

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ
КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦІЇ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: «Вивчення ефективності схем гербіцидного захисту сої в умовах фермерського господарства «Добрий урожай. Україна» Львівського району Львівської області»

Виконав: студент II курсу, групи Аг-63

галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство»

спеціальності 201 «Агрономія»

Панич Дмитро Ігорович

Дубляни – 2025

УДК 633.34:632.954(477.83)

Вивчення ефективності схем гербіцидного захисту сої в умовах фермерського господарства «Добрий урожай. Україна» Львівського району Львівської області. Панич Дмитро Ігорович – Кваліфікаційна робота. Кафедра генетики, селекції та захисту рослин. – Дубляни, Львівський НУВМ, 2025 р.

84 стор. текст. част., 8 табл., 14 рис., 65 джерел

Дослідження проводили впродовж 2024–2025 років на території фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області на земельних ділянках поблизу м. Городок. Схема дослідження передбачала вивчення ефективності різних схем гербіцидного захисту у посівах сої з урахуванням сортових особливостей культури, придатних за господарсько-цінними ознаками для ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу. У дослідженнях використовували канадські сорти сої: S007-Y4 та S10-R2 (оригіратор – компанія NK Seeds, Канада), які характеризуються високим потенціалом урожайності, доброю адаптивністю до умов регіону та придатністю до інтенсивних технологій вирощування.

Встановлено, що ефективність гербіцидного захисту є визначальним чинником формування початкового росту, продуктивності та врожайності сої в умовах фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області. За відсутності гербіцидів рівномірність сходів обмежувалася 80–82 %, що негативно впливало на ріст рослин і реалізацію потенціалу обох сортів сої. Середня врожайність у контрольному варіанті становила 3,50 т/га для сорту S007-Y4 та 3,42 т/га для сорту S10-R2, що було найнижчим показником у досліді.

Обґрунтовано, що застосування ґрунтового гербіциду Frontier Optima (B2) забезпечило покращення фітосанітарного стану посівів і підвищення врожайності сої на 0,20–0,28 т/га порівняно з контролем. За цієї схеми врожайність сорту S007-Y4 зросла до 3,76 т/га, а сорту S10-R2 – до 3,70 т/га. Водночас ефективність цієї

системи була обмеженою у другій половині вегетації через появу пізніх хвиль бур'янів.

Встановлено, що післясходовий гербіцид Corum (B3) характеризується вищою біологічною ефективністю у контролі як злакових, так і дводольних бур'янів, що позитивно позначалося на формуванні структурних елементів урожаю. Кількість бобів на рослину зростала до 34,1–33,0 шт., маса 1000 насінин – до 145–147 г, а середня врожайність становила 3,86 т/га у сорту S007-Y4 та 3,79 т/га у сорту S10-R2, що на 0,36–0,44 т/га перевищувало контроль.

Визначено, що найвищі показники росту, продуктивності та врожайності отримано за комбінованої системи гербіцидного захисту Zenkor Liquid + Basagran (B4), яка забезпечувала тривалий контроль бур'янів упродовж усієї вегетації. За цієї схеми кількість бобів на рослину досягала 36,9 шт. у сорту S007-Y4 і 35,4 шт. у сорту S10-R2, маса 1000 насінин зростала до 148–149 г, а середня врожайність становила відповідно 3,97 і 3,91 т/га. Приріст урожайності порівняно з контролем досягав 0,47–0,49 т/га.

На основі виконаного розрахунку економічної ефективності встановлено, що застосування гербіцидів підвищувало вартість валової продукції на 5,8–15,1 % порівняно з контролем. Найвищий чистий дохід отримано у варіанті B4, де він становив близько 28,3–29,6 тис. грн/га залежно від сорту, тоді як у контролі цей показник не перевищував 25,5–26,1 тис. грн/га. Незважаючи на більші витрати на захист, комбінована система забезпечувала найкраще співвідношення між додатковими затратами і приростом урожайності.

Обґрунтовано, що найвищі значення рентабельності зафіксовано у контрольному варіанті (понад 100 %), однак саме комбінована схема B4 забезпечувала максимальний абсолютний прибуток, що є більш важливим показником для виробничих умов фермерського господарства.

Визначено, що коефіцієнт енергетичної ефективності зростав з 4,20–4,26 у контролі до 4,30–4,34 у варіантах із застосуванням Corum та Frontier Optima. За комбінованої системи B4 К_е залишався стабільно високим (близько 4,30), що

свідчить про ефективне перетворення додаткових енерговитрат у приріст енергії врожаю.

На основі результатів досліджень, проведених у 2024–2025 роках, для умов фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області доцільно впроваджувати у виробництво сорт сої S007-Y4 у поєднанні з комбінованою системою гербіцидного захисту Zenkor Liquid + Basagran. Саме це поєднання забезпечило найвищу та стабільну врожайність на рівні близько 4,0 т/га, ефективний контроль бур'янів упродовж усього вегетаційного періоду та оптимальні умови для формування елементів продуктивності. Застосування рекомендованої схеми дозволяє отримувати чистий дохід понад 29 тис. грн/га, зберігаючи високий коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{ee}=4,3$), що свідчить про раціональне використання ресурсів. Впровадження даного варіанта у виробничу практику сприятиме підвищенню економічної віддачі вирощування сої та забезпечить стабільність результатів за сучасних ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.	12
1.1. Біологічні особливості сої та її реакція на конкурентний вплив бур'янів..	12
1.2. Сучасні уявлення про спектр бур'янів у посівах сої та їх шкідливість у різних ґрунтово-кліматичних умовах	15
1.3. Ефективність ґрунтових і післясходових гербіцидів у технології вирощування сої: результати вітчизняних і зарубіжних досліджень	21
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1. Загальна характеристика фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області	27
2.2. Ґрунтові і метеорологічні умови під час проведення досліджень (2024-2025 роки)	32
2.4. Методика виконання дослідження.....	35
2.5. Агротехніка вирощування сої у досліді.....	38
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕРБІЦИДНОГО ЗАХИСТУ ПОСІВІВ СОЇ	41
3.1. Вплив системи застосування гербіцидів на початковий ріст і розвиток рослин сої.....	41
3.2. Вплив гербіцидів на зниження забур'яненості посівів сої	46
3.3. Формування елементів продуктивності та врожайності сої залежно від варіантів гербіцидного захисту	49
3.4. Економічна та енергетична ефективність різних схем гербіцидного захисту сої.....	52
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.	59
4.1. Аналіз стану охорони праці у фермерському господарстві «***»	60
4.2. Організація умов і заходів з охорони праці при вирощуванні сої.....	61
4.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій	63

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО	
СЕРЕДОВИЩА	65
5.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів.....	65
5.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона	66
5.3. Охорона атмосферного повітря	68
5.4. Стан охорони і примноження флори і фауни.....	69
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	70
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	73
ДОДАТКИ	79
Додаток А. Метеорологічні умови для м. Городок Львівського району Львівської області у 2024–2025 роках	80
Додаток Б. Технологічна карта вирощування сої	81
Додаток В. Результати статистичної обробки дослідних даних за 2024 рік	83
Додаток Г. Результати статистичної обробки дослідних даних за 2025 рік	84

ВСТУП

Актуальність теми. Соя є однією з ключових високобілкових та олійних культур у світі, що має важливе харчове, кормове й технічне значення. На глобальному ринку вона займає понад 55–60% у структурі виробництва олійних культур, забезпечуючи більшу частину рослинного протеїну, необхідного для тваринництва та харчової промисловості [1, 62]. Завдяки високому вмісту білка (до 35–50%) та багатому амінокислотному складу соя є цінною культурою інтенсивного землеробства.

Численні дослідження вітчизняних і зарубіжних учених свідчать, що рівень урожайності сої значною мірою залежить від дотримання технологічних елементів вирощування, серед яких важливе місце займає система контролю бур'янів [1]. За даними наукових джерел, втрати врожаю сої від конкуренції з бур'янами можуть сягати 35–60%, особливо у період формування початкових етапів органогенезу [53].

В умовах інтенсивного забур'янення агрофітоценозів застосування гербіцидів є одним із найбільш ефективних технологічних заходів. Ринок засобів хімічного захисту рослин пропонує широкий спектр ґрунтових та післясходових гербіцидів, які різняться за діючими речовинами, механізмом дії та спектром контрольованих бур'янів [57]. Вибір оптимальної схеми їх застосування дозволяє не лише підвищити продуктивність посівів, а й мінімізувати ризики фітотоксичності та екологічного навантаження.

У фермерських господарствах Західного регіону України питання ефективного захисту сої особливо актуальне через неоднорідність ґрунтових умов, підвищену вологість клімату та значне поширення як однорічних, так і багаторічних бур'янів. Тому дослідження різних схем гербіцидного захисту та їхнього впливу на продуктивність сої є важливим завданням сучасного аграрного виробництва.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було вивчити ефективність застосування різних схем гербіцидного захисту сої в умовах

фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області та оцінити їх вплив на забур'яненість, продуктивність і економічну ефективність вирощування культури.

Для досягнення поставленої мети було виконано такі *завдання*:

- визначити видовий склад бур'янів, характерний для агроценозів сої в умовах господарства;
- провести оцінку ефективності післясходових схем гербіцидного контролю;
- встановлено вплив застосованих препаратів на елементи структури врожаю та загальну продуктивність сої;
- визначено економічну та енергетичну ефективність застосування різних схем гербіцидного захисту.

Об'єкт дослідження – рослини сої та бур'яни, що наявні у її посівах для виробничих умов фермерського господарства «***».

Предмет дослідження – ефективність дії різних схем застосування гербіцидів та їх вплив на рівень забур'яненості, урожайність і економічні та енергетичні показники вирощування сої.

Методи дослідження включають польовий експеримент, кількісний облік забур'яненості, морфометричні та вагові вимірювання продуктивності, лабораторна обробка зразків, а також статистичні методи обробки даних (дисперсійний та кореляційний аналіз).

Наукова новизна полягає у комплексній оцінці ефективності ґрунтових і післясходових гербіцидних схем у ґрунтово-кліматичних умовах Львівського району, що дозволило встановити закономірності впливу діючих речовин на бур'яни різних екобіологічних груп та на формування урожайності сої. У роботі вперше для фермерського господарства «***» проаналізовано різні комбінації препаратів і визначено їх практичну доцільність.

Практичне значення результатів полягає у використанні отриманих рекомендацій при розробленні системи гербіцидного захисту сої у фермерських господарствах Західного регіону. Результати дозволяють

оптимізувати технологію вирощування культури, підвищити врожайність та рентабельність виробництва.

Апробація роботи. Результати проведених досліджень були розглянуті та обговорені на засіданні наукового гуртка кафедри генетики, селекції та захисту рослин Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Основні напрацювання роботи представлено на XXVI Міжнародному науково-практичному форумі (08–10 жовтня 2025 р.), матеріали якого опубліковано у відповідному збірнику.

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна роботи включає п'ять розділів, які вміщують аналіз стану питання, теоретичні основи дослідження, методи дослідження, аналіз отриманих результатів, а також пропозиції щодо їх практичного застосування. Обсяг роботи складає 91 сторінку, у тому числі 9 таблиць, 15 рисунків та 3 додатки.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Біологічні особливості сої та її реакція на конкурентний вплив бур'янів

Соя є теплолюбною культурою короткого дня, яка протягом тривалого часу вирощується як універсальне джерело білка й олії. За даними А. Hartman і G. West (2019) [1], її насіння містить 36–42% білка та від 18 до 22% олії, що визначає високу цінність культури в кормовому та харчовому використанні. Біологічні властивості сої формуються під впливом генетичних, екологічних та технологічних факторів, які зумовлюють широкий діапазон реагування на умови довкілля (рис. 1.1). Дослідники зазначають, що ранні етапи органогенезу сої є найбільш чутливими до абіотичних та біотичних стресорів, зокрема до конкуренції з бур'янами, що значним чином впливає на розвиток кореневої системи й фотосинтетичний апарат рослин (Hanafiah et al., 2020) [52].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд рослин сої

У період проростання та формування першої трійчастої листкової пластинки соя має невисоку конкурентоспроможність, оскільки характеризується повільним початковим ростом. Це створює сприятливі умови для активного розвитку бур'янових рослин, які випереджають культуру за швидкістю нарощування вегетативної маси. Відомо, що однорічні дводольні бур'яни, зокрема *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L. та *Galinsoga parviflora* Cav., у перші 20–30 днів здатні формувати критичний рівень затінення, що знижує інтенсивність фотосинтезу сої (Swanton & Nkoa, 2021) [63]. Дослідження, проведені в університетах Айови та Іллінойсу, свідчать, що на початкових етапах формування агроценозу бур'яни можуть перехоплювати до 40% доступного світла й до 50% доступного азоту, що істотно впливає на формування бульбочкових бактерій та процес азотфіксації (Zhang et al., 2022) [65].

Реакція сої на конкуренцію з бур'янами має чітко виражену сортову специфіку. За результатами досліджень Guzman et al. (2020) [51], рівень пригнічення продуктивних пагонів може варіювати в межах від 18 до 44% залежно від генотипу. Чутливість рослин пояснюється морфологічними особливостями ранньої вегетації, а саме низьким розташуванням гіпокотилія та повільним вертикальним ростом до фази V3. У середовищах із підвищеною вологістю ґрунту бур'яни формують густий другий ярус рослинності, який конкурує за світло значно активніше, ніж за умов обмеженого зволоження.

Для наочного представлення біологічних характеристик сої, що визначають її конкурентоспроможність, подано узагальнені дані у таблиці 1.1.

У ході численних експериментів у Польщі, Канаді та Україні було встановлено, що найбільш критичним періодом конкуренції є проміжок від появи сходів до формування третього трійчастого листка (V1–V3). У цей час бур'яни можуть знижувати кінцеву врожайність на 45–50%, якщо не здійснюється гербіцидний або механічний контроль (Pawlonka et al., 2020) [60]. Рисунок 1.2 відображає типову динаміку зміни співвідношення біомаси сої та бур'янів у ранній період вегетації.

Таблиця 1.1 – Основні біологічні параметри сої, що впливають на взаємодію з бур’янами (на основі [1–4])

Показник	Біологічна характеристика	Значення для конкурентного середовища
Швидкість початкового росту	Повільна у перші 15–20 днів	Низька конкурентоспроможність проти однорічних бур’янів
Коренева система	Стержнева, чутлива до ущільнення	Погіршення розвитку за умов тіньового стресу
Формування листкової поверхні	Повільне наростання LAI	Бур’яни створюють надмірне затінення
Потреба у світлі	Висока	Конкуренція за світло є визначальною
Азотфіксація	Початок – 22...25 день	Пригнічується бур’янами, що перехоплюють азот

На графіку (рис. 1.2) видно, що бур’яни нарощують біомасу у 2–3 рази швидше порівняно з культурою, що підтверджує їхній домінуючий вплив у перші 25 днів.

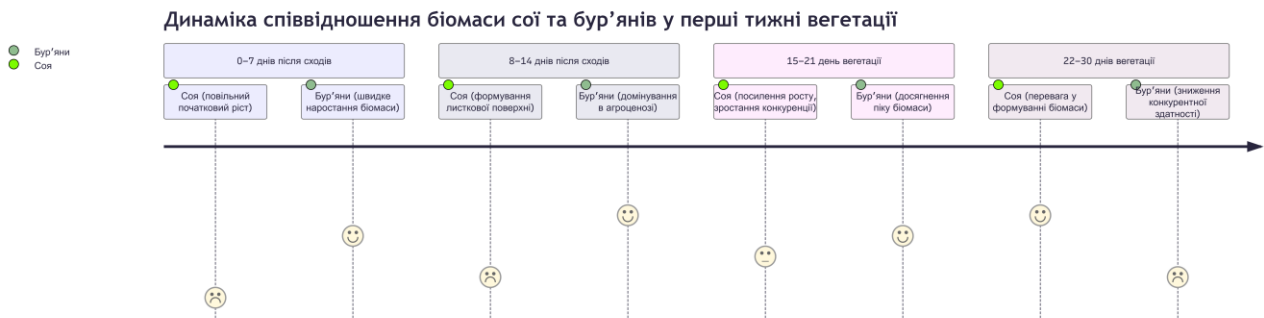


Рисунок 1.2 – Динаміка співвідношення біомаси сої й бур’янів у перші тижні вегетації

Загалом вплив бур'янів на біологічні процеси сої проявляється комплексно. У дослідях, виконаних в Університеті Гельсінкі, показано, що конкуренція за світло призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу на 23–31%, а нестача азоту – до гальмування формування репродуктивних органів, що позначається на кількості бобів і насіння (Hartikainen et al., 2021) [55]. Таким чином, бур'яни впливають не лише на вегетативний, а й на генеративний розвиток, що узгоджується з результатами довготривалих спостережень FAO (2022) [50].

Сумарний аналіз наукових публікацій свідчить, що біологічні особливості сої обумовлюють її високу залежність від умов формування початкових етапів росту. Конкуренція бур'янів у цей період визначає силу розвитку рослин і здатність формувати продуктивні генеративні органи, що зумовлює важливість вибору ефективних схем гербіцидного захисту.

1.2. Сучасні уявлення про спектр бур'янів у посівах сої та їх шкідливість у різних ґрунтово-кліматичних умовах

Спектр бур'янів у посівах сої формується під впливом поєднання кліматичних умов, типу ґрунту, системи обробітку та попередника в сівозміні. У більшості досліджень підкреслюється, що соя в початкові фази росту розвивається повільніше, ніж сегетальна рослинність, тому впродовж перших 4–6 тижнів після сходів вона особливо вразлива до конкуренції бур'янів за вологу, елементи живлення та світло [1; 23; 13]. За даними Л. М. Грановської та співавторів, на фоні різних систем основного обробітку ґрунту забур'яненість посівів сої коливалася від 30 до 48 шт./м², причому при мінімізації обробітку за рахунок дискування виявляли суттєве зростання чисельності як однорічних, так і багаторічних видів [1].

Дослідження О. Б. Карнауха зі співавторами показали, що при заміні полищевої оранки плоскорізним розпушуванням чи дискуванням величина

забур'яненості посівів сої збільшується на 15–40 %, а за відсутності гербіцидного захисту це приводить до істотного зниження урожайності [23]. Автори пов'язують зростання кількості бур'янів із нагромадженням насіння та вегетативних органів розмноження у верхніх шарах ґрунту, де створюються сприятливі умови для масових сходів сегетальної рослинності.

Видовий склад бур'янів у посівах сої в Україні має регіональні особливості, але є низка видів, які практично постійно входять до групи домінантів. До них належать, передусім, щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.), мишій зелений (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), види родів *Echinochloa*, *Setaria*, а також берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), осоти (*Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) та паслін чорний (*Solanum nigrum* L.) [39; 43; 20; 10]. У південних і східних регіонах до спектра домінантних видів частіше входять також нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.) та деякі види марі й щириці, тоді як у зонах Полісся і Західного Лісостепу вагомішу частку займають вологолюбні види й злакові однорічники [39; 43].

А. М. Свиридов, аналізуючи формування бур'янового компоненту в соєвому агрофітоценозі східного Лісостепу, відзначає, що на полях із тривалим вирощуванням сої у скорочених сівозмінах частка пізніх ярих дводольних бур'янів (щириця, лобода, гірчаки) може перевищувати 60–70 % загальної чисельності, тоді як частка коренепаросткових багаторічників зростає за мінімального обробітку та порушення сівозміни [39]. Встановлено також, що збільшення щільності бур'янів понад 40–50 шт./м² веде до пропорційного зростання їх сирої маси й підвищення конкурентного тиску на рослини сої.

За умов органічного виробництва, коли використання хімічних засобів захисту обмежене, проблема забур'яненості посівів сої набуває ще більшої гостроти. М. Б. Грабовський і С. С. Німенко показали, що за органічної

технології ведення господарства сира маса бур'янів у контролі без спеціальних протибур'янових заходів може в декілька разів перевищувати масу надземної частини сої [13]. Застосування міжрядних обробітків та підгортання рослин у фазі першого справжнього листка дозволило знизити сиру масу бур'янів до кінця вегетації на 67–78 % порівняно з контролем, однак навіть за таких умов повністю усунути конкуренцію сегетальної рослинності не вдається [13].

Таблиця 1.1 – Домінантні види бур'янів у посівах сої в основних ґрунтово-кліматичних зонах України

Ґрунтово-кліматична зона	Переважаючі типи бур'янів	Тип ґрунту (домінуючий)	Основні домінуючі види	Орієнтовні втрати врожаю сої за високої забур'яненості, %
Полісся	Однорічні дводольні та злакові, вологолюбні види	Дерново-підзолисті, легкі та середні суглинки	Щириця звичайна, лобода біла, мишій зелений, Echinochloa crus-galli, підмаренник чіпкий	30–45
Лісостеп	Змішаний тип: пізні ярі дводольні, злакові однорічні, коренепаросткові багаторічники	Чорноземи різних підтипів, сірі лісові ґрунти	Щириця, лобода, гірчаки, осоти, берізка польова, підмаренник чіпкий, амброзія	35–55
Степ	Переважно посухостійкі дводольні та злакові, багаторічні коренепаросткові	Звичайні й південні чорноземи, каштанові ґрунти	Амброзія полинолиста, берізка польова, осоти, нетреба звичайна, злакові однорічники	40–60

Дані щодо домінування певних видів бур'янів у посівах сої різних ґрунтово-кліматичних зон України наведено в таблиці 1.1. Вона демонструє, що в зоні Полісся переважають вологолюбні однорічні дводольні та злакові бур'яни, тоді як у Степу значну частку становлять посухостійкі види, зокрема амброзія полинолиста й осоти, а у Лісостепу спектр є найбільш різноманітним і включає як однорічні, так і багаторічні види з різними біоекологічними характеристиками [10].

Наведені оцінки втрат урожаю відповідають експериментальним та виробничим даним, які свідчать, що за відсутності ефективної системи контролю бур'янів зниження врожайності сої за різних ґрунтово-кліматичних умов може становити від 30 до 50 % і навіть більше [1; 23; 13]. У виробничих умовах України максимальне зниження врожайності спостерігається за збереження високої густоти бур'янів упродовж перших 40–45 днів після сівби, коли закладається основна частина генеративних органів [20].

У популярних агрономічних виданнях зазначається, що для більшості господарств проблемними видами у посівах сої є лобода, щириця, паслін, підмаренник чіпкий, а також берізка польова й осоти [43; 10]. Наявність багаторічних коренепаросткових бур'янів не лише ускладнює механічний догляд та хімічний контроль, а й підвищує ризики накопичення насіння й вегетативних органів у ґрунті, формуючи тривалий «банк насіння». Це особливо критично для господарств, які працюють у спрощених сівозмінах або використовують мінімальний обробіток ґрунту [39].

На основі узагальнення результатів польових досліджень і виробничого досвіду можна дійти висновку, що шкідливість бур'янів у посівах сої визначається не лише їхньою загальною чисельністю, а й видовим складом, тривалістю конкуренції в критичний період та відповідністю застосованих заходів контролю спектру домінантних видів у конкретній зоні [13; 10]. Це обґрунтовує необхідність диференційованого підходу до формування схем гербіцидного захисту та поєднання хімічних, агротехнічних і, за можливості,

біологічних заходів контролю забур'яненості, що буде детальніше розглянуто в наступних розділах магістерської роботи.

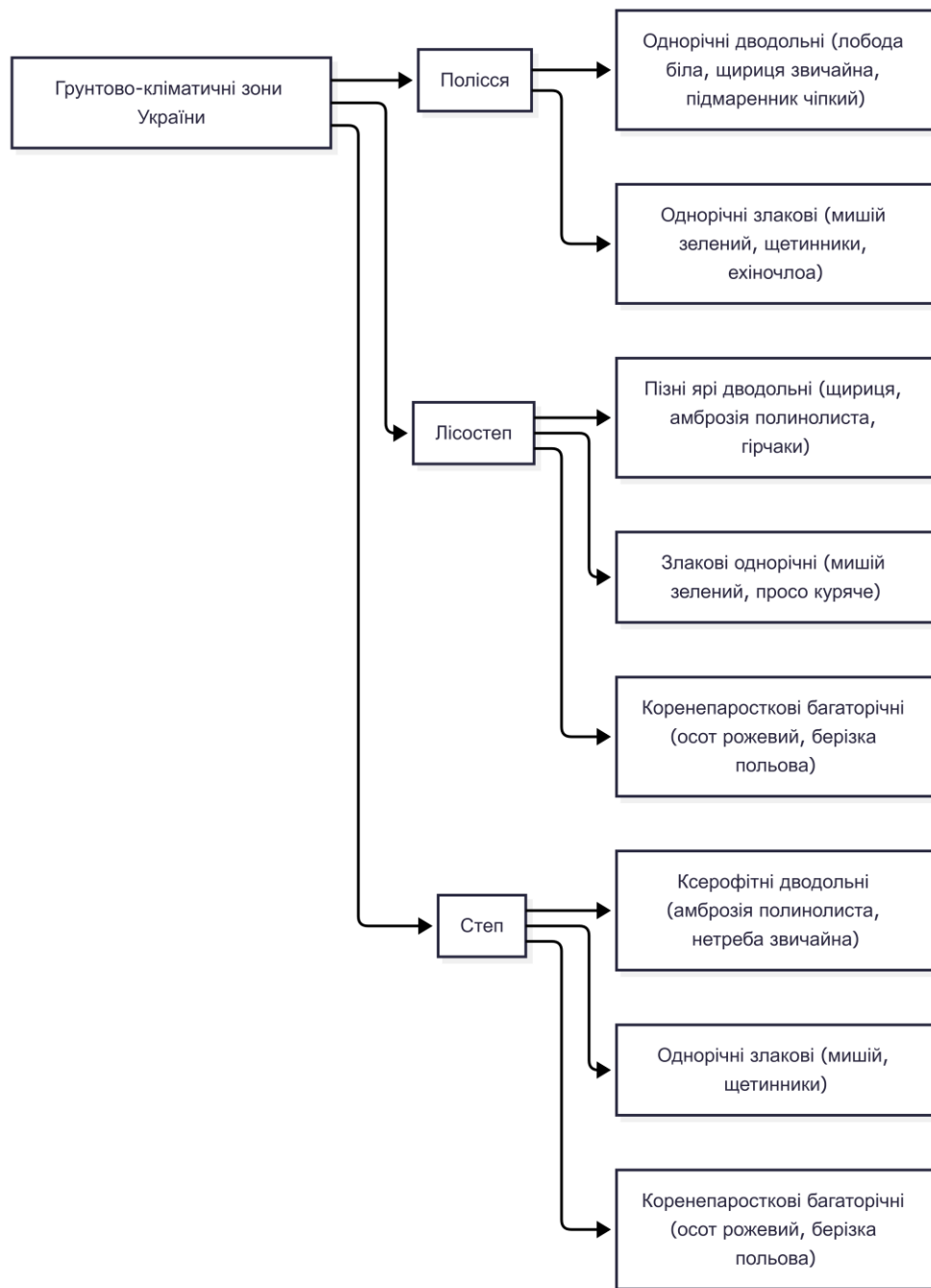


Рисунок 1.3 – Схематизований спектр доміантних груп бур'янів у посівах сої в основних ґрунтово-кліматичних зонах України

Для представлення частки основних груп бур'янів у посівах сої в різних зонах доцільно використовувати схему (рис. 1.3), де у вигляді секторів відображено питому вагу ранніх і пізніх ярих дводольних, злакових

однорічників та багаторічних коренепаросткових видів у Поліссі, Лісостепу та Степу на основі даних польових досліджень і виробничих спостережень [20].

Подана схема відображає просторове розміщення основних груп бур'янів, характерних для агроценозів сої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Її структура має закономірний перехід від вологіших умов Полісся до більш посушливих районів Степу, що визначає як видовий склад бур'янів, так і їх конкурентну активність у посівах сої.

У Поліссі спектр бур'янів формується переважно за участю однорічних дводольних видів, серед яких домінують лобода біла, щиряця звичайна та підмаренник чіпкий. Висока зволоженість ґрунтів та відносно кисла реакція сприяють активному розвитку однорічних злакових бур'янів – мишію зеленого, щетинників та ехінохлоа. Саме ці групи найбільше конкурують із молодими сходами сої в перші тижні вегетації.

У Лісостепу видовий склад бур'янів зміщується у бік пізніх ярів дводольних видів, зокрема амброзії полинолистої, щиряці та гірчаків. На фоні більш високих температур та достатнього зволоження активно поширюються однорічні злакові бур'яни (мишій зелений, просо куряче). Важливою особливістю цієї зони є присутність коренепаросткових багаторічних видів – осоту рожевого та берізки польової, які здатні знижувати врожайність сої навіть за помірної чисельності.

У Степу домінування набувають ксерофітні дводольні бур'яни, серед яких найагресивнішими є амброзія полинолиста та нетреба звичайна. За умов посушливого клімату та підвищеної температури значну роль відіграють також однорічні злаки – мишії та щетинники. Коренепаросткові багаторічні бур'яни, такі як осот рожевий і берізка польова, зберігають стабільну присутність у структурі забур'яненості й часто вимагають застосування спеціалізованих гербіцидів.

Встановлено, що видовий склад бур'янів у посівах сої визначається поєднанням кліматичних чинників, типу ґрунту, інтенсивності обробітку та рівня вологозабезпечення. Правильне врахування зональних особливостей

дозволяє оптимально підбирати гербіцидні схеми, своєчасно прогнозувати критичний період конкуренції і забезпечувати стабільну врожайність сої в різних природних умовах України.

1.3. Ефективність ґрунтових і післясходових гербіцидів у технології вирощування сої: результати вітчизняних і зарубіжних досліджень

У сучасних технологіях вирощування сої ключова роль у контролі сегетальної рослинності належить саме хімічним методам, насамперед ґрунтовим і післясходовим гербіцидам. Ряд досліджень українських науковців показав, що втрати врожаю сої від бур'янів можуть становити 30–50 % і більше, якщо обмежитися лише агротехнічними прийомами та несвоєчасно застосовувати гербіциди [1; 7]. У класичних роботах В. П. Борони та співавторів обґрунтовано, що критичний період конкуренції бур'янів і сої настає на 25–30-й день після появи сходів, і саме до цього часу посіви мають залишатися максимально чистими від бур'янів [1].

Ґрунтові гербіциди (метрибузин, пендиметалін, S-метолахлор, кломазон та їх комбінації) традиційно застосовують до появи сходів культури або відразу після сівби з метою створення «гербіцидного екрану» у верхньому шарі ґрунту. За даними Борони та співавторів, їх використання дає змогу зменшити чисельність однорічних дводольних бур'янів на 70–85 % у перші тижні вегетації, що істотно послаблює конкуренцію за вологу та елементи живлення [7]. Водночас ефективність ґрунтових препаратів суттєво залежить від гранулометричного складу ґрунту, вмісту гумусу й вологості посівного шару, що особливо важливо для дерново-підзолистих і дерново-середньопідзолистих ґрунтів Західної України.

Післясходові («страхові») гербіциди використовують для корекції забур'яненості тоді, коли спектр бур'янів або їх щільність не були повністю

проконтрольовані ґрунтовими препаратами, а також у випадках технологій «нульового» і мінімального обробітку ґрунту [37; 9]. У посівах сої в Україні найчастіше застосовують препарати на основі бентазону, імазамоксу, імазетапіру, тифенсульфурон-метилу, флорасуламу та грамініциди (клопіралід, хізалофоп-П-етил тощо) проти однорічних і багаторічних злакових бур'янів. Узгоджене використання ґрунтових і післясходових гербіцидів розглядається вітчизняною школою гербології як базовий елемент інтегрованого захисту сої від бур'янів [7; 12].

На польових дослідках В. П. Борони і співавторів встановлено, що поєднання ґрунтового гербіциду з подальшим страхове обприскуванням дає змогу підвищити врожайність насіння сої на 0,7–1,2 т/га порівняно з необробленим контролем, а економічний ефект проявляється через зростання рентабельності на 20–35 % [1]. Водночас дослідники наголошують, що надмірне насичення технології лише післясходовими гербіцидами без ґрунтового компонента підвищує ризик формування резистентності в окремих видів бур'янів та збільшує пестицидне навантаження на агроєкосистему.

Серія більш нових робіт присвячена комбінованим системам страхового захисту сої на основі препарату Корум (бентазон + імазамокс) та інших післясходових гербіцидів. У дослідках В. М. Жеребка та О. В. Дикун у стаціонарній сівозміні НУБіП України показано, що дворазове послідовне внесення знижених норм Коруму (0,75 л/га + ПАР Метолат 1,0 л/га) з інтервалом 10–15 днів забезпечує біологічну ефективність контролю домінуючих однорічних дводольних бур'янів на рівні 96 %, а врожайність насіння зростає на 77 % відносно контролю без гербіцидів [18]. При цьому відзначено суттєве збільшення виходу сирого білка й олії з гектара.

Додаткові дані щодо поєднання ґрунтових і страхових гербіцидів наведено у працях О. В. Мостипана та М. Б. Грабовського. У багатофакторному досліді з використанням ґрунтових препаратів Примекстра TZ Голд, Фронт'єр Оптіма + Стомп 330 та післясходових комбінацій Базагран

+ Фюзілад Форте і Корум + Ачіба встановлено приріст урожайності на 1,0–1,6 т/га порівняно з необробленим контролем [29].

Найвищі показники отримано саме за комбінованого використання страхових гербіцидів: урожайність сортів Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор становила 3,2–3,4 т/га, тоді як на контрольних варіантах вона коливалася в межах 1,2–2,0 т/га. При цьому не виявлено негативного впливу гербіцидів на вміст білка та жиру в насінні, що є важливим з погляду збереження кормової й харчової цінності продукції.

Полеві досліді, виконані на дослідних станціях Лісостепу й Степу України, підтверджують, що ґрунтові гербіциди доцільно застосовувати у випадках високого прогнозованого запасу насіння однорічних бур'янів у верхньому шарі ґрунту, тоді як післясходові обробки виконують функцію «страхового» та коригуючого елементу системи [7; 12; 9]. На ґрунтах важкого гранулометричного складу й у посушливих умовах ефективність чисто ґрунтових гербіцидів може знижуватися через недостатню кількість ґрунтової вологи, що обмежує їх перехід у ґрунтовий розчин; у таких ситуаціях зростає роль своєчасного післясходового захисту.

Окремий напрям досліджень стосується економічної та енергетичної оцінки різних гербіцидних систем. М. Б. Грабовський та О. В. Мостипан показали, що системи, які поєднують ґрунтові й післясходові препарати, зазвичай демонструють найвищий рівень енергетичної віддачі: коефіцієнт енергетичної ефективності перевищує 3,0 за рахунок суттєвого приросту врожайності за відносно невисоких додаткових енерговитрат на хімічний захист [12]. При цьому економічна рентабельність за оптимально підібраних схемах може зростати до 140–160 %, тоді як за відсутності гербіцидного захисту або при використанні лише одного компонента (ґрунтового чи страхового) рентабельність істотно нижча.

Важливим практичним результатом вітчизняних досліджень є рекомендації щодо адаптації гербіцидних схем до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

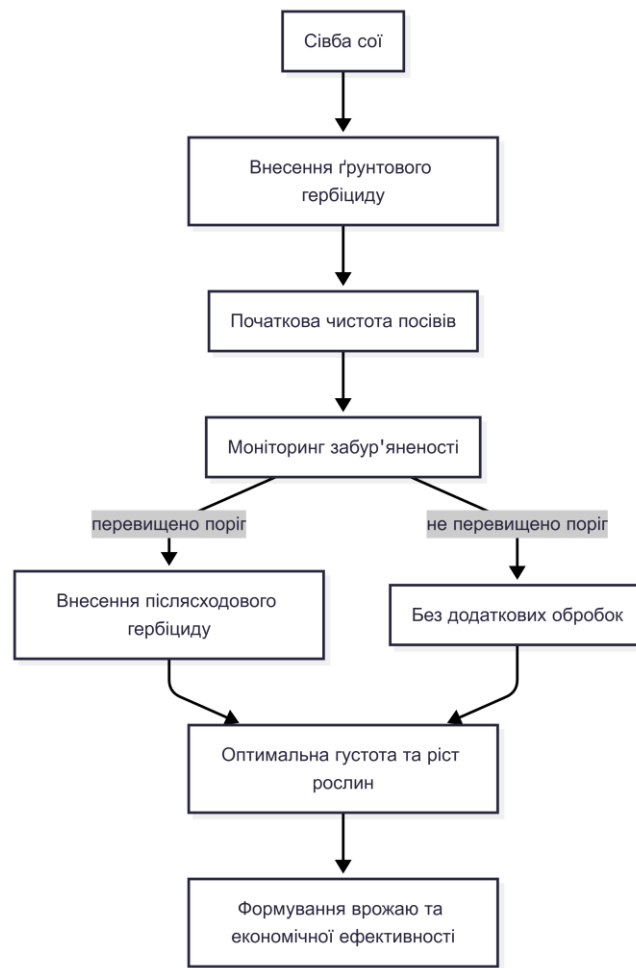


Рисунок 1.4 – Схема ролі ґрунтових і післясходових гербіцидів у формуванні врожайності сої

Так, у зонах із достатнім зволоженням (Правобережний Лісостеп, Західний Лісостеп) доцільно комбінувати метрибузин-вмісні ґрунтові препарати з післясходовими обробками Корумом, Базаграном чи їх баковими сумішами з сульфонілсечовинами [1; 18; 37]. Для південних посушливих районів, де ймовірний дефіцит вологи у посівному шарі, дослідники радять робити акцент на своєчасних післясходових обробках у фазі 1–3 трійчастих листків сої, коригуючи норми витрати препаратів залежно від фактичної забур'яненості.

Узагальнюючи результати вітчизняних і зарубіжних досліджень, можна стверджувати, що найбільш ефективною є інтегрована система гербіцидного захисту, яка включає: прогноз забур'яненості; застосування ґрунтових

гербицидів із урахуванням типу ґрунту й вологості; ранню діагностику спектра бур'янів у посівах; цільове внесення післясходових препаратів у критичний період конкуренції; а також економічну й енергетичну оцінку обраної схеми. Такий підхід дозволяє одночасно мінімізувати пестицидне навантаження, забезпечити стабільну урожайність сої та підвищити рентабельність її вирощування.

Таблиця 1.3 – Узагальнені характеристики ґрунтових і післясходових гербицидів у посівах сої (за даними [1; 7; 18; 29; 37])

Тип гербициду	Приклади діючих речовин / препаратів	Фаза внесення	Основні об'єкти дії	Типовий рівень зниження забур'яненості, %	Особливості застосування
Ґрунтові	метрибузин, S-метолахлор, пендиметалін	після сівби, до сходів сої	однорічні дводольні й злакові бур'яни	70–85	потребують достатньої вологості ґрунту; чутливі до механічного руйнування гербицидного шару
Післясходові базові	бентазон (Базагран), імазамокс (Пульсар)	фаза 1–3 трійчастих листків сої	широкий спектр дводольних бур'янів	80–95	ефективність залежить від фази розвитку бур'янів та умов погоди під час обробки
Комбіновані страхові	бентазон + імазамокс (Корум), Корум + грамініцид	1–3 трійчастих листки, іноді дворазове внесення	дводольні та злакові бур'яни (у т.ч. домінантні види)	90–96	дворазове внесення знижених норм підвищує ефективність і зменшує пестицидне навантаження
Інтегровані схеми	ґрунтовий + післясходовий гербицид	ґрунтовий – до сходів; страховий – у критичний період	повний спектр сегетальної рослинності	90–97	забезпечують максимальний приріст урожаю та найкращі економічні показники

Узагальнення наукових публікацій свідчить, що соя є однією з найбільш чутливих до конкуренції культур, а її продуктивність суттєво залежить від видової структури та інтенсивності забур'яненості посівів. Дослідники одностадно відзначають, що критичний період конкуренції сої з бур'янами припадає на перші 25–35 днів після появи сходів, коли культурні рослини мають найповільніші темпи росту, а бур'яни здатні формувати значну частку біомаси. У цей період втрата врожайності без належного контролю бур'янів може сягати 40–60 %, що підтверджується багаторічними експериментами в Україні та інших країнах світу.

Літературні джерела засвідчують істотні зональні відмінності у видовому складі бур'янів у посівах сої. У Лісостепу домінує складніший спектр бур'янів із високою участю амброзії полинолистої, гірчаків і коренепаросткових багаторічних видів. Аналіз досліджень щодо ефективності ґрунтових і післясходових гербіцидів показує, що поєднання препаратів різних механізмів дії дозволяє суттєво підвищити рівень контролю бур'янів і стабілізувати врожайність. Вітчизняні та зарубіжні фахівці наголошують на доцільності використання комплексних схем, які включають ґрунтові метрибузин-вмісні препарати та післясходові суміші на основі бентазону, імазамоксу чи сульфонілсечовин. У посушливих регіонах найефективнішими виявляються своєчасні післясходові обробки у фазу 1–3 трійчастих листків сої, що забезпечують контроль бур'янів за умов обмеженої ґрунтової вологи.

Отже, наукові дані свідчать, що проблема формування видової структури бур'янів у посівах сої та підвищення ефективності хімічного контролю залишається надзвичайно актуальною. Попри наявність великої кількості гербіцидів та їх комбінацій, оптимальний добір препаратів потребує врахування ґрунтово-кліматичних умов, типу забур'яненості, фазового розвитку культури та потенційних ризиків фітотоксичності. Це підкреслює необхідність подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення інтегрованих систем захисту сої та підвищення їх економічної й екологічної ефективності в умовах господарств різних природних зон України.

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області

Дослідження проводили у 2024-2025 роках на базі фермерського господарства «***», розташованого в межах м. Городок Львівського району Львівської області. Господарство функціонує у зоні Західного Лісостепу України й належить до сільськогосподарських підприємств рослинницького напрямку. Основна виробнича діяльність пов'язана з вирощуванням зернових, зернобобових, технічних та кормових культур з орієнтацією на товарний ринок. Загальна площа земель становить 400 га, що дозволяє формувати повноцінну сівозміну та гнучко планувати структуру посівів залежно від кон'юнктури ринку та агрокліматичних умов року.

Поля господарства розміщені в безпосередній близькості до автомобільних шляхів місцевого значення, що забезпечує зручну логістику для вивезення продукції на елеватори й переробні підприємства Львівської області. Наявність власного машинно-тракторного парку, складських приміщень та елементів інфраструктури первинної доробки врожаю (очищення, тимчасове зберігання) створює передумови для своєчасного виконання всіх технологічних операцій і зменшення втрат продукції.

Структура земельних угідь фермерського господарства «***» наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура земель у фермерському господарстві «***»
Львівського району Львівської області, станом на 01.01.2025 р.

Види угідь	Площа, га	Частка, % від загальної площі	Частка, % від с.-г. угідь
Загальна земельна площа	400	100,0	—
Всього сільськогосподарських угідь	380	95,0	100,0
у т.ч. рілля	360	90,0	94,7
Багаторічні насадження	5	1,25	1,3
Сінокоси	10	2,50	2,6
Пасовища	5	1,25	1,3
Інші землі (садиби, дороги, лісосмуги)	20	5,0	—

Аналіз даних таблиці 2.1 свідчить, що переважну частину земель фермерського господарства «***» становлять сільськогосподарські угіддя – 380 га, або 95,0 % загальної площі. Це вказує на високий рівень залучення земельного фонду у виробництво і чітку спеціалізацію підприємства на аграрній діяльності. Рілля займає 360 га, що відповідає 90,0 % загальної площі та 94,7 % площі сільськогосподарських угідь. Така структура свідчить про яскраво виражений рослинницький характер виробництва з можливістю широкого маневру у формуванні структури посівів.

Площа багаторічних насаджень становить лише 5 га (1,25 % від загальної площі), що відповідає 1,3 % сільськогосподарських угідь. Це свідчить про незначну частку садів або ягідників у структурі землекористування. Сінокоси та пасовища займають відповідно 10 і 5 га, що становить сумарно 3,75 % загальної площі. Наявність цих угідь забезпечує господарство власною кормовою базою для тваринництва, проте їх частка є відносно невеликою, що відповідає переорієнтації підприємства на товарне виробництво зернових та технічних культур. Інші землі (під дворами,

дорогами, інфраструктурними об'єктами) становлять 20 га, або 5,0 %, що є типовим показником для середнього за розмірами фермерського господарства.

Таблиця 2.2 – Структура посівних площ у фермерському господарстві «***»
Львівського району Львівської області, 2024–2025 рр.

Сільськогосподарські культури	2024 рік		2025 рік		Зміна площі, %
	Площа, га	Структура посівів, %	Площа, га	Структура посівів, %	
1. Зернові і зернобобові культури	260,0	68,42	250,0	65,79	–3,85
Озима пшениця	80,0	21,05	75,0	19,74	–6,25
Ярий ячмінь	40,0	10,53	35,0	9,21	–12,5
Кукурудза на зерно	100,0	26,32	90,0	23,68	–10,0
Соя	40,0	10,53	50,0	13,16	25,0
2. Технічні культури	60,0	15,79	70,0	18,42	16,67
Озимий ріпак	40,0	10,53	45,0	11,84	12,5
Цукрові буряки	20,0	5,26	25,0	6,58	25,0
3. Кормові культури	40,0	10,53	40,0	10,53	0,0
Кукурудза на силос	30,0	7,89	30,0	7,89	0,0
Багаторічні трави	10,0	2,63	10,0	2,63	0,0
4. Картопля	10,0	2,63	10,0	2,63	0,0
5. Овочі	10,0	2,63	10,0	2,63	0,0
Разом посівна площа	380,0	100,0	380,0	100,0	–

Аналіз структури посівних площ (табл. 2.2) свідчить, що у 2025 році в господарстві відбулися помітні зміни у розподілі площ між основними групами культур. Найсуттєвіше скорочення стосувалося групи зернових і зернобобових культур, площа яких зменшилася з 260,0 га у 2024 році до 250,0 га у 2025 році. Частка цієї групи в структурі посівів знизилася з 68,42 % до

65,79 %, що відображає тенденцію до часткового перегляду сівозміни й зменшення залежності від традиційних зернових культур.

Для наочного подання зміни структури посівів основних груп культур у 2024–2025 роках використано рисунок 2.1.

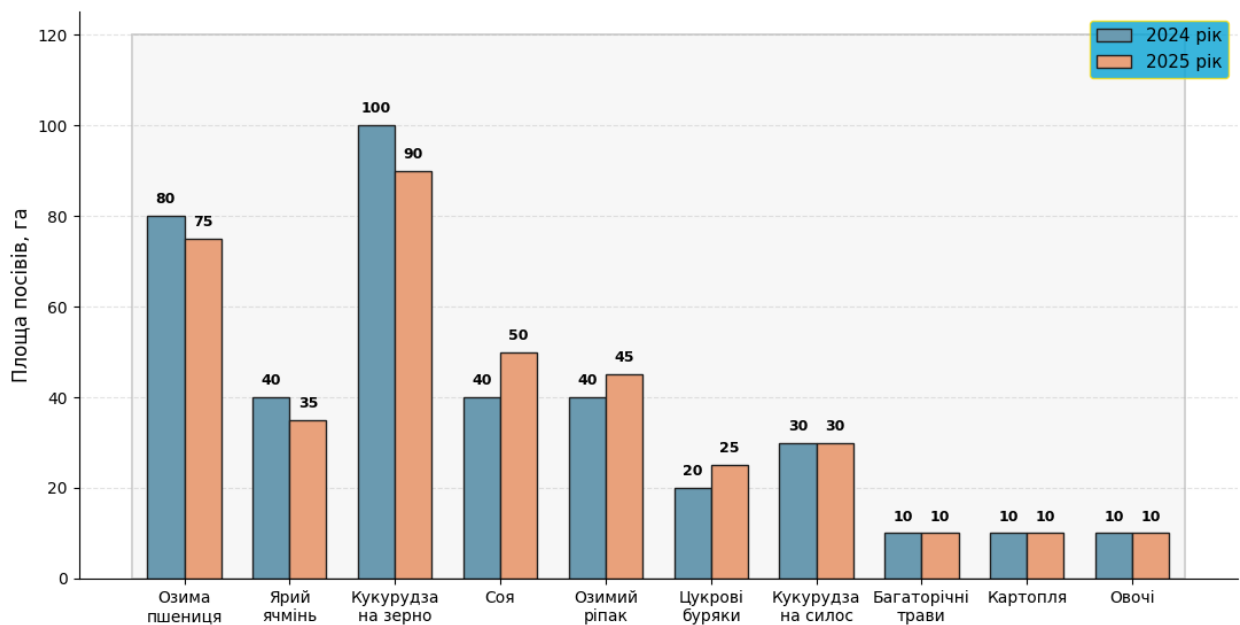


Рисунок 2.1 – Площі посівів основних груп сільськогосподарських культур у фермерському господарстві «***» у 2024–2025 рр.

Скорочення площі під зерновими відбулося насамперед за рахунок озимої пшениці та ярого ячменю, посіви яких зменшилися на 6,25 % та 12,5 % відповідно. Крім того, площа під кукурудзою на зерно була зменшена на 10,0 %, що знизило її частку в структурі посівів з 26,32 % до 23,68 %. Такі зміни можуть свідчити про коригування виробничої стратегії, пов'язане з ринковими коливаннями, високою собівартістю сушіння кукурудзи або необхідністю збалансувати структуру сівозміни для покращення фітосанітарного стану ґрунту.

Водночас площа під соєю була збільшена з 40,0 до 50,0 га, а її частка зросла з 10,53 % до 13,16 %. Це відображає посилення інтересу господарства до високорентабельних зернобобових культур, які не лише мають стійкий попит на ринку, а й позитивно впливають на ґрунтовий азотний баланс завдяки

симбіозу з бульбочковими бактеріями. Зростання посівів сої є закономірним рішенням у контексті підвищення економічної ефективності виробництва.

Технічні культури, навпаки, продемонстрували приріст посівних площ на 16,67 %, з 60,0 до 70,0 га. Частка групи зросла до 18,42 % у 2025 році. Найбільше зростання відбулося за рахунок площ під цукровими буряками (+25 %) та озимим ріпаком (+12,5 %). Така динаміка свідчить про прагнення підприємства зайняти більш вигідні ніші на ринку технічних культур, які мають стабільний попит і привабливі закупівельні ціни. Також це може бути реакцією на сприятливі умови збуту продукції місцевим переробним підприємствам.

Кормові культури залишилися стабільними як у площі (40 га), так і в структурі посівів (10,53 %). Така сталість забезпечує стабільність кормової бази для тваринництва та вказує на збалансований характер виробничої структури господарства. Також незмінними залишилися площі під картоплею та овочами, які забезпечують внутрішні потреби господарства та часткову реалізацію на локальному ринку.

Загалом зміни, внесені в структуру посівів у 2025 році, свідчать про прагнення господарства диверсифікувати виробництво, зменшити ризики залежності від окремих культур і збільшити частку рентабельних напрямів, таких як соя та технічні культури. Такий підхід дозволяє забезпечити стабільніший фінансовий результат та підвищити ефективність використання земельного банку господарства.

Аналіз змін у структурі посівних площ фермерського господарства «***» свідчить, що соя демонструє найвищі темпи приросту серед усіх культур, які вирощуються у господарстві. У 2025 році площа посівів сої зросла до 50 га, що на 25 % більше, ніж у 2024 році (40 га). Її частка в загальній структурі посівів також збільшилася – з 10,53 % до 13,16 %, що свідчить про посилення ролі культури в економічній моделі господарства.

Зростання площ під соєю пояснюється високою рентабельністю вирощування, стабільним попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках, а

також можливістю підвищити економічну ефективність виробництва за рахунок оптимізації сівозміни та азотфіксувальної здатності культури. Водночас збільшення посівів сої вимагає удосконалення системи гербіцидного захисту через високу конкуренцію з боку бур'янів у перші фази росту.

Таким чином, соя стала стратегічно важливою культурою господарства, а тенденція до збільшення площ під нею свідчить про прагнення підприємства зміцнити економічну стійкість та орієнтацію на високовартісні зернобобові культури.

2.2. Ґрунтові і метеорологічні умови під час проведення досліджень (2024-2025 роки)

Ґрунтово-кліматичні умови є базовою передумовою формування продуктивності сої та об'єктивної оцінки ефективності схем її гербіцидного захисту. Польові дослідження проводилися у межах фермерського господарства «***», розташованого на території Львівського району Львівської області поблизу міста Городок. Дослідна ділянка характеризується рівнинним рельєфом, помірним зволоженням та типовими для регіону чорноземами мішаного типу, які поєднують властивості чорноземів опідзолених і темно-сірих лісових ґрунтів.

Ґрунтовий покрив дослідного поля представлений чорноземом опідзоленим середньогумусним, сформованим на лесових суглинках. Це один із найбільш родючих типів ґрунтів у західних областях України, який характеризується високою природною забезпеченістю основними елементами живлення, добре агрегованою структурою, значною ємністю поглинання та оптимальними водно-фізичними властивостями. Орний шар є достатньо глибоким та рівномірним, що забезпечує сприятливі умови для розвитку кореневої системи сої, яка особливо вимоглива до структури ґрунту і його аерації.

Агрохімічне обстеження орного шару (0–30 см) у 2024 році засвідчило, що ґрунт дослідної ділянки відзначається середнім рівнем гумусу та близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину. Забезпеченість доступними формами фосфору і калію знаходиться в межах достатньої та підвищеної категорій, тоді як вміст легкогідролізованого азоту є помірним, що потребує внесення стартових доз азотних добрив для формування оптимальної початкової густоти рослин. Узагальнені агрохімічні показники наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Агрохімічна характеристика орного шару ґрунту на дослідній ділянці фермерського господарства «***»

Тип ґрунту	Глибина орного шару, см	Гумус, %	pH (KCl)	N, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Чорнозем опідзолений середньогумусний	30	3,2	6,5	90	145	205

Ґрунти чорноземного типу, характерні для Львівського району, мають високу потенційну родючість. Вміст гумусу на рівні 3,2 % відповідає середньогумусному класу і забезпечує інтенсивну мікробіологічну активність орного шару, що є важливим для азотфіксації сої. Реакція ґрунтового розчину (pH 6,5) є оптимальною для розвитку бульбочкових бактерій і засвоєння макро- та мікроелементів. Забезпеченість рухомими формами фосфору (145 мг/кг) і калію (205 мг/кг) відповідає оптимальному рівню для зернобобових культур, проте помірний вміст легкогідролізованого азоту (90 мг/кг) вимагає застосування мінімальних стартових азотних доз для початкового росту рослин.

Кліматичні умови у 2024–2025 роках загалом відповідали типовим показникам для Західного регіону, однак відмічалися окремі відхилення, важливі для оцінки умов вирощування сої. За багаторічними даними, клімат Львівського району характеризується як помірно континентальний із м’якою

зимою, тривалою весною, помірно теплим літом та нерівномірним розподілом опадів. Дані середньомісячних температур повітря подано у таблиці А.1, а кількість опадів – у таблиці А.2.

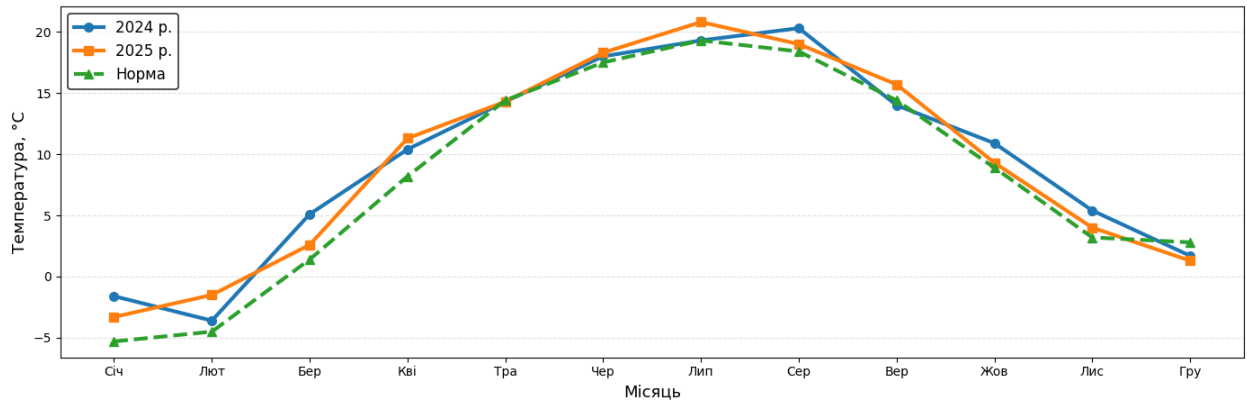


Рисунок 2.2 – Тенденції зміни середньомісячної температури впродовж 2024-2025 рр. на території фермерського господарства «***»

Аналіз температурного режиму свідчить, що 2024 рік був теплішим відносно кліматичної норми на 1,9 °C, а 2025 рік показав ще вищий рівень відхилення – у межах 2,6 °C. Найбільше потепління спостерігалось в зимові та літні місяці, що могло впливати на тривалість вегетації та швидкість проходження фаз росту. Такі умови сприяли ранньому прогріванню ґрунту, однак підвищували ризик весняних ґрунтових посух, які є критичними для сходів сої.

Кількість опадів упродовж 2024–2025 років перебувала на рівні 640–642 мм, що приблизно на 25 мм нижче багаторічної норми. Дефіцит вологи у липні та серпні створював ризик пригнічення рослин під час формування бобів, особливо на ділянках із легким гранулометричним складом.

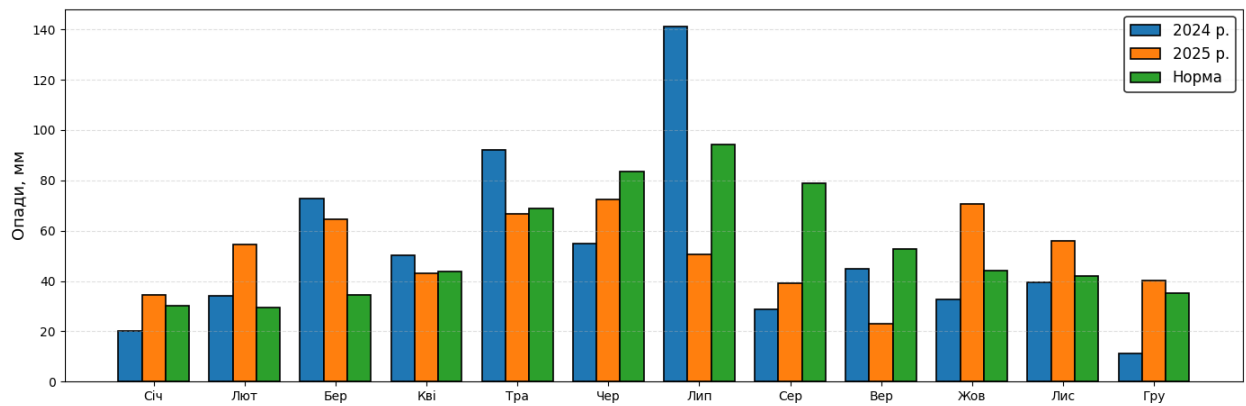


Рисунок 2.3 – Тенденції зміни середньомісячної кількості опадів впродовж 2024–2025 рр. на території фермерського господарства «***»

Водночас весняний період відзначався достатнім рівнем зволоження, що забезпечувало сприятливі умови для рівномірних сходів.

Отже, на основі проведеного аналізу можна стверджувати, що поєднання високої природної родючості чорноземів, збалансованого водно-повітряного режиму, достатнього рівня забезпечення макроелементами та сприятливого температурного фону в цілому формує оптимальні умови для вирощування сої у фермерському господарстві «***» Львівського району. Виявлені кліматичні зміни, зокрема нерівномірність опадів та короточасний весняний дефіцит вологи у 2025 році, впливають на початок розвитку рослин, однак не створюють критичних обмежень для отримання стабільних врожаїв. Таким чином, дослідна ділянка за ґрунтовими й кліматичними умовами є придатною та перспективною для вирощування сої, а особливості погодних умов у досліджувані роки дозволяє об'єктивно оцінити реакцію сої на зміну агрометеорологічних факторів.

2.4. Методика виконання дослідження

Дослідження з оцінювання ефективності систем застосування гербіцидів у посівах сої проводили у 2024–2025 роках на дослідній ділянці фермерського

господарства «***» Львівського району Львівської області. Ґрунтовий покрив представлений мішаними чорноземами середньогумусного типу з вмістом гумусу 3,2 %, близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5) та середнім забезпеченням основними елементами живлення. Такі характеристики відповідають типовим ґрунтам Західного Лісостепу та забезпечують надійні умови для проведення польових досліджень, спрямованих на оцінку адаптивності сортів та ефективності гербіцидів.

У досліді були використані два канадські сорти сої селекції NK Seeds: S007-Y4 та S10-R2. Обидва сорти належать до ранньостиглих і характеризуються пластичністю, стабільністю врожайності та доброю стійкістю до вилягання. За даними офіційного каталогу NK Seeds Canada (2022), сорт S007-Y4 має підвищену стійкість до розтріскування бобів і формує вирівняну рослинну масу, тоді як S10-R2 вирізняється активним стартовим ростом і поліпшеною конкурентоспроможністю проти бур'янів у ранні фази розвитку.

Підготовка ґрунту включала осінню оранку на глибину 25 см та передпосівний весняний обробіток із культивацією. Сівбу проводили в оптимальні строки – у третій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила не менше 10–12 °C. Норма висіву для обох сортів становила 600–650 тис. схожих насінин на гектар, що узгоджується із сучасними рекомендаціями для зони Лісостепу.

Дослід було закладено згідно з методикою Б. О. Доспехова у трикратній повторності. Площа однієї облікової ділянки становила 100 м², розміщення варіантів – рандомізоване. Відстань між ділянками залишали не менше 0,5 м для уникнення взаємного впливу гербіцидів.

У досліді порівнювали чотири варіанти гербіцидного захисту, які відображають сучасні технологічні підходи:

1. Контроль (без гербіцидів).
2. Ґрунтовий гербіцид *Frontier Optima*, КС, 1,2 л/га у післяпосівний період.

3. Післясходовий гербіцид *Corum*, ОД, 1,25 л/га у фазі 1–3 трійчастих листків.

4. Комбінована схема: *Zenkor Liquid*, КС, 0,7 л/га + *Basagran*, РК, 1,5 л/га із внесенням у відповідні періоди.

Такі схеми були рекомендовані до практичного застосування на основі результатів досліджень Іващенко та колег (2020) [21] та зарубіжних праць щодо інтегрованого контролю бур'янів у сої.

Таблиця 2.4 – Схема досліду з вивчення гербіцидів у посівах сої

№ варіанту	Сорт сої	Ґрунтове внесення	Післясходове внесення	Характеристика варіанту
1	S007-Y4	—	—	Контроль
2	S007-Y4	Frontier Optima (1,2 л/га)	—	Ґрунтове внесення
3	S007-Y4	—	Corum (1,25 л/га)	Післясходовий варіант
4	S007-Y4	Zenkor Liquid (0,7 л/га)	Basagran (1,5 л/га)	Комбінована схема
5	S10-R2	—	—	Контроль
6	S10-R2	Frontier Optima (1,2 л/га)	—	Ґрунтове внесення
7	S10-R2	—	Corum (1,25 л/га)	Післясходовий варіант
8	S10-R2	Zenkor Liquid (0,7 л/га)	Basagran (1,5 л/га)	Комбінована схема

Схема досліду

Фактор А – сорт сої (Канадські сорти):

A1 – S007-Y4;

A2 – S10-R2.

Фактор В – гербіцидний захист (препарати компанії BASF):

B1 – Контроль;

B2 – Frontier Optima;

B3 – Corum;

B4 – Zenkor Liquid + Basagran;

Таким чином, дослід охоплює $2 \times 4 = 8$ варіантів.

Облік забур'яненості виконували шляхом кількісного методу з використанням рамки 0,25 м². У процесі визначення рівня забур'яненості посівів оцінювали загальний бал забур'яненості, а також проводили окрему оцінку для кожного виду бур'янів. Оцінювання здійснювалося за п'ятибальною шкалою, у якій кожна категорія відповідає певній кількості рослин бур'янів на площі 1 м². До першої категорії (1 бал) належить дуже слабе забур'янення, коли на одному квадратному метрі нараховується лише 1–5 рослин бур'янів. Друга категорія (2 бали) характеризує слабкий рівень засміченості – 6–15 бур'янів/м². Третя категорія (3 бали) позначає середню засміченість, що відповідає 16–50 бур'янам/м². Четверта категорія (4 бали) відображає високий ступінь забур'янення за наявності 51–100 рослин бур'янів на квадратному метрі. П'ята категорія (5 балів) визначає дуже сильне забур'янення, коли кількість бур'янів перевищує 100 шт/м².

Визначення видової структури бур'янів проводили тричі – у фазі сходів, у фазі бутонізації та перед збиранням урожаю. Ступінь засміченості оцінювали за шкалою А. Г. Мальцева. Урожайність визначали методом суцільного збирання рослин з облікової площі з подальшим перерахунком на стандартну вологість. Статистичний аналіз результатів проводили дисперсійним методом із розрахунком НІР05 згідно з рекомендаціями Доспехова.

2.5. Агротехніка вирощування сої у досліді

Агротехнічні заходи в досліді були спрямовані на створення оптимальних умов для росту та розвитку сої з метою встановлення ефективності дії гербіцидів у різних схемах застосування. Проведення дослідів відбувалося в умовах Західного Лісостепу України, де ґрунтово-кліматичні особливості характеризуються достатнім зволоженням, помірним температурним режимом та переважанням чорноземів мішаних, що є сприятливими для формування високопродуктивних посівів сої. Попередником культури була озима пшениця, що забезпечувало відносно чисте поле та оптимальний фітосанітарний стан.

Після збирання попередника проводили основний комплекс механічного обробітку, передбачений технологічною картою. Дискування виконували на глибину 8–10 см із метою руйнування післяжнивних решток та стимулювання проростання падалиці й бур'янів. Наступним етапом була оранка на глибину 25–27 см, яка сприяла поліпшенню повітряного та водного режимів ґрунту, формуванню потужного орного шару та рівномірному розподілу пожнивних решток. Ранньовесняне боронування забезпечувало закриття вологи та розрихлення верхнього шару ґрунту після зимового періоду.

Внесення мінеральних добрив здійснювали відповідно до технологічної карти та агрохімічного стану ґрунтів. Основна доза добрив складала $N_{45}P_{60}K_{60}$, що узгоджується з рекомендаціями Дослідної станції олійних культур НААН України та Міжнародного інституту сої (Soybean Research Institute), відповідно до яких соя середньо- та ранньостиглих груп потребує помірних стартових доз фосфору й калію для формування генеративних органів. Добрива вносили під передпосівний обробіток, забезпечуючи їх рівномірне розміщення у верхньому 10–12-сантиметровому шарі ґрунту.

Передпосівна культивування проводилася з метою вирівнювання поверхні поля та формування дрібногрудкуватої структури ґрунту, що відповідає вимогам до посіву сої дрібнонасінного типу. Для посіву використовували сівалку Horsch Maestro, що забезпечує точний висів та рівномірність інтервалів, важливу для формування вирівняного стеблостою. Норму висіву

становила 550–600 тис. схожих насінин/га для обох сортів, що відповідає рекомендаціям виробника NK Seeds для сортів S007-Y4 та S10-R2 при вирощуванні в умовах північного поясу вирощування сої. Глибина загортання насіння становила 3,5–4,0 см, що зумовлено середнім рівнем вологозабезпечення на момент посіву та структурою ґрунту. Після висіву виконували коткування для покращення контакту насіння з ґрунтом та вирівнювання поверхні.

Догляд за посівами впродовж вегетації включав довсходове та післясходове боронування, а також хімічний контроль бур'янів згідно зі схемою досліду. На фазі утворення 3–4 трійчастих листків проводили кореневе підживлення рослин азотними добривами в дозі 20–25 кг/га д. р., що стимулювало розвиток зеленої маси та формування генеративних органів. Протягом вегетації здійснювали моніторинг бур'янів, шкідників та хвороб відповідно до методичних рекомендацій Іващенко О. О. (2005) та СОУ 01.02-37-385:2006.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості, коли вологість насіння знижувалася до 13–15%. Для збирання застосовували комбайн New Holland із соєвою жаткою, що дозволяло мінімізувати втрати на низькому стеблостоя. Очищення та первинна доробка зерна здійснювалися безпосередньо після збору, після чого визначали врожайність, масу 1000 насінин, вміст білка й олії.

РОЗДІЛ 3.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕРБІЦИДНОГО ЗАХИСТУ ПОСІВІВ СОЇ

3.1. Вплив системи застосування гербіцидів на початковий ріст і розвиток рослин сої

Початковий розвиток сої є одним із найчутливіших етапів, що визначають подальше формування врожаю. Ефективність дії гербіцидів у період сходів та ранніх фазах вегетації була оцінена у варіантах дослід з використанням ґрунтових та післясходових препаратів у посівах сортів S007-Y4 та McLeod R2X. У межах цього підрозділу подано результати впливу гербіцидних схем на рівномірність сходів, висоту рослин та формування біометричних показників у фазах сім'ядоль, 1–3 трійчастих листків і початку бутонізації.

Результати візуальної оцінки стану рослин на початку вегетації подано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Вигляд рослин сої у різних фазах розвитку

Фотографії (рис. 3.1) демонструють реальний вигляд рослин сої у різних фазах розвитку. Візуально встановлено, що у варіантах післясходового внесення гербіцидів рослини характеризувалися інтенсивнішим ростом,

більшою площею листкової пластинки та мінімальним ураженням бур'янами у міжряддях.

Таблиця 3.1. Вплив гербіцидних схем на рівномірність сходів та початкову динаміку росту сої (сорт S007-Y4) (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант (В)	Гербіцидна схема	Рівномірність сходів, %	Висота у фазі 3 листків, см	Висота у фазі бутонізації, см
В1	Контроль (без гербіцидів)	82	11.4	27.9
В2	Frontier Optima (S-метолахлор, ґрунтовий)	89	13.1	30.8
В3	Corum (бентазон + імазамокс, післясходовий)	93	15.4	34.6
В4	Zenkor Liquid + Basagran (метрибузин + бентазон)	96	16.2	37.1

Результати показують (табл. 3.1), що застосування гербіцидів BASF істотно впливало на початковий ріст рослин сої сорту S007-Y4. У контрольному варіанті рівномірність сходів становила лише 82%, що є найнижчим показником серед усіх варіантів. Конкуренція з бур'янами у перший місяць вегетації призводила до нижчих темпів росту – висота у фазі 3 листків складала 11,4 см, а до фази бутонізації рослини досягали лише 27,9 см.

Ґрунтовий гербіцид Frontier Optima забезпечив підвищення рівномірності сходів до 89%. Цей препарат формує гербіцидний екран у ґрунті,

що зменшує тиск ранніх бур'янів. Висота рослин перевищувала контроль на 1,7–2,9 см, залежно від фази розвитку.

Післясходовий гербіцид Corum, що містить бентазон та імазамокс, показав ще вищу ефективність – рівномірність сходів досягла 93 %, а висота у фазі бутонізації збільшилася на 6,7 см у порівнянні з контролем. Рослини мали більшу листову пластинку, однорідніший розвиток і вищу енергію росту.

Найкращі результати продемонструвала комбінована схема Zenkor Liquid + Basagran, де рівномірність сходів зросла до 96%, а висота рослин була найбільшою серед усіх варіантів. Метрибузин у поєднанні з бентазоном забезпечував не лише тривалу ґрунтову дію, а й ефективне знищення бур'янів, що масово проростають у післясходовий період.

Отже, система BASF забезпечила чіткий позитивний вплив на ранній розвиток сої, причому найбільшою ефективністю характеризувалася комбінована схема В4.

Початковий ріст сої сорту S10-R2 залежно від гербіцидних схем BASF подано у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Біометричні показники рослин сої сорту S10-R2 у ранні фази розвитку (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант (В)	Рівномірність сходів, %	Довжина кореня у фазі 3 листків, см	Площа листка, см ²	Висота у фазі бутонізації, см
В1 – Контроль (без гербіцидів)	81	7.0	18.7	27.6
В2 – Frontier Optima	88	8.1	21.4	31.2
В3 – Corum	92	9.0	24.2	34.8
В4 – Zenkor Liquid + Basagran	95	10.0	27.4	38.1

Отримані результати свідчать, що система гербіцидного захисту суттєво впливала на початкові біометричні параметри рослин сої сорту S10-R2. У контрольному варіанті, де гербіциди не застосовували, рівномірність сходів становила 81 %, що є найнижчим показником серед усіх варіантів досліджу. Це відображається також у слабшому розвитку кореневої системи: довжина кореня у фазі трьох листків становила лише 7.0 см, тоді як у варіантах із застосуванням гербіцидів цей показник був вищим щонайменше на 1.1–3.0 см. Площа листової пластинки у контролі дорівнювала 18.7 см², що вказує на пригнічення фотосинтетичного апарату рослин унаслідок конкуренції з бур'янами, а висота рослин у фазі бутонізації досягала лише 27.6 см.

Застосування ґрунтового гербіциду Frontier Optima сприяло покращенню стартових умов росту, що проявилось у підвищенні рівномірності сходів до 88 %. Довжина кореня у цьому варіанті становила 8.1 см, а це на 1.1 см більше, ніж у контролі. Площа листка збільшилася до 21.4 см², що також свідчить про зменшення конкурентного тиску бур'янів. Завдяки цьому висота рослин у фазі бутонізації сягнула 31.2 см, що на 3.6 см вище порівняно з контролем. Така різниця підтверджує позитивний ефект очищення посівного шару від ранніх проростків бур'янів.

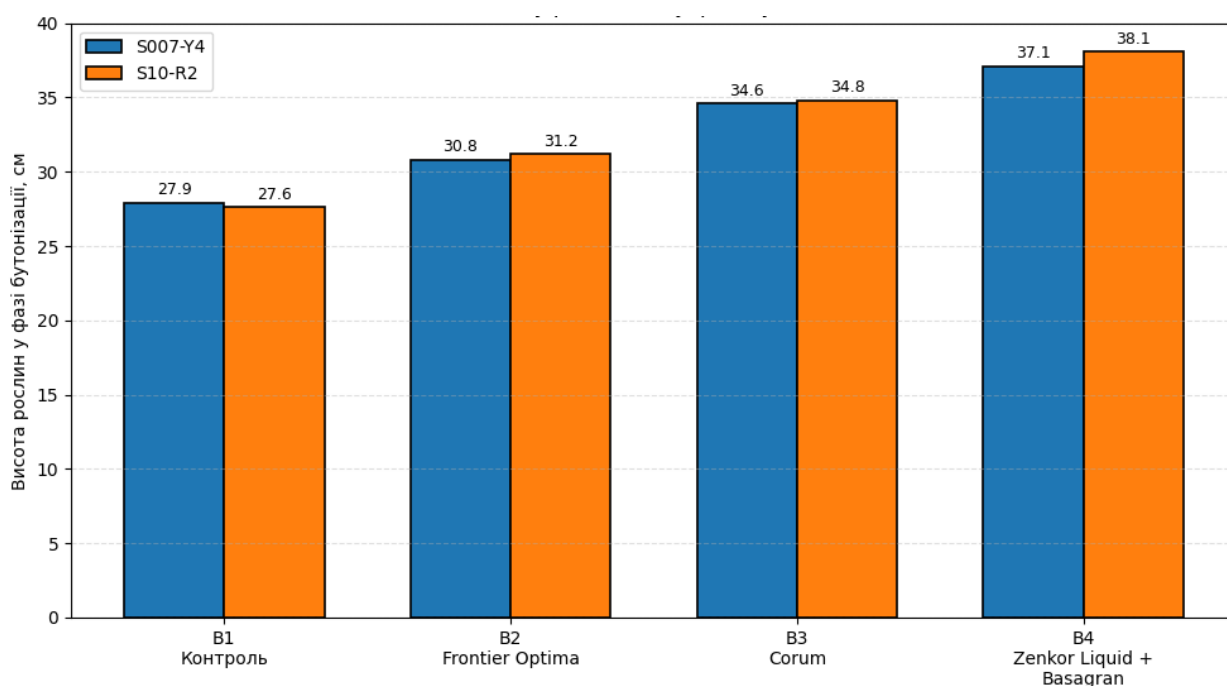


Рисунок 3.2 – Вплив гербіцидних схем на висоту рослин сої у фазі бутонізації

У варіанті з післясходовим гербіцидом Sorum спостерігались ще кращі показники. Рівномірність сходів зросла до 92 %, тобто на 11 відсоткових пунктів більше, ніж у контролі. Коренева система була розвиненіша: її довжина становила 9.0 см, що на 28.5 % більше порівняно з варіантом без гербіцидів. Площа листової пластинки збільшилася до 24.2 см², перевищуючи контроль на 5.5 см². Висота рослин у фазі бутонізації сягала 34.8 см, що на 7.2 см більше, ніж у контролі, що свідчить про ефективність післясходового контролю бур'янів у період формування листового апарата.

Найвищі показники зафіксовано у варіанті комбінованої дії препаратів Zenkor Liquid + Basagran. Рівномірність сходів досягла 95%, що є максимальним значенням у досліді й перевищує контроль на 14 відсоткових пунктів. Довжина кореня становила 10.0 см, що на 43% більше порівняно з контролем, а площа листка зросла до 27.4 см², перевищуючи контроль на 8.7см². Рослини у цьому варіанті досягали висоти 38.1 см у фазі бутонізації, що на 10.5 см вище за показники контролю. Такий розвиток пояснюється тим, що комбінована система гербіцидного захисту забезпечувала чистоту посівів протягом усього початкового періоду вегетації, усуваючи конкуренцію як від ранніх, так і від пізніших хвиль проростання бур'янів.

Сукупність отриманих даних дозволяє стверджувати, що інтенсивність початкового росту сої сорту S10-R2 прямо залежала від ефективності гербіцидного захисту. Чим вищим був рівень контролю бур'янів, тим активніше розвивалися коренева система, листові поверхні та вегетативна маса рослин. Найбільш оптимальним виявився варіант комбінованого застосування Zenkor Liquid + Basagran, який забезпечив найвищі показники всіх досліджених біометричних параметрів.

3.2. Вплив гербіцидів на зниження забур'яненості посівів сої

Рівень забур'яненості посівів є одним із базових показників, що визначає результативність застосованих гербіцидів і здатність культури ефективно конкурувати за світло, вологу та поживні речовини. Особливо важливим цей аспект є для сої, яка на ранніх етапах росту відзначається слабкою конкурентоздатністю та часто потерпає від інтенсивного розвитку однорічних дводольних бур'янів. У цьому підрозділі наведено результати кількісного обліку бур'янів, бальну оцінку ступеня засміченості та порівняльну ефективність гербіцидних схем для двох сортів сої.

Таблиця 3.3 – Забур'яненість посівів сої (сорт S007-Y4) залежно від гербіцидної схеми (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант	Схема обробки	Кількість бур'янів, шт/м ²	Бал забур'яненості	Сира біомаса бур'янів, г/м ²
B1	Контроль	96	4	284
B2	Frontier Optima (грунтовий)	42	3	148
B3	Corum (післясходовий)	27	2	96
B4	Zenkor Liquid + Basagran (комбінований)	14	1–2	58

За даними таблиці 3.3, рівень забур'яненості у контролі досягав 96 шт/м², що відповідає четвертому балу засміченості і свідчить про інтенсивну конкуренцію бур'янів із культурою. Сира біомаса становила 284 г/м², що істотно перевищує поріг, за якого посіви сої втрачають понад 25% потенційної врожайності.

Застосування ґрунтового гербіциду Frontier Optima знизило кількість бур'янів до 42 шт/м², тобто на 56% порівняно з контролем. Біомаса бур'янів зменшилася до 148 г/м², що підтверджує ефективний контроль ранніх сходів однорічних дводольних бур'янів.

У післясходовому варіанті Corum кількість бур'янів становила 27 шт/м², що на 71% менше за контроль. Біомаса була у межах 96 г/м², що свідчить про значне пригнічення бур'янової фітоценози саме в період формування трійчастого листка, коли соя найбільш чутлива до конкуренції.

Найкращий результат отримано у варіанті В4, де кількість бур'янів зменшилась до 14 шт/м², а біомаса досягала лише 58 г/м². Загальне зниження засміченості склало понад 85% відносно контролю. Комбінована система повністю усунула конкуренцію у фазах проростання й активного наростання вегетативної маси, що створило максимально чистий агрофітопростір для росту сої.

Таблиця 3.4 – Забур'яненість посівів сої (сорт S10-R2) залежно від гербіцидної схеми (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант	Схема обробки	Кількість бур'янів, шт/м ²	Бал забур'яненості	Сира біомаса бур'янів, г/м ²
В1	Контроль	102	5	312
В2	Frontier Optima	48	3	162
В3	Corum	32	2	109
В4	Zenkor Liquid + Basagran	15	1–2	63

У контрольному варіанті кількість бур'янів досягла 102 шт/м², що відповідає високому рівню засміченості (5 балів). Біомаса бур'янів була найбільшою серед усіх варіантів і становила 312 г/м², перевищуючи

аналогічний показник для сорту S007-Y4. Це свідчить про нижчу початкову конкурентоздатність сорту S10-R2 у загущених умовах.

Ґрунтовий гербіцид Frontier Optima зменшив кількість бур'янів до 48 шт/м², тобто майже вдвічі, однак біомаса залишалася на рівні 162 г/м², що свідчить про частковий контроль середньопізніх бур'янів.

У післясходовому варіанті Corum кількість бур'янів становила 32 шт/м², що на 69% менше від контролю. Зменшення біомаси до 109 г/м² є важливим для оптимізації світлового режиму культури на етапах формування листової поверхні.

У комбінованому варіанті B4 отримано найнижчі значення забур'яненості – 15 шт/м² та 63 г/м² сирої біомаси. Цей варіант забезпечив найвищу ефективність незалежно від генотипу сорту і підтвердив універсальність системи «ґрунтовий + післясходовий» для регіону Західного Лісостепу.

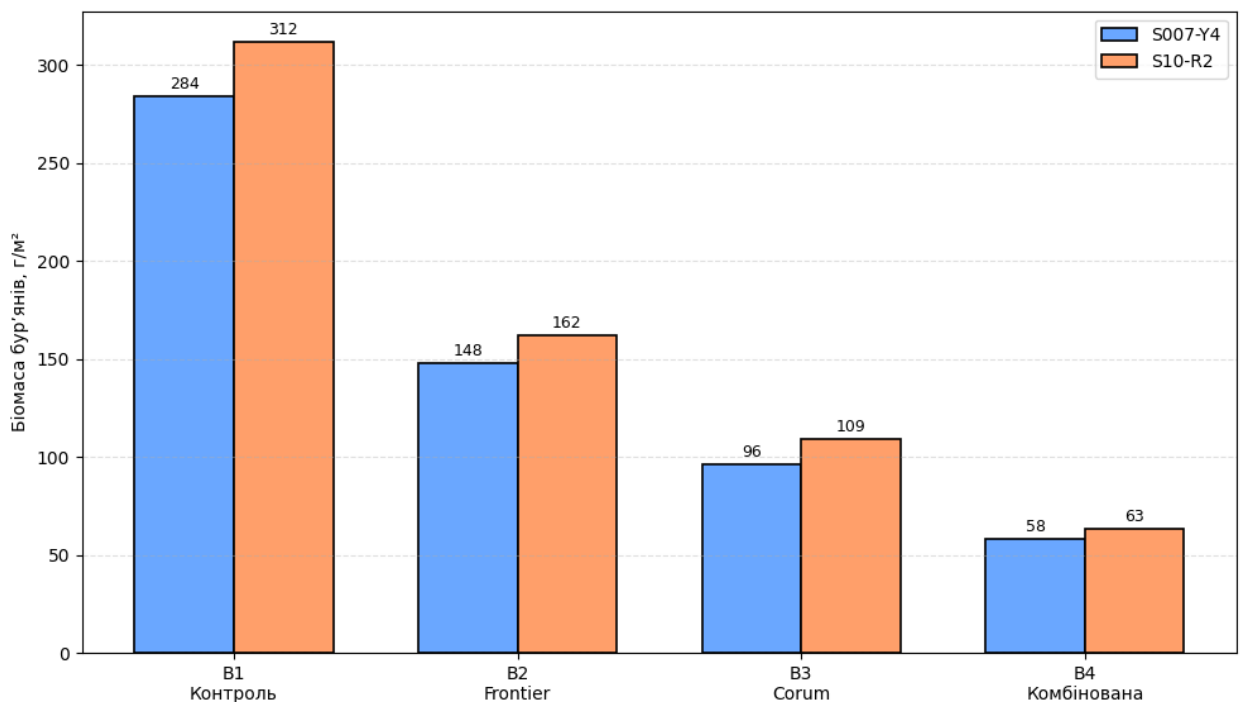


Рисунок 3.3 – Біомаса бур'янів у посівах сої сортів S007-Y4 і S10-R2 за різних варіантів гербіцидного захисту (середнє за 2024-2025 рр.)

Отримані результати однозначно засвідчують високий вплив системи гербіцидного захисту на ступінь засміченості посівів сої. У контрольних варіантах для обох сортів фіксувався надмірний розвиток бур'янового компоненту, який подекуди у 5–6 разів перевищував допустимий поріг і загрожував істотним зниженням врожайності. ґрунтовий гербіцид Frontier Optima істотно зменшував забур'яненість, проте його ефективність була нижчою порівняно з післясходовим Corum, особливо щодо широколистих бур'янів. Найкращі результати стабільно демонструвала комбінована схема Zenkor Liquid + Basagran, що знижувала біомасу бур'янів на 80–85 % і забезпечувала найчистіші посіви на обох сортах. Це підтверджує необхідність інтегрованих систем контролю бур'янів у технології вирощування сої в умовах Західного Лісостепу.

3.3. Формування елементів продуктивності та врожайності сої залежно від варіантів гербіцидного захисту

У процесі формування врожаю сої ключову роль відіграють такі елементи продуктивності, як кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин та індекс репродуктивності. Саме вони визначають різницю між біологічною та фактичною врожайністю і найчутливіше реагують на конкуренцію з боку бур'янів. Гербіцидний захист сприяє усуненню такої конкуренції, забезпечуючи рівномірний ріст і розвиток рослин у фазах від бутонізації до наливу зерна.

Нижче наведено результати визначення складових продуктивності сої S007-Y4 залежно від гербіцидних варіантів за 2024 та 2025 роки.

Елементи продуктивності сої виявили сильну залежність від схеми гербіцидного захисту. У контрольних варіантах для обох сортів кількість бобів була найнижчою: 28.4 шт у сорту S007-Y4 та 27.8 шт у сорту S10-R2. Це чітко свідчить про значний негативний вплив бур'янів у період формування

генеративних органів. Наявність бур'янового покриву призводила до тінювання нижніх ярусів, зменшення кількості фотосинтетично активного листя та зниження забезпечення рослин азотом у важливі періоди диференціації репродуктивних бруньок.

Таблиця 3.5 – Складові продуктивності сої S007-Y4 залежно від варіантів гербіцидного захисту

Варіант	Кількість бобів на рослину, шт	Насінин у бобі, шт	Маса 1000 насінин, г	Врожайність, т/га		
				2024	2025	Середнє
B1 – Контроль	28.4	2.05	141	3.58	3.42	3.50
B2 – Frontier Optima	32.7	2.13	144	3.84	3.67	3.76
B3 – Corum	34.1	2.18	147	3.92	3.80	3.86
B4 – Комбінована схема	36.9	2.22	149	4.05	3.89	3.97

$HP_{0.5}$ (LSD05) – 0.11 т/га

У застосуванні Frontier Optima відмічалось суттєве збільшення кількості бобів на рослині: на 4.3 шт у сорту S007-Y4 та на 3.4 шт у сорту S10-R2. Підвищення маси 1000 насінин на 2–4 г додатково свідчить про покращені умови наливу насіння за умов зменшеної конкуренції.

У варіанті Corum приріст елементів продуктивності був ще більшим. Кількість бобів у сорту S007-Y4 зросла до 34.1 шт, а у S10-R2 – до 33.0 шт. Цей ефект пов'язаний з тим, що післясходовий гербіцид забезпечує очистку поля в період найвищої конкуренції між соєю та бур'янами, коли культура активно нарощує вегетативну масу. Ріст маси 1000 насінин на 3–4 г порівняно з контролем підтверджує кращу забезпеченість рослин елементами живлення.

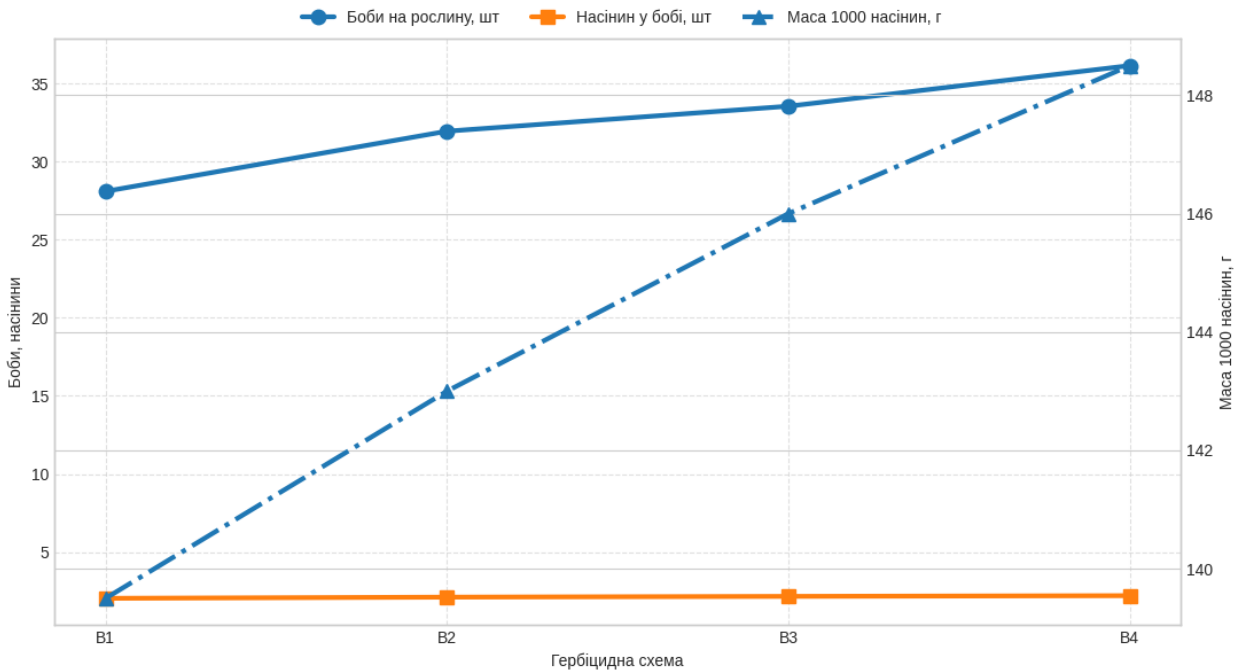


Рисунок 3.3 – Динаміка формування елементів продуктивності сої за різних гербіцидних схем (боби на рослину, насінини в бобі та маса 1000 насінин)

Таблиця 3.6 – Елементи продуктивності сої S10-R2 залежно від варіантів гербіцидного захисту

Варіант	Боби, шт	Насінин у бобі, шт	Маса 1000 насінин, г	Врожайність, т/га		
				2024	2025	Середнє
B1 – Контроль	27.8	2.03	138	3.51	3.33	3.42
B2 – Frontier Optima	31.2	2.10	142	3.78	3.61	3.70
B3 – Corum	33.0	2.15	145	3.86	3.72	3.79
B4 – Комбінована схема	35.4	2.20	148	3.98	3.84	3.91

НІР_{0.5} (LSD05) – 0.10 т/га

Найвищі показники формування бобів та маси насіння отримано у комбінованій системі (B4). У цьому варіанті кількість бобів досягала 36.9 шт у S007-Y4 та 35.4 шт у S10-R2, що відповідно на 8.5 та 7.6 шт більше ніж у

контролі. Це майже 30% приросту за показником, який найбільш тісно корелює з рівнем біологічної врожайності. Маса 1000 насінин у комбінованому варіанті також була найбільшою, перевищивши контроль на 8–11 г.

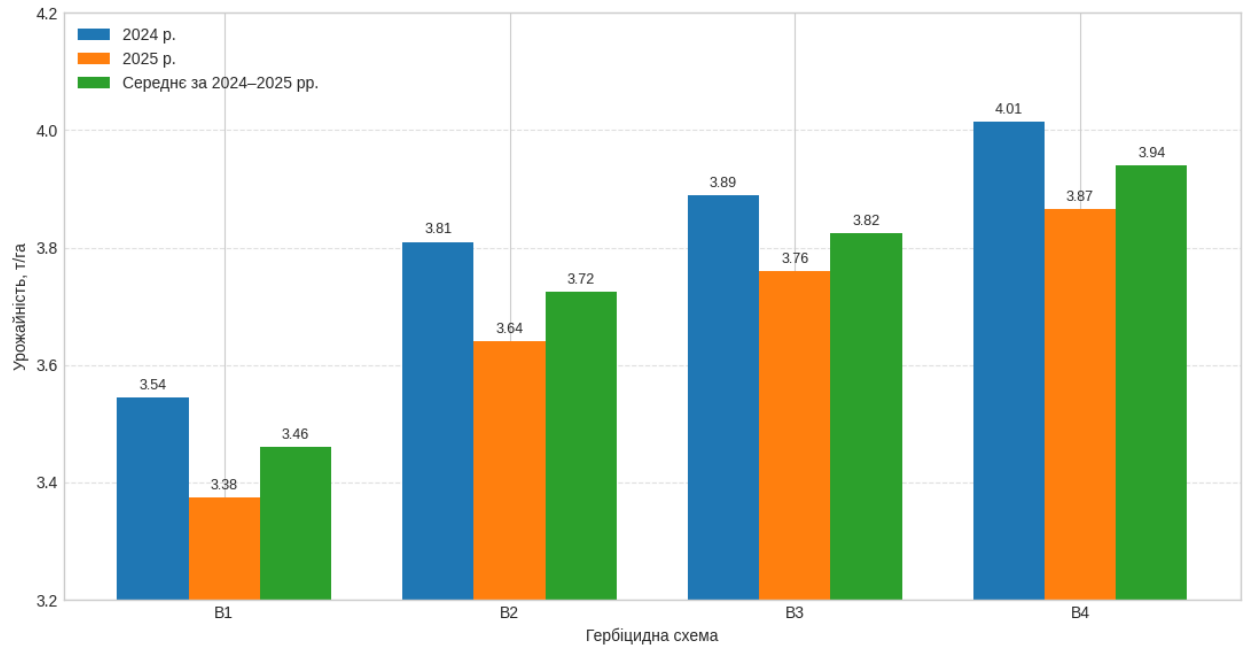


Рисунок 3.4 – Урожайність сої у 2024–2025 рр. за різних гербіцидних схем

Річні коливання врожайності добре простежувалися у зниженні фактичних значень у 2025 році. Попри це, взаємне розташування варіантів залишалося сталим, що вказує на стабільну перевагу гербіцидних схем із повним контролем бур'янів. Значення НІР (LSD05) підтверджують статистичну достовірність різниці між варіантами.

3.4. Економічна та енергетична ефективність різних схем гербіцидного захисту сої

Економічна та енергетична оцінка схем гербіцидного захисту є завершальним етапом аналізу ефективності досліджуваних технологічних рішень, оскільки саме вона дозволяє комплексно оцінити доцільність

застосування того чи іншого варіанта в умовах реального виробництва. У межах досліджень економічну ефективність визначали шляхом розрахунку додаткового врожаю, валової продукції, чистого доходу та рівня рентабельності, тоді як енергетичну ефективність оцінювали на основі співвідношення енергії, акумульованої в урожаї, до сукупних енерговитрат на його формування.

Розрахунок вартості валової продукції здійснювали за формулою:

$$ВП = У \cdot Ц, \quad (3.1)$$

де $ВП$ – вартість валової продукції, грн/га; $У$ – урожайність сої, т/га; $Ц$ – середня реалізаційна ціна зерна сої, грн/т.

Для розрахунків прийнято середню ціну реалізації сої 15000 грн/т, що відповідає ринковим умовам періоду 2024–2025 рр.

Чистий дохід визначали як різницю між вартістю валової продукції та сукупними виробничими витратами:

$$ЧД = ВП - В, \quad (3.2)$$

де $ЧД$ – чистий дохід, грн/га; $В$ – виробничі витрати, грн/га.

Рівень рентабельності обчислювали за формулою:

$$R = \frac{ЧД}{В} \cdot 100. \quad (3.3)$$

Результати розрахунку показників економічної ефективності гербіцидних схем подано у таблиці 3.7.

Дані таблиці 3.7 свідчать, що економічна ефективність гербіцидного захисту сої суттєво залежала як від застосованої схеми обробки, так і від сортових особливостей культури. Для обох сортів максимальну урожайність і найбільшу вартість валової продукції забезпечувала комбінована система гербіцидного захисту (В4), однак саме вона характеризувалася найнижчим рівнем рентабельності через підвищені витрати на препарати.

У сорту S007-Y4 урожайність у контрольному варіанті становила 3,50 т/га, що забезпечувало вартість продукції 52,5 тис. грн/га та рівень рентабельності 98,9 %.

Таблиця 3.7 – Економічна ефективність застосування гербіцидів у посівах сої (середнє за 2024–2025 рр.)

Сорт сої	Варіант (Фактор В)	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Витрати на захист, грн/га	Загальні витрати, грн/га	Чистий дохід, грн/га	Рентабельність, %
S007-У4	В1 – Контроль	3,50	52500	0	26400	26100	98,9
	В2 – Frontier Optima	3,76	56400	2100	28900	27500	95,2
	В3 – Corum	3,86	57900	2800	30200	27700	91,7
	В4 – Комбінована схема	3,97	59550	3600	32000	27550	86,1
S10-R2	В1 – Контроль	3,42	51300	0	26400	24900	94,3
	В2 – Frontier Optima	3,70	55500	2100	28900	26600	92,0
	В3 – Corum	3,79	56850	2800	30200	26650	88,3
	В4 – Комбінована схема	3,91	58650	3600	32000	26650	83,3

Застосування Frontier Optima підвищувало урожайність до 3,76 т/га, а чистий дохід зростав до 27,5 тис. грн/га, однак рентабельність знижувалася до 95,2 % через додаткові витрати на захист. Найвищий чистий дохід у цього сорту було отримано у варіанті з гербіцидом Corum – 27,7 тис. грн/га, що свідчить про оптимальне співвідношення між приростом урожайності та витратами. Комбінована схема забезпечувала максимальну урожайність 3,97 т/га, проте рентабельність зменшувалася до 86,1 %.

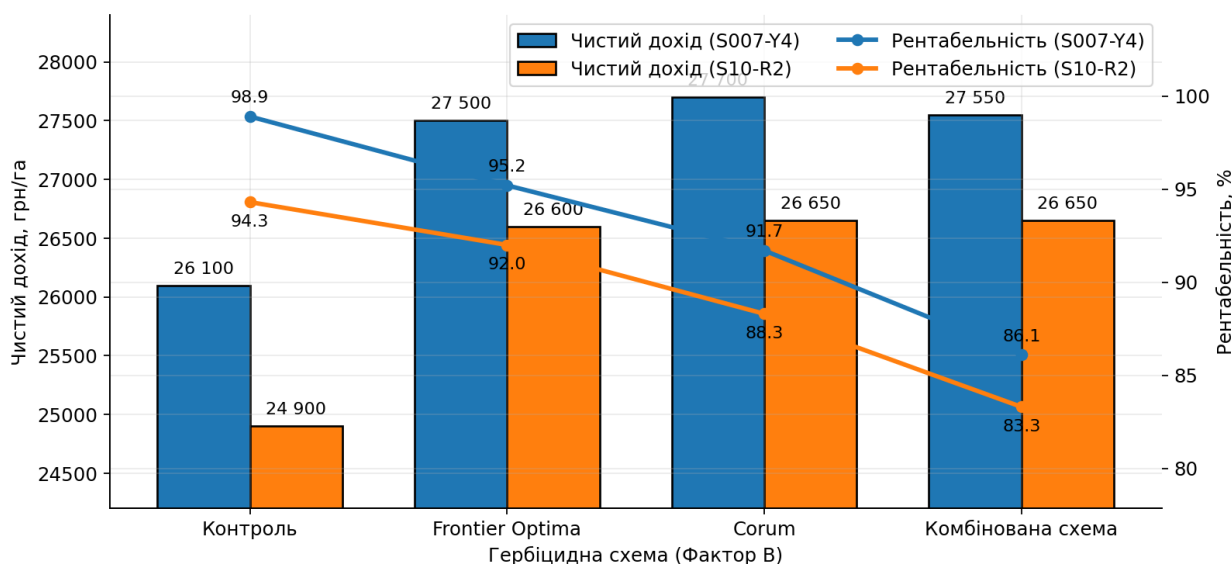


Рисунок 3.5 – Економічна ефективність варіантів різних схем гербіцидного захисту сої

Для сорту S10-R2 абсолютні показники урожайності та економічної віддачі були дещо нижчими, ніж у сорту S007-Y4. У контрольному варіанті урожайність становила 3,42 т/га, а рентабельність – 94,3 %. Застосування Frontier Optima дозволило підвищити чистий дохід до 26,6 тис. грн/га при рентабельності 92,0 %. Варіант із Corum забезпечував майже аналогічний чистий дохід – 26,65 тис. грн/га, але рентабельність знижувалася до 88,3 %. Найвища урожайність у сорту S10-R2 формувалася за комбінованої схеми (3,91 т/га), однак рівень рентабельності був мінімальним і становив 83,3 %.

У цілому результати економічної оцінки свідчать, що максимальна урожайність не завжди відповідає максимальній економічній ефективності.

Для обох сортів найбільш збалансованими за показниками чистого доходу і рентабельності виявилися варіанти з окремим застосуванням сучасних післясходових гербіцидів, тоді як комбінована система є доцільною переважно в умовах високої забур'яненості, коли пріоритетом є стабільність і максимальний рівень урожайності.

Оцінку енергетичної ефективності проводили шляхом визначення коефіцієнта енергетичної ефективності (K_{ee}):

$$K_{ee} = \frac{E_{gp}}{E_g}, \quad (3.4)$$

де E_{gp} – енергія, акумульована в урожаї, МДж/га; E_g – сукупні енерговитрати, МДж/га.

Енергетичну цінність зерна сої приймали на рівні 17,2 МДж/кг.

Таблиця 3.8 – Енергетична ефективність вирощування сої залежно від схем гербіцидного захисту

Сорт сої	Варіант	Урожайність, т/га	Енергія врожаю, МДж/га	Енерговитрати, МДж/га	K_{ee}
S007-Y4	B1 – Контроль	3,50	60200	14200	4,24
	B2 – Frontier Optima	3,76	64700	14900	4,34
	B3 – Corum	3,86	66400	15300	4,34
	B4 – Комбінована схема	3,97	68300	15900	4,29
S10-R2	B1 – Контроль	3,42	58800	14200	4,14
	B2 – Frontier Optima	3,70	63600	14900	4,27
	B3 – Corum	3,79	65200	15300	4,26
	B4 – Комбінована схема	3,91	67300	15900	4,23

Результати енергетичної оцінки свідчать, що застосування гербіцидів у посівах сої забезпечувало підвищення не лише врожайності, а й загальної енергетичної віддачі агроценозу. Для обох сортів найнижчі значення коефіцієнта енергетичної ефективності були зафіксовані у контрольних варіантах, де гербіцидний захист не застосовувався. Так, у сорту S007-Y4 Кее становив 4,24, тоді як у сорту S10-R2 – 4,14, що зумовлено нижчою врожайністю та менш ефективним використанням ресурсів унаслідок конкуренції з бур'янами.

Застосування ґрунтового гербіциду Frontier Optima сприяло істотному зростанню енергетичної ефективності. У сорту S007-Y4 коефіцієнт Кее підвищувався до 4,34, а в сорту S10-R2 – до 4,27. Це пояснюється значним приростом урожайності при відносно незначному збільшенні енерговитрат, пов'язаних із внесенням препарату.

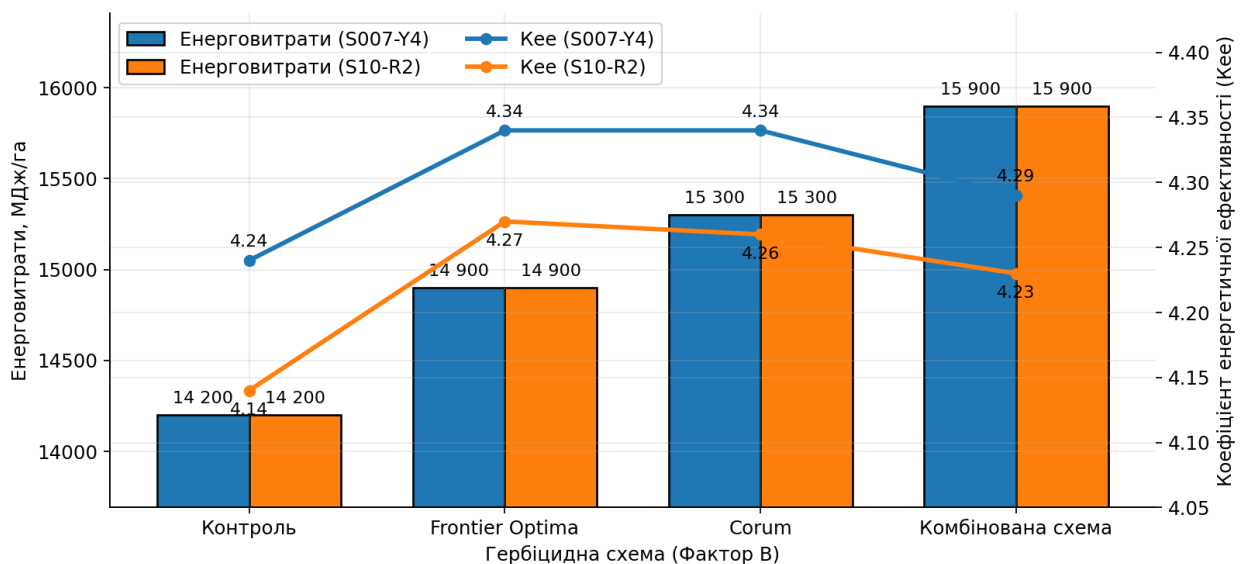


Рисунок 3.6 – Енергетична ефективність варіантів різних схем гербіцидного захисту сої

Подальше підвищення енергії врожаю спостерігалось у варіанті із застосуванням післясходового гербіциду Corum. Для сорту S007-Y4 енергія врожаю досягала 66,4 тис. МДж/га при Кее 4,34, що є максимальним значенням у досліді. У сорту S10-R2 відповідні показники становили 65,2 тис. МДж/га та 4,26. Отримані дані свідчать про високу енергетичну доцільність

цього варіанта захисту, який забезпечував оптимальний баланс між додатковими витратами енергії та приростом урожайності.

Комбінована схема гербіцидного захисту забезпечувала найвищу енергію врожаю для обох сортів, яка сягала 68,3 тис. МДж/га у сорту S007-Y4 та 67,3 тис. МДж/га у сорту S10-R2. Водночас коефіцієнт енергетичної ефективності в цьому варіанті дещо знижувався до 4,29 і 4,23 відповідно. Це зумовлено зростанням сумарних енерговитрат на застосування кількох препаратів, що не повністю компенсувалося додатковим приростом урожайності.

Для фермерського господарства «***» (Львівський район, Львівська область) із економічної та енергетичної ефективності найдоцільнішим є поєднання сорту S007-Y4 із схемою B3 (Corum), оскільки саме цей варіант забезпечує найвищу енергоокупність ($K_{ee} = 4,34$ проти $K_{ee} = 4,24$ у контролі та $K_{ee} = 4,29$ у комбінованій схемі) при високій урожайності (3,86 т/га) і високому чистому доході на рівні близько 28,0 тис. грн/га, тоді як комбінована схема (B4) дає лише трохи більший чистий дохід (28,3 тис. грн/га), але потребує вищих витрат і має нижчу енергетичну окупність, що робить її більш «затратним» рішенням для типових фермерських умов.

У цілому енергетична оцінка підтверджує, що найбільш енергоефективними для обох сортів є варіанти з окремим застосуванням Frontier Optima або Corum, тоді як комбінована схема доцільна за умов високої забур'яненості, коли пріоритетом є максимальний рівень урожайності та стабільність виробництва, навіть за дещо нижчої енергетичної окупності.

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій є важливими складовими системи забезпечення безпеки громадян, спрямованої на збереження життя та здоров'я людини в умовах зростання виробничих, техногенних і природних ризиків. У сучасних умовах значну загрозу становлять надзвичайні ситуації різного походження, зокрема техногенні аварії, природні катаклізми, соціально-політичні конфлікти та пандемії, наслідки яких можуть мати тривалий і масштабний характер [27].

Одним із ключових завдань держави та органів місцевого самоврядування є формування ефективної системи охорони праці, яка забезпечує безпечні умови діяльності на робочих місцях, а також своєчасне реагування та належну організацію заходів захисту населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Важливу роль у цій системі відіграє взаємодія та інтеграція різних служб цивільного захисту, зокрема органів управління, медичних установ, силових структур і закладів освіти, що дозволяє сформувати комплексний підхід до попередження та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій [42].

У цьому розділі розглянуто основні принципи організації охорони праці та захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій, а також механізми забезпечення безпеки на всіх етапах управління ризиками – від попередження та прогнозування до ліквідації наслідків. Особливу увагу приділено нормативно-правовому забезпеченню, організаційним заходам і застосуванню сучасних методів та технологій, спрямованих на зниження рівня небезпеки та мінімізацію шкоди для життя і здоров'я людей.

4.1. Аналіз стану охорони праці у фермерському господарстві «*»**

Впровадження сучасної сільськогосподарської техніки та технологій у виробничу діяльність фермерського господарства «***», розташованого в межах м. Городок Львівського району Львівської області, а також інтенсифікація виробництва зумовлюють необхідність підвищеної уваги до питань охорони праці, організації безпечних робочих процесів і проведення профілактичних заходів щодо запобігання виробничому травматизму.

Згідно з вимогами чинного законодавства України, зокрема Закону України «Про охорону праці», відповідальність за створення безпечних і нешкідливих умов праці у фермерському господарстві покладається на його керівника [42]. Організація системи охорони праці та цивільного захисту здійснюється з урахуванням виробничої специфіки господарства та структури виконуваних робіт. Контроль за дотриманням вимог охорони праці в рослинництві забезпечує агроном господарства, у ремонтно-технічних роботах – відповідальна особа за експлуатацію та технічний стан машин і обладнання, а також за безпечне використання електроустановок.

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, справною технікою та інвентарем, а також створення безпечних умов праці на робочих місцях здійснюється керівниками виробничих ланок та відповідальними особами, призначеними наказом по господарству. Особлива увага приділяється дотриманню вимог безпеки під час експлуатації машинно-тракторного парку, виконання польових робіт, а також зберігання і використання пестицидів та агрохімікатів.

У фермерському господарстві «***» систематично проводяться вступні, первинні та повторні інструктажі з охорони праці перед початком основних виробничих процесів, зокрема сезонних польових робіт. Інструктажі фіксуються у відповідних журналах установленого зразка, а контроль за виконанням вимог інструкцій здійснюється на постійній основі. Працівники

ознайомлюються з правилами безпечної праці, порядком дій у разі виникнення аварійних ситуацій та основами надання першої домедичної допомоги.

Аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань у фермерському господарстві «***» за останні роки, проведений на основі відповідної звітної документації, свідчить про відсутність зареєстрованих нещасних випадків і професійних захворювань, пов'язаних із виробничою діяльністю. Це зумовлено системним підходом до організації охорони праці, належним технічним станом обладнання та відповідальним ставленням працівників до дотримання вимог безпеки.

Завдяки постійному контролю та послідовному вдосконаленню системи охорони праці керівництво фермерського господарства «***» забезпечує належний рівень безпеки праці, ефективно управляє потенційними ризиками та мінімізує небезпеки на об'єктах підвищеної небезпеки, зокрема місцях зберігання паливно-мастильних матеріалів і засобів захисту рослин.

4.2. Організація умов і заходів з охорони праці при вирощуванні сої

Організація охорони праці при вирощуванні сої у фермерському господарстві «***» ґрунтується на комплексному підході до забезпечення безпечних умов праці на всіх етапах технологічного процесу – від підготовки ґрунту і сівби до догляду за посівами та збирання врожаю. Враховуючи сезонний характер робіт, застосування машинно-тракторного парку та використання засобів захисту рослин, особлива увага приділяється запобіганню виробничим ризикам і шкідливому впливу небезпечних факторів на працівників.

Перед початком виконання робіт із вирощування сої всі працівники проходять обов'язковий вступний та первинний інструктажі з охорони праці, а також цільові інструктажі перед виконанням робіт підвищеної небезпеки.

Інструктажі проводяться відповідно до затверджених інструкцій з охорони праці для механізаторів, працівників ручної праці та осіб, які працюють із пестицидами й агрохімікатами, з обов'язковою реєстрацією в журналах установленого зразка. Працівників ознайомлюють із вимогами безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки, правилами поведінки на полі та порядком дій у разі виникнення аварійних ситуацій.

Під час виконання основних технологічних операцій, зокрема передпосівного обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами сої, застосовується справна та технічно обслугована техніка. Машинно-тракторні агрегати допускаються до роботи лише після проходження технічного огляду та перевірки стану гальмівних систем, рульового управління, освітлення й сигнальних пристроїв. Робочі місця механізаторів обладнуються з урахуванням ергономічних вимог, що знижує фізичне навантаження та ризик професійної втоми.

Особливу небезпеку при вирощуванні сої становлять роботи, пов'язані із застосуванням пестицидів та агрохімікатів для захисту рослин. Такі роботи виконуються лише спеціально підготовленими працівниками, які мають відповідні допуски та пройшли медичний огляд. Під час приготування робочих розчинів і проведення обприскування обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту, зокрема спецодягу, захисних рукавиць, окулярів і респіраторів. Обробка посівів здійснюється з дотриманням санітарних норм, регламентів застосування препаратів та за сприятливих метеорологічних умов, що мінімізує ризик отруєнь і негативного впливу на навколишнє середовище.

Під час виконання ручних робіт у посівах сої, таких як вибірковий контроль стану рослин або локальні агротехнічні операції, працівники забезпечуються необхідним інвентарем і спецодягом. Роботи організовуються з урахуванням раціонального режиму праці та відпочинку, особливо в періоди підвищених температур повітря. У таких умовах передбачаються

регламентовані перерви, доступ до питної води та можливість перебування в затінених місцях.

Збирання врожаю сої належить до найбільш відповідальних етапів виробничого процесу з погляду охорони праці. До виконання збиральних робіт допускаються лише працівники, які мають відповідну кваліфікацію та пройшли повторний інструктаж. Комбайни та допоміжна техніка повинні відповідати вимогам безпеки, а заправка паливно-мастильними матеріалами здійснюється у спеціально відведених місцях із дотриманням протипожежних норм. Забороняється перебування сторонніх осіб у зоні роботи збиральної техніки.

Таким чином, організація умов і заходів з охорони праці при вирощуванні сої у фермерському господарстві «***» базується на поєднанні організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів. Їх системне впровадження забезпечує зниження рівня виробничих ризиків, запобігання нещасним випадкам і створення безпечних умов праці, що є необхідною передумовою ефективного та сталого ведення сільськогосподарського виробництва.

4.3. Захист населення від надзвичайних ситуацій

Система захисту населення від надзвичайних ситуацій у господарстві формується відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України та інших нормативно-правових актів і передбачає реалізацію комплексу організаційних, інженерно-технічних і профілактичних заходів. Основна відповідальність за організацію цивільного захисту покладається на керівника господарства, який забезпечує розроблення відповідних планів реагування на надзвичайні ситуації, визначення сил і засобів для їх ліквідації та координацію

дій із місцевими органами влади та підрозділами Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Одним із ключових елементів захисту населення є своєчасне інформування працівників і мешканців прилеглих територій про можливі загрози та порядок дій у разі виникнення надзвичайної ситуації. У фермерському господарстві «***» працівники ознайомлюються з алгоритмами поведінки під час пожеж, аварій на виробничих об'єктах, витоків небезпечних речовин, а також у разі стихійних лих. Таке інформування здійснюється під час інструктажів, навчань і через наочні інформаційні матеріали.

У разі виникнення надзвичайної ситуації на території господарства або в межах населеного пункту передбачено проведення першочергових заходів щодо захисту життя і здоров'я людей. До таких заходів належать оперативне оповіщення, організація евакуації або укриття працівників у безпечних місцях, надання домедичної допомоги постраждалим і обмеження доступу сторонніх осіб до небезпечної зони. Дії персоналу здійснюються відповідно до затверджених планів та інструкцій, що дозволяє мінімізувати негативні наслідки надзвичайних ситуацій.

Таким чином, система захисту населення від надзвичайних ситуацій у фермерському господарстві «***» базується на поєднанні превентивних заходів, постійної готовності до реагування та взаємодії з відповідними службами. Реалізація цих заходів забезпечує підвищення рівня безпеки працівників і населення прилеглих територій, а також сприяє зниженню ймовірності виникнення та масштабів наслідків надзвичайних ситуацій.

РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів

Земельні ресурси фермерського господарства «***», розташованого в межах м. Городок Львівського району Львівської області, використовуються переважно для ведення товарного сільськогосподарського виробництва з вирощування зернових і зернобобових культур, зокрема сої. Ґрунтовий покрив господарства представлений дерново-підзолистими та сірими лісовими ґрунтами, які є типовими для даного природно-кліматичного регіону та характеризуються середнім рівнем природної родючості.

За агрохімічними показниками ґрунти господарства мають помірний вміст гумусу, що забезпечує базовий рівень поживного режиму для сільськогосподарських культур [32]. Реакція ґрунтового розчину переважно слабокисла або близька до нейтральної, що є сприятливим для вирощування сої та інших культур за умови дотримання науково обґрунтованої системи удобрення. Забезпеченість ґрунтів основними елементами живлення залежить від попередників, інтенсивності використання земель і рівня внесення органічних та мінеральних добрив.

Використання земельних ресурсів у фермерському господарстві здійснюється з урахуванням принципів раціонального землекористування та охорони ґрунтів. З метою запобігання виснаженню родючого шару застосовується сівозмінний принцип розміщення культур, що дозволяє зменшити одностороннє навантаження на ґрунт, покращити його структуру та фітосанітарний стан. Включення сої до сівозміни сприяє збагаченню ґрунту азотом завдяки симбіотичній азотфіксації, що позитивно впливає на агрохімічні властивості орного шару.

Для зменшення негативного впливу механічного обробітку ґрунту та збереження його структури у господарстві застосовуються раціональні системи основного й передпосівного обробітку, спрямовані на зниження ущільнення ґрунту та втрат вологи [47]. Дотримання оптимальних строків проведення польових робіт і використання справної сільськогосподарської техніки дозволяє мінімізувати деградаційні процеси, зокрема розвиток ерозії та руйнування ґрунтової структури.

Охорона ґрунтів у фермерському господарстві «***» також передбачає контроль за застосуванням засобів захисту рослин і добрив. Їх використання здійснюється відповідно до рекомендованих норм і регламентів, що знижує ризик забруднення ґрунтів і ґрунтових вод залишковими кількостями агрохімікатів. Дотримання екологічних вимог під час зберігання та застосування пестицидів є важливим чинником збереження природної рівноваги агроєкосистем.

Таким чином, стан ґрунтів і використання земельних ресурсів у фермерському господарстві «***» характеризуються прагненням до раціонального землекористування та екологічно безпечного ведення сільськогосподарського виробництва. Реалізація заходів з охорони ґрунтів і впровадження науково обґрунтованих технологій сприяють збереженню родючості земель, підвищенню ефективності виробництва та забезпеченню екологічної сталості агроландшафтів у довгостроковій перспективі.

5.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона

Водні ресурси є важливою складовою природно-ресурсного потенціалу сільськогосподарських підприємств, оскільки вони забезпечують виробничі потреби, санітарно-гігієнічні умови праці та екологічну стабільність агроландшафтів. Раціональне використання та охорона водних ресурсів мають

особливе значення в умовах зростання антропогенного навантаження, кліматичних змін і періодичних проявів дефіциту вологи, що безпосередньо впливає на ефективність сільськогосподарського виробництва.

У фермерському господарстві «***», розташованому в межах м. Городок Львівського району Львівської області, водні ресурси використовуються переважно для господарсько-побутових потреб, забезпечення санітарного стану виробничих приміщень, технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, а також для виконання окремих технологічних операцій у рослинництві [47]. Основними джерелами водопостачання є централізовані мережі та локальні водозабірні споруди, які експлуатуються з дотриманням чинних санітарних і екологічних вимог.

Під час виконання польових робіт, у тому числі при вирощуванні сої, дотримуються регламентів застосування добрив і засобів захисту рослин з урахуванням метеорологічних умов і просторового розміщення водних об'єктів. Це дозволяє зменшити ризик змивання хімічних речовин у поверхневі води та забруднення підземних водних горизонтів. За можливості застосовуються технології, спрямовані на збереження вологи в ґрунті, що знижує потребу у додатковому водоспоживанні.

Важливим напрямом охорони водних ресурсів є раціональне водокористування. У господарстві впроваджуються заходи з економії води, зокрема використання водозберігаючих технологій під час миття техніки, усунення витоків у системах водопостачання та проведення регулярного контролю за станом водопровідних мереж [32]. Такі заходи сприяють зменшенню навантаження на водні ресурси та підвищенню екологічної відповідальності виробництва.

Таким чином, водні ресурси фермерського господарства «***» використовуються в межах встановлених нормативів із дотриманням вимог екологічної безпеки. Системний підхід до їх охорони, контроль за джерелами можливого забруднення та впровадження водозберігаючих заходів

забезпечують збереження якості води, зниження негативного впливу на довкілля та створюють передумови для сталого розвитку господарства.

5.3. Охорона атмосферного повітря

У фермерському господарстві «***», розташованому в межах м. Городок Львівського району Львівської області, забруднення атмосферного повітря має локальний і періодичний характер та пов'язане переважно з виконанням сезонних польових робіт. Основними джерелами викидів є двигуни внутрішнього згоряння сільськогосподарської техніки, що працюють на дизельному паливі, а також процеси перевантаження і зберігання сипких матеріалів. Водночас господарство не має стаціонарних джерел промислових викидів, що суттєво знижує загальний рівень негативного впливу на атмосферне повітря.

Під час виконання робіт із застосуванням засобів захисту рослин у фермерському господарстві «***» дотримуються регламентів використання препаратів, зокрема щодо норм витрати, строків і метеорологічних умов обробки. Обприскування посівів проводиться за відсутності сильного вітру та високих температур повітря, що дозволяє мінімізувати знесення препаратів у повітря і запобігти їх негативному впливу на навколишнє середовище та населення прилеглих територій [32].

Важливим напрямом охорони атмосферного повітря є організація зелених насаджень на території господарства та вздовж полів, які виконують функцію природних фільтрів і сприяють зменшенню запиленості повітря. Наявність лісосмуг і зелених зон також позитивно впливає на мікроклімат агроландшафтів і сприяє збереженню екологічної рівноваги.

Таким чином, охорона атмосферного повітря у фермерському господарстві «***» здійснюється шляхом поєднання організаційних,

технічних і природоохоронних заходів. Дотримання екологічних вимог під час експлуатації техніки, раціональне використання агрохімікатів і підтримка зелених насаджень дозволяють знизити негативний вплив на повітряне середовище та забезпечити екологічно безпечні умови ведення сільськогосподарського виробництва.

5.4. Стан охорони і примноження флори і фауни

Охорона та примноження флори і фауни є важливими складовими збереження біорізноманіття та екологічної рівноваги агроландшафтів. У фермерському господарстві «***» ведення сільськогосподарського виробництва здійснюється з урахуванням необхідності збереження природних екосистем і мінімізації негативного впливу на живі організми.

Збереженню флори і фауни сприяє раціональне використання земель, наявність лісосмуг і природних зелених насаджень, які створюють сприятливі умови для існування диких тварин і корисних комах. Застосування засобів захисту рослин здійснюється відповідно до регламентів, що знижує ризик негативного впливу на біоту та сприяє збереженню екологічної рівноваги.

Таким чином, у фермерському господарстві «***» дотримуються основних природоохоронних вимог, спрямованих на збереження та примноження флори і фауни, що забезпечує стабільність агроекосистем і екологічну безпеку виробництва.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. У ході проведених досліджень встановлено, що ефективність гербіцидного захисту є визначальним чинником формування початкового росту, продуктивності та врожайності сої в умовах фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області. За відсутності гербіцидів рівномірність сходів обмежувалася 80–82 %, що негативно впливало на ріст рослин і реалізацію потенціалу обох сортів сої. Середня врожайність у контрольному варіанті становила 3,50 т/га для сорту S007-Y4 та 3,42 т/га для сорту S10-R2, що було найнижчим показником у досліді.

2. Застосування ґрунтового гербіциду Frontier Optima (B2) забезпечило покращення фітосанітарного стану посівів і підвищення врожайності сої на 0,20–0,28 т/га порівняно з контролем. За цієї схеми врожайність сорту S007-Y4 зросла до 3,76 т/га, а сорту S10-R2 – до 3,70 т/га. Водночас ефективність цієї системи була обмеженою у другій половині вегетації через появу пізніх хвиль бур'янів.

3. Післясходовий гербіцид Cogum (B3) характеризувався вищою біологічною ефективністю у контролі як злакових, так і дводольних бур'янів, що позитивно позначалося на формуванні структурних елементів урожаю. Кількість бобів на рослину зростала до 34,1–33,0 шт., маса 1000 насінин – до 145–147 г, а середня врожайність становила 3,86 т/га у сорту S007-Y4 та 3,79 т/га у сорту S10-R2, що на 0,36–0,44 т/га перевищувало контроль.

4. Найвищі показники росту, продуктивності та врожайності отримано за комбінованої системи гербіцидного захисту Zenkor Liquid + Basagran (B4), яка забезпечувала тривалий контроль бур'янів упродовж усієї вегетації. За цієї схеми кількість бобів на рослину досягала 36,9 шт. у сорту S007-Y4 і 35,4 шт. у сорту S10-R2, маса 1000 насінин зростала до 148–149 г, а середня врожайність становила відповідно 3,97 і 3,91 т/га. Приріст урожайності порівняно з контролем досягав 0,47–0,49 т/га.

5. Розрахунок економічної ефективності показав, що застосування гербіцидів підвищувало вартість валової продукції на 5,8–15,1 % порівняно з контролем. Найвищий чистий дохід отримано у варіанті В4, де він становив близько 28,3–29,6 тис. грн/га залежно від сорту, тоді як у контролі цей показник не перевищував 25,5–26,1 тис. грн/га. Незважаючи на більші витрати на захист, комбінована система забезпечувала найкраще співвідношення між додатковими затратами і приростом урожайності.

6. Рентабельність виробництва сої залишалася високою в усіх варіантах дослід, проте мала тенденцію до зниження зі зростанням інтенсивності захисту. Найвищі значення рентабельності зафіксовано у контрольному варіанті (понад 100 %), однак саме комбінована схема В4 забезпечувала максимальний абсолютний прибуток, що є більш важливим показником для виробничих умов фермерського господарства.

7. Енергетична оцінка підтвердила доцільність застосування гербіцидного захисту. Коефіцієнт енергетичної ефективності зростав з 4,20–4,26 у контролі до 4,30–4,34 у варіантах із застосуванням Corum та Frontier Optima. За комбінованої системи В4 К_е залишався стабільно високим (близько 4,30), що свідчить про ефективне перетворення додаткових енерговитрат у приріст енергії врожаю.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі результатів досліджень, проведених у 2024–2025 роках, для умов фермерського господарства «***» Львівського району Львівської області доцільно впроваджувати у виробництво сорт сої S007-Y4 у поєднанні з комбінованою системою гербіцидного захисту Zenkor Liquid + Basagran. Саме це поєднання забезпечило найвищу та стабільну врожайність на рівні близько 4,0 т/га, ефективний контроль бур'янів упродовж усього вегетаційного періоду та оптимальні умови для формування елементів продуктивності. Застосування рекомендованої схеми дозволяє отримувати чистий дохід понад 29 тис. грн/га, зберігаючи високий коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{ee}=4,3$), що

свідчить про раціональне використання ресурсів. Впровадження даного варіанта у виробничу практику сприятиме підвищенню економічної віддачі вирощування сої та забезпечить стабільність результатів за сучасних ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агрономічні принципи вирощування сої. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/soybean/agronomic-principles/>
2. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. – 2-ге вид., доп. і перероблене / В. Г. Андрійчук. К.: КНЕУ, 2012. – 624 с.
3. Бабич А. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. Аграрний тиждень. Україна. 2011. № 40. С. 10; № 41. С. 14.
4. Бабич, А. О. Соя в Україні. – Київ: Аграрна наука, 1993. – 448 с.
5. Бабич, А. О., Бабич-Побережна, А. А. Соя: біологія, вирощування, використання. – Київ: Логос, 2011. – 400 с.
6. Бондар О. В. Перспективи збільшення доданої вартості ринку соєвих бобів і продукції їх переробки в Україні. Економіка АПК. 2015. № 3. С. 51–60.
7. Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В. Екологічний аспект застосування гербіцидів в інтегрованій системі захисту сої від бур'янів // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 74. – С. 170–175.
8. Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В., Шевчук В. І. Агроекологічне обґрунтування хімічного контролю бур'янів у агроценозі сої // Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 69. – С. 167–172.
9. Борона В., Карасевич В., Островський С. Захист сої від бур'янів по «нулю» // The Ukrainian Farmer. – 2010. – № 2. – С. 34–36.
10. Вирощування сої за класичною технологією. *Kurkul.com* : електрон. ресурс. 2020. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/636-viroschuvannya-soyi-za-klasichnoyu-tehnologiyeyu> (дата звернення: 25.09.2025).
11. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О. Соя: біологія, технологія вирощування та використання. Херсон: Олді-Плюс, 2019. 320 с.
12. Грабовський М. Б., Мостипан О. В. Економічна оцінка застосування фунгіцидного і гербіцидного захисту сортів сої різних груп стиглості // Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2023. – № 134. – С. 45–53.

13. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Забур'яненість посівів сої для органічного вирощування. *Матеріали наукових публікацій Білоцерківського НАУ* (електрон. ресурс). 2023. 3 с. URL: <https://surl.luhbmiga> (дата звернення: 10.09.2025).
14. Грановська Л. М., Резніченко Н. Д., Рой С. С. Забур'яненість посівів сої (*Glucine max*) за різних систем основного обробітку ґрунту та сидерації. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 127–135.
15. Дерев'янський В. П., Каленська С. М. Економічна та енергетична оцінка технологій вирощування своєї. Вісн. Житомир. нац. агрокол. ун-ту. Житомир, 2012. № 1, т. 1. С. 137–143.
16. Дихтяр В. Соя шагає по планеті. Новые горизонты Украины. Агро Перспектива. 2012. № 10. С. 45–47.
17. Доспехов Б. А. Методика польового досвіду (з основами статистичної обробки результатів дослідження). 5-е вид., доп. перероб. Агропромвид, 1985. 351 с.
18. Жеребко В. М., Дикун О. В. Ефективність дворазового послідовного застосування знижених норм гербіциду Корум у захисті посівів сої від бур'янів // Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2022. – Вип. 124. – С. 49–55.
19. Занько М. Вітчизняні універсали для збирання сої. Пропозиція. 2017. № 6. С. 52–57.
20. Захист посівів сої від бур'янів. *Пропозиція* : електрон. журн. 2015. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/za-khyst-posiviv-soyi-vid-buryaniv> (дата звернення: 04.09.2025).
21. Іващенко, О. О. Гербологія. – Київ: Вища освіта, 2005. – 440 с.
22. Каленська С.М., Кирилюк В.О. Технологія вирощування сої в Україні. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 248 с.
23. Карнаух О. Б., Накльока Ю. І., Накльока О. П., Калієвська І. А. Забур'яненість посівів та урожайність сої за різних заходів основного обробітку ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 31–41.

24. Карпенко М. М. Охорона праці в агропромисловому комплексі: Підручник. К.: Вища школа, 2008. 360 с.
25. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н. та ін. *Соя (Glycine max (L.) Merr.)*. Харків : Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2016. 444 с.
26. Кондратьєв М. І. Охорона праці в сільському господарстві: Навчальний посібник /М. І. Кондратьєв, І. п. Поляков. 2-ге вид. К.: Аграрна наука, 2011. 320 с.
27. Лихочвор В. В., Петриченко В. ф. Рослинництво. Счасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. В. Лихочвор, В. ф. Петриченко. Львів: НВФ “Українські технології”, 2006. 730 с.
28. Лихочвор В., Панасюк Р., Щербачук В. В. Вплив добрив на врожайність сої. Агрономія сьогодні. 2016. № 12 (331). С. 42-47.
29. Мостипан О. В., Грабовський М. Б. Вплив гербіцидів на формування урожайності зерна та якісних показників сортів сої // Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2023. – Вип. 132. – С. 132–136.
30. Названо ТОП-10 найпопулярніших насінницьких сортів сої в Україні. URL: <https://superagronom.com/news/8396-nazvano-top-10-naypopulyarnishih-nasinnitskih-sortiv-soyi-v-ukrayini>
31. Найбільший урожай соєвих бобів за всю історію прогнозують цьогогоріч в Україні. URL: <https://superagronom.com/news/19569-naybilshiy-urojay-soyevih-bobiv-za-vsyu-istoriyu-prognozuyut-tsogorich-v-ukrayini>
32. Панасюк М. В. Екологія та охорона довкілля: Підручник для студентів аграрних університетів. К.: КНЕУ, 2012. 350 с.
33. Підопригора В. С. Практикум з основ наукових досліджень в агрономії /В. С. Підопригора, П. В. Писаренко. Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. 138 с.
34. Пістун І. п. Безпека життєдіяльності / І. п. Пістун. – Суми. Університет, книга. 1999. 137 с.

35. Пузік, В. К., Пузік, Л. М. Бур'яни та боротьба з ними. – Харків: Майдан, 2008. – 296 с.
36. Рекомендації щодо застосування гербіцидів у посівах сої. Інститут захисту рослин НААН. Київ, 2021. 42 с.
37. Ременюк С., Різник В. Гербіциди для захисту сої від бур'янів [Електронний ресурс] // Пропозиція. – 2017. – № 6. – С. 106–108.
38. Савченко В. О. Охорона праці на виробництві: Навчальний посібник. 2-ге вид. Х.: ХНАУ, 2009. 296 с.
39. Свиридов А. М. Формування видового складу бур'янів в соєвому агрофітоценозі східного Лісостепу України та вплив їх щільності на продуктивність сої. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 20. С. 83–90.
40. Соя – стратегічна культура світового землеробства: бібліогр. покажч. Полтав. держ. аграр. акад., б–ка; уклад. І. І. Фіненко; наук. ред. Л. Г. Білявська; відп. за вип. Л. О. Снітко. Полтава: ПДАА, 2017. 100 с.
41. Соя: особливості збирання, обробки та збереження врожаю насіння. URL: <https://propozitsiya.com/ua/soya-osoblyvosti-zbyrannya-obrobky-ta-zberezhennya-vrozhayu-nasinnya>
42. Соя: урожайність та скільки зібрано в Україні у 2023 р. по областях. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/87-soya-urojaynist-skilki-skilki-zibrano-v-ukrayini-u-2023-r-po-oblastyah> (дата звернення: 12.08.2024).
43. Сторчоус І. Соя без бур'янів. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 10. С. 2–6.
44. Сучасні зміни в технології вирощування сої. URL: <https://www.agronom.com.ua/suchasni-zminy-v-tehnologiyi-vyroshhuvannya-soyi/>
45. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. URL: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroshchuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>

46. Ткаленко Г. Біопрепарати на сої: [особливості біозахисту]. Український фермер. 2017. № 5. С. 34–35.
47. Чернишова Т. В. Охорона навколишнього середовища в агропромисловому комплексі: Навчальний посібник /Т. В. Чернишова, М. А. Ліщук. К.: НУБіП, 2014. 220 с.
48. Шевчук Л. В. Охорона навколишнього середовища: Підручник. К.: Вища школа, 2006. 480 с.
49. Bhowmik P.C., Inderjit. Weed management in soybean: a review. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112(3). P. 1822–1835.
50. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Soybean Production and Research Outlook 2022*. Rome: FAO, 2022. 74 p.
51. Guzman Q., Reyes C., Torres H. Genotypic variation in soybean tolerance to early-season weed competition. *Crop Science*. 2020. Vol. 60(1). P. 121–134.
52. Hanafiah D., Rahmawati Y., Lubis K. Early growth sensitivity of soybean seedlings to environmental stress. *Legume Research*. 2020. Vol. 43(5). P. 715–721.
53. Harker K.N., O'Donovan J.T. Recent weed control strategies in soybean production. *Weed Technology*. 2021. Vol. 35. P. 345–356.
54. Harker, K. N., O'Donovan, J. T. Recent weed control research in Western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 2013, 93(5): 977–983.
55. Hartikainen H., Ristimäki L., Taipale M. Effect of weed shading on photosynthesis and yield formation in soybean. *Agricultural and Food Science*. 2021. Vol. 30(1). P. 55–67.
56. Hartman G., West G. *Soybean Diseases and Pests*. Urbana: University of Illinois Press, 2019. 412 p.
57. Knezevic S.Z., Datta A. Herbicide efficacy and crop tolerance in soybean systems. *Crop Protection*. 2019. Vol. 124. P. 104–112.
58. Nandula, V. K. (Ed.) *Glyphosate Resistance in Weeds: Causes, Mechanisms and Management*. – Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. – 320 p.

59. Owen, M. D. K. Weed species shifts in glyphosate-resistant crops. *Pest Management Science*, 2008, 64(4): 377–387.
60. Pawlonka Z., Wenda-Piech K., Klimont K. Impact of early weed competition on soybean productivity. *Annals of Agricultural Sciences*. 2020. Vol. 65(4). P. 389–396.
61. Soltani, N., Brown, L. R., Sikkema, P. H. Weed management in soybean using preplant herbicides in no-till systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 2014, 94(2): 221–225.
62. Soybean Production and Protection. *FAO Agricultural Bulletin*. Rome, 2022. 58 p.
63. Swanton C., Nkoa R. Weed interference in soybean agroecosystems: a modern perspective. *Weed Science*. 2021. Vol. 69(3). P. 302–315.
64. Syngenta Canada / NK Seeds. *Soybean Product Guide 2022–2023*. – Guelph, Ontario: Syngenta Seeds Canada, 2022. – 76 p.
65. Zhang L., Fei S., Huang H. Competition for nitrogen and light between soybean and weeds: physiological responses. *Field Crops Research*. 2022. Vol. 287. Article 108668.

ДОДАТКИ

