми і 36,0 мм при розрахунковій. Це свідчить про здатність no-till технології утримувати більше вологи наприкінці вегетації порівняно з традиційною, що є перевагою для підвищення родючості ґрунту та збереження його ресурсів у довгостроковій перспективі.

Таким чином, результати показують, що нульовий обробіток разом із застосуванням різних норм добрив забезпечує стабільно вищий рівень вологи у ґрунті протягом усіх фаз розвитку сої. Статистично значущі відмінності підтвержені значенням HP_{05} , яке для фактору А становить 6,7 мм на етапі сівби, 4,8 мм у фазі цвітіння та 4,2 мм на етапі збирання; для фактору В – 6,9 мм, 5,2 мм і 5,1 мм відповідно; для взаємодії факторів АВ – 7,2 мм, 5,9 мм і 5,5 мм відповідно, що забезпечує високу достовірність отриманих даних і підкреслює ефективність поєднання no-till технології з оптимальними нормами добрив для збереження вологи у ґрунті на всіх етапах вегетації сої.

3.2. Щільність складення ґрунту залежно від технології вирощування сої

Актуальність дослідження щільності складення ґрунту в залежності від технології обробітку обумовлена її впливом на водний, повітряний та температурний режими, які є ключовими для продуктивності сільськогосподарських культур. Таблиця 8 показує щільність складення ґрунту перед зимовим і весняним періодами при застосуванні традиційної технології та нульового обробітку на різних глибинах (0–10 см, 10–20 см і 20–30 см) (табл. 8).

Таблиця 8

Щільність складення ґрунту залежно від технології вирощування перед зимовим періодом, г/см³ (2024 рік)

Шар ґрунту, см	Перед зимовим періодом		Весняний період	
	традиційна технологія	нульовий обробіток	традиційна технологія	нульовий обробіток
0–10	0,91	1,10	0,93	1,05
10–20	0,96	1,13	0,94	1,12
20–30	1,16	1,19	1,10	1,20
НІР ₀₅ , г/см ³	0,05			

У верхньому шарі 0–10 см перед зимовим періодом щільність ґрунту при традиційній технології становить 0,91 г/см³, тоді як при нульовому обробітку вона вища — 1,10 г/см³, що може свідчити про більш компактну структуру при no-till, де відсутній механічний обробіток. Навесні, після зимового періоду, щільність при традиційній технології дещо збільшується до 0,93 г/см³, а при нульовому обробітку вона знижується до 1,05 г/см³, що, можливо, відображає природне розпушення ґрунту під впливом циклів замерзання-відтавання.

У шарі 10–20 см перед зимою щільність при традиційній технології становить 0,96 г/см³, а при нульовому обробітку — 1,13 г/см³, що на 0,17 г/см³ більше. Навесні щільність знижується до 0,94 г/см³ при традиційній технології та до 1,12 г/см³ при нульовому обробітку, що свідчить про стійкішу щільність у випадку no-till, яка зберігає стабільність навіть після зими, тоді як традиційна обробка призводить до менш щільного ґрунту в цьому шарі.

На глибині 20–30 см перед зимовим періодом щільність при традиційній технології складає $1,16 \text{ г/см}^3$, а при нульовому обробітку – $1,19 \text{ г/см}^3$, що є порівняльно близькими значеннями, проте на $0,03 \text{ г/см}^3$ більше для no-till. Навесні щільність у традиційній технології дещо знижується до $1,10 \text{ г/см}^3$, тоді як при нульовому обробітку вона збільшується до $1,20 \text{ г/см}^3$, що свідчить про стабільнішу структуру ґрунту при no-till, яка є стійкою до сезонних змін.

Таким чином, нульовий обробіток сприяє формуванню більш щільної структури ґрунту в кожному із шарів порівняно з традиційною технологією, що може позитивно вплинути на стійкість ґрунту до ерозії та збереження його структури у довгостроковій перспективі. Статистично значущі відмінності між двома технологіями підтверджуються HP_{05} , значення якої становить $0,05 \text{ г/см}^3$, що свідчить про достовірність отриманих результатів і підкреслює перевагу no-till технології для збереження стабільної щільності ґрунту перед зимовим періодом і на початку весняного сезону.

Дослідження динаміки щільності складення ґрунту протягом вегетаційного періоду сої має важливе значення, оскільки цей показник впливає на доступність води, повітряний режим ґрунту та здатність кореневої системи розвиватися у відповідних умовах. Таблиця 9 ілюструє зміни щільності складення ґрунту у різних шарах (0–10 см, 10–20 см, 20–30 см) протягом трьох періодів – сівби, цвітіння та збирання – за умов традиційної технології та нульового обробітку (табл. 9).

У верхньому шарі ґрунту (0–10 см) під час сівби традиційна технологія забезпечує щільність $0,99 \text{ г/см}^3$, а нульовий обробіток – $1,20 \text{ г/см}^3$, що на $0,21 \text{ г/см}^3$ більше. Це може свідчити про більш щільну структуру верхнього шару при no-till, яка зберігається завдяки мінімальній механічній обробці. У фазі цвітіння щільність при традиційній технології підвищується до $1,27 \text{ г/см}^3$, а при нульовому обробітку – до $1,31 \text{ г/см}^3$. На етапі збирання щільність при обох технологіях зменшується, становлячи $1,25 \text{ г/см}^3$ для традиційної технології і $1,26 \text{ г/см}^3$ для no-till, що демонструє схильність ґрунту до деякого розпушення в кінці вегетації незалежно від методу обробітку.

Таблиця 9

Зміна показників щільності складення ґрунту залежно від технології вирощування сої за періодами її вегетації, г/см³ (2024 рік)

Технологія вирощування	Шар ґрунту, см	Період визначення		
		сівба	цвітіння	збирання
Традиційна	0–10	0,99	1,27	1,25
	10–20	1,05	1,38	1,28
	20–30	1,19	1,40	1,30
Нульовий обробіток	0–10	1,20	1,31	1,26
	10–20	1,22	1,42	1,31
	20–30	1,25	1,44	1,30
НР ₀₅ , г/см ³		0,05	0,03	0,02

У шарі 10–20 см при сівбі традиційна технологія забезпечує щільність 1,05 г/см³, тоді як нульовий обробіток – 1,22 г/см³, що на 0,17 г/см³ більше. Це свідчить про стабільніше складення ґрунту при no-till у порівнянні з традиційним обробітком. У фазі цвітіння щільність ґрунту зростає до 1,38 г/см³ при традиційній технології і до 1,42 г/см³ при нульовому обробітку, що відображає ущільнення ґрунту під час активного водозабезпечення рослин. На етапі збирання щільність зменшується до 1,28 г/см³ у традиційній технології та до 1,31 г/см³ при нульовому обробітку, що вказує на природне розпушення ґрунту після завершення вегетації.

У глибшому шарі ґрунту 20–30 см традиційна технологія під час сівби забезпечує щільність 1,19 г/см³, а нульовий обробіток – 1,25 г/см³. У фазі цвітіння спостерігається значне ущільнення, до 1,40 г/см³ при традиційній технології та до 1,44 г/см³ при нульовому обробітку. Під час збирання щільність зменшується до 1,30 г/см³ для обох технологій, що демонструє стабільність ґрунту на цій глибині незалежно від способу обробітку.

Таким чином, протягом вегетаційного періоду сої нульовий обробіток підтримує стабільнішу щільність складення ґрунту у порівнянні з традиційною технологією, особливо у верхніх шарах. Це може бути пов'язано з меншим механічним втручанням, що дозволяє зберігати природну структуру ґрунту. Значення НР₀₅ для різних періодів свідчать про статистично значущі

відмінності: 0,05 г/см³ під час сівби, 0,03 г/см³ у фазі цвітіння та 0,02 г/см³ під час збирання, що підтверджує достовірність результатів.

3.3. Біометричні показники рослин сої залежно від технології вирощування

Дослідження впливу технології вирощування та доз добрив на формування сирої надземної маси посівів соняшнику пов'язана з важливістю оптимізації агротехнічних прийомів для підвищення продуктивності та стабільності врожаїв. У таблиці 10 наведено показники сирої надземної маси соняшнику на різних етапах його вегетації (гілкування, цвітіння, збирання) залежно від технології вирощування – традиційної та нульового обробітку – і використання різних доз добрив (без добрив, рекомендована, розрахункова).

На етапі гілкування спостерігаються значні відмінності між технологіями вирощування. При традиційній технології без внесення добрив маса надземної частини становить 494 г/м², що вище на 52 г/м² порівняно з нульовим обробітком, де цей показник складає 442 г/м² (табл. 10).

Таблиця 10

Залежність сирої надземної маси посівів соняшнику від технології її вирощування, г/м² (2024 рік)

Технологія вирощування	Норма добрив	Період визначення		
		гілкування	цвітіння	збирання
Традиційна	без добрив	494	2626	864
	рекомендована	471	2431	843
	розрахункова	459	2511	826
Нульовий обробіток	без добрив	442	2512	889
	рекомендована	415	2288	858
	розрахункова	377	2311	824
НІР ₀₅ , г/м ²	для фактора А	21	105	14
	для фактора В	25	112	17
	для взаємодії АВ	32	121	21

Застосування рекомендованої дози добрив при традиційній технології забезпечує зниження маси до 471 г/м², а при розрахунковій дозі вона ще знижується до 459 г/м². При нульовому обробітку аналогічно спостерігається

зменшення сирової маси за рахунок добрив, і цей показник коливається від 415 г/м² (рекомендована доза) до 377 г/м² (розрахункова доза). Отже, на початковому етапі вегетації традиційна технологія сприяє формуванню більшої біомаси, особливо у відсутності добрив.

Під час цвітіння маса надземної частини різко зростає, що відображає активне накопичення біомаси. При традиційній технології без добрив цей показник становить 2626 г/м², тоді як при нульовому обробітку – 2512 г/м², що на 114 г/м² менше. Внесення рекомендованих доз добрив при традиційній технології знижує показник до 2431 г/м², а при розрахунковій дозі – до 2511 г/м², що близько до результату без добрив при нульовому обробітку. Для no-till рекомендована доза знижує біомасу до 2288 г/м², а розрахункова – до 2311 г/м². Зниження біомаси за рахунок добрив може свідчити про інші обмежувальні фактори при збільшенні дози, які потребують подальшого вивчення.

На етапі збирання надземна маса зменшується, що може бути наслідком природного старіння рослин та втрати вологи. При традиційній технології без добрив маса становить 864 г/м², а при нульовому обробітку цей показник дещо вищий – 889 г/м². Застосування добрив при традиційній технології знижує цей показник до 843 г/м² (рекомендована доза) і 826 г/м² (розрахункова доза). При no-till добрива також сприяють незначному зниженню біомаси — 858 г/м² (рекомендована доза) та 824 г/м² (розрахункова доза).

Таким чином, традиційна технологія забезпечує вищу надземну масу соняшнику на всіх етапах вегетації, особливо без добрив. Внесення добрив знижує біомасу на кожному етапі вегетації, причому зменшення найбільш виражене при розрахунковій дозі добрив, що може вказувати на необхідність оптимізації норм внесення для кожної технології. Статистична значущість показників підтверджується значенням HP_{05} для фактора А (технологія вирощування), що становить 21 г/м² під час гілкування, 105 г/м² під час цвітіння і 14 г/м² під час збирання, а також для фактора В (доза добрив) та їх взаємодії, що вказує на достовірність виявлених відмінностей між технологіями та нормами добрив.

Висота рослин сої є важливим показником, що характеризує реакцію культури на різні агротехнологічні заходи, зокрема, на технологію вирощування та дозу добрив. У таблиці 11 наведено дані щодо висоти рослин сої на різних етапах вегетації (гілкування, цвітіння, перед збиранням) залежно від застосованої технології – традиційної або нульового обробітку (no-till) – та від різних доз добрив (без добрив, рекомендована, розрахункова).

На етапі гілкування рослини сої при традиційній технології вирощування мають дещо більшу висоту порівняно з рослинами за умов нульового обробітку. При традиційній технології без добрив висота рослин становить 19,1 см, зростаючи до 19,2 см при внесенні рекомендованої дози та до 19,7 см при розрахунковій дозі добрив. У випадку нульового обробітку висота рослин коливається від 18,7 см без добрив до 19,4 см при рекомендованій дозі і знижується до 19,1 см при розрахунковій дозі. Це свідчить про дещо менший вплив добрив на висоту рослин на етапі гілкування при no-till (табл. 11).

Таблиця 11

Висота рослин сої залежно від технології вирощування, см (2024 рік)

Технологія вирощування	Норма добрив	Період визначення		
		гілкування	цвітіння	перед збиранням
Традиційна	без добрив	19,1	63,5	78,0
	рекомендована	19,2	67,4	77,7
	розрахункова	19,7	68,5	77,6
Нульовий обробіток	без добрив	18,7	65,6	68,2
	рекомендована	19,4	64,9	69,7
	розрахункова	19,1	64,6	69,9
НІР ₀₅ , см		1,4	2,1	2,5

Під час цвітіння спостерігається інтенсивне збільшення висоти рослин, при цьому рослини за умов традиційної технології з рекомендованою і розрахунковою дозою добрив досягають 67,4 см і 68,5 см відповідно, що перевищує висоту рослин без добрив (63,5 см). При нульовому обробітку висота рослин у цей період зростає до 65,6 см без добрив, однак при внесенні рекомендованої дози вона дещо знижується до 64,9 см, а при розрахунковій

дозі – до 64,6 см. Це може вказувати на те, що під час цвітіння рослини за умов no-till більш залежні від природних факторів, ніж від внесення добрив.

Перед збиранням висота рослин сої при традиційній технології без добрив досягає 78,0 см, а при внесенні рекомендованої і розрахункової доз вона трохи знижується до 77,7 см і 77,6 см відповідно. У випадку нульового обробітку висота рослин також нижча: 68,2 см без добрив, 69,7 см при рекомендованій дозі і 69,9 см при розрахунковій дозі. Це вказує на те, що до кінця вегетаційного періоду рослини, вирощені за традиційною технологією, мають перевагу у висоті порівняно з no-till.

Таким чином, традиційна технологія вирощування забезпечує стабільно більшу висоту рослин сої на всіх етапах вегетації у порівнянні з нульовим обробітком. Внесення добрив має дещо більш виражений вплив на висоту рослин при традиційній технології, тоді як при нульовому обробітку цей вплив є незначним, особливо у фазі цвітіння. Значення НР₀₅, яке становить 1,4 см для гілкування, 2,1 см для цвітіння і 2,5 см перед збиранням, свідчить про достовірність виявлених відмінностей у висоті рослин залежно від технології вирощування та дози добрив.

3.4. Фотосинтетична діяльність посівів

Актуальність питання дослідження впливу технології вирощування та норм добрив на площу листової поверхні сої зумовлена необхідністю підвищення ефективності рослинництва в умовах інтенсивного землеробства та змін клімату. Соя є важливою сільськогосподарською культурою, яка забезпечує потреби в білку та олії, а також слугує джерелом сировини для харчової та кормової промисловості. Формування оптимальної листової поверхні є критичним фактором для високої продуктивності сої, оскільки листовий апарат безпосередньо впливає на фотосинтез, накопичення біомаси та формування врожаю. Використання різних агротехнологічних підходів, таких як традиційна технологія і нульовий обробіток ґрунту, у поєднанні з різними нормами добрив, дозволяє визначити найефективніші варіанти для

збільшення врожайності сої в різних агрокліматичних умовах. Пошук оптимальних поєднань технологій та норм добрив стає особливо актуальним у зв'язку з вимогами раціонального використання ресурсів та зниженням впливу на навколишнє середовище, адже надмірне застосування добрив та інтенсивний обробіток ґрунту можуть призводити до деградації земельних ресурсів і погіршення екологічної ситуації. Тому результати таких досліджень важливі для розробки стійких агротехнологій, що забезпечують баланс між високою продуктивністю посівів та збереженням ґрунтової родючості (табл. 12).

Таблиця 12

Площа листкової поверхні рослин сої залежно від технології вирощування, см² (2024 рік)

Технологія вирощування	Норма добрив	База розвитку			
		гілкування		цвітіння	
		на 1 м ²	на рослину, см ²	на 1 м ²	на рослину, см ²
Традиційна	без добрив	1,58	271	7,59	1255
	рекомендована	1,50	284	6,31	1227
	розрахункова	1,41	277	6,46	1365
Нульовий обробіток	без добрив	1,51	242	7,01	1100
	рекомендована	1,26	233	6,87	1262
	розрахункова	1,21	231	6,54	1275
НІР ₀₅		0,10	19	0,19	58

У таблиці наведено вплив технології вирощування та норм добрив на площу листкової поверхні сої на різних етапах розвитку (гілкування та цвітіння) в 2024 році, що дозволяє оцінити ефективність застосованих агротехнічних заходів у різних умовах. При традиційній технології вирощування без добрив у фазі гілкування площа листкової поверхні на 1 м² становила 1,58 см², а на одну рослину — 271 см², тоді як у фазі цвітіння ці показники значно зросли — до 7,59 см² на 1 м² та 1255 см² на рослину, що свідчить про активне нарощування листкової маси на етапі цвітіння. Використання рекомендованої норми добрив у традиційній технології зменшило площу листкової поверхні на 1 м² у фазі гілкування до 1,50 см²,

однак на рослину цей показник підвищився до 284 см². У фазі цвітіння площа на 1 м² знизилася до 6,31 см², але залишилася стабільною на рівні 1227 см² на рослину. Це може свідчити про оптимізацію ресурсів рослини, коли при стабільному рості площі листової поверхні на рослину знижуються показники на площу в цілому. При розрахунковій нормі добрив у традиційній технології площа листової поверхні на 1 м² у фазі гілкування була найменшою — 1,41 см², а на рослину — 277 см², що є дещо нижчим, ніж при рекомендованій нормі. Однак у фазі цвітіння площа на 1 м² становила 6,46 см², тоді як на рослину вона зросла до 1365 см², що є найвищим показником серед усіх варіантів дослідження, вказуючи на позитивний вплив розрахункової норми добрив на формування листової маси.

Для технології нульового обробітку без добрив площа листової поверхні у фазі гілкування на 1 м² склала 1,51 см², тоді як на одну рослину — 242 см²; у фазі цвітіння ці показники дорівнювали 7,01 см² на 1 м² та 1100 см² на рослину. Це свідчить про деяку нестабільність показників, адже при підвищеній площі на 1 м² показники на рослину є нижчими порівняно з традиційною технологією, що може вказувати на відставання в рості. При застосуванні рекомендованої норми добрив на нульовому обробітку у фазі гілкування площа на 1 м² знизилася до 1,26 см², а на рослину до 233 см². У фазі цвітіння площа на 1 м² дещо зросла до 6,87 см², а на рослину — до 1262 см², що свідчить про стабільний приріст листової маси на рослину порівняно з традиційною технологією без добрив, проте залишається нижчим за результат традиційної технології з розрахунковою нормою добрив. Застосування розрахункової норми добрив на нульовому обробітку продемонструвало найнижчі показники площі листової поверхні у фазі гілкування на 1 м² — 1,21 см² та на рослину — 231 см². У фазі цвітіння ці показники дорівнювали 6,54 см² на 1 м² та 1275 см² на рослину, що є нижчим за показник традиційної технології з розрахунковою нормою, але дещо перевищує дані для рекомендованої норми добрив на нульовому обробітку. Це може свідчити про значний вплив розрахункової норми добрив на нарощування листової маси на рівні окремої рослини, проте

за нульового обробітку загальна площа листкової поверхні все ж залишається нижчою.

Аналіз показників HR_{05} підтверджує статистично значущі різниці між технологіями та нормами добрив: у фазі гілкування вона складає $0,10 \text{ см}^2$ на 1 м^2 та 19 см^2 на рослину, тоді як у фазі цвітіння – $0,19 \text{ см}^2$ на 1 м^2 та 58 см^2 на рослину.

3.5. Засміченість посівів

Дані про видовий склад та чисельність бур'янів за різними технологіями вирощування та системами удобрення, що має велике практичне значення для забезпечення ефективного контролю над забур'яненістю агроценозів. Зі збільшенням площ нульового обробітку зростає необхідність розробки оптимальних систем боротьби з бур'янами, оскільки зміни в агротехніці безпосередньо впливають на динаміку росту та розповсюдження бур'янових рослин.

Дані свідчать, що при загальноприйнятій технології чисельність бур'янів загалом нижча, порівняно з нульовим обробітком, де їхня кількість значно зростає, особливо при розрахунковій системі удобрення (загальна кількість бур'янів становить 110 шт./м^2). Види бур'янів демонструють різну реакцію на застосування добрив і метод обробітку: так, підмаренник чіпкий при нульовому обробітку та розрахунковому удобренні досягає максимального показника в 15 шт./м^2 , що значно перевищує його чисельність при загальноприйнятій технології та рекомендованій системі (8 шт./м^2). Лобода біла зберігає стабільні показники з незначним зростанням чисельності за умови нульового обробітку, а щириця звичайна також демонструє стабільне зростання на $1\text{--}2 \text{ шт./м}^2$ за нульового обробітку з рекомендованою та розрахунковою системою удобрення (табл. 13).

Таблиця 13

Агробіологічний склад бур'янів залежно від технології вирощування, шт./м² (2024 рік)

Видовий склад	Загальноприйнята технологія	Нульовий обробіток
---------------	-----------------------------	--------------------

	1*	2	3	1	2	3
Підмаренник чіпкий	8	8	7	10	12	15
Лобода біла	9	9	8	9	10	11
Щириця звичайна	10	12	11	10	11	12
Гірчак березко подібний	4	5	4	7	6	8
Зірочник середній	5	5	6	6	6	7
Мишій зелений	5	8	7	9	9	10
Амброзія полинолиста	24	28	25	28	32	35
Портулак огородній	5	5	5	5	6	6
Осот рожевий	3	3	2	3	5	6
Всього	73	83	75	87	97	110

*Примітка: 1 – без добрив; 2 – рекомендована норма; 3 – розрахункова норма.

Водночас гірчак березко подібний і зірочник середній більше залежать від обробітку ґрунту, ніж від удобрення: їх чисельність зростає на 1–2 шт./м² при нульовому обробітку, незалежно від схеми удобрення. Високий рівень забур'яненості відзначено у амброзії полинолістої, чисельність якої досягає максимуму 35 шт./м² при нульовому обробітку та розрахунковій системі удобрення, що на 11 шт./м² більше, ніж при загальноприйнятій технології без добрив. Це вказує на агресивний характер даного виду та необхідність посиленої уваги до його контролю. Осот рожевий демонструє невеликі коливання чисельності залежно від обробітку та схеми удобрення, однак його чисельність при нульовому обробітку зростає на 1–3 шт./м².

Підсумкові дані показують, що загальний рівень забур'яненості значно зростає при нульовому обробітку та є найбільшим при розрахунковій системі удобрення. Актуальність цього питання визначається необхідністю оптимізації системи контролю за бур'янами для підтримки продуктивності сільськогосподарських культур у різних умовах обробітку ґрунту та удобрення.

3.6. Врожайність сої залежно від технології вирощування

Важливість питання впливу технології вирощування та норм удобрення на врожайність і якість зерна сої обумовлена необхідністю оптимізації агротехнологій для підвищення продуктивності та якості врожаю, що особливо важливо для умов з різним рівнем забезпеченості ресурсами. Дані таблиці 14 демонструють, що використання різних технологій вирощування та схем удобрення значно впливає на врожайність сої та частково – на якісні показники, такі як вміст олії та протеїну.

Таблиця 14

Показники врожайності, олійності та вмісту білку у зерна сої залежно від технології вирощування та застосування добрив (2024 рік)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма добрив (фактор В)	Врожайність, т/га	Вміст, %	
			олії	протеїну
Традиційна	без добрив	2,28	20,1	42,3
	рекомендована	2,01	20,1	42,4
	розрахункова	1,89	19,9,	42,5
Нульовий обробіток	без добрив	2,25	20,0	42,4
	рекомендована	1,95	20,0	42,3
	розрахункова	1,83	20,1	42,4
НІР ₀₅	фактор А	0,08	1,1	2,0
	фактор В	0,10	1,2	2,1
	взаємозв'язок АВ	0,12	1,2	2,1

Зокрема, максимальна врожайність зерна сої (2,28 т/га) спостерігається при традиційній технології без застосування добрив, що свідчить про ефективність цього підходу для підтримання стабільного рівня врожайності. Натомість мінімальне значення врожайності (1,83 т/га) зафіксовано при нульовому обробітку та розрахунковій нормі удобрення, що на 0,45 т/га менше порівняно з найвищим показником, а також на 0,42 т/га менше порівняно з традиційною технологією при тій самій нормі добрив. Це свідчить про те, що нульовий обробіток, у порівнянні з традиційним, менш сприяє підвищенню врожайності, особливо за умови внесення добрив.

Аналізуючи вміст олії, можна відзначити, що його коливання в межах 19,9%–20,1% є незначними, без чіткої залежності від технології або рівня удобрення. Водночас незначне зменшення вмісту олії (до 19,9%)

спостерігається при традиційній технології з розрахунковою нормою добрив, що може свідчити про дещо нижчу ефективність розрахункових норм для збереження високого вмісту олії. Щодо вмісту протеїну, його показники варіюються від 42,3% до 42,5%, з незначною тенденцією до підвищення при збільшенні рівня добрив, особливо при традиційній технології. Максимальний вміст протеїну (42,5%) досягається при традиційній технології з розрахунковою нормою добрив, що може вказувати на позитивний вплив збільшеної кількості добрив саме на вміст протеїну, хоча різниця у вмісті залишається мінімальною.

Результати значень HP_{05} підтверджують ці висновки. Для фактора А (технологія вирощування) найменша істотна різниця для врожайності становить 0,08 т/га, що означає, що різниця між врожайністю для різних технологій є статистично значущою, лише якщо вона перевищує це значення. Для фактора В (норма добрив) HP_{05} становить 0,10 т/га, що вказує на чутливість врожайності до зміни норм удобрення, проте ефект значущий лише при істотній різниці в рівнях удобрення. Взаємозв'язок факторів А і В ($HP_{05} = 0,12$ т/га) вказує на те, що комбінація обраної технології та схеми удобрення має статистично значущий вплив на врожайність лише при суттєвій різниці в умовах. Для показників вмісту олії та протеїну значення HP свідчать, що різниця між результатами варіантів знаходиться в межах несуттєвої, що підтверджує слабкий вплив цих факторів на якісні показники зерна сої.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Важливість і характеристика економічної ефективності технологій вирощування сої визначається необхідністю підвищення рентабельності та зниження витрат при збереженні продуктивності культур. Це питання є актуальним через високу собівартість агровиробництва та потребу у забезпеченні стабільного прибутку для аграрних підприємств. У таблиці 16 представлені економічні показники вирощування сої за традиційною та нульовою технологіями обробітку ґрунту із різними системами удобрення, що дозволяє оцінити рівень валової вартості продукції, виробничі витрати, собівартість 1 тонни зерна, умовно чистий прибуток та рентабельність для кожного варіанту (табл. 15).

Таблиця 15

Економічна ефективність вирощування сої за різних технологій вирощування (2024 рік)

Технологія вирощування		Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Традиційна	1	2,28	41770,7	13339,0	5850,4	28431,8	213,1
	2	2,01	36824,2	15818,4	7869,8	21005,8	132,8
	3	1,89	34625,7	17397,5	9205,0	17228,2	99,0
Нульовий обробіток	1	2,25	41221,1	12033,3	5348,1	29187,9	242,6
	2	1,95	35725,0	14544,3	7458,6	21180,7	145,6
	3	1,83	33526,5	16147,6	8823,8	17378,9	107,6

*Примітка: 1 – без добрив; 2 – рекомендована норма; 3 – розрахункова норма.

За традиційної технології без добрив досягається врожайність 2,28 т/га, що забезпечує валову вартість продукції на рівні 41770,7 грн/га при виробничих витратах у 13339,0 грн/га. Це дозволяє отримати умовно чистий прибуток у 28431,8 грн/га та досягти рівня рентабельності 213,1%, що є одним з найвищих показників серед усіх варіантів. При рекомендованій та розрахунковій системах удобрення врожайність знижується до 2,01 та 1,89 т/га відповідно, що призводить до зменшення валової вартості продукції (36824,2

грн/га для рекомендованої та 34625,7 грн/га для розрахункової системи) і підвищення собівартості 1 тонни зерна до 7869,8 грн та 9205,0 грн. Умовно чистий прибуток також знижується відповідно до 21005,8 та 17228,2 грн/га, а рівень рентабельності становить 132,8% та 99,0%.

При нульовому обробітку ґрунту економічні показники дещо відрізняються. Найвища рентабельність досягається також за відсутності удобрення: врожайність становить 2,25 т/га при валовій вартості 41221,1 грн/га і виробничих витратах у 12033,3 грн/га, що дозволяє отримати умовно чистий прибуток у 29187,9 грн/га та досягти рівня рентабельності 242,6%, що є максимальним показником у таблиці. При рекомендованій нормі удобрення врожайність знижується до 1,95 т/га, валова вартість становить 35725,0 грн/га, а виробничі витрати – 14544,3 грн/га, що призводить до чистого прибутку 21180,7 грн/га та рентабельності 145,6%. За розрахункової норми удобрення врожайність є найнижчою (1,83 т/га), що призводить до зменшення валової вартості продукції до 33526,5 грн/га та збільшення собівартості 1 тонни зерна до 8823,8 грн. Умовно чистий прибуток для цього варіанту становить 17378,9 грн/га, а рівень рентабельності – 107,6%.

Таким чином, найбільшу економічну ефективність для обох технологій забезпечує варіант без удобрення, що обумовлено найнижчими виробничими витратами і, як наслідок, найвищим рівнем рентабельності.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

Організація охорони праці в господарстві «Україна» Синельниківського району Дніпропетровської області базується на основі положень з охорони праці в Україні, які встановлені і регламентується «Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом України» «Про охорону праці», а також розробленими на їх основі відповідними нормативними актами, та іншими джерелами інформації [24].

За стан охорони праці відповідає керівник – директор господарства «Україна», який в межах службової компетенції та посадових обов'язків діє згідно «Постанови Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України з питань охорони праці, додержуючись вимог закону «Про охорону праці» та інших нормативних актів» [24].

У відповідності з «Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в господарстві встановлено порядок і види навчання з охорони праці робітників. Своєчасність навчання з охорони праці контролює керівник господарства» [24].

В господарстві «Україна» головний агроном виконує обов'язки фахівця з охорони праці за сумісництвом. В його обов'язки входить «проведення вступного інструктажу з особами, які оформляються на роботу» [24]. Проходження працівниками інструктажу відмічається в «журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці» [24].

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

При підготовці кваліфікаційної роботи та виконання індивідуального завдання з аналізу виробничого травматизму в господарстві «Україна» було зафіксовано один нещасний випадок за період 2023–2024 рр. Аналіз було виконано на підставі «Річного звіту про нещасні випадки на виробництві»

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний математично статистичний метод за останні 2 роки. За останні 2 роки кількість працівників була незмінною, а саме: 19 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2024 році (табл. 16).

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{19} \times 1000 = 28,9$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{19}{1} = 19$$

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{чт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{19}{21} \times 1000 = 349$$

Таблиця 16

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в господарстві

Показники травматизму	2023 рік	2024 рік
Кількість працюючих людей	19	17
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацездатності, діб		–
- від травматизму	15	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	29,4	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	28,9	–
Коефіцієнт важкості травматизму	19	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	349	–

В процесі розрахунків в господарстві виробничого травматизму застосовували математично статистичний метод за 2023–2024 рр. Відповідно до

цього, маючи кількість працівників, відповідно: 2023 р. – 17, 2024 р. – 17 людина та один нещасний випадок у 2024 році розраховано та відображено в таблиці відповідні дані.

Таким чином, за результатами аналізу виробничого травматизму в фермерському господарстві було виявлено, що працювало в 2023–2024 році 19 працівник, в 2023 році стався один нещасний випадок на виробництві з 1 працівником.

5.3. Вимоги охорони праці під час роботи з мінеральними добривами та регуляторами росту

Безпека праці є важливою складовою функціонування будь-якого виробничого процесу, зокрема і в сільському господарстві. Мінеральні добрива і регулятори росту рослин широко застосовуються для підвищення продуктивності рослин і підвищення врожайності, проте ці речовини також можуть становити значну загрозу для здоров'я людини і навколишнього середовища. Мінеральні добрива, які зазвичай містять хімічні сполуки азоту, фосфору і калію, а також регулятори росту рослин, використовуються для стимулювання або уповільнення фізіологічних процесів в рослинах. Вони можуть викликати отруєння, хімічні опіки, алергії та інші негативні наслідки для здоров'я працівників, якщо не дотримуватися заходів безпеки.

З огляду на високі ризики, особлива увага приділяється питанням охорони праці під час роботи з такими хімічними речовинами. Основні принципи охорони праці при роботі з добривами та регуляторами росту полягають в дотриманні державних стандартів, використанні засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), належному поводженні з хімічними речовинами і забезпеченні безпечних умов праці на підприємствах агропромислового комплексу.

Нормативно-правова база охорони праці

Робота з хімічними речовинами регулюється численними міжнародними та національними стандартами і законами, які передбачають вимоги до безпеки праці.

Важливою частиною регулювання є також міжнародні стандарти, такі як норми Міжнародної організації праці (МОП), які забезпечують узгоджені підходи до безпеки праці на міжнародному рівні.

Основні небезпеки при роботі з мінеральними добривами та регуляторами росту

Мінеральні добрива і регулятори росту рослин можуть становити загрозу для здоров'я працівників з кількох причин. Серед основних ризиків, які виникають при роботі з цими хімічними речовинами, можна виділити:

- Інгаляційні отруєння: Мінеральні добрива часто випаровуються або пилять, і при вдиханні ці частинки можуть потрапляти в легені, що може викликати отруєння або хронічні захворювання дихальних шляхів. Особливо небезпечними є сполуки азоту та аміаку, які можуть викликати подразнення слизових оболонок та дихальних шляхів.
- Контактна дія: Контакт хімічних речовин зі шкірою може викликати різні дерматити, опіки або алергічні реакції. Наприклад, фосфорні добрива при тривалому контакті зі шкірою можуть викликати важкі хімічні опіки.
- Ризик поглинання через шкіру: Деякі речовини можуть проникати через шкіру і викликати інтоксикацію. Наприклад, органічні добрива або стимулятори росту можуть бути абсорбовані тілом при недостатньо захищеній шкірі.
- Поглинання через слизові оболонки: У разі неправильного поводження з добривами можливе їх випадкове попадання на слизові оболонки рота, очей або носа, що може спричинити гострі або хронічні захворювання.
- Хімічні опіки та ушкодження: При неправильному зберіганні або використанні добрив, можливі хімічні реакції, які можуть спричинити вибухи або загоряння, що несе загрозу пожеж та хімічних опіків.

Вимоги до підготовки працівників

Перед початком роботи з мінеральними добривами і регуляторами росту всі працівники повинні пройти обов'язкове навчання з охорони праці. Важливо, щоб працівники були проінформовані про потенційні ризики і знали, як правильно поводитися з хімічними речовинами для запобігання негативним наслідкам для здоров'я.

Навчання повинно включати:

- Ознайомлення з властивостями хімічних речовин;
- Вивчення технічних інструкцій з безпеки при роботі з добривами та регуляторами росту;
- Інструктажі щодо використання засобів індивідуального захисту;
- Інструктажі щодо першої допомоги при нещасних випадках.

Регулярне підвищення кваліфікації та повторні інструктажі також є важливими для збереження знань та навичок працівників.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Засоби індивідуального захисту є необхідною умовою для безпечної роботи з мінеральними добривами та регуляторами росту. До основних ЗІЗ, які використовуються при роботі з хімічними речовинами, належать:

- Захисний одяг: Це комбінезони, спеціальні куртки та штани, що виготовлені з матеріалів, які стійкі до дії хімічних речовин. Вони запобігають прямому контакту шкіри з небезпечними речовинами.
- Рукавички: Гумові або латексні рукавички забезпечують захист рук від контакту з хімічними речовинами. Важливо, щоб рукавички були належної якості та відповідали стандартам безпеки.
- Респіратори або маски: Для захисту дихальних шляхів використовують респіратори, які запобігають вдиханню пилу та парів хімічних речовин. Залежно від типу добрив або регуляторів росту, які використовуються, вибираються респіратори різної ефективності.

- Захисні окуляри: Очі є одними з найбільш вразливих органів при роботі з хімічними речовинами. Захисні окуляри або щитки допомагають запобігти попаданню хімічних речовин у очі.
- Спеціальне взуття: Гумові чоботи або спеціальні черевики із захисними властивостями використовуються для захисту ніг від потрапляння хімічних речовин.

Організація робочого місця. Належна організація робочого місця є важливим аспектом забезпечення безпеки праці. Це включає:

- Спеціально обладнані приміщення для зберігання добрив та регуляторів росту, які повинні бути сухими, добре вентильованими та захищеними від вологи.
- Місця для підготовки робочих розчинів: Для розведення добрив або регуляторів росту повинні бути спеціально облаштовані зони з вентиляцією та системами захисту від проливання речовин.
- Засоби для екстреної ліквідації аварійних ситуацій: На робочому місці мають бути присутні спеціальні комплекти для очищення забруднених речовин, а також обладнання для надання першої допомоги.

Зберігання і транспортування хімічних речовин

Правильне зберігання і транспортування мінеральних добрив та регуляторів росту є важливою умовою для запобігання нещасних випадків і негативного впливу на навколишнє середовище.

Основні вимоги до зберігання:

- Добрива та регулятори росту повинні зберігатися у спеціально обладнаних приміщеннях з хорошою вентиляцією, ізоляцією від джерел тепла та прямого сонячного світла.
- Хімічні речовини повинні зберігатися у герметичній упаковці, щоб уникнути їхньої реакції з навколишнім середовищем.
- Необхідно дотримуватись правил несумісності при зберіганні добрив різного типу. Деякі хімічні речовини можуть вступати в реакцію між собою, утворюючи небезпечні суміші.

Основні вимоги до транспортування: Добрива та регулятори росту повинні транспортуватися у спеціально обладнаних транспортних засобах, які забезпечують захист від вологи та механічних пошкоджень. Транспортування повинно відбуватися в герметичних контейнерах, щоб уникнути витоків і забруднення навколишнього середовища. Під час транспортування слід уникати перевантаження транспортних засобів, що може призвести до пошкодження упаковки і витоків хімічних речовин.

Безпека під час приготування і застосування робочих розчинів. Приготування робочих розчинів для внесення мінеральних добрив або регуляторів росту є важливою стадією роботи, яка вимагає особливої уваги до безпеки.

5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в господарстві

Для покращення стану охорони праці в фермерському господарстві «Україна» необхідно здійснювати наступні заходи:

- забезпечити наявність справних санітарно-гігієнічних приміщень, доступних цілодобово;
- створювати безпечні умови праці для працівників, які працюють з небезпечними засобами захисту рослин;
- постійно вдосконалювати технічні засоби та заходи для підвищення захисту працівників
- уникати змішування або розливу пестицидів у місцях, де вони можуть потрапити у водні системи через витік, просочування або перелив;
- використовувати засоби індивідуального захисту та не знімати їх під час змішування і розливу пестицидів;
- проводити тестування невеликих сумішей перед тим, як змішувати велику кількість пестицидів.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень в 2024 році вивчення впливу різних технологій вирощування та мінеральних добрив на різні сорти сої при вирощуванні її в степовій зоні було встановлено.

У верхньому шарі 0–30 см запас вологи при традиційній технології становить 42 мм, тоді як при нульовому обробітку цей показник досягає 50 мм, що на 8 мм більше. Це свідчить про кращу здатність ґрунту зберігати вологу при нульовому обробітку, що може бути пов'язане зі зменшенням випаровування води через збереження поверхневого покриву та відсутність механічного порушення структури ґрунту. У середньому шарі 0–100 см традиційна технологія дає 101 мм доступної вологи, тоді як нульовий обробіток — 132 мм, що демонструє на 31 мм вищий рівень вологості при мінімізації обробітку ґрунту.

Підсумкові дані показують, що загальний рівень забур'яненості значно зростає при нульовому обробітку та є найбільшим при розрахунковій системі удобрення. Актуальність цього питання визначається необхідністю оптимізації системи контролю за бур'янами для підтримки продуктивності сільськогосподарських культур у різних умовах обробітку ґрунту та удобрення.

На етапі збирання надземна маса зменшується, що може бути наслідком природного старіння рослин та втрати вологи. При традиційній технології без добрив маса становить 864 г/м², а при нульовому обробітку цей показник дещо вищий – 889 г/м². Застосування добрив при традиційній технології знижує цей показник до 843 г/м² (рекомендована доза) і 826 г/м² (розрахункова доза). При no-till добрива також сприяють незначному зниженню біомаси — 858 г/м² (рекомендована доза) та 824 г/м² (розрахункова доза).

Максимальна врожайність зерна сої (2,28 т/га) спостерігається при традиційній технології без застосування добрив, що свідчить про ефективність цього підходу для підтримання стабільного рівня врожайності. Натомість мінімальне значення врожайності (1,83 т/га) зафіксовано при нульовому

обробітку та розрахунковій нормі удобрення, що на 0,45 т/га менше порівняно з найвищим показником, а також на 0,42 т/га менше порівняно з традиційною технологією при тій самій нормі добрив. Це свідчить про те, що нульовий обробіток, у порівнянні з традиційним, менш сприяє підвищенню врожайності, особливо за умови внесення добрив.

При нульовому обробітку ґрунту економічні показники дещо відрізняються. Найвища рентабельність досягається також за відсутності удобрення: врожайність становить 2,25 т/га при валовій вартості 41221,1 грн/га і виробничих витратах у 12033,3 грн/га, що дозволяє отримати умовно чистий прибуток у 29187,9 грн/га та досягти рівня рентабельності 242,6%, що є максимальним показником у таблиці. При рекомендованій нормі удобрення врожайність знижується до 1,95 т/га, валова вартість становить 35725,0 грн/га, а виробничі витрати – 14544,3 грн/га, що призводить до чистого прибутку 21180,7 грн/га та рентабельності 145,6%. За розрахункової норми удобрення врожайність є найнижчою (1,83 т/га), що призводить до зменшення валової вартості продукції до 33526,5 грн/га та збільшення собівартості 1 тонни зерна до 8823,8 грн. Умовно чистий прибуток для цього варіанту становить 17378,9 грн/га, а рівень рентабельності – 107,6%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані під час досліджень результати дозволяють зробити такі практичні рекомендації.

При вирощуванні сої в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Україна» Синельниківського району Дніпропетровської області: на ерозійнонебезпечних полях після вирощування кукурудзи на зерно економічно вигідно вирощувати сою сорту Зміна, застосовуючи технологію нульового обробітку ґрунту та використання гербіцидів для контролю однодольних і дводольних бур'янів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України / Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Х.: ХНАУ, 2016. 268 с.
2. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 237 с.
3. Андрієць Д. В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. К., 2013. 20 с.
4. Анішин Л. А. Біостимулятори: урожай, якість та валові збори озимої пшениці. Новини захисту рослин. 1998. № 9. С. 30–31.
5. Анішин Л. А., Жилкін В. О., Пономаренко С. П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. К., 2000. 32 с. 64
6. Бабич А. А., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
7. Бабич А. О. Високоврожайні сорти сої. Аграрний тиждень. Україна. 2013. № 10/11. С. 31.
8. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2000. Вип. 7. С. 10–13.
9. Бабич А. О. Світове виробництво зернобобових культур для вирішення проблеми білка і біологічного азоту. Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивація, охорона: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпропетровськ, 2003. С. 8–12. 65

10. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграрна наука, 1998. 272 с. 21. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 430 с. 22.
11. Бабич А. О. Сучасний стан та перспективи використання сої на харчові і кормові цілі. Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі : матеріали III Всеукр. конф., м. Вінниця, 3 серпня 2000 р. Вінниця, 2000. С. 3–6.
12. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні : монографія. К.: ФОП Данилюк В. Г., 2008. 216 с.
13. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. Корми і кормовиробництво. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
14. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Теоретичне обґрунтування і розробка сучасних енергозберігаючих технологій вирощування зернобобових культур в Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 1996. Вип. 45. С. 18–20.
15. Бенжапова Т. С. Вирощування сої: проблеми та перспективи в Україні. Аграрна економіка. Київ, 2021. 22, С. 14–18.
16. Бенжапова Т. С. Вирощування сої: проблеми та перспективи в Україні. Аграрна економіка. Київ, 2021. 22, С. 14–18.
17. Бобро М. А. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур : сб. науч. статей по материалам 5-й междунар. науч.-метод. конф. К.: ИСМО, Алиста, 1997. С. 3–7.
18. Василенко Л. І. Врожайність та економічна ефективність вирощування сої. Аграрні дослідження. Житомир, 2020. 18, С. 41–45.
19. Василенко Л. І. Врожайність та економічна ефективність вирощування сої. Аграрні дослідження. Житомир, 2020. 18, С. 41–45.
20. Волкогон В. В., Сальник В. П. Значення регуляторів росту у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціації. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. № 3, т. 37. С. 187–197.

21. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні Степу України. Вісник ЖНАУ. 2014. № 39, т. 1. С. 17–23.
22. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2–е вид. / Гандзюк М.П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. –К. : Каравела, 2004. – 408 с.
23. Гібсон П. Т. Застосування ризоторфіна – основна умова підвищення врожаю сої в Україні. Агроогляд. 2006. № 11. С. 29–31.
24. Годяєв С.Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в випускних та дипломних роботах для студентів агрономічного факультету / С.Г. Годяєв, О.С. Бабич. – Дніпропетровськ, 2007. – 18 с.
25. Дмитренко В. Г., Смілянська О. М. Вплив технології no-till на агробіологічний склад ґрунту при вирощуванні сої. Науково-технічний вісник сільського господарства. Вінниця, 2021. 15, С. 57–62.
26. Дмитренко В. Г., Смілянська О. М. Вплив технології no-till на агробіологічний склад ґрунту при вирощуванні сої. Науково-технічний вісник сільського господарства. Вінниця, 2021. 15, С. 57–62.
27. Карась Т. М. Використання технології no-till у південних регіонах України. Сільське господарство та екологія. Миколаїв, 2021. 5, С. 35–39.
28. Карась Т. М. Використання технології no-till у південних регіонах України. Сільське господарство та екологія. Миколаїв, 2021. 5, С. 35–39.
29. Лисенко О. В., Коваль В. О. Інноваційні підходи до вирощування сої в умовах змін клімату. Землеробство і агрономія. Київ, 2022. 6, С. 48–52.
30. Лисенко О. В., Коваль В. О. Інноваційні підходи до вирощування сої в умовах змін клімату. Землеробство і агрономія. Київ, 2022. 6, С. 48–52.
31. Литвиненко О. С. Оцінка технологій вирощування сої за різних систем обробітку ґрунту. Аграрні науки та технології. Харків, 2021. 10, С. 25–30.
32. Литвиненко О. С. Оцінка технологій вирощування сої за різних систем обробітку ґрунту. Аграрні науки та технології. Харків, 2021. 10, С. 25–30.

33. Микитенко С. І. Оцінка ефективності вирощування сої за традиційними та безобробітковими технологіями. Вісник агрономії та екології. Черкаси, 2021. 14, С. 38–42.
34. Микитенко С. І. Оцінка ефективності вирощування сої за традиційними та безобробітковими технологіями. Вісник агрономії та екології. Черкаси, 2021. 14, С. 38–42.
35. Остренко О. І., Гавриш С. С. Особливості вирощування сої на чорноземах при застосуванні добрив. Науковий журнал «Аграрна наука». Київ, 2022. 11, С. 28–32.
36. Остренко О. І., Гавриш С. С. Особливості вирощування сої на чорноземах при застосуванні добрив. Науковий журнал «Аграрна наука». Київ, 2022. 11, С. 28–32.
37. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. Вісник аграрної науки. 2008. № 3. С. 24–27.
38. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 3–10.
39. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В. Роль кліматичних факторів у формуванні сортової політики сої в умовах Лісостепу України. Селекція і насінництво. Харків: Магда LTD, 2006. Вип. 93. С. 60–67.
40. Петриченко В. Ф., Камінський В. Ф., Патица В. П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 51. С. 3–6.
41. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту та стимуляторів росту на ріст, розвиток, водоспоживання та врожайність сої. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 79–84.
42. Савченко М. О. Вплив технологій обробітку ґрунту на вирощування сої. Агрохімія та технології. Харків, 2022. 8, С. 52–57.
43. Савченко М. О. Вплив технологій обробітку ґрунту на вирощування сої. Агрохімія та технології. Харків, 2022. 8, С. 52–57.

44. Сіренко В. М., Нестеренко Т. О. Вплив технології обробітку ґрунту на економічну ефективність вирощування сої. Вісник економіки та аграрної науки. Харків, 2022. 9, С. 45–50.
45. Сіренко В. М., Нестеренко Т. О. Вплив технології обробітку ґрунту на економічну ефективність вирощування сої. Вісник економіки та аграрної науки. Харків, 2022. 9, С. 45–50.
46. Соя – стратегічна культура світового землеробства: бібліогр. покажч. / уклад. І. І. Фіненко; наук. ред. Л. Г. Білявська; відп. за вип. Л. О. Снітко. Полтава: ПДАА, 2017. 100 с.
47. Статистичний щорічник України за 2022 рік. Київ: Август Трейд, 2022. 554 с.
48. Трибель С. О., Стригун О. О. Фітосанітарний стан агроценозів сої та інтегрований захист рослин. Захист і карантин рослин. 2011. Вип. 57. С. 224–247.
49. Фізіологічні особливості живлення рослин біологічним азотом / С. Я. Коць, С. М. Малеченко, О. Д. Крутова та ін. К.: Логос, 2001. 271 с. 221.
50. Чорна В. М. Ефективність застосування регулятора росту хлормекват-хлорид при вирощуванні сої. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 84. С. 126–132.
51. Чернобай І. М., Левченко П. І. Мінеральне живлення сої за різних технологій вирощування. Сільськогосподарські науки. Львів, 2019. 16, С. 60–64.
52. Чернобай І. М., Левченко П. І. Мінеральне живлення сої за різних технологій вирощування. Сільськогосподарські науки. Львів, 2019. 16, С. 60–64.
53. Шарудило С. П., Козак Т. І. Технології вирощування сої за умов збереження родючості ґрунту. Сучасне землеробство України. Львів, 2020. 13, С. 72–77.

54. Шарудило С. П., Козак Т. І. Технології вирощування сої за умов збереження родючості ґрунту. Сучасне землеробство України. Львів, 2020. 13, С. 72–77.
55. Шевчук А. О., Тарасенко Ю. П. Використання органічних та мінеральних добрив в агрономії. Агрономія України. Одеса, 2020. 19, С. 30–34.
56. Шевчук А. О., Тарасенко Ю. П. Використання органічних та мінеральних добрив в агрономії. Агрономія України. Одеса, 2020. 19, С. 30–34.
57. Anderson D. E., McMurray G. R., Thomas C. E. Effect of no-till versus conventional tillage on soybean yield and soil health. *Soil Science Journal*. Boston, 2020. 33, P. 51–58.
58. Brown M. A., Wilson R. G. Impact of no-till technology on the economics of soybean farming in North America. *Global Agricultural Economics Review*. Toronto, 2022. 27, P. 102–109.
59. Davis F. W., Campbell J. G. Economic impact of no-till practices in soybean farming. *Journal of Agricultural Economics*. Chicago, 2021. 18, P. 88–93.
60. Green R. M., White S. K. Influence of soil management practices on soybean production in the United States Midwest. *Journal of Agronomy and Crop Science*. New York, 2021. 27, P. 67–72.
61. Harris C. D., Adams L. T., Roberts E. R. Soybean cultivation under different fertilization regimes: A review. *Soil and Crop Management*. Los Angeles, 2022. 19, P. 38–45.
62. Lee S. T., Kim H. J. Soybean yield response to different tillage systems under varying climate conditions. *Journal of Crop Science*. Seoul, 2020. 34, P. 15–21.
63. Smith J. A., Brown L. R., Jones P. T. Effects of no-till and conventional tillage on soybean yield in temperate climates. *Field Crops Research Journal*. London, 2020. 45, P. 123–130.
64. Taylor P. R., Harris T. G., Johnson M. R. Sustainability of no-till agriculture for soybean production. *Agronomy for Sustainable Development*. Paris, 2021. 42, P. 21–29.

65. Walker J. F., McDonald S. E., Green T. H. Fertilizer management in no-till soybean systems. *Agronomy and Soil Science Review*. Melbourne, 2021. 15, P. 98–104.
66. Williams R. A., Cooper K. B. Influence of crop rotation and tillage on soybean productivity. *Agricultural Systems Journal*. London, 2022. 40, P. 77–82.