

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра селекції та насінництва імені проф. М.Д. Гончарова**

До захисту

ДОПУСКАЄТЬСЯ

Завідувач кафедри

_____ Андрій БУТЕНКО

12 грудня 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: «Вплив схем обробітку ґрунту під посів сої в умовах північно-
східного Лісостепу України»

Виконав :

Микола РОМАНЕНКО

Група :

АГР 2301-2 м

Науковий керівник:

кандидат с.-г. наук,
доцент

Сергій БЕРДІН

Рецензент :

кандидат с.-г. наук,
доцент

Олеся ДАНИЛЬЧЕНКО

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра селекції і насінництва імені проф. М.Д. Гончарова
Ступінь вищої освіти "Магістр"
Спеціальність 201 Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри

Віктор ОНИЧКО

" ____ " _____ 2023 р.

(підпис)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Миколи РОМАНЕНКО

1. Тема кваліфікаційної роботи. «**Вплив схем обробітку ґрунту під посів сої в умовах північно-східного Лісостепу України**»

2. Керівник кваліфікаційної роботи. Доцент Сергій БЕРДІН

3. Строк подання здобувачем роботи. _____ 2025 р.

4. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи.

- *місце проведення досліджень:* ФГ "Юаліс" (м. Буринь) Конотопського району, Сумської області

- *методичне забезпечення:* 1. Рябуха С.С., Чернишенко П.В., Шелякіна Т.А., Кучеренко Є.Ю. Методичні рекомендації з визначення параметрів вихідного матеріалу сої для селекції в зоні Східного Лісостепу України. Харків : Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2020. 17 с. 2. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с. 3. Малієнко А.М., Коломієць М.В., Брухаль Ф.Й. та ін. Методика польових досліджень з обробітку ґрунту. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 84 с

- *схема досліду:*

1. Глибоке розпушування на 27 см (Gaspardo Atilla 250/5);

2. Дискування на глибину 14 см (у два сліди, БДТ-7);

3. Плоскорізний обробіток на глибину 22 см (КПГ-2-150);

4. Оранка на глибину 22 см (контроль, ПЛН-4-35).

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

- Дослідити стан посіву на час сходів та збирання посівів сої в залежно від способів основного обробітку;

- Вивчити особливості формування густоти стояння рослин у варіантах досліду

- Визначити особливості формування структури врожайності при різних способах обробітку

- Визначити та проаналізувати врожайність (біологічної, польової, насінневої) в залежності від способів основного обробітку

6. Перелік графічного матеріалу.

Схема досліду, табличний матеріал основних параметрів дослідження, рис. врожайності сої

Керівник роботи _____ Сергій БЕРДІН

підпис

Завдання прийняв до виконання _____ Микола РОМАНЕНКО

підпис

Дата отримання завдання « ____ » _____ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Вибір теми і об'єкта дослідження.	<i>Жовтень</i>	
2	Розробка завдання на кваліфікаційну роботу, складання календарного плану її виконання.	<i>Листопад - грудень</i>	
3	Виконання роботи -опрацювання літератури за обраною темою; - формулювання проблеми, що має бути вирішена; - проведення польових і лабораторних досліджень	<i>Січень – березень Квітень- вересень Березень- липень</i>	
4	Оцінювання (формативне) науковим керівником із наданням рекомендацій здобувачу	<i>Жовтень - листопад</i>	
5	Перевірка роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої процедури.	<i>Листопад</i>	
6	Рецензування роботи	<i>Грудень</i>	
7	Попередній захист роботи	<i>Грудень</i>	

Керівник роботи _____ Сергій БЕРДІН
(підпис)

Здобувач _____ Микола РОМАНЕНКО
(підпис)

Романенко М.О.

"Вплив схем обробітку ґрунту під посів сої в умовах північно-східного Лісостепу України"

Спеціальність **201 Агронімія**, Ступінь вищої освіти **Магістр**
Заклад освіти Сумський національний аграрний університет
Суми, 2025 рік

Потенціал урожайності сої значною мірою в умовах помірно-континентального клімату України (з високою варіацією кількості опадів та температур) значною мірою залежить від вибору оптимальної глибини й способу основного обробітку.

З огляду на це, у 2023–2024 роках було проведено дослідження з метою визначення удосконалення основного обробітку ґрунту під сою, як технологічної операції, якій забезпечить формування високої врожайності та насінневої продуктивності. Дослідження проводили у зоні північно-східного Лісостепу за схемою, що включала: глибоке рихлення на 27 см; дискування у два сліди на 14 см; плоскорізний обробіток на 22 см; оранку на 22 см (контроль). Основний обробіток виконували в першій декаді серпня, норма висіву становила 0,8 млн. шт./га. Сівбу сорту Сіверка проводили в першій декаді травня, збирання – у другій декаді вересня.

Вивчення різних способів основного обробітку ґрунту (з обертанням і без обертання пласта, включно з оранкою, плоскорізним, мілким та глибоким рихленням) показало, що глибина обробітку є визначальним фактором у забезпеченні оптимальної щільності, вологості й аерації орного шару.

Найвищі показники польової схожості, кількості бобів на рослину та маси 1000 насінин спостерігалися за зяблевого глибокого рихлення на глибину 27 см, що забезпечувало кращий водно-повітряний режим і розвиток кореневої системи. Урожайність сої за глибокого рихлення перевищувала інші способи основного обробітку в середньому на 3,6 %, а вихід насінневої фракції становив 74,8 %, що свідчить про формування якісного насінневого матеріалу. Економічні розрахунки підтвердили доцільність цього прийому: собівартість 1 т насіння була на 1,6–2,7 % нижчою, ніж за оранки, за умови збереження високої якості насіння.

Висновки. при вирощуванні насінницьких посівів сої рекомендуємо застосовувати, як основний обробіток ґрунту, зяблеве глибоке рихлення на глибину 27 см. Він виявився найбільш ефективним агротехнічним прийомом у посушливих умовах північно-східного Лісостепу, оскільки забезпечує оптимальні фізичні властивості ґрунту, підвищує насінневу продуктивність і є економічно обґрунтованим рішенням.

Ключові слова: оранка, мілкий обробіток, плоскорізний обробіток, глибоке рихлення, структура врожаю, насінневі посіви, врожайність, насіннева врожайність.

Romanenko M.O.

"The influence of soil cultivation schemes for soybean sowing in the conditions of the northeastern forest-steppe zone of Ukraine

Specialty **201 Agronomy**, Degree of higher education **Master**
Institute of Education Sumy National Agrarian University
Sumy, 2025

Given that soybeans are a strategic legume crop in Ukraine, their yield potential is largely determined by the condition of the root layer, moisture availability, and the efficiency of biological nitrogen fixation, and therefore by the system and depth of primary tillage. In Ukraine's temperate continental climate (with high variation in precipitation and temperatures), choosing the optimal depth and method of primary tillage is one of the key factors for stable yields.

With this in mind, in 2023–2024, a study was conducted to determine the rational approach to primary soil cultivation for soybeans, which ensures high yields and seed productivity. The study was conducted in the northeastern Forest-Steppe zone according to a scheme that included: deep loosening to a depth of 27 cm; disc harrowing in two passes to a depth of 14 cm; flat-cut tillage to a depth of 22 cm; plowing to a depth of 22 cm (control). The main tillage was carried out in the first ten days of August, with a sowing rate of 0.4 million seeds/ha. The Siverka variety was sown in the first ten days of May and harvested in the second ten days of September.

The study of various methods of primary soil cultivation (with and without layer rotation, including plowing, flat-cut, shallow, and deep loosening) showed that the depth of cultivation is a determining factor in ensuring optimal density, moisture, and aeration of the arable layer.

The highest indicators of field germination, number of beans per plant, and weight of 1,000 seeds were observed with deep loosening to a depth of 27 cm in the fall, which ensured better water and air conditions and root system development. Soybean yield with deep loosening exceeded other methods of primary cultivation by an average of 3.6%, and the seed fraction yield was 74.8%, which indicates the formation of high-quality seed material. Economic calculations confirmed the feasibility of this technique: the cost of 1 ton of seeds was 1.6–2.7% lower than for plowing, while maintaining high seed quality.

Conclusions. When growing seed crops of soybeans, we recommend using deep loosening to a depth of 27 cm as the main soil cultivation method. It proved to be the most effective agrotechnical method in the arid conditions of the northeastern Forest-Steppe, as it ensures optimal physical properties of the soil, increases seed productivity, and is an economically sound solution.

Keywords: plowing, shallow tillage, flat-cut tillage, deep loosening, crop structure, seed crops, yield, seed yield.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 СТРУКТУРА ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ПІД КУЛЬТУРУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1. Урахування біологічних особливостей сої при виборі системи основного обробітку ґрунту.....	10
1.2. Сучасні технологічні рекомендації щодо основного обробітку під сою.....	13
1.3. Реакція рослин сої на структурні зміни ґрунту в наслідок системи основного обробітку	19
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Об'єкт та умови проведення досліджень	23
2.2. Схема досліду, матеріал та методики дослідження	27
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ГЛИБИНИ І СПОСОБУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА НАСІННЄВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПІ УКРАЇНИ.....	32
3.1. Стан посіву та формування густоти стояння рослин залежно від способу основного обробітку	32
3.2. Особливості формування структура врожайності при різних способах обробітку	38
3.3. Особливості формування врожайності залежно від способів основного обробітку	42
ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ	54

ВСТУП

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) – стратегічна бобова культура України, що поєднує високу харчову, кормову та економічну цінність. Вихід насіння з одного гектару посіву сої значною мірою залежить від рівня вологозабезпечення, структури ґрунту та ефективності біологічної фіксації азоту, що, у свою чергу, визначається параметрами основного обробітку ґрунту. Глибина оранки формує фізичні властивості ґрунту – його щільність, структурність, водно-повітряний режим, розподіл поживних речовин, а також безпосереднє впливає на розвиток кореневої системи та утворення бульбочок [1].

Актуальність роботи. В умовах північно-східного Лісостепу України, де спостерігається значна мінливість опадів і температур, вибір раціональної глибини та способу основного обробітку виступає одним із провідних чинників стабільного формування врожайності сої [2-3].

Структура орного шару (щільність, наявність «плужної підшви», пористість, агрегатний склад) в основному формується системою основного обробітку. Будь-яке втручання – обробіток ґрунту на будь-яку глибину чи проходи техніки – змінює опір ґрунту кореню, аерацію, розподіл вологи та елементів живлення. Нераціональний обробіток або підвищена кількість проходів техніки, як правило, призводять до надмірної щільності та створення «плужної підшви».

Соя має підвищену чутливість до бар'єрного горизонту, що пояснюється обмеженням аерації: з одного боку, це знижує ефективність симбіозу з азотфіксувальними бактеріями, а з іншого – перешкоджає проникненню коренів до запасів вологи у підорному шарі. Руйнування «підшви» з формуванням відносно розпушеного шару на глибину 30–40 см сприяє як зростанню кореневої маси, так і функціонуванню симбіотичного апарату. Це, у кінцевому підсумку, позитивно позначається на урожайності зерна. Крім того, при мілкому основному обробітку ґрунту зростає його щільність унаслідок трафіку техніки.

Тому саме вибір виду системи основного обробітку (способу та глибини обробітку) під культуру з метою формування базових параметрів оптимізації умов в ґрунті для росту рослин

Мета і завдання дослідження. *Метою було* уточнення вибору системи основного обробітку ґрунту під насінницькі посіви сої в виробничих умовах у зоні північно-східного Лісостепу України.

Для вирішення визначеної мети були поставлені наступні задачі:

- дослідити стан посіву на час сходів та збирання зерна сої в залежно від способів та глибини основного обробітку;
- вивчити особливості формування густоти стояння рослин за варіантами дослідів;
- визначити вплив різних способів обробітку на особливості формування структури врожайності;
- дослідити формування врожайності (біологічної, польової, насінневої) в залежності від способів основного обробітку.

Об'єкт досліджень - процеси формування врожайності сої залежно від ґрунтових умов.

Предмет досліджень – реакція сорту Сіверка на способи та глибину основного обробітку

Методи досліджень: польові та статистичний.

Науково-практичне значення одержаних результатів полягає у розробці рекомендацій щодо вибору системи основного обробітку ґрунту під сою в умовах ФГ "Юаліс" (м. Буринь) Конотопського району.

Апробація результатів роботи. На підставі результатів досліджень автор виступив з доповіддю Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої міжнародному дню студента, яка відбулася в Сумському НАУ 24 листопада 2025 року. На основі доповіді була опублікована теза в збірнику конференції [4] (Додаток А).

За результатами досліджень написана в співавторстві (О.М. Зубко, С.І. Бердін , М.О. Романенко) наукова стаття " Вплив глибини і способу

основного обробітку ґрунту на насінневу продуктивність сої в північно-східному лісостепі України" та прийнята до друку в журнал «Українському журналі природничих наук» (Додаток Б).

Особистий внесок здобувача. Польові дослідження за темою випускної роботи виконані ФГ "Юаліс" (м. Буринь) Конотопського району за запропонованою схемою. Аналіз результатів дослідження здійснив сумісно з науковим керівником.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 59 сторінках комп'ютерного набору, з них основного тексту 54 сторінки, кількості таблиць - п'ять, рисунків - один, два додатки. В робота складеться із вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій і додатків, кількість використаних джерел - 42.

РОЗДІЛ 1

СТРУКТУРА ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СХЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ПІД КУЛЬТУРУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Урахування біологічних особливостей сої при виборі системи основного обробітку ґрунту

Обґрунтування глибини та способу основного обробітку ґрунту під посіви сої ґрунтується на її біологічних особливостях та вимогах до умов формування кореневої системи. Соя відноситься до культур з потужним стрижневим коренем, здатними за умови достатньої аерації та відсутності ущільнених прошарків проникати глибину до 1,2–1,5 м. Враховуючи, що основний обробіток визначає на 60-80% щільність орного та підорного горизонту, водно-повітряний режим, доступність елементів живлення, та створює умови для формування активної зони фіксації азоту за рахунок розвитку кореневої системи. Наявність плужної підшви або ущільнених пластів негативно впливає на ріст рослин, він сповільнюється, зменшується кількість бульбочок, пригнічується транспорт води, що особливо критично в умовах періодичних літніх посух північно-східного Лісостепу [5].

Біологічною особливістю сої, яка відноситься рівня обробки ґрунту, є те, що вона дуже чутлива до ущільнення «плужної підшви». Будь-яке ущільнення перетворюється на бар'єрний горизонт, який обмежує аерацію і знижує ефективність симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, з одного боку, і перешкоджає проникненню коренів до запасів вологи в підорному шарі, з іншого боку. Руйнування ущільнення (глибоким рихленням) і підтримка робочої пухкості шару 0–30 (40) см сприяють зростанню кореневої маси і кількості бульбочок, що, в кінцевому рахунку, підвищує врожайність [6]. При цьому надмірно мілка обробка на тлі багаторічного трафіку техніки призводить до наростання щільності і формування вираженої підшви. Цю

проблему доцільно діагностувати пенетрометром і адресно усувати глибоким рихленням [7].

Вибір глибини оранки чи глибокого рихлення тісно пов'язаний із характером ґрунту та попередниками. На чорноземах типових і звичайних, де часто формується щільний підорний шар, ефективним є періодичне рихлення на глибину 27–35 см для руйнування ущільнень і поліпшення інфільтрації вологи. У полях після просапних культур або багаторічних бобових оптимальна глибина оранки на 22–25 см забезпечує достатнє розпушення, вирівнювання орного горизонту й рівномірне загортання решток. У той же час на легких суглинках і ґрунтах зі стабільною структурою надмірне поглиблення може бути недоцільним, адже призводить до зайвих витрат енергоносіїв і порушення капілярності. Тому глибину основного обробітку визначають не за шаблоном, а за фактичним станом ґрунтового профілю, його щільністю та водозабезпеченням

При виборі параметрів обробки ґрунту необхідно враховувати також і зональні умови формування ґрунтів, і їх гранулометричний склад. Так, лісостепові ґрунти (чорноземи потужні або звичайні, важкосуглинкові), як правило, реагують на поглиблення основної обробки, тому що вологонакопичення і коренепроникнення обмежуються щільними горизонтами В1/В2. Тому рекомендують застосовувати класичну оранку 27–30 см [8].

Літературні джерела вказують на те, що на важких чорноземах Лісостепу поглиблення до 27–30 см у порівнянні з 20–22 см дає приріст 0,26–0,32 т/га. Цей ефект в першу чергу обумовлений руйнуванням ущільненого горизонту і поліпшенням волого- і газообміну. В умовах виробничої практики це узгоджується з класичними рекомендаціями технологічних карт: осіння оранка під сою 28–30 см (після просапних культур – 25–27 см), як базовий прийом під культуру.

Зона північної Степу, для якої властиві чорноземи малогумусні, середньосуглинні, у разі високої структури ґрунту і відсутності вираженої

підшви, різниця в глибині обробки між 20–22 см і значним поглибленням може бути статистично несуттєвою [9].

За умови відсутності яскраво вираженої підшви, оранка і чизелювання на 20–22 см забезпечують практично однакову врожайність сої, тому поглиблення не завжди дає економічно виправданий приріст. Ці дані підтверджують тезу про пріоритет впливу ущільнення там, де воно є, а не про механічне збільшення глибини всюди [10].

На півдні України в умовах постійного дефіциту вологи без поливу або високої мінералізації зрошувальної води при поливі вирішальне значення має щільність і водний режим шару 0–40 см. Саме тому дослідні дані вказують на те, що для зазначеної зони більш підходящими варіантами є обробка на глибину 28–30 см (у вигляді оранки або чизелювання) або комбіновані системи обробки. У той час як тривале використання no-till-технології може призвести до зменшення врожайності в порівнянні з вищезазначеними технологіями.

У зрошуваних умовах Південної Степу порівнювали диференційовану систему обробки у вигляді оранки 28–30 см, дискового рихлення на 12–14 см, чизельної (на 28–30 см) і нульової обробки. Середні врожайності за фактором «спосіб обробки» склали: оранка – 3,80 т/га, чизель – 3,94 т/га, дискування – 3,88 т/га, no-till – 3,30 т/га. Застосування нульової обробки при тривалому використанні склало –0,50 т/га (–15,2 %) відносно контролю. При цьому відзначено більш сприятливі рівні доступних форм N і P при варіантах з оранкою або чизелем (у тому числі завдяки меншій засміченості), що також впливає на їх перевагу по врожаю [11].

У двохфакторних дослідях на дерново-підзолистих середньосуглинних ґрунтах Полісся ефективною виявилася комбінація: оранка 20–22 см + весняне чизелювання 14–16 см. Сприятливо позначилася на врожайності біологізація внесення добрив (солома + ресурсозберігаючі дози NPK і органічний біостимулятор) приріст врожайності досягав +0,78 т/га (\approx +55,7 %), знижувалася засміченість посівів на 46,3 %, збільшувалася маса 1000 насінин

і натура [2]. Це важливо для регіонів з неоднорідним рельєфом і перезволоженням. У цих умовах не завжди потрібна максимально глибока осілля оранки, іноді ефективніше комбінувати помірну глибину з подальшим розпушуванням.

При розробці рекомендацій щодо способів основної обробки слід звернути особливу увагу на агрофізичні ефекти глибини оранки.

Сучасні польові дослідження вказують на те, що при поглибленні основної обробки до 28–30 см (незалежно від оранки або чизелювання) знижується середньозважена щільність шару 0–40 см і поліпшуються показники живлення (нітратний азот, рухомий фосфор), а також знижується засміченість посівів [1, 3]. Так, на півдні України (в умовах зрошення) мінімальні значення щільності для шару 0–40 см отримані при чизельному розпушуванні на 28–30 см; найбільша щільність – при нульовій обробці після тривалого її застосування. Ці агрофізичні зрушення корелюють з врожайністю.

Ряд виробничих і дослідних даних свідчать, що врожайність при полицевій оранці становить на рівні 1,97–2,54 т/га і при чизелюванні – 1,80–2,62 т/га. Як бачимо, ці дані можуть бути порівнянними. На підсумок застосування в даному випадку базовий вплив має система удобрення та захисту посівів від бур'янів. При грамотній системі живлення чизель не поступається оранці, зберігаючи переваги щодо збереження вологи та меншого ущільнення [8]. У практиці господарств часто застосовують глибоке розпушування або глибоку оранку до 30 см під сою після соняшнику, з мінімальними весняними проходами для закриття вологи [9].

1.2. Сучасні технологічні рекомендації щодо основної обробки під сою

Вибір глибини оранки чи глибокого рихлення тісно пов'язаний із характером ґрунту та попередниками. На чорноземах типових і звичайних, де часто формується щільний підорний шар, ефективним є періодичне рихлення

на глибину 27–35 см для руйнування ущільнень і поліпшення інфільтрації вологи. У полях після просапних культур або багаторічних бобових оптимальна оранка на 22–25 см забезпечує достатнє розпушення, вирівнювання орного горизонту й рівномірне загортання решток. У той же час на легких суглинках і ґрунтах зі стабільною структурою надмірне поглиблення може бути недоцільним, адже призводить до зайвих витрат енергоносіїв і порушення капілярності. Тому глибину основного обробітку визначають не за шаблоном, а за фактичним станом ґрунтового профілю, його щільністю та водозабезпеченням.

Полеві дослідження в умовах помірно-континентального клімату України підтверджують, що оптимальне розпушення орного горизонту знижує ризик посухостресу й підвищує ефективність використання опадів у фазах бутонізації та наливу бобів. У роки з дефіцитом вологи глибше рихлення сприяє проникненню коренів у глибші горизонти, де зберігаються запаси продуктивної води, тоді як у роки з надмірним зволоженням забезпечує кращий відтік і аерацію. Вплив глибини обробітку також проявляється у формуванні врожайності: рослини зі стабільно розвиненою кореневою системою формують більшу площу асиміляційної поверхні та інтенсивніше акумулюють азот через бульбочки, що безпосередньо відображається на кількості насіння та масі 1000 зерен [10].

Базовою рекомендацією (за умови збереження структури та відсутності «підшови» нижче 25 см) є глибина обробки на 25–30 см, як елемент класичної технології осінньої обробки.

Вогнища ущільнення при такій системі обробки знищуються періодичним (раз на 4–5 років) глибоким розпушуванням на 32–40 см для ефективного руйнування щільного горизонту і створення «дренажних вікон» для коренів [11].

У той же час сучасні дослідження рекомендують комбінувати середньоглибинну осінню оранку (20–22 см) з весняним чизелем 14–16 см за станом поля, особливо при наявності лижни від техніки та локальних

ущільнень. Такий підхід знижує засміченість, вирівнює водний режим і стабілізує приріст врожайності без надмірних витрат палива на «завжди глибоку» оранку [12].

У посушливих умовах можливе вирощування сої за технологією no-till. Але слід пам'ятати, що при зрошенні ця технологія може програвати за врожайністю варіантам з періодичним розпушуванням (-15 % і більше). У системах strip-till під сою, що застосовуються в Україні, доцільно чергувати смугову обробку з епізодичним глибоким розпушуванням на вузьких ділянках поля з високою щільністю (за даними пенетрометра), щоб не допустити деградації несучої структури.

Дослідження показали, що поглиблення на кожен додатковий сантиметр підвищує витрату палива і знос агрегатів. Економічний сенс поглиблення обробки виникає тоді, коли:

- виявлено ущільнення (пенетрометр > 2–3 МПа на глибинах 20–35 см.
- є дефіцит вологи у вегетації і корінню необхідно «дістати» вологу з підорного горизонту.
- є проблеми із засміченістю та нерівномірністю сходів. Чизельна обробка зменшує щільність і покращує умови для ґрунтових гербіцидів та раннього росту [13].

Виробничі розрахунки показують: при прирості +0,26–0,32 т/га (Лісостеп) додаткова маржа окупає перевитрату палива при поглибленні (у цінах останніх років, навіть із зростанням цін на ПММ). В умовах зрошеного півдня, де різниця між чизелем/оранкою і тривалим no-till досягає 0,5 т/га, економічний ефект ще помітніший. У той же час, в Північній Степу на структурованих ґрунтах без орної підшви поглиблення більше 22 см часто є економічно надмірним. Раціональніше вкластися в інокуляцію, вирівнювання насінневого матеріалу і боротьбу з бур'янами [14].

Отже, наукове обґрунтування оптимальної глибини основного обробітку під сою полягає у створенні фізично активного, рівномірно розпушеного орного шару, який забезпечує безперешкодний розвиток

кореневої системи та стабільне водно-повітряне середовище. Глибина має бути адаптивною і відповідати структурному стану ґрунту, вологозапасам та технологічним умовам конкретного господарства. Саме комплексний, діагностично обґрунтований підхід дає змогу отримувати прогнозовано високі показники врожайності та посилювати ефективність азотфіксації, що надзвичайно важливо для сої як стратегічної бобової культури України.

У підсумку на основі літературних джерел можна сформулювати практичні рекомендації (з урахуванням зональності та стану поля), які існують на сьогодні

Лісостепова зона: базово – оранка на глибину 27–30 см із проведенням раз на 4–5 років глибокого розпушування до 35–40 см з осені, адресно за картами ущільнення. Моніторинг щільності шару 20–35 см. В умовах росту $>1,35$ г/см³ і пенетрометричному опорі $>2-3$ МПа необхідно проводити глибоке розпушування [15].

Північний Степ: оранка або плоскорізна обробка на 20–22 см в умовах відсутності підшви. Якщо пенетрометр вказує на ущільнення горизонту, то обробка чизелем на 28–30 см. При цьому необхідно приділяти увагу інокуляції, рівномірній передпосівній обробці та управлінню вологою [16].

На зрошенні: 28–30 см (оранка або чизель) як стандарт. Необхідно уникати багаторічного безперервного використання no-till без епізодичного розпушування. На зрошуваних полях необхідно стежити за засміченістю. При значному зростанні запасу бур'янів застосовувати чизель, так як вирівняна поверхня поля стабілізують дію гербіцидів [17].

Схилові та перезволожені ґрунти півночі та заходу України – це комбінації зяблевої оранки (20–22 см) з весняним чизелюванням (14–16 см) [18].

Обов'язковий моніторинг раз на 2–3 роки. Вимірювання на полі пенетрометром, ведення «карт ущільнення», адресне поглиблення. [19].

Окрім питання вибору глибини системним основною обробітку ґрунту є вибір способу. Саме він ключовим елементом технології є у застосуванні

грунтообробної техніки при вирощуванні сої, оскільки саме підготовка орного шару визначає умови для формування кореневої системи, генеративних органів і підсумкової врожайності. У численних дослідженнях підкреслюється, що соя, як глибокоренева культура, потребує достатнього розпушеного орного шару та відсутності ущільнених прошарків у зоні 20–35 см. Це забезпечує безперешкодне проникнення кореня, посилює роботу симбіотичного апарату й оптимальну інфільтрацію вологи. Тому дослідження у визначеному напрямку зазначили, що оранка традиційно вважається базовим способом створення рівномірного орного горизонту. Проте безполицеві способи такі, як глибоке рихлення, чизелювання та плоскорізний обробіток, які в першу чергу направлені на ефективність збереження вологи та покращенні фізичного стану ґрунту, особливо в умовах кліматичної аридизації, в деяких випадках не тільки формують врожайність на рівні полицевого обробітку, а і перевершують її [20].

Тому порівнюємо ці два способи основного обробітку. Так, за даними сучасних досліджень, оранка забезпечує високу польову схожість сої та рівномірне розміщення насіння, що сприяє формуванню оптимальної густоти стояння. Завдяки інтенсивному обороту пласта поліпшується аерація верхнього шару, знижується ризик розвитку корневих хвороб та формуються сприятливі умови для росту рослин на ранніх етапах розвитку. За архітектонікою куща такі рослини мають добре виражений центральний пагін, рівномірне розміщення вузлів і стабільну кількість бобів на рослині. Більшість джерел зазначає, що оранка забезпечує помірне, але достатньо стабільне бобоутворення – як правило, 15-17 бобів на рослину, при середній кількості насінин 1,8–2,0 у бобі та значній масі 1000 насінин у межах 180–200 г. Це робить полицевий обробіток надійним для господарств із нестійким зволоженням або високою ймовірністю утворення плужної підшви [21].

Безполицеві способи, особливо глибоке рихлення, демонструють інший тип впливу на структуру врожаю та продуктивність. У наукових публікаціях відзначається, що чизельні та інші сільськогосподарські агрегати, що

призначені для рихлення, покращують вертикальну проникність ґрунту, збільшують макропористість і зменшують щільність у шарі 25-35 см, що є критично важливим для сої. Це сприяє кращому розвитку стрижневого кореня, активній симбіотичній азотфіксації та покращення водного балансу на час фази наливу бобів. Тому за безполицевих систем обробітку зазвичай формуються бобові структури з більшою масою насінин – 190-200 г на 1000 насінин – і кращим наливом зерна. Література підкреслює, що рослини за глибокого рихлення часто мають більш розвинену систему гілкування та формують 16–18 бобів на рослину, що підвищує їх компенсаторний потенціал у стресових умовах [21].

Плоскорізний обробіток, хоча відноситься до безполицевого обробітку, за своїми характеристиками займає проміжну позицію. Він, як і за рихлення, забезпечує збереження структурності ґрунту та запасів вологи, але не завжди повністю усуває ущільнення на глибині обробітку. Проте за результатами досліджень українські науковці зазначають, що за умов достатнього зволоження плоскорізний спосіб обробітку часто забезпечує не меншу врожайність, ніж оранка, а маса 1000 насінин у таких варіантах є стабільно високою. Формування структури врожаю при цьому відбувається за моделлю, близькою до оранки, але зі збільшенням кількості насінин у бобі [22].

Таким чином, полицеві та безполицеві системи основного обробітку ґрунту по-різному впливають на структуру врожайності сої. Оранка створює максимально рівномірні умови для стартового росту та забезпечує стабільні результати за кількістю рослин і бобів на рослину. Натомість глибоке рихлення формує кращі умови для наливу зерна та максимізації продуктивності однієї рослини, а плоскорізний обробіток забезпечує поєднання збереженої структури ґрунту з достатньо стабільно продуктивністю. Літературні джерела свідчать, що вибір системи обробітку має бути адаптивним і враховувати загальний стан запасів вологи, тип ґрунту, схильність ґрунтів до утворення ущільнених горизонтів, а також ресурсні можливості господарства, оскільки оптимальний вибір основного обробітку

визначає не лише рівень врожайності, а її стабільність в умовах кліматичних ризиків.

1.3. Реакція рослин сої на структурні зміни ґрунту в наслідок системи основного обробітку

Структура орного шару (щільність складання, наявність «плужної підшви», пористість, агрегатний склад) формується системою основної та передпосівної обробки. Будь-яке втручання – оранка, чизелювання, mini-/strip-/no-till, проходи техніки – змінює опір ґрунту корінню, аерацію, розподіл вологи та елементів живлення. Ці зміни відбиваються на ростових показниках сої (висота, ступінь розгалуження), а також на елементах структури врожаю (кількість вузлів і гілок, бобів на рослину, насіння на біб, маса 1000 насінин) і, в кінцевому підсумку, на врожайності [23–25].

Розглянемо, як за літературними джерелами система «структура ґрунту → корінь → надземна частина» впливає на морфологію сої

Ущільнення і руйнування «плужної підшви». Підвищена щільність і стисла макропористість обмежують ріст коренів, погіршують їхнє постачання киснем і погіршується формування бульбочок, зміщують їхній кореневий шар вгору. В результаті рослини стають більш низькорослими, з меншою кількістю вузлів і бічних пагонів, падає кількість бобів на рослину і знижується маса 1000 насінин. Що в кінці знижує сумарну врожайність [26]. Навпаки, руйнування ущільненого горизонту (чизель 28–30+ см, епізодичне глибоке розпушування) відновлює проникнення коренів на 0–30 (40) см, підвищує рівномірність сходів і сприяє зростанню висоти та розгалуження залежно від густоти, освітленості та сорту [27].

Ростові процеси обумовлені умовами, які забезпечені посіви, в тому числі і за рахунок основної обробки ґрунту. Так, в умовах зрошення). При порівнянні оранки 28–30 см, чизеля 28–30 см, дискового 12–14 см і no-till висота рослин і біометрія у варіантах з оранкою або чизелем були стабільнішими на тлі меншої засміченості та кращого забезпечення N і P;

тривалий no-till призводив до ущільнення верхніх горизонтів, що супроводжувалося зниженням біометричних показників і врожаю (до -15%) [28]. Комбінація оранки 20–22 см + весняний чизель 14–16 см підвищує біометричні ознаки, в т.ч. висоту, і дала значні прирости врожайності; на контролі середня висота була нижчою. Ряд робіт відзначає значущі ефекти систем обробки на висоту рослин (і разом з тим на боби/масу 1000 насінин). Так, у багаторічних серіях помірна поверхнева обробка давала найбільшу висоту (\approx 80–85 см) і одночасно максимум бобів на рослину в порівнянні з глибокою полицевою оранкою і «нулем» на ущільнюваних ґрунтах. При локальному ущільненні (проїзди, колія) зафіксовано зниження висоти і нерівномірність стояння [29].

Таким чином, висота позитивно реагує на відновлення структури (зняття ущільнення, підтримка пухкості 0–30 см).

В основі формування кількості бічних пагонів лежить компенсаційна природа розгалуження. Соя компенсує стрес або густоту стояння нарощуванням гілок і завантаженням їх репродуктивними вузлами. Тому врожайність рослини тісно пов'язана з масою і продуктивністю гілок. У сприятливій структурі ґрунту (низький опір, хороша аерація) закладається більше вузлів, гілки формують більше бобів, особливо при помірній густоті. Підвищений опір ґрунту навпаки знижує кількість бічних пагонів і вузлів, посилює конкуренцію рослин за світло, зміщуючи архітектуру в бік витягування головного стебла без продуктивного розгалуження [10–12, 18].

Однак ріст і гіллястість рослини, тобто більш висока рослинна маса, не гарантує більший урожай і сама по собі не є цільовим показником врожайності. Орієнтирами служать вузли, гілки і боби [13, 16, 17]. Ключовими параметрами є кількість вузлів і бобів на рослину, а також у розрахунку на одиницю площі. При достатній вологості компактні, невисокі рослини нерідко формують більше плодів за рахунок кращого розгалуження і вузлоутворення [2].

Тому розглянемо дослідження щодо формування структури врожаю (вузли → боби → насіння → маса 1000)

Кількість бобів на рослину (а також на одиниці площі) прийнято вважати головним драйвером врожайності

Польові дослідження українських вчених показують, що на дерново-підзолистих при системах, які зберігають або покращують структуру (оранка 20–22 + весняний чизель; органомінеральне живлення), збільшувалися висота, кількість бобів і маса 1000 насінин, що дало +0,6–0,8 т/га до контролю [3, 9].

Іноземні дослідники в багатофакторних експериментах встановили, що помірні зниження обробки і якісна передпосівна підготовка дають більше бобів на рослину і вище 1000-зернівку, ніж на ущільненому «нулі». Відмінності по висоті прикріплення нижнього бобу і висоті рослин варіюють, але ключ – підрахунок бобів [14, 19].

Польові рекомендації вчених із США підкреслюють: «урожай визначає кількість бобів, а не сантиметри висоти»; приріст одного бобу на рослину дає приблизно +0,13 т/га на полі [30].

Кількість насіння на біб і маса 1000 насінин, ці параметри менш пластичні, ніж кількість бобів, але відповідають на поліпшення водно-поживного режиму (краща структура → глибше коріння → стабільніший налив). За даними українських і європейських вчених маса 1000 насінин статистично зростала у варіантах із зруйнованою підшвою, тоді як при тривалому ущільненні і високих щільностях стояння – знижувалася [1, 3]. Коливання середньої кількості насінин у бобі зазвичай невеликі і сильніше залежать від сорту і стресу цвітіння, ніж від самої глибини обробки [2, 14].

Практичними наслідками для формування системи обробки з урахуванням впливу морфології на врожайність є вивчення структури врожайності, як обов'язковий крок при роботі агронома. Метою роботи над архітектонікою куща є не формування «високих рослин», а отримання рівномірного стеблостояння з достатньою кількістю вузлів і бічних пагонів.

Цьому сприяє структурно-щадна основна і передпосівна обробки, рівне ложе насіння і контроль колії.

Вплив обробки на формування освітленості посівів працює наступним чином: на структурованому ґрунті помірна густина підсилює розгалуження і кількість бобів на рослині. Надмірна густина при поверхневій обробці призводить до витягування без формування продуктивних гілок.

Максимальна глибина обробки не завжди буває ефективною. У разі відсутності ущільнення на високоструктурованих ґрунтах достатньо 20–22 см для підтримки висоти і розгалуження, а також вагової структури врожаю. Поглиблення повинно спиратися на показання пенетрометра, в іншому випадку економічна віддача від прийому сумнівна.

Комбіновані схеми (оранка 20–22 + весняний чизель 14–16) ефективні на перезволожених і схилових ґрунтах. Вони покращують вирівнювання і корнезаселений шар, що позитивно впливає на висоту, кількість бобів і їх розмір.

Структурні зміни ґрунту внаслідок обробки безпосередньо формують архітектуру рослини сої. Зняття ущільнення і підтримка пухкої, аерованої структури ґрунту збільшує висоту (в межах сорту), вузлоутворення і розгалуження, що в результаті проявляється зростанням кількості бобів на рослину і на площі. Маса 1000 насінин і кількість насінин у бобі реагують слабше, але зростають при поліпшенні структури орного шару. Тому базовим є не глибина обробки, а адресне відновлення структури, яке покращує саме структуру врожаю (вузли → гілки → боби).

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт та умови проведення досліджень

Об'єктом дослідження була насіннева врожайність сої посівної

Предметом досліджень було уточнення глибини і способу, як базових складових схеми основного обробітку ґрунту під посів сої.

Матеріали досліджень виступав сорт сорту Сіверка, різноглибинний основний обробіток та способи його проведення.

Дослідження проводили у 2023–2024 роках у зоні північно-східного Лісостепу в умовах ФГ "Юаліс" (м. Буринь) Конотопського району.

Кліматичні умови років досліджень були несприятливими з погляду насінневої продуктивності посівів. Так, 2023 рік загалом характеризувався відносно прийнятним стартом, але тепло-сухим фіналом (кінець серпня – початок вересня), що підвищувало ризики зниження маси 1000 насінин і частки виконаних зерен у посівах. Сезон 2024 року відзначався стійким дефіцитом вологи з весни та піком посухи в липні–серпні, у поєднанні з частими днями з температурою +30...+37 °С. Для сої це означало високий ризик редуції зав'язей, підвищення частки «порожніх» або дрібних насінин і зниження маси 1000 насінин.

Вегетаційний період сої у 2023 році в умовах Сумської області (травень–вересень) загалом проходив за сценарієм "тепліше норми з епізодами дефіциту вологи", при цьому погодні відхилення від середньорічних показників відзначалися в період фаз цвітіння та наливу бобів.

У травні 2023 року агрометеорологічні умови для початку вегетації культур у північно-східних Лісостепу, були переважно сприятливими: середньодобові температури досить швидко перейшли через поріг 10–12 °С, що дозволило своєчасно проводити сівбу сої та забезпечити дружні сходи. Оподи випадали нерівномірно, проте на початку місяця запас продуктивної вологи в орному шарі на більшості площ залишався близьким до

оптимального, що сприяло дружному проростанню насіння. Повноцінно формувалась первинна коренева система та початкове гілкування рослин. Перезволоження, яке могло б спровокувати кірку або замокання посівів, у регіоні загалом не спостерігалось; основним обмежувальним фактором був дещо знижений температурний фон у окремі дні першої половини місяця, що декілька уповільнювало ростові процеси на перших етапах росту але без суттєвої шкоди для посівів.

У червні погодні умови поступово набували більш континентального характеру: середні температури повітря підвищилися відносно травня, сонячна радіація зростає, що стимулювало інтенсивний ріст вегетативної маси сої. На початку місяця на більшій частині зони вирощування зберігався задовільний запас вологи у метровому шарі ґрунту, завдяки чому рослини добре нарощували листкову поверхню, формували додаткові пагони та вузли, де закладатимуться генеративні органи. Водночас у другій половині червня відмічалось поступове зменшення кількості ефективних опадів та спостерігалось досить активне висихання верхнього шару ґрунту, особливо на підвищених місцях рельєфу. Це створювало передумови для певного водного стресу наприкінці фази гілкування. Даний фактор впливав на обмеження закладання кількості бобів на рослині, особливо за умов агротехніки, що не включала вологозберігаючих заходів.

Липень 2023 року в північно-східному Лісостепу, як і більшості регіонів України, характеризувався підвищеним температурним фоном порівняно з кліматичною нормою та нерівномірним випадінням опадів. Тобто це переважно тепла, місцями спекотна погода з денними максимумами, які нерідко перевищували 28–30 °С на фоні чергування сухих періодів з короткочасними грозовими дощами. Саме на цей місяць у більшості посівів у регіоні припали критичні фази: бутонізація, цвітіння та початок формування бобів. Тому в умовах поєднання високих температур і недостатньої вологи у верхньому шарі орного шару в цей рік відмічалось часткове обсіпання квіток і зав'язей, зменшення кількості бобів на рослині, а також пригнічення

симбіотичної азотфіксації. На полях, де були збережені пожнивні рештки, застосовувалась більш глибока безполицева обробка та сбалансоване удобрення, негативний вплив липневої спеки частково компенсувався кращим водозабезпеченням кореневої системи.

У серпні температурний режим залишався вищим за середньобагаторічний, але водночас спостерігалось певне пожвавлення у вологозабезпеченні у вигляді коротких зливових дощів і гроз. Для сої цей період збігався з активним наливом насіння в бобах та початком фізіологічного досягання ранніх і ультраранніх сортів. На ділянках із достатніми запасами ґрунтової вологи серпневі температури сприяли швидкому та інтенсивному наповненню насіння, формуванню значної маси 1000 насінин і підвищенню вмісту протеїну. Натомість на полях із порушеною структурою та розвиненою плужною підшвою спостерігався прискорений перехід рослин до досягання під впливом комбінованого теплового й водного стресу. Даний комплекс проблем призводив до зниження висоти рослин, зменшення кількості бобів та формування дрібнішого насіння.

Вересень 2023 року в Сумській області пройшов загалом у помірно-теплих умовах із рідкими дощами, які вже менше впливали на формування врожаю, але мали значення для умов збирання культури. Для ультраранніх і ранньостиглих сортів, які завершували налив і досягали господарської стиглості вже на початку місяця, погодні умови були переважно сприятливими: дощової погоди не спостерігалось, що дозволило провести збирання без істотних втрат від осипання чи вилягання. Для середньостиглих форм певні дощові періоди могли зумовлювати незначні затримки зі збиранням і підтримувати зеленолистість окремих рослин, однак загалом завершення вегетації відбувалося в режимі, близькому до оптимального, без критичних похолодань чи ранніх осінніх заморозків.

Узагальнюючи, погодні умови травня–вересня 2023 р. в Сумській області для сої можна їх охарактеризувати, як відносно сприятливі. Достатня вологозабезпеченість на початку вегетації й відсутність різких похолодань

сприяли дружним сходам і формуванню кореневої системи, тоді, як підвищені температури та нерівномірний розподіл опадів у липні–серпні показали перевагу застосування вологозберігаючих технологій і адаптованих сортів.

У травні 2024 року в зоні лісостепу Сумській області середньодобові температури незначно були вищими за кліматичну норму. Це сприяло своєчасному проведенню висіву та отриманню дружних сходів сої. Кліматичний фон цього місяця в північно-східній Лісостепу в цілому характеризується, як теплий. Денні максимуми з середини травня перевищують 20 °С. Запас ґрунтової вологи після зими і перших місяців весни був достатнім, що свідчить про сприятливі стартові умови для коренеутворення і розгалуження рослин. У червні та липні 2024 року температури були вище середніх, особливо в липні. Для м. Бурині середня денна температура в липні досягає близько 25 °С з досить низькими нічними (близько 15 °С). У таких умовах рослини сої активно нарощували вегетативну масу, однак при цьому значно зріс ризик водного стресу і впливу високої температури на процеси цвітіння і наливу бобів. Слід зазначити, що в цей період були тривалі проміжки без опадів, що могло вплинути на утворення кількості бобів на рослині та ефективну масу насіння в бік зменшення.

В серпні та вересні в лісостеповій зоні Сумщини середні температури залишались відносно високими, але мали тенденцію день за днем до зниження. У вересні середня денна температура складала близько 20–22 °С, нічна – близько 10–11 °С.

Опадів у вересні випало 38,9 мм, що забезпечило відносно сприятливі умови для завершення вегетації. В цей період у соя проходить фази наливу і дозрівання. С точки зору достатності вологозабезпечення на кінець сезону, це дозволяє реалізувати потенціал розміру і якості насіння, а помірні температури зменшують ризик перегріву і десикації насіння.

В цілому в 2024 році погодні умови в зоні проведення досліджень були відносно сприятливими для вирощування сої, переважно в стартових і кінцевих періодах вегетації. Однак, наявність температури вище норми влітку

і інтервали з низькою вологістю могли вказувати на перевагу застосування вологозберігаючих технологій, використання ранніх сортів і суворе дотримання агротехніки.

2.2. Схема досліду, матеріал та методики дослідження

Дослід з вивчення ефективності прийомів основного обробітку ґрунту проводився за такою схемою:

1. Глибоке розпушування на 27 см (Gaspardo Atilla 250/5);
2. Дискування на глибину 14 см (у два сліди, БДТ-7);
3. Плоскорізний обробіток на глибину 22 см (КПГ-2-150);
4. Оранка на глибину 22 см (контроль, ПЛН-4-35).

Польові дослідження проводили відповідно до «Методики випробування державних сортів сільськогосподарських культур» (Волкодав, 2001). Ґрунт ділянки, на якій було закладено польовий дослід – чорнозем типовий малогумусний. Вміст гумусу – 4,6 %; доступного фосфору – 22 мг/100 г ґрунту; обмінного калію – 9 мг/100 г ґрунту; рН – 5,9. Попередником сої в сівозміні була пшениця озима.

Розміщення варіантів у досліді – систематичне, повторність чотириразова. Площа облікової ділянки – 0,2 га. Агротехніка вирощування сої в досліді була загальноприйнята для регіону. Основний обробіток проводили в першій декаді серпня. Норма висіву – 0,7 млн. шт./га. Сівба сорту Сіверка у роки досліджень здійснювали в першій декаді травня, збирання – у другій декаді вересня.

Серед ультрастиглих сортів української селекції особливе місце займає сорт Сіверка, створений ННЦ «Інститут землеробства НААН» методом індивідуального добору з гібридної комбінації Південь-30 × Устя. Сорт належить до маньчжурського підвиду (*subsp. manchurica*) і характеризується стабільно коротким вегетаційним періодом – в середньому 95–97 діб, що дозволяє використовувати його в умовах Лісостепу, Полісся та Північного Степу, а також застосовувати як попередник під озимі або в пожнивних

посівах. Рослина має проміжний тип росту, висоту близько 90–100 см, сіре опушення і білі квітки; насіння овально-втягнуте, жовтого забарвлення, маса 1000 насінин близько 170–175 г, що відповідає стандартним вимогам для ультраранніх сортів.

Сорт відрізняється високою адаптивністю до погодних умов і відносною пластичністю в структурі врожаю. Висота прикріплення нижнього бобу (10–13 см) забезпечує доступність для механізованого збирання без значних втрат. Стебло залишається міцним до кінця вегетації і не схильне до вилягання, що особливо важливо для ранньостиглих сортів, які формують урожай в більш короткі терміни. Сіверка має підвищену стійкість до комплексу грибних і бактеріальних захворювань, а також до розтріскування бобів, що знижує ймовірність післязбиральних втрат і забезпечує стабільне формування товарної партії насіння.

У технологічному відношенні сорт добре реагує на інокуляції, що покращує азотфіксацію і зумовлює більш інтенсивне формування вегетативної маси та бульбочкової системи та внесення фосфорно-калійних добрив. Оптимальна густина стояння становить близько 600-700 тис. шт. рослин гектар. У разі відповідності густоти стояння формується розвинена коренева система, краще використовується волога з верхнього і середнього шарів ґрунту. Посіви сорту добре посіви сорту добре витримують добові температурні коливання.

Урожайність Сіверки варіює залежно від зони і умов року, однак в середньому в виробничих умовах сорт здатний забезпечувати 2,5–3,0 т/га, а при інтенсивній технології і сприятливих умовах – до 3,5 т/га. Насіння характеризується високим вмістом протеїну (35–41 %) і помірною олійністю (20–21 %), що робить сорт придатним, як для продовольчого, так і для кормового напрямку. Завдяки поєднанню короткого періоду вегетації та стійкості до осипання Сіверка зарекомендував себе, як надійний сорт для зон ризикованого землеробства і господарств, орієнтованих на ранній збір і отримання стабільної врожайності при мінімальних кліматичних ризиках.

Далі наведена агротехнічна характеристика сільськогосподарських машин для основної обробки ґрунту та їх вплив на фізичні властивості чорнозему

Ефективність систем основної обробки ґрунту багато в чому визначається типом і конструкцією агрегатів, що використовуються для руйнування ущільнених шарів, регулювання структури орного горизонту, перерозподілу рослинних залишків і підтримки оптимального водно-повітряного режиму. У наших дослідженнях були застосовані наступні чотири сільськогосподарські машини з акцентом на їх агрофізичний вплив на чорноземні ґрунти.

1. **Глибокородзпущувач *Gaspardo Atilla 250/5*** належить до класу важких чизельних культиваторів, призначених для глибокого рихлення ґрунту без перевертання шару ґрунту.

Агрегат забезпечують ефективне руйнування ущільнених горизонтів і плужної подошви на глибині 25–45 см із формуванням розвиненої вертикальної та похилої тріщинуватості ґрунтового профілю. В результаті застосування *Gaspardo Atilla 250/5* знижується об'ємна маса ґрунту в підорному шарі, збільшується загальна та аераційна пористість, а також покращується водопроникливість та інфільтрація атмосферних опадів. Чизельний обробіток чорноземів важкими глибокородзпущувачами типу *Atilla* зменшує щільності ґрунту в шарі 20–40 см на 0,08–0,15 г/см³, збільшує макропори в агрегатованому складі ґрунту та стабілізує її на період вегетації культур [Тараріко, 2018; Медведєв, 2019].

На відміну від полицевої оранки, глибоке рихлення агрегатом *Gaspardo Atilla 250/5* не прискорює мінералізацію органічної речовини верхнього шару, що сприяє збереженню запасів органічного вуглецю, підвищенню біологічної активності ґрунту та кращому функціонуванню корневих систем культур із глибоким проникненням коренів, зокрема сої.

З технологічної точки зору застосування *Gaspardo Atilla 250/5* забезпечує зменшення тягового опору для наступних операцій, сприяє

швидкому настанню фізичної стиглості ґрунту на весні та зниженню сумарних енерговитрат у системі основного обробітку. Це робить агрегат доцільним елементом ресурсозберігаючих і ґрунтозахисних технологій вирощування сої в умовах нестійкого зволоження [31]

2. **Дискова важка борона БДТ-7** (поверхнева і напівосновна дискова обробка 10–20 см) виконує дискове рихлення на глибину 10–20 см і є базовим агрегатом для лущення стерні та підготовки до оранки. Робота борони спрямована на інтенсивне подрібнення поживних залишків, руйнування великих грудок, вирівнювання поверхні поля і часткове кришіння верхнього шару. За даними агрофізичних досліджень, дисковий вплив помітно покращує крихкість і пухкість поверхневого шару 0–12 см, проте не усуває ущільнення в підорному шарі, а при систематичному використанні може посилювати горизонтальне ущільнення на глибинах 16–22 см [31].

Дискове знаряддя сприяє прискореному перемішуванню рослинних залишків і створенню мульчованої поверхні, що знижує випаровування вологи в післязбиральний період. Однак при частому застосуванні можлива часткова деградація структури внаслідок повторного подрібнення агрегатів [32].

3. **Культиватор-плоскоріз-глибокорозпушувач КПГ-2-150** (15-30 см, безполицева обробка) відноситься до систем плоскорізного безполицевого рихлення, виконуючи технологічну операцію з підрізання пласта ґрунту і кореневих систем бур'янів без обороту ґрунту. На відміну від знарядь інверсійного типу, КПГ-2-150 зберігає рослинні залишки на поверхні, зменшуючи швидкість випаровування вологи і захищаючи ґрунт від ерозії.

Дослідження показали, що плоскорізне рихлення забезпечує збереження мезо- і макропористості, стабілізує щільність у шарі 0–30 см, сприяє поліпшенню вологонакопичення і зменшенню механічного опору ґрунту корінню культур.

З точки зору фізико-хімічних властивостей, КПГ-2-150 підтримує високий рівень SOM/SOC ("органічна речовина ґрунту"/ "ґрунтовий

органічний вуглець"), оскільки відсутність обороту пласта зменшує швидкість мінералізації гумусу, а мульчуючий шар стимулює корисну мікробіоту [33].

4. **ПЛН-4-35** (класична полицева оранка 18–30 см) забезпечує повну інверсію пласта з повним оборотом рослинних залишків і глибоким розпушуванням орного шару. Застосування плуга призводить до формування пухкого і добре аерованого поля відразу після обробітку, що полегшує проведення посівної операції [34].

Однак, у стаціонарних дослідженнях доказано, що багаторічна система обороту поверхневого шару ґрунту, при постійній глибині обробітку, формує підплужний ущільнений шар (20–24 см), погіршує водопроникність і сприяє прискореній мінералізації органічної речовини [35].

Незважаючи на високу технологічність і фітосанітарний ефект, тривале систематичне застосування ПЛН-4-35 зменшує водостійкість агрегатів, знижує SOC і підвищує ризик ерозійних процесів. Тому оранка оптимальна в ротації з чизельними і плоскорізними прийомами [36].

Досліди закладалися згідно до загальноприйнятих методик [37–39]. Ефективність способів обробітку оцінювали відповідно до методики визначення біоенергетичної ефективності агротехнічних заходів [40]. Результати експерименту обробляли методом дисперсійного аналізу.

За методичні рекомендації з визначення параметрів вихідного матеріалу сої для селекції в зоні Східного Лісостепу України визначали:

- тривалість міжфазних періодів;
- висоту рослин, висоту прикріплення нижнього бобу;
- кількість гілок, бобів, насінин;
- маса 1000 насінин;
- лабораторні показники якості.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ГЛИБИНИ І СПОСОБУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА НАСІННЄВУ ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПІ УКРАЇНИ

3.1. Стан посіву та формування густоти стояння рослин залежно від способу основного обробітку

Цінність вибору системи основного обробітку ґрунту полягає в тому, що цей технологічний прийом визначає стартовий стан орного шару та формує середовище, максимально наближене до оптимальних умов для росту та розвитку рослин сої. Від глибини й характеру розпушення залежить рівень щільності ґрунту, водно-повітряний баланс, рівномірність розміщення насіння при висіві та можливість кореневої системи проникати в глибші горизонти. Оскільки соя є культурою з потужним стрижневим коренем і високою потребою у стабільній аерації, правильний вибір обробітку забезпечує оптимальний режим для формування бульбочкових бактерій, накопичення біологічного азоту та інтенсивного наростання асиміляційної поверхні [41].

Тому підбір способів основного обробітку впливає на ризики формування ущільнених прошарків, які обмежують розвиток кореневої системи та призводять до нерівномірності сходів. Одночасно від нього залежить акумуляція та збереження продуктивної вологи, вирівнювання поверхні орного шару та забезпечується однакова глибина загортання насіння. Що створює передумови для одночасних і дружних сходів, рівномірного росту та ефективного використання опадів і ґрунтової вологи впродовж усього періоду вегетації.

Отже, цінність вибору основного обробітку полягає не лише в технічній підготовці ґрунту, а у створенні стабільного, керованого середовища, яке мінімізує вплив стресів і максимально реалізує генетичний потенціал сорту.

Правильно підібраний спосіб: полицевий, безполицевий чи комбінований, дозволяє сформувати структурні елементи врожаю (боби, насінини, масу 1000 насінин) на найвищому можливому рівні та забезпечити прогнозовану врожайність за мінливих погодних умов

В основі вибору агротехнічних прийомів необхідно враховувати, що теоретичною основою мінімізації обробітку ґрунту є положення про те, що рівноважна щільність чорноземів перебуває в межах біологічного оптимуму для обраної культури [42]. Дані проведених досліджень показали, що на початку вегетації рослини сої забезпечували найбільший процент сходів саме за використання дворазового дискування, як основного обробітку та за умови проведення оранки (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Вплив основного обробітку на формування густоти стояння в посівах сої сорту Сіверка, (2023-2024 рр.)

Спосіб основного обробітку	Схожість, %	Збереженість на початок збирання	Кількість рослин на час збирання шт./га	Кількість гілок на рослині, шт.
1. Глибоке рихлення	74,1	84	435,7	2,30
2. Дискування	79,4	78	518,6	2,60
3. Плоскорізний обробіток	73,8	82	439,1	2,23
4. Оранка (контроль)	82,9	83	535,0	2,23
НІР ₀₅	3,3	2,4	72,47	0,24

Результати таблиці демонструють, що система основного обробітку ґрунту значною мірою визначає формування густоти стояння та просторової структури посівів сої сорту Сіверка. Найвищу польову схожість показала оранка – 82,9%, що закономірно забезпечило найбільшу кількість рослин в перший період росту рослин, а також на час збирання (535,0 тис.шт./га). Це підтверджує, що традиційний глибокий обробіток формує найбільш однорідний за щільністю та структурою орний шар, оптимізує загортання насіння і вирівнює глибину сівби, що у підсумку сприяє високій початковій густоті. Дискування, забезпечило досить високу схожість – 79,4%, але

внаслідок нижчої збереженості рослин на час збирання (78%), забезпечило другий за величиною показник остаточної густоти – 518,6 тис. шт./га. Це свідчить, що навіть за меншою глибиною обробітку орного шару полицевий обробіток формує достатньо сприятливі умови для збереження частини рослин, хоча ризики втрат на пізніших етапах розвитку залишаються вищими.

Глибоке рихлення та плоскорізний обробіток характеризувалися найнижчими показниками схожості – 74,1% та 73,8% відповідно, що у поєднанні зі збереженістю у 82–84% призвело на час збирання до помірної густоти (435,7 та 439,1 тис. шт./га відповідно) рослин в посівах. Це може бути пояснено певною неоднорідністю верхнього шару (на глибину висіву) після цих способів обробітку. Глибоке рихлення створює потужний розпушений профіль, але інколи менш стабільний для рівномірного загортання насіння, тоді як плоскорізний обробіток меншою мірою рихлить шар, що потрапляє до обробки, і це створює умови до збереження локальних ущільнень та ускладнює формування якісного насінневого ложа і призводить до нерівномірностей глибини посіву. Тому в наслідку нижча стартова густота, яка у сої часто визначає потенціал розміщення генеративних вузлів.

Цікавою виявилася динаміка формування гілкування. Цей процес безпосередньо впливає на розвиток генеративних органів в процесі онтогенезу сої. Найбільшу кількість бічних гілок відзначено за обробітку ґрунту дисковими боронами (2,60 шт./рослину). Це може бути пояснено компенсаторною реакцією рослин на підвищену конкуренцію в рядку або на менш глибокий орний шар, у якому розміщується основна частина кореневої системи при поверхневому обробітку. У разі поширення коріння в верхньому шарі, рослини, які біологічно створені для глибокого проникнення в шари ґрунту мають тенденцію розширюватися в вегетативній частині латерально (в бік від основного стебла). Глибоке рихлення забезпечило значення у 2,30 гілки, тоді як оранка і плоскорізний обробіток (обробітки з однаковою глибиною) по 2,23 гілки, що свідчить про відносну стабільність цього показника за умов більш глибокого та рівномірного рихлення. Таким чином,

гілкування виявилось найбільш чутливим до поверхневого та традиційного за глибиною обробітку, тоді, як у разі заглиблення до 27 см рослини формують більш вирівняний і передбачуваний морфотип.

Таким чином, можна зазначити, що близький до оптимальної густоти стояння рослин і стабільні морфометричні характеристики забезпечувала традиційно рекомендована оранка. Дискування, попри нижчу збереженість відносно контрольного варіанту, формувало достатньо високу передзбиральну густоту та найбільш розвинену систему гілкування. Глибоке рихлення та плоскорізний обробіток на глибину оранки виявилися менш ефективними для с погляду формування густоти стояння рослин, але забезпечили прийнятні параметри для індивідуальної продуктивності рослин.

Окрім прямих показників формування врожайності як оцінювального методу у виборі способу та глибини обробітку слід пам'ятати, що одним із показників якості основного обробітку є його вплив на формування забур'яненості полів. Основним методом боротьби з бур'янами нині є хімічний спосіб. Однак навіть найсучасніші гербіциди не гарантують повного знищення бур'янів.

Результати підрахунку кількості бур'янів у посівах (табл. 3.2) показали, що у фазі сходів сої, тобто до застосування гербіцидів, найнижча забур'яненість (57,0 шт./м²) спостерігалася в посівах на контрольному варіанті, а найвища – у варіантах із глибоким розпушуванням на 27 см без обороту пласта (115,4 шт./м²) та плоскорізним обробітком на глибину 22 см (111,2 шт./м²). Таким чином, рівень забур'яненості при безполицевому обробітку був майже у два рази вищим порівняно з контролем. Засміченість посівів сої після дискування на глибину 14 см (97,0 шт./м²) була більшою, ніж після оранки, але нижчою, ніж після глибокого розпушування та плоскорізного обробітку.

Отримані дані свідчать, що інтенсивність та спосіб основного обробітку ґрунту визначають рівень забур'яненості посівів сої через зміну структури орного шару, переміщення насіннєвого банку бур'янів та особливості

проростання різних життєвих форм бур'янів (табл. 3.2). Найнижча засміченість як зазначено у фазі сходів, так і перед збиранням спостерігалася за умови оранки — 57,0 шт./м² на початку вегетації та 11,9 шт./м² перед збиранням, з мінімальною кількістю багаторічних коренепаросткових видів (4,7–1,5 шт./м²).

Таблиця 3.2

Вплив основного обробітку на засміченість посівів сої, (2023-2024 рр.)

Основний обробіток	Кількість бур'янів в посівах сої, шт./м ²			
	в фазі сходів		перед збиранням	
	всього	в тому числі, багаторічних	всього	в тому числі, багаторічних
1. Глибоке рихлення	115,4	5,9	15,4	1,7
2. Дискування	97,0	6,3	16,0	2,0
3. Плоскорізний обробіток	111,2	5,1	13,6	1,7
4. Оранка (контроль)	57,0	4,7	11,9	1,5

Цей результат закономірний, оскільки оранка, окрім того, що повністю перемішує (інвертує) орний шар, однак використання передплужників окремим технологічним заходом дозволяє заглиблювати насіння однорічних бур'янів, що знаходилося на поверхні, на глибину 18–25 см, що робить їх непридатними до проростання через різку нестачу світла й кисню. Для багаторічних бур'янів інверсійний обробіток руйнує кореневища і розриває систему живлення, що різко знижує їх життєздатність у перші тижні після відновлення вегетації.

У варіантах глибокого рихлення та плоскорізного обробітку фіксується вища забур'яненість на початку вегетації, що зумовлено збереженням насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту на глибині 3–8 см, де існують найкращі умови для проростання. Наукові джерела також свідчать, що за безполицевих способів основного обробітку насіннєвий банк бур'янів не переміщується у глибші горизонти, а отже, зберігає високу життєздатність і здібність до проростання. Проте перед збиранням, внаслідок хімічного знищення, ці варіанти показують суттєве зниження загальної кількості бур'янів (13,6–15,4 шт./м²), що можна пояснити значною листовою поверхнею, як способу

конкурентоздатністю сої. В умовах збереженості структури ґрунту та вологи густий листковий полог пригнічує світлолюбні види бур'янів. Слід відзначити, що кількість багаторічних бур'янів у цих варіантах (1,7 шт./м²) залишалася на рівні оранки, що пов'язано з ефектом часткового руйнування кореневої системи шляхом глибокого розпушення.

Дискування демонструє проміжні показники: початкова засміченість нижча, ніж у рихлення чи плоскорізного обробітку (97,0 шт./м²), але перед збиранням рівень бур'янів залишається найвищим — 16,0 шт./м², із найбільшою часткою багаторічних (2,0 шт./м²). Науково це пояснюється тим, що дискова обробка перемішує насіннєвий банк у межах 5–12 см, створюючи сприятливі зони для проростання великої кількості бур'янів. Крім того, дискування фрагментує кореневища, що не знищує багаторічні бур'яни, а натомість стимулює їх вегетативне розмноження.

Загалом отримані результати узгоджуються з фундаментальними агроекологічними принципами: полицевий обробіток ефективно пригнічує бур'яни за рахунок глибокого загортання їх насіння, тоді як безполицеві технології зберігають запас насіння бур'янів на поверхні. Їх зменшення потребує або потужнішої конкуренції культурних рослин, або включення інтегрованих систем гербіцидного захисту, якій контролює чисельність бур'янів до часу збирання культури. Водночас безполицеві системи можуть забезпечувати суттєве зниження бур'янового тиску в пізніші фази розвитку завдяки інтенсивнішому росту сої, кращому збереженню вологи та формуванню щільного листкового пологу.

Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлено, що завдяки обробці посівів гербіцидами вдалося істотно знизити забур'яненість і звести чисельність бур'янів до незначного рівня. Проте навіть за таких умов забур'яненість у посівах після оранки залишалася дещо нижчою, ніж за інших прийомів основного обробітку ґрунту.

3.2. Особливості формування структура врожайності при різних способах обробітку

Проведені дослідження показали, що вищі запаси продуктивної вологи у ґрунті відзначалися за обробітку на глибину 22 см і більше. Тому, природно, що на цих варіантах волога ефективніше використовувалася рослинами, що позитивно позначилося на показниках структури врожаю.

Результати таблиці 3.3 демонструють те, що формування генеративних органів сої сорту Сіверка досить помітно реагує на характер основного обробітку ґрунту, хоча загальна тенденція свідчить про відносно стабільний сортовий потенціал щодо кількості насінин на рослину.

Таблиця 3.3

Формування генеративних органів рослини сої сорту Сіверка залежно від основного обробітку, (2023-2024 рр.)

Спосіб основного обробітку	Кількість бобів, шт.		Кількість насінин, шт.	
	на рослині	на одну гілку	на рослині	в одному бобі
1. Глибоке рихлення	16,6	7,2	31,5	1,90
2. Дискування	17,7	6,8	30,7	1,74
3. Плоскорізний обробіток	15,6	7,0	31,7	2,03
4. Оранка (контроль)	16,3	7,3	31,2	1,91
НІР ₀₅	1,17		0,5	

Найвищу кількість бобів на рослину забезпечило дискування – 17,7 шт., що перевищувало показники оранки (16,3 шт.) та глибокого рихлення (16,6 шт.). Найнижче значення зафіксовано за плоскорізного обробітку – 15,6 шт. Перевага поверхневого обробітку може бути пов'язана з певною компенсаторною реакцією рослин за умов менш глибокого та більш щільного орного шару, коли збільшення утворення бобів частково компенсує меншу масу насіння, характерну для цього способу обробітку в інших показниках.

Кількість бобів на одну гілку виявилось відносно вирівняним показником за варіантами, однак більш тонкий підхід показує деяку специфічну реакцію рослин на глибину рихлення. Найвищий результат в досліді продемонстрували рослини контрольного варіанту (оранка) – 7,3 бобу

на гілку, дуже близькі значення спостерігалися за глибокого рихлення (7,2) і плоскорізного обробітку (7,0). Дискування, хоча і забезпечило загалом найвищий показник кількості бобів на рослину, однак саме за цього варіанту основного обробітку було встановлено найнижчий рівень продуктивності однієї гілки — 6,8 бобу, що формує іншу структурну модель рослини. Яка полягає в тому, що основна кількість бобів формувалася внаслідок збільшення кількості генеративних вузлів, але не шляхом продуктивності кожної окремої гілки.

Слід відзначити те, що загальна кількість насінин на рослину у всіх варіантах була надзвичайно близькою — 30,7–31,7 шт., що підкреслює значну сортову стабільність Сіверки та її здатність підтримувати репродуктивний потенціал незалежно від характеру обробітку ґрунту. Найвище значення отримано за плоскорізного обробітку — 31,7 насінини, тоді як інші варіанти перебували практично на одному рівні. Слід зазначити, що кількість насінин у бобі, яка демонструвала більшу варіабельність при розгляді різних генеративних органів, може слугувала індикатором реакції сорту на умови мікросередовища, що було створено при різних підходах до основного обробітку. Максимальний показник озерненості в досліді був зафіксованим за плоскорізного обробітку — 2,03 насінини в одному бобі, тоді, як дискування забезпечило найнижче значення — 1,74, а глибоке рихлення та оранка формували середній рівень показника — 1,90–1,91.

Сукупність отриманих результатів свідчить, що різні види основного обробітку впливають не стільки на загальну кількість генеративних органів, скільки на їх структуру та якісні параметри. Дискування стимулює формування більшої кількості бобів, але з дещо меншою озерненістю, тоді як плоскорізний обробіток забезпечує вищу кількість насінин у бобі, хоча й формує меншу загальну кількість бобів. Оранка та глибоке рихлення вирізняються найбільш збалансованим поєднанням показників, що особливо важливо для стабільності врожайності за виробничих умов.

Розглянувши безпосередні структурні показники продуктивності однієї рослини в посіві залежно від способу та глибини основного слід відзначити загальну закономірність обробітку. Неприятливі температурні умови в період вегетації дали змогу виявити недоліки мілкового обробітку. За високих температур і недостатніх запасів вологи цей спосіб обробітку ґрунту не забезпечував умов, наближених до біологічного оптимуму під час формування зерна. У результаті на посівах із мілким обробітком розвивалися відносно невисокі рослини, маса 1000 насінин у яких була меншою, ніж за інших варіантів дослідів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Формування продуктивності однієї рослини сої сорту Сіверка залежно від способу основного обробітку ґрунту, (2023-2024 рр.)

Спосіб основного обробітку	Кількість бобів, шт.	Маса 1000 насінин, г	Маса зерна з рослини, г
1. Глибоке рихлення	16,6	192,1	6,05
2. Дискування	17,7	172,4	5,29
3. Плоскорізний обробіток	15,6	188,5	5,98
4. Оранка (контроль)	16,3	189,2	5,90
НІР ₀₅	0,6	1,6	0,51

Результати свідчать, що продуктивність однієї рослини сої сорту Сіверка суттєво залежить від характеру основного обробітку ґрунту, хоча структура цього впливу виявляється не лінійною. Різні способи обробітку по-різному формують кількість бобів і масу насіння, які разом визначають підсумкову індивідуальну врожайність. Найбільшу кількість бобів, як і за попередніми показниками, забезпечило дискування – 17,7 шт. Це дещо перевищувало показники глибокого рихлення (16,6 шт.) та оранки (16,3 шт.) і значно переважало плоскорізний обробіток (15,6 шт.).

Однак сама по собі більша кількість бобів не гарантує вищу масу зерна з рослини., що пояснюється впливом якості наливу та маси насіння. Найвищу масу 1000 насінин забезпечило саме глибоке рихлення – 192,1 г, що імовірно перевищувало показники інших способів обробітку. Це дозволяє зробити

висновок про те, що глибоке рихлення створює більш сприятливий водно-повітряний режим коренезаселеної зони, якій забезпечує кращу доступність вологи в період наливу бобів. Оранка і плоскорізний обробіток формували дуже близькі показники – 189,2 г та 188,5 г відповідно, демонструючи стабільну здатність забезпечувати налив насіння. Натомість дискування показало найнижчу масу 1000 насінин – 172,4 г, що свідчить про можливе обмеження вологи для повноцінного наливу значної кількості насінин або менш рівномірний розвиток кореневої системи в умовах поверхневого розпушення.

Підсумкова маса зерна з однієї рослини логічно поєднала у собі обидва структурні показники. Максимальну індивідуальну продуктивність забезпечило глибоке рихлення – 6,05 г, що стало результатом оптимального балансу між достатньою кількістю бобів і найбільшою масою насіння. Плоскорізний обробіток та оранка забезпечили близькі значення – 5,98 г та 5,90 г. Що підтвердило формування ґрунтових, які здібні підтримувати стабільний потенціал формування врожайності рослини. Дискування, попри спроможності сформувати найбільшу кількість бобів, продемонструвало формування найнижчої маси зерна з рослини – 5,29 г, що зумовлено найменшою масою насінин та, ймовірно, несприятливими умовами під час наливу.

Таким чином, різні способи основного обробітку ґрунту впливають не лише на структурні елементи врожайності, а й на їх взаємодію, формуючи різний тип продукційної моделі рослини. Глибоке рихлення виявилось найбільш ефективним для формування маси насіння й загальної продуктивності однієї рослини. Оранка і плоскорізний обробіток забезпечили стабільний середній рівень, тоді як дискування, хоча й стимулювало утворення бобів, але не забезпечило відповідної повновагості насіння, що обмежило кінцеву продуктивність рослини.

Отримані дані свідчать, що структурні показники врожаю перевищували показники при мілкому розпушуванні ґрунту (на 7–9 %) за умови поглиблення

обробітку до 22 см і більше. Показники структури врожаю, отримані за плоскорізного обробітку, несуттєво відрізнялися від показників, отриманих після оранки на ту ж глибину. Подібна тенденція за більшістю елементів структури врожаю спостерігалася і за глибокого розпушування, винятком стала маса 1000 насінин. За обробітку ґрунту на глибину 27 см цей показник істотно перевищував інші як у середньому за роки досліджень, так і за окремими роками.

Несприятливі температурні умови в період вегетації дали змогу виявити недоліки дрібного обробітку. За високих температур і недостатніх запасів вологи цей спосіб обробітку ґрунту не забезпечував умов, наближених до біологічного оптимуму під час формування зерна. У результаті на посівах із мілким обробітком розвивалися відносно невисокі рослини, маса 1000 насінин у яких була меншою, ніж за інших варіантів досліджу.

3.3. Особливості формування врожайності залежно від способів основного обробітку

Проведені дослідження підтвердили значний вплив глибини обробітку на урожайність сої. За фактичних погодних умов під час польових досліджень найефективнішим виявився варіант із глибоким розпушуванням. Мілкий обробіток ґрунту істотно знижував урожайність зерна порівняно з іншими способами основного обробітку (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив основного обробітку ґрунту на показники урожайності сої,
(2023-2024 рр.)

Основний обробіток	Біологічна врожайність, т/га	Врожайність зерна, т/га	Вихід насіннєвої фракції, %	Вихід насіння с 1 га посівів
1. Глибоке рихлення	3,14	2,32	74,8	1,74
2. Дискування	2,31	1,89	67,2	1,27
3. Плоскорізний обробіток	2,62	2,24	73,4	1,64
4. Оранка (контроль)	3,16	2,28	73,7	1,68
НІР ₀₅		0,21		

Показники таблиці свідчать, що різні способи основного обробітку ґрунту по-різному впливають на формування врожайності сої сорту Сіверка, при цьому зберігається чітка закономірність між глибиною розпушення, рівномірністю ґрунтового профілю та продуктивністю рослин. Найвища біологічна врожайність була отримана за глибокого рихлення – 2,32 т/га, що дещо перевищувало, як традиційну оранку (2,28 т/га), так і плоскорізний обробіток (2,24 т/га). Це підтверджує, що глибоке розпушення створює оптимальні умови для розвитку кореневої системи, а отже – для формування максимальної кількості генеративних органів та інтенсивного наливу насіння. Натомість мілкий обробіток дав найнижчий результат – 1,89 т/га, що узгоджується з попередніми структурними показниками, де цей спосіб обробітку проявлявся, як менш сприятливий для наливу насіння.

Рівень товарної врожайності зерна демонстрував подібну тенденцію. Найвищий результат забезпечило глибоке рихлення – 1,74 т/га, тоді як оранка та плоскорізний обробіток перебували на дуже близькому рівні та забезпечили врожайність на рівні 1,68 та 1,64 т/га відповідно. Це підтверджує що в умовах погодних умов, що склалися на час досліджень, головну роль у формуванні врожаю зіграла глибина вид основного обробітку. Дискування відзначилося найнижчою врожайністю – 1,27 т/га, що в першу чергу свідчить про недостатню глибину та інтенсивність підготовки орного шару, внаслідок чого рослини зазнали більшого стресу під час критичних фаз формування насіння.

Одним із ключових показників для насінництва є вихід насіннєвої фракції: частка добре налитого, повноцінного, придатного до розмноження насіння, у загальній масі врожаю. Максимальні значення зафіксовано за глибокого рихлення – 74,8%, що вказує про високу виповненість та якість насіння. Оранка та плоскорізний обробіток також забезпечили високі показники – 73,7% і 73,4% відповідно. Значно гірший результат отримано за дискування – 67,2%, що ще раз підкреслює його обмежену ефективність у формуванні крупного й повноцінного зерна.

Вихід насіння з 1 га посівів треба розглядати, як інтегральний показник для оцінки ефективності насінницького процесу. Його результати також свідчать про суттєву перевагу глибокого рихлення. У разі способу обробітку – глибоке рихлення, отримано 1,74 т/га насіння, що є найвищим показником серед усіх варіантів. Оранка дала 1,68 т/га, а плоскорізний обробіток – 1,64 т/га, що свідчить про їхню достатню ефективність у виробничих умовах. Дискування, відповідно до своїх попередніх характеристик, забезпечило найнижчий вихід – 1,27 т/га, що пояснюється поєднанням нижчої врожайності та меншої частки насінневої фракції, коштом значної мілкої фракції.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що найефективнішим способом основного обробітку ґрунту для сої сорту Сіверка у 2023–2024 рр. було глибоке рихлення, яке забезпечило максимальну продуктивність рослин і найвищі показники виповненості насіння. Оранка та плоскорізний обробіток формували стабільно високі результати, тоді як дискування виявилось найменш ефективним через недостатнє розпушення та погіршення умов наливу зерна.

Насіннева урожайність посівів сої більшою мірою залежала від глибини обробітку, ніж від способів основного обробітку ґрунту. Це пояснюється більшою вирівняністю насіння під час збирання врожаю. Мілкий обробіток ґрунту суттєво знижував вихід насіння з гектара через значне варіювання розмірів насінин під час збирання.

Для уточнення економічної ефективності різних способів основного обробітку ґрунту було проведено розрахунки витрат на їх застосування. За даними різних літературних джерел, глибоке розпушення забезпечує економію витрат у межах 10–25 % у розрахунку на одиницю площі порівняно з оранкою; плоскорізний обробіток – 20–40 %, а дискування – 35–55 %.

Під час розрахунку ефективності способів основного обробітку витрати на їх виконання було переведено з показника «грн/га» у собівартість 1 т насіння. Як показали результати (рис. 3.1), насіннева урожайність щодо контрольного варіанту помітно відрізнялася між собою. Так, мілкий обробіток

забезпечив лише 75,6 % від виходу насіння контрольного варіанту. Інші способи відрізнялися від контролю незначно – на 2,4–3,6 %.

З урахуванням відмінностей у виході насіння встановлено, що економічна ефективність усіх способів була близькою між собою і лише на 1,6–2,7 % нижчою за контрольну за показником собівартості.

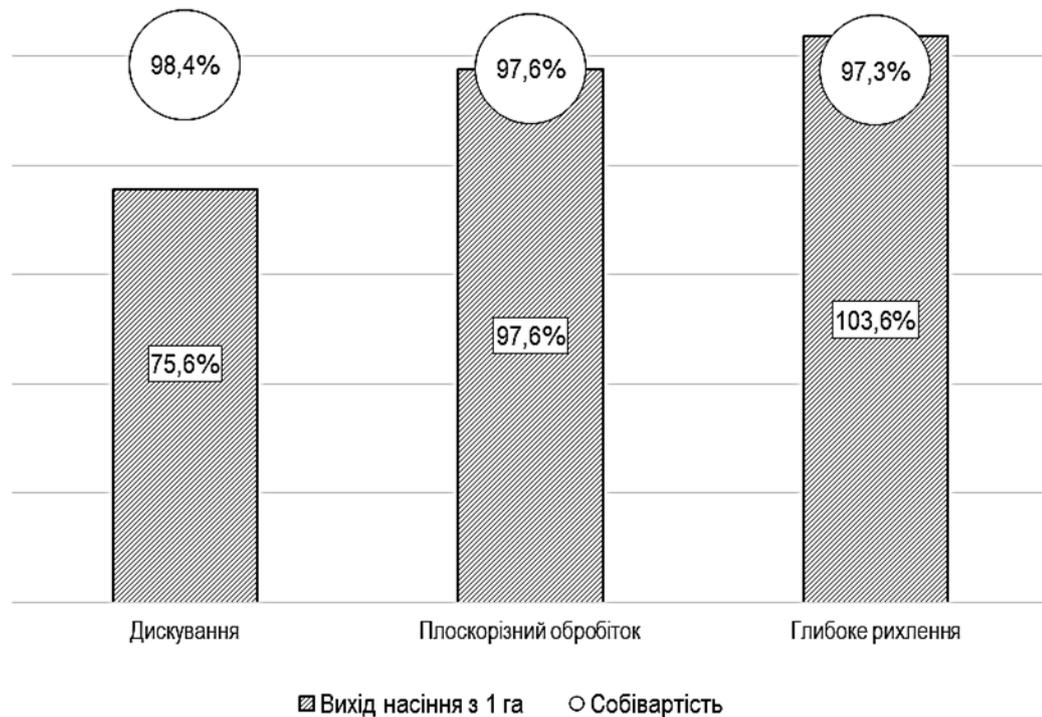


Рис. 3.1. Показники насінневої продуктивності та собівартості насіння сої за різноглибинного основного обробітку, % до контролю (оранки 20–22 см)

Вивчивши різні способи основного обробітку ґрунту – з обертанням та без обертання шару ґрунту; із застосуванням різної глибини (мілкий, середній і глибокий), встановлено, що в посушливих умовах із підвищеними температурами під час формування зерна, які спостерігалися у 2023–2024 роках у зоні північно-східного Лісостепу, найбільш доцільним є проведення зяблевого глибокого розпушування на глибину 27 см. Цей прийом забезпечує формування високоякісного насінневого матеріалу з урожайністю, що на 3,6 % перевищує показники інших способів обробітку.

Застосування зяблевого глибокого розпушування агрегатом Gaspardo Atilla 250/5 є агрономічно та економічно обґрунтованим рішенням.

Висновки по розділу. Вивчення різних способів основного обробітку ґрунту (з обертанням та без обертання шару ґрунту; оранки, плоскорізної, мілкої обробки та глибокого рихлення) показало, що глибина обробітку є визначальним фактором для забезпечення оптимальної щільності, вологості та аерації орного шару. Найвищі показники польової схожості, кількості бобів на рослину та маси 1000 насінин відзначалися за проведення зяблевого глибокого рихлення на глибину 27 см, що забезпечувало кращий водно-повітряний режим і розвиток кореневої системи.

Урожайність сої за глибокого рихлення перевищувала інші способи основного обробітку в середньому на 3,6 %, а вихід насінневої фракції становив 74,8 %, що свідчить про формування якісного насінневого матеріалу. Економічні розрахунки підтвердили доцільність застосування цього способу: собівартість 1 т насіння була на 1,6–2,7 % нижчою, ніж за оранки, при збереженні високої якості насіння.

Отже, зяблеве глибоке рихлення на 27 см є найбільш ефективним агротехнічним прийомом у посушливих умовах північно-східного Лісостепу, оскільки воно забезпечує оптимальні фізичні властивості ґрунту, підвищує насіннєву продуктивність і є економічно обґрунтованим рішенням.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень були зроблені висновки.

Спосіб і глибина основного обробітку ґрунту визначають стартові умови росту сої та формують параметри посіву, що безпосередньо впливають на густоту стояння, рівномірність розвитку та подальший перебіг генеративної фази. Найвищі значення польової схожості та збереженості рослин забезпечила оранка 20–22 см, яка створила найбільш однорідний орний шар і вирівняне посівне ложе.

Глибоке рихлення (27 см) забезпечило достатньо стабільні показники густоти стояння та сприяло активному розвитку кореневої системи, що позитивно позначилося на масі 1000 насінин та індивідуальній продуктивності рослин. Проте стартова густота стояння у цьому варіанті була нижчою, ніж за оранки.

Дискування (14 см) забезпечило найбільшу кількість гілок і бобів на рослину, однак через підвищену засміченість і менш стабільні параметри наливу насіння поступалося за врожайністю способам із глибшим обробітком. Маса 1000 насінин була найнижчою у цьому варіанті.

Плоскорізний обробіток (22 см) формував проміжні результати між оранкою та глибоким рихленням, забезпечуючи достатній рівень індивідуальної продуктивності рослин, але з меншою кількістю бобів порівняно з дискуванням.

Засміченість посівів значною мірою залежала від інверсійності обробітку. Найнижчий рівень бур'янів, як на початку вегетації, так і перед збиранням відзначено за оранки. Безполицеві способи (глибоке рихлення та плоскоріз) зберігали більший насінневий банк бур'янів у верхньому шарі ґрунту, що вимагало посиленого хімічного контролю.

Показники структури врожаю (кількість бобів, насінин, маса 1000 насінин) чітко залежали від глибини та характеру обробітку. За глибокого

рихлення і плоскорізного обробітку маса 1000 насінин була вищою, тоді як дискування забезпечувало найбільшу кількість бобів за меншої маси насіння.

Найвища врожайність у досліді сформувалася за глибокого рихлення – 2,32 т/га, що зумовлено оптимальним водно-повітряним режимом у період наливу насіння. Оранка та плоскорізний обробіток забезпечили врожайність близьку до контролю, тоді як дискування дало найнижчий результат — 1,89 т/га.

Якість насіннєвого матеріалу також залежала від глибини обробітку. Найвищий вихід насіннєвої фракції (74,8%) отримано за глибокого рихлення. Оранка та плоскорізний обробіток забезпечили близькі показники, тоді як дискування суттєво знижувало частку повноцінного насіння.

Економічна ефективність різних способів обробітку ґрунту була близькою, проте глибоке рихлення забезпечило найменшу собівартість виробництва насіння завдяки найвищій врожайності. Мілкий обробіток (дисування) виявився економічно найменш ефективним через низький вихід товарного та насіннєвого зерна.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кліматичних умовах північно-східного Лісостепу України найбільш доцільно застосовувати глибоке рихлення (27 см), як основний спосіб обробітку під сою, особливо у роки з дефіцитом продуктивної вологи в ґрунті.

Оранка 20–22 см може розглядатися, як стабільний і технологічно передбачуваний спосіб, особливо на полях із високою засміченістю, оскільки забезпечує найнижчий рівень бур'янів і найвищу густоту стояння рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Куничак Г.І., Дутчак О.В., Матвієць Н.М. Продуктивність сої за різних способів обробітку ґрунту та системи удобрення з елементами біологізації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. № 96. С. 94–101. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-09>.
2. 27. Заболотний Г.М. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. Вінниця, 2020. 276 с.
3. Вожегова Р.А., Орленко Л.П., Шевченко Н.Д. Урожайність сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в умовах зрошення Півдня України. *Таврійський науковий вісник аграрної науки*. 2021. Вип. 119. С. 10–16. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.2>.
4. Романенко М.О. Вплив основного обробітку ґрунту на врожайність сої в зоні північно-східного лісостепу України. *Всеукраїнська наукова конференція студентів і аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента*. тези доп., 17-21 листопада 2025 р., Суми, 2025. С. 118.
5. Єщенко В.О. Пясецький П.І. Будова орного шару та біологічна активність чорнозему опідзоленого залежно від інтенсивності його основного обробітку. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Вип. 81 (1). С. 15–20.
7. Гаврилов С., Обробіток ґрунту під сою / С. Гаврилов // Пропозиція. – 2016. – № 12. – С. 60-62. <https://propozitsiya.com/ua/obrobitok-gruntu-pid-soyu>.
8. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В.. Урожайність і якість насіння сої залежно від обробітку ґрунту та попередників у правобережному Лісостепу України. <https://journal.udau.edu.ua/assets/files/95/Agro/20.pdf> 5. Сіємо сою. https://www.poettinger.at/uk_ua/Newsroom/Artikel/10418/
9. Дідур І., Бахмат М., Щинчик О., Панцирева Г., Телекало Н., Ткачук О. Обґрунтування агроекологічних чинників на агрофітоценозах сої шляхом аналізу дисперсії лівобережної лісостепової зони України. *Український журнал екології*. 2020. Т. 10(5). С. 54—61. https://doi.org/10.15421/2020_206.

10. Boland M.M., Choi Y.U. Foley D.G. Gobel M.S. Sprague N.C. Guevara-Ocana S. Stwalley III R.M.. Reducing Soil Compaction from Equipment to Enhance Agricultural. Sustainable Crop Production: Recent Advances, 2029. 109 p. DOI: 10.5772/intechopen.104489

11. Чорна В. М. Особливості формування продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормо виробництво. 2015. № 81. С. 88–92.

12. Mulazzani R.P., Gubiani P.I., Zanon A.J., Drescher M.S., Schenato R.B., Girardello V.C. Impact of soil compaction on 30-year soybean yield simulated with CROPGRO-DSSAT. *Agricultural Systems*. 2022 Vol. 203. 103523. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103523>.

13. Кирилюк В. П., Кричківський В. М., Ковальчук Н. В. Сучасна адаптивна система основного обробітку ґрунту під сою. In The 5 th International scientific and practical conference—Modern research in world science (August 7-9, 2022) SPC—Sci-conf. com. ual, Lviv, Ukraine. 2022. С.29).

14. Didur I., Pantsyreva H., Telekalo N. Agroecological rationale of technological methods of. *The scientific heritage*. 2020. Vol.52 (1). P/ 3-7.

15. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В., Колісник С. І. Вплив агро- кліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 19–23.

16. Циліорик Олександр Обробіток ґрунту під сою: важливі нюанси. <http://agro-business.com.ua/ahrotekhnolohiyi/item/13934-obrobitok-gruntu-pid-soiuvazhlyvi-niuansy.html>

17. Петриченко, В.Ф., Колісник, С.І., Кобак, С. Я. та ін. Ефективність системи землеробства No-till у Правобережному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2016. № 82. С. 179-184. URL: <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/313>.

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

19. Зубко В.М., Комісар Є.О. Аналіз сучасних методів і приладів для вимірювання твердості ґрунту. *Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів*. 2020. Вип. 22. С. 52–63.

20. Демиденко О.В. Агрофізичний стан як критерій готовності чорнозему опідзоленого до мінімалізації обробітку в агроценозі. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 7. С. 15-23. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-02>.

21. Silva, G.F.D., Matusевичius, A.P.O., Calonego, J.C., Silva, M.D.A., Putti, F.F. Soil-Plant Relationships in Soybean Cultivated under Crop Rotation after 17 Years of No-Tillage and Occasional Chiseling. *Plants*. 2022. 11(19). 2657.

22. Огурцов Є.М., Міхєєв В.Г., Белінський Ю.В., Клименко І.В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. Харків: ХНАУ, 2016. 268 с.

23. Jonas F. Weber, Christoph Kunz, Gerassimos G., Peteinatos Sabine Zikeli, Roland Gerhards. Weed Control Using Conventional Tillage, Reduced Tillage, No-Tillage, and Cover Crops in Organic Soybean. *Agriculture*. 2017, 7(5), 43.

24. Демиденко О.В. Водний режим чорнозему в агроценозах Лісостепу: монографія за ред. О.І. Демиденко. Чорнобай: «Чорнобаївське поліграфічне підприємство». 2023. 484 с. 1

25. Тараріко Ю. О. Агрофізика ґрунту : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2018. 280 с.

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

27. Тараріко О. Г. Ґрунтозахисні та ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту в умовах змін клімату України : монографія. – Київ : ДІА, 2018. – 328 с

28. Carciochi W.D., Schwalbert R., Andrade F.H., Corassa G.M., Carter P., Gaspar A.P., Ciampitti I.A. Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 111(4). P. 1923–1932. doi:10.2134/agronj2018.10.0635.

29. Chu S. Zhang X., Yu K., Chao M., Han S., Zhang D., Physiological and proteomics analyses reveal low-phosphorus stress affected the regulation of photosynthesis in soybean. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018. Т. 19. №. 6. С. 1688.
30. Kocira S. Effect of amino acid biostimulant on the yield and nutraceutical potential of soybean. *Chilean journal of agricultural research*. 2019. Т. 79. №. 1. С. 17–25.
31. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: навч. посібн. Київ: «Логос», 2011. 352 с.
32. Кулик Г. А., Семеняка І. М., Малаховська В. О. Методи визначення агрофізичних властивостей ґрунту. Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 55 с.
33. Манько Ю. П. Вплив систем основного обробітку ґрунту на агрофізичні властивості чорнозему типового // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». – 2010. – Вип. 3. – С. 45–52.
34. Демиденко О.В., Величко В.А. Агрофізичні умови ґрунтоутворення чорноземів в агроценозах. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 2. С. 14-19.
35. Середа Л.П., Швець Л.В., Швець О.І. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. Вип. 3 (110). С. 117–125. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2020-3-12>.
36. Андрусик П.Р. Оптимізація елементів технології вирощування сої в західному лісостепу: дис. ... д-ра філософії : 201 «Агрономія». Київ, 2025. 192 с.
37. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с
38. Волкодав В.В. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). Київ, 2001. 69 с.
39. Малієнко А.М., Коломієць М.В., Брухаль Ф.Й. та ін. Методика польових досліджень з обробітку ґрунту. Вінниця : ТОВ «Твори», 2020. 84 с

40. Коваленко О.А. Оцінка біоенергетичної ефективності агротехнічних заходів. МНАУ, 2022. 62 с.

41. Ordóñez R.A., Casteel S.N., Stevens R.H., Archontoulis S.V., Vyn T.J. Climate, Rotation, and Tillage Impacts on Soybean Yield Gains in a 50-Year Experiment. *Global Change Biology*, Vol. 31(9), e70469.

42. Zakharchenko E. The influence of the methods of tillage on bulk density, moisture and biological activity of black soil in organic farming. *Publishing House "Baltija Publishing"*. 2024. P. 344–372. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-473-3-1>.

ДОДАТКИ