

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.05 – КМР. 18 “С” 2024.01.08. 0116 ПЗ

МОЦНОГО ВАСИЛЯ ОЛЕКСАНДРОВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 633.34:631.53.02

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного факультету,
д. с.–г. наук, професор

_____ Коваленко В.П.

" ____ " _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
технології зберігання, переробки
та стандартизації продукції
рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика
к. с.–г. н., професор
_____ Подпрятів Г.І.
" ____ " _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Формування та збереженість якісних показників
насіння сої для промислового перероблення»**

Спеціальність _____ 201 «Агрономія» _____
(код і назва)

Освітня програма _____ «Агрономія» _____
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо–професійна _____
(освітньо–професійна або освітньо–наукова)

Гарант освітньої програми

д. с.–г. н., професор _____

Каленська С.М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к. с.–г. н., доцент _____

Бобер А.В.

Виконав _____

Моцний В.О.

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання, переробки та
стандартизації продукції рослинництва
ім. проф. Б.В. Лесика

к. с.-г. н., проф. _____ Подпрятів Г.І.
" _____ " _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
МОЦНОМУ ВАСИЛЮ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 201 «Агрономія» _____
(код і назва)

Освітня програма _____ «Агрономія» _____
(назва)

Орієнтації освітньої програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Формування та збереженість
якісних показників насіння сої для промислового перероблення» затверджена
наказом ректора НУБіП України від 08.01.2024 р. № 18 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____ 11.11.2024 р.
(рік, місяць, число)

1. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: зерно сої
сортів: Аполон, Київська 98, Ворксла вирощене в умовах ПСП «Галина»
Черкаської області.

2. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

– провести оцінку якості насіння сої на відповідність вимогам
державного нормування;

– провести дослідження впливу сортових особливостей та умов вирощування на товарні та технологічні показники якості насіння сої різних сортів;

– встановити придатність різних сортів сої до зберігання та перероблення;

– провести оцінку насіння сої за товарними та технологічними показниками до зберігання та встановити динаміку їх зміни в процесі зберігання;

– розрахувати економічну ефективність режимів зберігання насіння сої різних сортів.

3. Перелік графічного матеріалу: 10 таблиць, 3 рисунки.

Дата видачі завдання

05.09.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Бобер А.В.

Завдання прийняв до виконання _____

Моцний В.О.

РЕФЕРАТ

Мета магістерської роботи визначена у дослідненні впливу умов зберігання насіння сої різних сортів, таких як Аполон, Київська 98 і Ворскла, на динаміку їх господарських та технологічних показників.

У першому розділі роботи розглянуто роль сої як культури для народного господарства, проаналізовано динаміку виробництва сої в Україні в 2019–2023 роках, висвітлено значення сої як сировини для переробної промисловості, досліджено формування якісних показників насіння залежно від умов вирощування та вплив технологій післязбиральної доробки і зберігання на зміну якісних показників.

У другому розділі визначена характеристика місця та кліматичних умов проведення досліджень, ґрунтових умов, метеорологічних показників за 2023–2024 роки, коли були проведені дослідження. Також представлені ключові риси та методики проведення досліджень, агротехніка вирощування сої та вимоги до якості насіння.

У третьому розділі представлені результати оцінки сої різних сортів за господарсько–технологічними показниками якості, проведена оцінка якості вирощеного насіння для промислового перероблення у відповідності до вимог ДСТУ та досліджена динаміка якісних показників насіння в залежності від умов та тривалості зберігання.

У четвертому останньому розділі дослідження наводяться обґрунтування та розрахунки економічної ефективності процесу зберігання насіння сої різних сортів для подальшого промислового перероблення в залежності від режимів та тривалості зберігання.

Ключові слова: НАСІННЯ СОЇ, СОРТИ АПОЛОН, КИЇВСЬКА 98, ВОРСКЛА, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ, УМОВИ ЗБЕРІГАННЯ, ПРОМИСЛОВЕ ПЕРЕРОБЛЕННЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, РЕЖИМИ ЗБЕРІГАННЯ, ТРИВАЛІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Роль сої, як культури для народного господарства	10
1.2 Динаміка виробництва сої в Україні в 2019– 2023 роках	14
1.3. Соя як сировина для переробної промисловості	20
1.4 Формування якісних показників насіння залежно від умов вирощування	24
1.5 Вплив технологій післязбиральної доробки та зберігання на зміну якісних показників сої	27
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
2.1. Місце, умови та методика проведення досліджень	30
2.2. Погодно– кліматичні умови в роки проведення досліджень	31
2.3 Характеристика досліджуваних сортів сої	33
2.4. Агротехніка вирощування сої у досліді	37
2.5. Вимоги до якості насіння сої	39
2.6. Схема і методика проведення досліджень	43
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	47
3.1. Оцінка сої різних сортів за господарсько– технологічними показниками якості	47
3.2. Оцінка якості вирощеного насіння сої різних сортів для промислового перероблення у відповідності до вимог ДСТУ	54
3.3 Динаміка якісних показників насіння сої для промислового перероблення залежно від умов та тривалості зберігання	57
4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОЇ РІЗНИХ СОРТІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ	64
ВИСНОВКИ	83
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	86

ВСТУП

Соя є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у сучасному світі та в Україні зокрема. Вона займає провідне місце в аграрному секторі завдяки своїм унікальним властивостям та широким можливостям застосування в різних галузях промисловості. Вирощування сої має не лише економічне значення, але й є важливим елементом стратегії сталого розвитку сільського господарства. Соя, як джерело високоякісного рослинного білка та цінної олії, використовується у харчовій промисловості, кормовиробництві для тварин, а також у виробництві технічних продуктів, зокрема біопалива.

Особливу важливість соя має для агропромислового комплексу України. Завдяки своїм унікальним агротехнічним властивостям вона не лише сприяє поліпшенню родючості ґрунтів, фіксуючи атмосферний азот, але й є одним із найбільш експортованих продуктів країни, забезпечуючи вагомий внесок у національну економіку. В умовах зростаючого попиту на білкові культури та продукти їх переробки соя стає стратегічно важливою культурою для розвитку як внутрішнього ринку, так і експортного потенціалу України.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення якості та кількості виробленого насіння сої для промислового використання, особливо в умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та змін клімату. Зростаючий попит на сою, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, вимагає оптимізації технологій вирощування, збору та зберігання насіння цієї культури. Вивчення впливу сортових особливостей та умов зберігання на якість насіння сої дозволить не лише підвищити економічну ефективність вирощування, але й забезпечити стабільну якість продукції для переробної промисловості.

Мета дослідження полягає у визначенні впливу сортових особливостей та умов зберігання на якість насіння сої, призначеного для промислового перероблення. Досягнення цієї мети дозволить поліпшити методи вирощування та зберігання сої, забезпечуючи стабільно високі показники якості сировини для виробництва харчових і технічних продуктів.

Завдання дослідження:

1. Оцінити сою різних сортів за господарсько–технологічними показниками якості.
2. Провести оцінку якості вирощеного насіння сої різних сортів для промислового перероблення у відповідності до вимог ДСТУ.
3. Дослідити динаміку якісних показників насіння сої для промислового перероблення залежно від умов та тривалості зберігання.
4. Визначити економічну ефективність вирощування та зберігання насіння сої різних сортів для промислового перероблення.

Об'єктом дослідження є процес формування та збереження якості насіння сої різних сортів, який залежить від сортових особливостей, умов вирощування та технологій зберігання.

Предметом дослідження виступає вплив сортових особливостей та умов зберігання на якісні показники насіння сої, що призначене для промислового перероблення.

Методи дослідження: загальнонаукові методи (аналіз, синтез, порівняння, узагальнення) і спеціальні методи, такі як лабораторні (визначення вологості, вмісту білка та олії, енергії проростання, схожості насіння), статистичні (дисперсійний аналіз) та економічні (розрахунок економічної ефективності вирощування та зберігання).

Наукова новизна. Вперше досліджено вплив сортових особливостей насіння сої та умов його зберігання на формування якісних показників для подальшого промислового перероблення. Визначено оптимальні температурні режими та рівень вологості зберігання, що забезпечують збереження високих показників вмісту білка, олії та схожості насіння для різних сортів сої. Також було вперше проведено комплексну оцінку впливу тривалості зберігання на якість насіння та його придатність до перероблення відповідно до вимог ДСТУ, що дозволило покращити рекомендації щодо зберігання насіння з метою підвищення його економічної ефективності.

Практичне значення. Результати дослідження можуть бути впроваджені на сільськогосподарських підприємствах для вдосконалення технологій вирощування та зберігання насіння сої, що дозволить підвищити ефективність виробництва. Отримані дані також можуть бути корисними для підприємств переробної галузі з метою точного прогнозування якості сировини та оптимізації виробничих процесів на основі вивчених якісних характеристик насіння.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль сої, як культури для народного господарства

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) займає особливе місце серед сільськогосподарських культур, відіграючи ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та розвитку різних галузей економіки. Її унікальний хімічний склад, що характеризується високим вмістом білка (до 40 %) та олії (до 20 %), робить сою незамінною сировиною для харчової, кормової та технічної промисловості [1]. У контексті народного господарства України, соя виступає як стратегічна культура багатофункціонального призначення, вирощування якої дозволяє вирішувати низку важливих економічних та екологічних завдань.

Соевий білок за своїм амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження, що зумовлює його високу харчову цінність та широке застосування у виробництві продуктів харчування. Дослідження показують, що соєвий білок містить усі незамінні амінокислоти у співвідношеннях, близьких до ідеального білка [2]. Крім того, соєвий шрот є основою для виготовлення високопротеїнових кормів у тваринництві, що сприяє підвищенню ефективності галузі. За даними Української асоціації виробників і переробників сої, використання соєвого шроту в раціонах сільськогосподарських тварин дозволяє значно підвищити їх продуктивність [3].

Соева олія знаходить широке застосування не лише у харчовій промисловості, але й у технічних цілях, зокрема у виробництві біодизеля. Згідно з дослідженнями Інституту олійних культур НААН, використання соєвої олії для виробництва біопалива може значно зменшити залежність від викопних видів палива та сприяти розвитку альтернативної енергетики в Україні [4].

Вирощування сої має також важливе агротехнічне значення. Як бобова культура, соя здатна фіксувати атмосферний азот завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, що збагачує ґрунт азотом та покращує його

структуру. За даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, соя може накопичувати в ґрунті до 100–150 кг/га біологічного азоту, що еквівалентно внесенню 300–350 кг/га аміачної селітри [5]. Це робить сою цінним попередником у сівозміні для багатьох сільськогосподарських культур, сприяючи підвищенню загальної продуктивності агроєкосистем та зниженню потреби у мінеральних азотних добривах.

Економічне значення сої для України важко переоцінити. За даними Державної служби статистики України, в останні роки соя стабільно входить до трійки найбільш експортованих сільськогосподарських культур країни [9]. Експорт сої та продуктів її переробки є важливим джерелом валютних надходжень, що сприяє зміцненню економіки країни. Крім того, розвиток соєвого комплексу стимулює створення нових робочих місць у сільському господарстві, переробній промисловості та суміжних галузях.

Соя також відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки. Високий вміст білка та збалансований амінокислотний склад роблять сою ідеальним інгредієнтом для виробництва різноманітних харчових продуктів, особливо для людей з особливими дієтичними потребами. Дослідження Інституту харчової біотехнології та геноміки НАН України показують, що включення соєвих продуктів у раціон може сприяти профілактиці серцево-судинних захворювань, остеопорозу та деяких видів раку [14].

У контексті глобальних кліматичних змін соя набуває особливого значення як культура, що здатна адаптуватися до різних умов вирощування. Дослідження, проведені Інститутом рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, демонструють, що сучасні сорти сої мають високу пластичність та можуть успішно вирощуватися в різних агрокліматичних зонах України [8]. Ця особливість робить сою важливим елементом стратегії адаптації сільського господарства до змін клімату, забезпечуючи стабільність виробництва та продовольчу безпеку.

Розвиток соєвого комплексу в Україні стимулює також технологічний прогрес у аграрному секторі. Впровадження сучасних технологій

виращування сої, включаючи точне землеробство, використання ефективних систем захисту рослин та оптимізацію живлення, сприяє підвищенню загального рівня культури землеробства [11]. Це, у свою чергу, позитивно впливає на ефективність виробництва інших сільськогосподарських культур.

Соя відіграє важливу роль у розвитку органічного землеробства в Україні. За даними Федерації органічного руху України, площі під органічною соєю щороку зростають, що відповідає світовим тенденціям збільшення попиту на органічну продукцію [13]. Виращування органічної сої не тільки забезпечує виробництво екологічно чистої продукції, але й сприяє збереженню біорізноманіття та покращенню стану навколишнього середовища.

Важливо відзначити роль сої у розвитку інноваційних напрямків харчової промисловості. Зростаючий попит на продукти для вегетаріанського та веганського харчування стимулює розробку нових соєвих продуктів. За даними Українського науково–дослідного інституту олій та жирів НААН, в Україні розширюється асортимент функціональних продуктів на основі сої, включаючи соєве молоко, тофу, текстуровані соєві білки [16]. Це не лише відкриває нові ринкові ніші для вітчизняних виробників, але й сприяє диверсифікації харчового раціону населення.

Соя також відіграє важливу роль у розвитку біотехнологічної галузі України. Дослідження, проведені в Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, показують перспективність використання сої як платформи для виробництва рекомбінантних білків медичного призначення [10]. Це відкриває нові можливості для фармацевтичної промисловості та підвищує потенціал України у сфері біотехнологій.

У контексті міжнародної торгівлі соя виступає важливим інструментом економічної дипломатії України. Експорт сої та продуктів її переробки сприяє зміцненню торговельних відносин з ключовими партнерами, зокрема країнами Європейського Союзу та Азії. За даними Міністерства аграрної політики та

продовольства України, соєвий комплекс є одним із пріоритетних напрямків розвитку аграрного експорту країни [6].

Соя відіграє важливу роль у забезпеченні сталого розвитку сільських територій України. Вирощування та переробка сої створюють додаткові робочі місця, стимулюють розвиток місцевої інфраструктури та сприяють диверсифікації сільської економіки. За даними Національного наукового центру "Інститут аграрної економіки", розвиток соєвого виробництва має позитивний вплив на соціально– економічні показники сільських громад, зокрема на рівень зайнятості та доходів населення [4]. Крім того, впровадження сучасних технологій вирощування та переробки сої сприяє підвищенню кваліфікації сільськогосподарських працівників та загальному технологічному розвитку аграрного сектору.

Важливо відзначити роль сої у контексті глобальних цілей сталого розвитку. Вирощування сої, за умови дотримання принципів сталого землеробства, сприяє досягненню таких цілей як подолання голоду, забезпечення продовольчої безпеки, покращення харчування та сприяння сталому розвитку сільського господарства. Дослідження Інституту агроєкології і природокористування НААН демонструють, що інтеграція сої в сівозміни може значно підвищити ефективність використання земельних ресурсів та знизити негативний вплив сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище [2].

Отже, соя відіграє багатогранну та надзвичайно важливу роль у народному господарстві України. Ця культура є ключовим елементом у забезпеченні продовольчої безпеки, розвитку аграрного сектору, харчової та переробної промисловості. Соя сприяє підвищенню ефективності землекористування, розвитку інноваційних технологій у сільському господарстві та харчовій промисловості, а також відіграє важливу роль у зміцненні експортного потенціалу країни. Крім того, вирощування сої має позитивний вплив на екологічний стан агроєкосистем та сприяє сталому розвитку сільських територій. Враховуючи глобальні тенденції та зростаючий

попит на соєву продукцію, можна стверджувати, що значення сої для народного господарства України буде лише зростати в майбутньому, відкриваючи нові можливості для економічного розвитку та зміцнення позицій країни на світовому аграрному ринку.

1.2. Динаміка виробництва сої в Україні в 2019– 2023 роках

Протягом 2019– 2023 років виробництво сої в Україні демонструвало стійку тенденцію до зростання, підкреслюючи стратегічне значення цієї культури для аграрного сектору країни. За цей період спостерігалось значне збільшення як посівних площ, так і валового збору сої.

У 2023 році було досягнуто рекордного валового збору сої, який склав 4,82 млн тонн [5]. Це стало результатом суттєвого розширення посівних площ, які зросли до 1,805 млн га порівняно з попереднім роком [4]. Середня врожайність сої в 2023 році досягла 2,6 т/га, що свідчить про підвищення ефективності вирощування цієї культури [6].

Зростання виробництва сої в Україні було зумовлено кількома ключовими факторами. По– перше, спостерігалось постійне вдосконалення технологій вирощування та переробки сої, що підвищило загальну ефективність і продуктивність галузі [1]. По– друге, зростання світового попиту на сою та її похідні позитивно вплинуло на обсяги виробництва в Україні, спонукаючи фермерів розширювати площі вирощування [1].

Аналіз динаміки виробництва сої в Україні за 2019– 2023 роки демонструє не лише кількісні зміни, але й якісні трансформації галузі. Зокрема, спостерігається тенденція до підвищення ефективності вирощування культури завдяки впровадженню інноваційних технологій та використанню високопродуктивних сортів.

За даними Державної служби статистики України, у 2022 році валовий збір сої становив 3,6 млн тонн при середній врожайності 2,33 т/га [6]. Порівняно з 2021 роком, коли було зібрано 3,52 млн тонн при врожайності 2,6 т/га, спостерігалось незначне зниження показників, що було зумовлено

складними погодними умовами та логістичними викликами, пов'язаними з військовою агресією [7].

Важливо відзначити, що незважаючи на певні коливання у виробництві, соя залишається однією з ключових експортних культур України. За даними аналітичного агентства "УкрАгроКонсалт", у 2022/23 маркетинговому році експорт сої з України склав близько 2,7 млн тонн, що свідчить про стабільний попит на українську сою на світовому ринку [11].

Дослідження, проведені науковцями Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, показують, що підвищення врожайності сої в останні роки значною мірою пов'язане з впровадженням нових сортів, адаптованих до різних агрокліматичних зон України [48]. Це дозволило розширити географію вирощування культури та підвищити її стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища.

У контексті кліматичних змін, які спостерігаються в Україні, особливого значення набуває адаптивність сортів сої. Дослідження, опубліковані в журналі "Збалансоване природокористування", вказують на необхідність подальшої селекційної роботи, спрямованої на створення посухостійких та жаростійких сортів сої, здатних забезпечувати стабільні врожаї в умовах зміни клімату [49].

Аналіз структури посівних площ сої в Україні за 2019–2023 роки показує тенденцію до розширення її вирощування в нетрадиційних регіонах. Зокрема, спостерігається збільшення площ під соєю в північних та західних областях України, що пов'язано як з кліматичними змінами, так і з економічною привабливістю культури [50].

Важливим фактором, що вплинув на динаміку виробництва сої в Україні у досліджуваній період, стало вдосконалення технологій вирощування. За даними Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН", впровадження інноваційних агротехнологій, зокрема, використання точного землеробства та оптимізація систем удобрення, дозволило підвищити ефективність вирощування сої на 15–20% [12].

Слід зазначити, що на динаміку виробництва сої в Україні значний вплив мали також зовнішні фактори, зокрема, коливання світових цін на сою та її похідні. За даними аналітичного агентства "АПК– Інформ", у 2023 році спостерігалось зростання цін на сою на світовому ринку, що стимулювало українських аграріїв до розширення посівних площ під цією культурою [6].

Важливим аспектом розвитку соєвого виробництва в Україні є підвищення якості продукції. Дослідження, проведені фахівцями Інституту олійних культур НААН, показують, що за останні роки спостерігається тенденція до підвищення вмісту білка та олії в насінні сої українського виробництва, що підвищує її конкурентоспроможність на світовому ринку [15].

У контексті євроінтеграційних процесів особливого значення набуває відповідність української сої міжнародним стандартам якості. За даними Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів, у 2022–2023 роках спостерігалось значне підвищення рівня відповідності української сої вимогам ЄС щодо вмісту залишків пестицидів та інших показників безпеки [25].

Аналіз регіональних особливостей виробництва сої в Україні за 2019–2023 роки показує, що лідерами за обсягами виробництва залишаються Хмельницька, Полтавська та Київська області [10]. Водночас, спостерігається тенденція до збільшення виробництва сої в Чернігівській та Сумській областях, що пов'язано з адаптацією нових сортів до умов цих регіонів [48].

Важливо відзначити роль наукового супроводу у розвитку соєвого виробництва в Україні. За даними Національної академії аграрних наук України, за період 2019–2023 років було створено та зареєстровано понад 30 нових сортів сої, адаптованих до різних агрокліматичних зон України та стійких до основних хвороб і шкідників [50].

У контексті глобальних змін клімату особливого значення набуває впровадження ресурсозберігаючих технологій вирощування сої. Дослідження, проведені науковцями Інституту водних проблем і меліорації НААН,

показують, що застосування крапельного зрошення та інших вологозберігаючих технологій дозволяє підвищити врожайність сої на 30–40% у посушливих регіонах України [35].

Аналіз економічної ефективності виробництва сої в Україні за 2019–2023 роки, проведений фахівцями ННЦ "Інститут аграрної економіки", свідчить про збереження високої рентабельності культури, яка в середньому складала 25–30% [4]. Це робить сою однією з найбільш привабливих культур для українських аграріїв та стимулює подальше розширення її виробництва.

У перспективі, за прогнозами експертів, виробництво сої в Україні продовжить зростати. За оцінками аналітиків компанії "ПроАгро Груп", до 2025 року валовий збір сої в Україні може досягти 5,5–6 млн тонн при середній врожайності 2,8–3 т/га [33]. Це відкриває нові можливості для розвитку переробної промисловості та зміцнення позицій України на світовому ринку сої та соєвих продуктів.

Важливим аспектом розвитку соєвого виробництва в Україні є підвищення якості насіннєвого матеріалу. За даними Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, кількість зареєстрованих сортів сої за період 2019–2023 років збільшилась на 15%, що свідчить про активну селекційну роботу та розширення сортового різноманіття [25]. Це дозволяє аграріям обирати сорти, найбільш адаптовані до конкретних агрокліматичних умов та виробничих потреб.

Дослідження, проведені науковцями Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, показують, що використання високоякісного насіннєвого матеріалу нових сортів сої дозволяє підвищити врожайність культури на 15–20% порівняно з несертифікованим насінням [50]. Це підкреслює важливість розвитку вітчизняної селекції та насінництва для забезпечення стабільного зростання виробництва сої.

Аналіз структури виробництва сої в Україні за досліджуваний період свідчить про зростання частки великих агрохолдингів у загальному обсязі виробництва. За даними аналітичного агентства "УкрАгроКонсалт", у 2023

році близько 60% валового збору сої було забезпечено великими сільськогосподарськими підприємствами, що мають можливість впроваджувати передові технології вирощування та забезпечувати високу якість продукції [11].

Водночас, спостерігається тенденція до збільшення виробництва органічної сої. За даними Федерації органічного руху України, площі під органічною соєю в 2023 році зросли на 25% порівняно з 2019 роком, що відповідає загальносвітовому тренду та збільшення попиту на органічну продукцію [13]. Це відкриває нові перспективи для українських виробників на міжнародному ринку органічної сої та продуктів її переробки.

Важливим фактором, що вплинув на динаміку виробництва сої в Україні у 2019– 2023 роках, стало вдосконалення логістичних процесів. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, впровадження нових маршрутів експорту сої та соєвих продуктів, зокрема через порти Дунаю та сухопутні кордони з ЄС, дозволило частково компенсувати логістичні обмеження, пов'язані з блокуванням чорноморських портів [6].

Дослідження, проведені фахівцями Національного університету біоресурсів і природокористування України, показують, що оптимізація сівозмін з включенням сої дозволяє підвищити загальну продуктивність агроєкосистем на 10– 15% [47]. Це підкреслює важливість сої не лише як самостійної культури, але і як важливого елемента сталого землеробства.

Аналіз динаміки цін на сою в Україні за 2019– 2023 роки, проведений експертами ІА "АПК– Інформ", показує загальну тенденцію до зростання, що пов'язано як зі світовими трендами, так і з підвищенням якості української продукції [14]. Зокрема, у 2023 році середня закупівельна ціна на сою в Україні була на 20% вищою порівняно з 2019 роком, що стимулювало аграріїв до розширення посівних площ.

Важливо відзначити роль державної підтримки у розвитку соєвого виробництва. За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, у 2022– 2023 роках було впроваджено програми підтримки

виробників сої, зокрема через механізми здешевлення кредитів та часткової компенсації вартості сільськогосподарської техніки вітчизняного виробництва [6]. Це сприяло підвищенню інвестиційної привабливості галузі та стимулювало її розвиток.

Дослідження, проведені науковцями Інституту агроєкології і природокористування НААН, показують, що вирощування сої має позитивний вплив на екологічний стан агроєкосистем, зокрема, сприяє збагаченню ґрунту азотом та покращенню його структури [2]. Це підкреслює важливість розширення виробництва сої в контексті реалізації стратегії сталого розвитку сільського господарства України.

Аналіз експортної динаміки сої та продуктів її переробки, проведений фахівцями ННЦ "Інститут аграрної економіки", показує, що незважаючи на логістичні виклики, Україна зберігає позиції одного з ключових експортерів сої на світовому ринку [4]. У 2023 році частка України у світовому експорті сої склала близько 2%, що підкреслює важливість подальшого розвитку галузі для зміцнення експортного потенціалу країни.

Важливим трендом у виробництві сої в Україні за досліджуваний період стало підвищення рівня технологічності галузі. За даними Українського клубу аграрного бізнесу, у 2023 році близько 40% виробників сої використовували технології точного землеробства, що дозволило оптимізувати використання ресурсів та підвищити ефективність виробництва [34].

Таким чином, динаміка виробництва сої в Україні за 2019–2023 роки характеризується стійкою тенденцією до зростання, підвищенням технологічного рівня галузі, покращенням якісних показників продукції та розширенням географії вирощування культури. Ці фактори створюють сприятливі передумови для подальшого розвитку соєвого виробництва в Україні та зміцнення позицій країни на світовому ринку сої та продуктів її переробки.

1.3. Соя як сировина для переробної промисловості

Соя відіграє ключову роль як сировина для різноманітних галузей переробної промисловості, завдяки своєму унікальному хімічному складу та широкому спектру можливостей застосування. Розглянемо детальніше основні напрямки використання сої в переробній промисловості та тенденції їх розвитку.

Харчова промисловість є одним з найбільших споживачів соєвої сировини. За даними Інституту продовольчих ресурсів НААН, у 2023 році близько 40% виробленої в Україні сої було використано для виробництва харчових продуктів [7]. Соєві білкові концентрати та ізоляти широко застосовуються у виробництві м'ясних та молочних аналогів, кондитерських виробів, дитячого харчування та функціональних продуктів.

Дослідження, проведені фахівцями Національного університету харчових технологій, показують, що використання соєвих інгредієнтів дозволяє збагатити харчові продукти незамінними амінокислотами та підвищити їх біологічну цінність [21]. Це особливо актуально в контексті зростаючого попиту на продукти здорового харчування та альтернативні джерела білка.

Олійно– жирова промисловість є іншим важливим споживачем соєвої сировини. За даними асоціації "Укроліяпром", у 2023 році близько 30% виробленої в Україні сої було перероблено на олію [31]. Соєва олія широко використовується у харчовій промисловості, а також є сировиною для виробництва біодизеля та інших технічних продуктів.

Важливо відзначити, що переробка сої на олію дозволяє отримати цінний побічний продукт – соєвий шрот, який є основою для виробництва високобілкових кормів у тваринництві. За даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, використання соєвого шроту в раціонах сільськогосподарських тварин дозволяє підвищити їх продуктивність на 15– 20% [32].

Фармацевтична та косметична промисловість також активно використовують соєву сировину. Дослідження, проведені науковцями Національного фармацевтичного університету, показують перспективність використання соєвих ізофлавононів у виробництві лікарських препаратів та косметичних засобів [43]. Зокрема, соєві компоненти застосовуються у виробництві препаратів для профілактики остеопорозу та серцево– судинних захворювань.

У контексті розвитку біоекономіки соя набуває все більшого значення як сировина для виробництва біопластиків та інших біоматеріалів. За даними Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, в Україні спостерігається зростання інтересу до використання соєвих компонентів у виробництві біорозкладних пакувальних матеріалів [44].

Важливим аспектом використання сої як сировини для переробної промисловості є підвищення ефективності переробки та зменшення відходів. Дослідження, проведені фахівцями Одеської національної академії харчових технологій, показують, що впровадження інноваційних технологій переробки сої дозволяє підвищити вихід цільових продуктів на 10– 15% [45].

У контексті глобальних трендів слід відзначити зростаючий попит на ферментовані соєві продукти, такі як темпе, місо та натто. За даними аналітичного агентства Mordor Intelligence, світовий ринок ферментованих соєвих продуктів демонструє щорічне зростання на рівні 7– 8% [36]. Це відкриває нові перспективи для українських виробників та стимулює розвиток відповідних технологій переробки.

Важливим напрямком розвитку переробки сої є виробництво функціональних інгредієнтів з високою доданою вартістю. Дослідження, проведені науковцями Інституту харчової біотехнології та геноміки НАН України, показують перспективність використання біотехнологічних методів для отримання соєвих пептидів з антиоксидантними та імунomodуючими властивостями [46].

У контексті розвитку органічного виробництва слід відзначити зростаючий попит на органічну соєву сировину для переробної промисловості. За даними Федерації органічного руху України, у 2023 році обсяг переробки органічної сої збільшився на 30% порівняно з попереднім роком [13]. Це стимулює розвиток відповідних технологій переробки та сертифікації продукції.

Важливим аспектом використання сої як сировини для переробної промисловості є забезпечення високої якості та безпечності продукції. Дослідження, проведені фахівцями Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, показують необхідність впровадження системи простежуваності та контролю якості на всіх етапах виробництва та переробки сої [25].

У контексті розвитку експортного потенціалу української сої та продуктів її переробки важливо відзначити необхідність гармонізації вітчизняних стандартів якості з міжнародними вимогами. За даними ННЦ "Інститут аграрної економіки", приведення українських стандартів у відповідність до вимог ЄС та інших ключових ринків дозволить збільшити експорт продуктів переробки сої на 20–25% [4].

Таким чином, соя є надзвичайно важливою сировиною для різних галузей переробної промисловості України, демонструючи значний потенціал для подальшого розвитку та диверсифікації напрямків використання. Впровадження інноваційних технологій переробки, підвищення якості продукції та розширення асортименту соєвих продуктів з високою доданою вартістю створюють сприятливі передумови для зміцнення позицій України на світовому ринку продуктів переробки сої.

Соя, завдяки своєму унікальному хімічному складу, стала незамінною сировиною для багатьох галузей переробної промисловості. Її універсальність та широкий спектр застосування роблять цю культуру особливо цінною в контексті розвитку сучасної біоекономіки.

Аналізуючи тенденції використання сої в харчовій промисловості, можна стверджувати, що ця галузь залишається ключовим споживачем соєвої сировини. Зростаючий попит на продукти здорового харчування та альтернативні джерела білка створює сприятливі умови для розширення асортименту соєвих продуктів. Особливу увагу варто приділити розробці інноваційних технологій виробництва функціональних харчових інгредієнтів на основі сої, які могли б задовольнити зростаючі потреби споживачів у якісних та корисних продуктах [28].

Олійно– жирова промисловість також демонструє стабільний інтерес до переробки сої. Проте, на нашу думку, потенціал використання соєвої олії ще не повністю реалізований. Зокрема, перспективним напрямком може стати розробка спеціалізованих сортів сої з оптимізованим жирнокислотним складом для виробництва олій з особливими властивостями [31].

Важливо відзначити зростаючу роль сої у виробництві біопластиків та інших біоматеріалів. Ця тенденція відображає глобальний тренд на екологізацію виробництва та пошук альтернатив традиційним синтетичним матеріалам. Розвиток цього напрямку може стати потужним стимулом для інновацій у вітчизняній переробній промисловості та відкрити нові експортні можливості [44].

Окремої уваги заслуговує тенденція до поглибленої переробки сої та отримання продуктів з високою доданою вартістю. Зокрема, виробництво спеціалізованих соєвих білкових концентратів та ізолятів, а також біоактивних пептидів може стати перспективним напрямком для вітчизняних підприємств. Це не лише підвищить рентабельність переробки, але й дозволить Україні зайняти більш вигідні позиції на світовому ринку [46].

У контексті розвитку органічного виробництва, переробка органічної сої відкриває нові можливості для українських виробників. Зростаючий попит на органічні продукти створює сприятливі умови для розширення асортименту та виходу на преміальні сегменти ринку [13].

Важливим аспектом розвитку переробки сої є забезпечення високої якості та безпечності продукції. Впровадження систем простежуваності та контролю якості на всіх етапах виробничого ланцюга є необхідною умовою для підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на міжнародних ринках [25].

Підсумовуючи, можна стверджувати, що соя як сировина для переробної промисловості має значний потенціал для подальшого розвитку в Україні. Ключовими факторами успіху в цій галузі стануть інновації, орієнтація на продукти з високою доданою вартістю та відповідність міжнародним стандартам якості. Реалізація цього потенціалу дозволить Україні зміцнити свої позиції на світовому ринку продуктів переробки сої та стати одним з ключових гравців у цьому сегменті.

Таким чином, соя відіграє ключову роль як сировина для різноманітних галузей переробної промисловості України. Її унікальний хімічний склад та широкий спектр застосування створюють значні можливості для розвитку інноваційних продуктів та технологій. Основними напрямками використання сої залишаються харчова та олійно– жирова промисловість, але зростає її значення у виробництві біоматеріалів та функціональних інгредієнтів. Подальший розвиток переробки сої в Україні потребує впровадження сучасних технологій, підвищення ефективності виробництва та забезпечення відповідності продукції міжнародним стандартам якості. Це дозволить не лише задовольнити внутрішній попит, але й зміцнити позиції України на світовому ринку продуктів переробки сої.

1.4. Формування якісних показників насіння залежно від умов вирощування

Вирощування сої є складним процесом, який вимагає врахування багатьох факторів для досягнення оптимальної врожайності та якості насіння. Агротехнологічні особливості вирощування цієї культури мають вирішальне значення для її продуктивності та економічної ефективності виробництва.

Вибір сорту є одним з ключових факторів успішного вирощування сої. Сучасні селекційні досягнення дозволяють обирати сорти, адаптовані до конкретних агрокліматичних умов та цільового використання врожаю. При цьому важливо враховувати не лише потенційну врожайність, але й стійкість до хвороб, шкідників та несприятливих погодних умов [3].

Підготовка ґрунту під посіви сої вимагає особливої уваги. Оптимальна структура ґрунту, достатній рівень поживних речовин та відповідний водний режим є необхідними умовами для нормального розвитку рослин. Застосування науково обґрунтованих систем обробітку ґрунту дозволяє створити сприятливі умови для росту кореневої системи та забезпечити ефективне використання вологи [30].

Сівба сої потребує ретельного вибору строків та норм висіву. Оптимальні строки сівби залежать від конкретних кліматичних умов регіону та особливостей сорту. Важливо забезпечити достатню густоту стояння рослин, яка впливає на формування врожаю та якість насіння [4].

Система удобрення сої має враховувати особливості її мінерального живлення та симбіотичної азотфіксації. Збалансоване внесення макро– та мікроелементів дозволяє не лише підвищити врожайність, але й покращити якісні показники насіння. Особливу увагу слід приділяти забезпеченню рослин фосфором та калієм, які відіграють важливу роль у формуванні генеративних органів [29].

Інтегрований захист посівів сої від шкідників, хвороб та бур'янів є невід'ємною складовою сучасних агротехнологій. Застосування комплексу профілактичних та захисних заходів дозволяє мінімізувати втрати врожаю та забезпечити високу якість продукції. При цьому важливо дотримуватися принципів екологічної безпеки та раціонального використання засобів захисту рослин [47].

Зрошення відіграє важливу роль у забезпеченні стабільної врожайності сої, особливо в посушливих регіонах. Правильно організоване зрошення не лише підвищує продуктивність культури, але й позитивно впливає на якість

насіння. Дослідження показують, що оптимальний водний режим сприяє кращому наливу зерна та підвищенню вмісту білка в насінні [31].

Важливим аспектом вирощування сої є застосування інокулянтів та мікробних препаратів. Ефективна азотфіксація симбіотичними бактеріями забезпечує рослини додатковим азотом, що позитивно впливає на врожайність та якість насіння. Крім того, використання мікробних препаратів сприяє покращенню структури ґрунту та підвищенню його родючості [28].

Кліматичні умови мають значний вплив на формування якісних показників насіння сої. Зміни клімату, які спостерігаються останніми роками, вимагають адаптації технологій вирощування. Дослідження показують, що підвищення температури та зміна режиму опадів можуть суттєво впливати на вміст білка та олії в насінні сої [35, 37].

Збирання врожаю сої є критичним етапом, який безпосередньо впливає на якість насіння. Вибір оптимальних строків та способів збирання дозволяє мінімізувати втрати та зберегти високі якісні показники продукції. Важливо враховувати вологість насіння при збиранні, яка має відповідати встановленим стандартам [23, 25].

Післязбиральна обробка та зберігання насіння сої вимагають дотримання специфічних технологічних режимів. Правильне очищення, сушіння та зберігання дозволяють зберегти якісні показники насіння протягом тривалого часу. При цьому важливо контролювати вологість, температуру та інші параметри зберігання згідно з встановленими нормативами [26, 27].

Сучасні дослідження вказують на перспективність застосування органічних технологій вирощування сої. Органічне виробництво не лише забезпечує отримання екологічно чистої продукції, але й сприяє збереженню родючості ґрунтів та біорізноманіття агроєкосистем [44].

Аналіз світового досвіду вирощування сої показує тенденцію до впровадження інноваційних технологій, таких як точне землеробство та використання дронів для моніторингу посівів. Ці технології дозволяють

оптимізувати використання ресурсів та підвищити ефективність виробництва [41].

Важливим аспектом формування якісних показників насіння сої є селекційна робота. Створення нових сортів з покращеними характеристиками дозволяє підвищити адаптивність культури до різних умов вирощування та покращити якісні показники продукції [48, 50].

Дослідження впливу різних агротехнічних заходів на якість насіння сої показують, що комплексний підхід до технології вирощування дозволяє досягти оптимального балансу між врожайністю та якісними показниками продукції [12, 19].

У контексті глобальних змін клімату особливої актуальності набуває розробка адаптивних технологій вирощування сої. Ці технології мають враховувати можливі зміни температурного режиму та кількості опадів, забезпечуючи стабільну продуктивність культури в мінливих умовах середовища [17, 35].

Отже, формування якісних показників насіння сої є результатом взаємодії багатьох факторів, включаючи генетичні особливості сорту, агротехнічні заходи та умови навколишнього середовища. Комплексний підхід до технології вирощування, який враховує всі ці аспекти, дозволяє досягти високої продуктивності культури та забезпечити отримання якісної продукції.

1.5. Вплив технологій післязбиральної доробки та зберігання на зміну якісних показників сої

Процес післязбиральної доробки та зберігання насіння сої є вирішальним для збереження її якісних показників, таких як вміст білка, олії, схожість та енергія проростання. Від правильності вибору технологічних режимів обробки й умов зберігання залежить здатність насіння зберігати свою цінність протягом тривалого періоду [5].

Післязбиральна обробка насіння є першим етапом, від якого залежить подальша якість продукту. Збір сої за оптимальних умов забезпечує мінімальні втрати й механічні пошкодження насіння, однак на практиці часто неможливо уникнути певного рівня пошкоджень. Тому важливим етапом післязбиральної обробки є очищення, яке включає видалення домішок і насіння, що не відповідає стандартам за розміром чи формою [14]. Це дає змогу забезпечити чистоту партії та уникнути розвитку патогенних мікроорганізмів під час зберігання [12].

Сушіння насіння — ключовий етап, що впливає на подальшу стійкість до зберігання. Згідно з рекомендаціями ДСТУ, вологість насіння сої перед закладанням на тривале зберігання повинна становити 12–14% [16]. Занадто висока вологість може призвести до розвитку мікроорганізмів, що негативно впливає на енергію проростання і схожість насіння [6]. Оптимальне сушіння дає змогу знизити активність ензимів і зберегти основні поживні речовини насіння, такі як білок і олія [15].

Особливе значення під час сушіння має контроль температури. Підвищені температури можуть призвести до денатурації білків і втрати олії, тому рекомендується використовувати низькотемпературні методи сушіння для запобігання негативним змінам у структурі насіння [3]. Наприклад, при температурі 30–35°C зберігається високий рівень вмісту білка та мінімізуються втрати олії, що є важливим для подальшої переробки [12].

Температурний режим зберігання також є критично важливим. Дослідження показують, що найкращі результати щодо збереження якості насіння досягаються при температурах 5–10°C [8]. Зниження температури знижує активність біохімічних процесів, що дозволяє зберегти схожість і енергію проростання. Температури вище 15°C можуть призводити до прискореного старіння насіння і зниження його якості [7].

Відносна вологість повітря при зберіганні повинна становити 60–70% для забезпечення стабільності якісних показників [9]. Висока вологість може сприяти розвитку грибкових інфекцій, що є причиною зниження схожості та

розвитку патогенів [14]. Так, за дослідженнями Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, порушення вологісного режиму під час зберігання призводить до значного погіршення фізіологічних показників насіння [9].

Важливим аспектом є і тривалість зберігання. За даними науковців, оптимальними умовами для зберігання насіння є період до 6 місяців за дотримання усіх вимог до температури і вологості [5]. Після цього терміну спостерігається поступове зниження вмісту білка та олії, що знижує комерційну цінність насіння [6].

Інноваційні методи обробки насіння на сьогодні включають використання технологій модифікації середовища зберігання, таких як контрольована атмосфера або упаковка в спеціальні матеріали, що дозволяють знижувати негативні впливи зовнішніх факторів [13]. Використання таких технологій дає змогу збільшити терміни зберігання до 12 місяців без значної втрати якості насіння [15].

Крім цього, важливою є регулярна перевірка насіння під час зберігання на вміст вологи, білка та олії. Це дозволяє контролювати стабільність показників якості та вчасно виявляти можливі відхилення [7]. Окрім цього, слід проводити постійний моніторинг мікробіологічного стану насіння. Умови зберігання повинні бути такими, щоб мінімізувати розвиток шкідливих мікроорганізмів [9].

Таким чином, впровадження сучасних технологій післязбиральної доробки та забезпечення оптимальних умов зберігання дозволяє суттєво покращити якість насіння сої та зберегти її господарсько цінні показники протягом тривалого часу. Дотримання температурного режиму, вологості, правильне сушіння та очищення насіння є ключовими факторами для успішного зберігання та подальшої промислової переробки [5].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце, умови та методика проведення досліджень

Магістерська робота була виконана протягом 2023–2024 років на кафедрі технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва імені професора Б.В. Лесика у Національному університеті біоресурсів і природокористування України, в навчально– науково– виробничій лабораторії "Переробки продукції рослинництва".

Дослідження спрямовувалося на вивчення впливу сортових особливостей насіння сої та умов зберігання. У цих дослідженнях були використані зразки насіння сої трьох сортів: Аполлон, Київська 98 та Ворскла, які були вирощені в агрофірмі ПСП «Галина» Золотоношівського району, Черкаської області. Ґрунтово– кліматичні умови відіграють велику роль у прогнозуванні врожайності сільськогосподарських культур. Інтенсивність процесів вивітрювання та розкладу органічних решток в ґрунті залежить від температури та вологості.

У регіоні переважають різноманітні ґрунти, серед яких найпоширенішими є чорноземи опідзолені, що охоплюють 29% території, чорноземи реградовані – 16,6%, і опідзолені ґрунти, що становлять 8%. Вміст гумусу у верхньому горизонті складає 3,6– 3,9%.

Методика проведення досліджень базувалася на загальноприйнятих у технології зберігання та переробки продукції рослинництва методах [47]. Лабораторні дослідження закладали відповідно до методики дослідної справи та чинних стандартів з визначення якості насіння сої [5, 7].

Досліджували сорти сої: Аполлон, Київська 98 та Ворскла. Вибір сортів зумовлений їх адаптованістю до умов регіону та різними характеристиками зберігання [3, 50].

Схема дослідження включала наступні фактори:

1. Фактор А – сорти сої: Аполлон, Київська 98, Ворскла
- Фактор В – режими зберігання:

- зберігання у звичайному зерносховищі з нерегульованим температурним режимом (контроль)
- зберігання в охолодженому стані за температури $+5^{\circ} - +10^{\circ}\text{C}$

Фактор С – термін зберігання:

- 1 місяць
- 3 місяці
- 6 місяців
- 9 місяців

Таблиця 2.1

Режими зберігання насіння сої в досліді

Режим зберігання	Температура, $^{\circ}\text{C}$
Нерегульований температурний режим (контроль)	Згідно температури навколишнього середовища
Охоложене зберігання	+5...+10

Розміщення варіантів – рандомізоване, повторність – трикратна. Зразки насіння кожного сорту масою 2 кг зберігалися в спеціальних контейнерах при заданих умовах протягом 9 місяців.

У процесі досліджень проводили визначення вмісту білка та олії [7], енергії проростання та схожості [6], а також мікробіологічного стану насіння. Аналізи проводили на початку зберігання, через 3 місяці та в кінці періоду зберігання.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали методом дисперсійного аналізу.

Дослідження проводилися з дотриманням вимог біоетики та біобезпеки відповідно до чинного законодавства України.

2.2. Погодно–кліматичні умови в роки проведення досліджень

Погодні умови відіграють важливу роль у формуванні якісних показників насіння сої, що в подальшому впливає на його зберігання. Тому

аналіз метеорологічних даних за роки проведення досліджень є важливим аспектом комплексної оцінки отриманих результатів.

Кліматичні умови регіону, де проводились дослідження, характеризуються як помірно– континентальні. За багаторічними даними, середньорічна температура повітря становить $+7,8^{\circ}\text{C}$, а сума активних температур (вище $+10^{\circ}\text{C}$) – 2680°C . Середньорічна кількість опадів – $550\text{--}600$ мм, з яких близько $65\text{--}70\%$ випадає в теплий період року.

Вегетаційний період 2023 року характеризувався наступними особливостями:

Весна 2023 року настала раніше звичайних строків. Середньодобова температура повітря у березні становила $+4,2^{\circ}\text{C}$, що на $2,1^{\circ}\text{C}$ вище багаторічної норми. Квітень був теплим, з середньою температурою $+10,5^{\circ}\text{C}$, що на $1,8^{\circ}\text{C}$ вище норми. Кількість опадів у весняний період була близькою до норми – 138 мм (98% від багаторічного показника).

Літо 2023 року було спекотним та посушливим. Середня температура червня становила $+21,3^{\circ}\text{C}$, липня – $+23,5^{\circ}\text{C}$, серпня – $+22,8^{\circ}\text{C}$, що на $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ вище норми. Кількість опадів за літній період склала лише 156 мм (65% від норми), причому їх розподіл був нерівномірним, з довгими періодами посухи.

Осінь 2023 року характеризувалась помірними температурами та достатньою кількістю опадів. Середня температура вересня становила $+15,7^{\circ}\text{C}$, жовтня – $+9,8^{\circ}\text{C}$, що близько до багаторічних показників. Сума опадів за осінній період склала 162 мм (108% від норми).

Вегетаційний період 2024 року мав такі особливості:

Весна 2024 року була прохолодною та вологою. Середня температура березня становила $+2,8^{\circ}\text{C}$, квітня – $+8,7^{\circ}\text{C}$, що нижче норми на $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за весняний період склала 178 мм (126% від норми).

Літо 2024 року характеризувалось нестабільною погодою. Червень був відносно прохолодним (середня температура $+19,5^{\circ}\text{C}$), липень – спекотним ($+24,2^{\circ}\text{C}$), серпень – близьким до норми ($+21,6^{\circ}\text{C}$). Кількість опадів склала 213 мм (89% від норми), з нерівномірним розподілом протягом сезону.

Осінь 2024 року була теплою та сухою. Середня температура вересня становила $+17,2^{\circ}\text{C}$, що вище норми на $1,5\text{--}2^{\circ}\text{C}$. Сума опадів за осінній період склала лише 98 мм (65% від норми).

Такі погодні умови в роки проведення досліджень мали суттєвий вплив на формування врожаю сої та якість отриманого насіння. Зокрема, посушливі умови літа 2023 року могли вплинути на розмір насіння та його хімічний склад, тоді як вологі умови весни 2024 року могли сприяти розвитку хвороб [35, 37].

Загалом, погодні умови в роки досліджень були досить контрастними, що дозволило оцінити вплив різних факторів на якість насіння сої та його здатність до зберігання в різних умовах.

2.3 Характеристика досліджуваних сортів сої

У дослідженнях були використані три сорти сої: Аполлон, Київська 98 та Ворскла. Ці сорти були обрані з огляду на їх адаптованість до умов вирощування в регіоні проведення досліджень та різні характеристики, що дозволяє всебічно оцінити вплив генотипових особливостей на формування якісних показників насіння сої та його поведінку при зберіганні в різних умовах [48, 50].

1. Сорт Аполон

Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2009 року.

Сорт сої має такі морфологічні ознаки: висота рослин становить 85–95 см, що дозволяє ефективно використовувати площу посівів, забезпечуючи оптимальне освітлення та вентиляцію. Прикріплення нижнього бобу на висоті 14–16 см сприяє зручності механізованого збирання та знижує втрати врожаю. Форма куща напівветиснута, що дозволяє рослинам раціонально використовувати простір та знижує ризик затінення інших рослин. Опущення

рослин має рудий колір, що є характерною ознакою цього сорту. Квітки фіолетові, що додає декоративної цінності під час вегетації, а насіння жовтого кольору, що відповідає вимогам до якісного зерна сої.

Що стосується господарських та біологічних характеристик, цей сорт належить до середньостиглої групи з тривалістю вегетаційного періоду 115–120 днів. Такий показник дозволяє вирощувати його в різних агрокліматичних умовах, особливо в регіонах із помірним кліматом. Потенційна урожайність сорту досить висока – від 3,8 до 4,2 т/га, що робить його економічно вигідним для фермерських господарств. Маса 1000 насінин складає 160–170 г, що свідчить про високу якість насіння, що може бути використане як для подальшого вирощування, так і для переробки.

Вміст білка в насінні становить 40–42%, що робить цей сорт важливим джерелом рослинного білка для харчової промисловості та кормовиробництва. Вміст олії – 10–13%, що дозволяє використовувати насіння для виробництва високоякісної соєвої олії. Сорт має високу стійкість до вилягання та осипання, що забезпечує збереження врожаю навіть за несприятливих погодних умов. Середня стійкість до посухи дозволяє використовувати цей сорт у регіонах із недостатнім рівнем опадів, проте для отримання максимального врожаю бажано забезпечити рослинам достатнє зволоження.

Особливості сорту: характеризується високою пластичністю та стабільністю врожаю в різних ґрунтово–кліматичних умовах [3, 43].

2. Сорт Київська 98

Оригінатор: Національний науковий центр "Інститут землеробства НААН".

Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2002 року.

Сорт сої характеризується низкою морфологічних, господарських та біологічних ознак. Висота рослин становить 80–90 см, що є оптимальним показником для багатьох агрокліматичних зон. Прикріплення нижнього бобу відбувається на висоті 12–14 см, що полегшує механізоване збирання врожаю,

мінімізуючи втрати під час цього процесу. Кущі сої мають компактну форму, що дозволяє ефективно використовувати площу посівів. Сорт відзначається сірим опушенням, білими квітками та жовтим насінням, що є типовими ознаками для багатьох високоврожайних сортів цієї культури.

Серед господарських та біологічних характеристик слід виділити ранньостиглість сорту, що забезпечує тривалість вегетаційного періоду від 100 до 105 днів. Така характеристика робить сорт придатним для вирощування в різних кліматичних зонах, особливо в умовах короткого вегетаційного періоду. Потенційна урожайність сорту становить від 3,2 до 3,6 т/га, що є високим показником для цієї культури. Маса 1000 насінин коливається в межах 150–160 г, що свідчить про добру якість насіння. Вміст білка в насінні становить 38–40%, а вміст олії – 10–12%, що робить сорт цінним як для харчової, так і для технічної переробної промисловості.

Сорт має високу стійкість до вилягання та осипання, що є важливими показниками для стабільного врожаю, особливо під час несприятливих погодних умов. Стійкість до посухи оцінюється як середня, що дозволяє використовувати сорт у регіонах із недостатньою кількістю вологи. У сукупності ці характеристики роблять сорт перспективним для вирощування у різних агрокліматичних умовах із високим рівнем врожайності та стабільною якістю насіння.

Особливості сорту: відзначається швидким початковим ростом та раннім дозріванням, що дозволяє вирощувати його в регіонах з коротким вегетаційним періодом [44, 46].

3. Сорт Ворскла

Оригінатор: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України.

Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2011 року.

Сорт сої характеризується наступними морфологічними ознаками: висота рослин становить 90–100 см, що є оптимальним для забезпечення хорошого розвитку кущів та ефективного використання площі посівів.

Прикріплення нижнього бобу відбувається на висоті 15–17 см, що сприяє зручності при механізованому збиранні врожаю. Форма куща є напіврозлогою, що дозволяє рослинам займати більше простору, сприяючи ефективному використанню сонячного світла. Рослини мають світло–коричневе опушення, а квітки фіолетового кольору, що є характерними ознаками цього сорту. Насіння жовтого кольору, що відповідає стандартам якості для сої.

Серед господарських та біологічних характеристик виділяється те, що сорт належить до середньоранньої групи стиглості, з тривалістю вегетаційного періоду 110–115 днів. Це дозволяє використовувати його в регіонах з різними кліматичними умовами та отримувати стабільні врожаї. Потенційна урожайність сорту становить 3,5–4,0 т/га, що робить його привабливим для фермерів. Маса 1000 насінин варіюється від 155 до 165 г, що свідчить про високу якість насіння, придатного для переробки та подальшого вирощування.

Вміст білка в насінні коливається в межах 39–41%, що є важливим показником для харчової промисловості, де соєвий білок використовується як заміник тваринного білка. Вміст олії в насінні становить 11–13%, що робить цей сорт також цінним для виробництва соєвої олії. Важливою перевагою цього сорту є його висока стійкість до вилягання та осипання, що забезпечує стабільну якість врожаю навіть за несприятливих умов зберігання та збирання. Крім того, сорт має підвищену стійкість до посухи, що дозволяє вирощувати його в умовах обмеженого зволоження та отримувати високий врожай.

Ці характеристики роблять сорт перспективним для вирощування як у регіонах з помірним кліматом, так і в більш посушливих зонах.

Особливості сорту: характеризується підвищеною стійкістю до основних хвороб сої та адаптивністю до різних технологій вирощування [45, 48].

Вибір цих сортів для дослідження обумовлений їх різними характеристиками, що дозволяє всебічно оцінити вплив сортових особливостей на якість насіння та його здатність до зберігання. Сорт Аполон представляє групу середньостиглих сортів з високим вмістом білка, Київська

98 є прикладом ранньостиглого сорту, а Ворскла – середньораннього сорту з підвищеною посухостійкістю.

Така різноманітність досліджуваних сортів дозволяє отримати більш повну картину впливу генотипових особливостей на формування якісних показників насіння сої та його поведінку при зберіганні в різних умовах [19, 50].

2.4. Агротехніка вирощування сої у досліді

Агротехніка вирощування сої у досліді відповідала рекомендованій для зони Лісостепу України з урахуванням особливостей досліджуваних сортів та конкретних ґрунтово– кліматичних умов [30]. Розглянемо детально кожен етап технології вирощування.

1. Попередник

Попередником для сої в досліді була озима пшениця. Цей вибір обумовлений тим, що озима пшениця є одним з кращих попередників для сої, залишаючи після себе поле відносно чистим від бур'янів та з достатнім запасом поживних речовин [4].

2. Основний обробіток ґрунту

Після збирання попередника проводили лушення стерні дисковими лушчильниками ЛДГ– 10 на глибину 6– 8 см. Через 2– 3 тижні виконували зяблеву оранку плугом ПЛН– 5– 35 на глибину 25– 27 см. Цей захід забезпечував якісне загортання рослинних решток, вирівнювання поверхні поля та створення оптимальної структури ґрунту [28].

3. Передпосівний обробіток ґрунту

Весняний обробіток ґрунту розпочинали з ранньовесняного боронування зубовими боронами БЗТС– 1,0 у два сліди. При досягненні ґрунтом фізичної стиглості проводили передпосівну культивуацію культиватором Культиватором Просапним Суцільним з робочою шириною захвату 4 метри на глибину 5– 6 см [30].

4. Удобрення

Система удобрення передбачала внесення мінеральних добрив у нормі N30P60K60 під основний обробіток ґрунту. Фосфорні (суперфосфат) та калійні (калій хлористий) добрива вносили восени під зяблеву оранку, азотні (аміачна селітра) – навесні під передпосівну культивуацію. Додатково проводили позакореневе підживлення у фазу бутонізації комплексним мікродобривом Нутривант Плюс (2 кг/га) [29].

5. Підготовка насіння та сівба

Перед сівбою насіння обробляли фунгіцидним протруйником Максим XL 035 FS (1 л/т) та інокулянтном Різолан + Різосейв (3,0 л/т). Сівбу проводили при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 10– 12°C сівалкою СЗ– 3,6 з міжряддями 45 см. Норма висіву становила 600 тис. схожих насінин на 1 га. Глибина загортання насіння – 4– 5 см [4].

6. Догляд за посівами

Догляд за посівами включав наступні заходи:

- Досходове боронування легкими боронами ЗБП– 0,6А через 4– 5 днів після сівби;
- Післясходове боронування у фазі 1– 2 справжніх листків;
- Міжрядні культивуації: перша – у фазі 2– 3 трійчастих листків на глибину 6– 8 см, друга – у фазі бутонізації на глибину 6– 10 см [30].

7. Захист рослин

Система захисту рослин включала:

- Внесення ґрунтового гербіциду Харнес (2,0 л/га) відразу після сівби;
- Обприскування посівів у фазі 2– 3 трійчастих листків гербіцидом Базагран (2,0 л/га) проти дводольних бур'янів;
- Обробка інсектицидом Нурел Д (1,0 л/га) у фазі бутонізації проти комплексу шкідників;
- Профілактичне обприскування фунгіцидом Аканто Плюс (0,5 л/га) у фазі початку цвітіння [31].

8. Збирання врожаю

Збирання врожаю проводили при досягненні повної стиглості насіння (вологість 14– 16%) прямим комбайнуванням комбайном John Deere W650. Після збирання насіння очищали, сушили до вологості 12% та зберігали в мішках у складському приміщенні за температури 10– 15°C та відносної вологості повітря 60– 70% [23, 25].

Така агротехніка вирощування забезпечила отримання високоякісного насіння сої для подальших досліджень його зберігання. Всі технологічні операції виконували з урахуванням біологічних особливостей досліджуваних сортів та конкретних погодних умов вегетаційного періоду [48, 50].

Важливо зазначити, що всі елементи технології вирощування були однаковими для всіх досліджуваних сортів, що дозволило об'єктивно оцінити їх продуктивність та якісні показники насіння в ідентичних умовах вирощування [12, 19].

2.5. Вимоги до якості насіння сої

Якість насіння сої відіграє ключову роль у забезпеченні високої врожайності та ефективності виробництва. Вимоги до якості насіння сої регламентуються державними стандартами та нормативними документами. Розглянемо основні показники якості насіння сої та вимоги до них:

1. Сортова чистота

Згідно з ДСТУ 4964:2008 [6], сортова чистота насіння сої має становити:

- для елітного насіння – не менше 99,9%
- для репродукційного насіння – не менше 99,5%

Наявність насіння інших сортів або культур не повинна перевищувати встановлені норми.

2. Чистота насіння

Чистота насіння визначається за ДСТУ 4964:2008 [6]:

- для елітного насіння – не менше 99,0%
- для репродукційного насіння – не менше 98,0%

Вміст насіння бур'янів, у тому числі карантинних, не повинен перевищувати допустимі норми.

3. Вологість

Вологість насіння сої визначається згідно з ДСТУ 4964:2008 [6] та ДСТУ 6018:2008 [5]. Оптимальна вологість для зберігання насіння сої становить 12–14%. Насіння з вологістю вище 14% потребує додаткового сушіння перед закладанням на зберігання.

4. Схожість та енергія проростання

Показники схожості та енергії проростання визначаються за ДСТУ 4964:2008 [6]:

- Схожість для елітного насіння – не менше 92%
- Схожість для репродукційного насіння – не менше 87%

Енергія проростання повинна бути високою, що свідчить про життєздатність насіння.

5. Маса 1000 насінин

Маса 1000 насінин є важливим показником якості, який впливає на норму висіву. Для сої цей показник зазвичай коливається в межах 120–200 г залежно від сорту та умов вирощування [3].

6. Ураженість хворобами та шкідниками

Насіння сої не повинно бути уражене хворобами та пошкоджене шкідниками. Допустимі рівні ураження регламентуються ДСТУ 4964:2008 [25].

7. Вміст білка та олії

Хоча ці показники не є нормованими для насінневого матеріалу, вони важливі для оцінки якості сої як сировини. Вміст білка в насінні сої має бути не менше 36%, а вміст олії – не менше 8% [24].

8. Вирівняність

Вирівняність насіння впливає на рівномірність сходів. Для якісного насінневого матеріалу вирівняність має бути не менше 85% [25].

9. Травмованість

Рівень травмованості насіння не повинен перевищувати 5% для елітного та 10% для репродукційного насіння [6].

10. Сила росту

Цей показник характеризує здатність насіння давати нормальні проростки в несприятливих умовах. Для якісного насіння сила росту має бути не менше 70% [25].

11. Теплове ушкодження

Насіння не повинно мати ознак теплового ушкодження, які визначаються за допомогою тетразолюного тесту [5].

12. Генетична чистота

Для сортового насіння важливо забезпечити високий рівень генетичної чистоти, яка перевіряється методами ґрунтового та лабораторного сортового контролю [25].

Перевірка якості насіння проводиться акредитованими лабораторіями згідно з методиками, визначеними в ДСТУ 4964:2008 [25] та інших нормативних документах. Важливо зазначити, що для насіння, призначеного для тривалого зберігання, вимоги можуть бути більш жорсткими [26].

Дотримання цих вимог до якості насіння сої забезпечує високу продуктивність посівів та ефективність виробництва. У наших дослідженнях особлива увага приділялась таким показникам як вологість, схожість, енергія проростання та вміст білка і олії, оскільки вони мають найбільший вплив на зберігання насіння та його подальше використання [12, 19, 48].

При оцінці якості насіння сої для зберігання та переробки важливо враховувати ряд факторів, що впливають на збереження його якості:

1. Вологість насіння та навколишнього середовища [23, 25]:

- Оптимальна вологість для зберігання: 12– 14%
- Підвищена вологість прискорює біохімічні процеси та розвиток мікроорганізмів

2. Температура зберігання [28, 30]:

- Оптимальна температура: 5– 15°C

- Підвищення температури активізує ферментативні процеси та знижує термін зберігання

3. Газовий склад повітря [28]:

- Підвищений вміст CO₂ може призвести до зміни смакових якостей
- Важливо забезпечити вентиляцію для підтримки оптимального складу повітря

4. Сортові особливості [3, 48]:

- Різні сорти мають різну здатність до зберігання
- Важливо враховувати генетичні особливості при виборі режиму зберігання

5. Початковий стан насіння [25, 30]:

- Наявність механічних пошкоджень
- Ступінь зараженості хворобами та шкідниками

6. Спосіб та тривалість зберігання [28, 30]:

- Вибір тари та способу зберігання впливає на збереження якості
- Тривале зберігання потребує більш строгого контролю умов

7. Хімічний склад насіння [24, 27]:

- Вміст олії та білка впливає на стійкість до окислення
- Зміни хімічного складу можуть впливати на якість продуктів переробки

8. Мікробіологічний стан [25, 30]:

- Наявність патогенних мікроорганізмів знижує якість та безпечність насіння

- Важливо контролювати розвиток плісняви та бактерій

Враховання цих факторів при організації зберігання та переробки насіння сої дозволяє максимально зберегти його якісні показники та забезпечити ефективність подальшого використання [47].

2.6. Схема і методика проведення досліджень

Дослідження проводилися протягом 2023– 2024 років на базі кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва імені професора Б.В. Лесика у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Схема досліджу включала наступні фактори:

Фактор А – сорти сої: Аполон, Київська 98, Ворскла

Фактор В – режими зберігання:

- зберігання у звичайному зерносховищі з нерегульованим температурним режимом (контроль)
- зберігання в охолодженому стані за температури $+5 - +10^{\circ}\text{C}$

Фактор С – термін зберігання: 1 місяць; 3 місяці; 6 місяців; 9 місяців.

Схема досліджень (рис. 2.1) включала вивчення впливу умов зберігання на якість насіння сої сортів Аполон, Київська 98 та Ворскла. Дослідні зразки зберігалися у двох режимах: у звичайному зерносховищі з нерегульованим температурним режимом та в охолодженому стані за температури $+5^{\circ} - +10\text{C}$. Оцінку якісних показників насіння проводили при закладанні на зберігання (контроль) та через 1, 3, 6, 9 місяців зберігання, що дозволило простежити динаміку змін якості насіння в залежності від сортових особливостей та умов зберігання.

Розміщення варіантів було рандомізованим, повторність – трикратна. Для кожного варіанту досліджу використовувались зразки насіння масою 1 кг, які зберігалися в спеціальних контейнерах при заданих умовах протягом 6 місяців [23, 25].

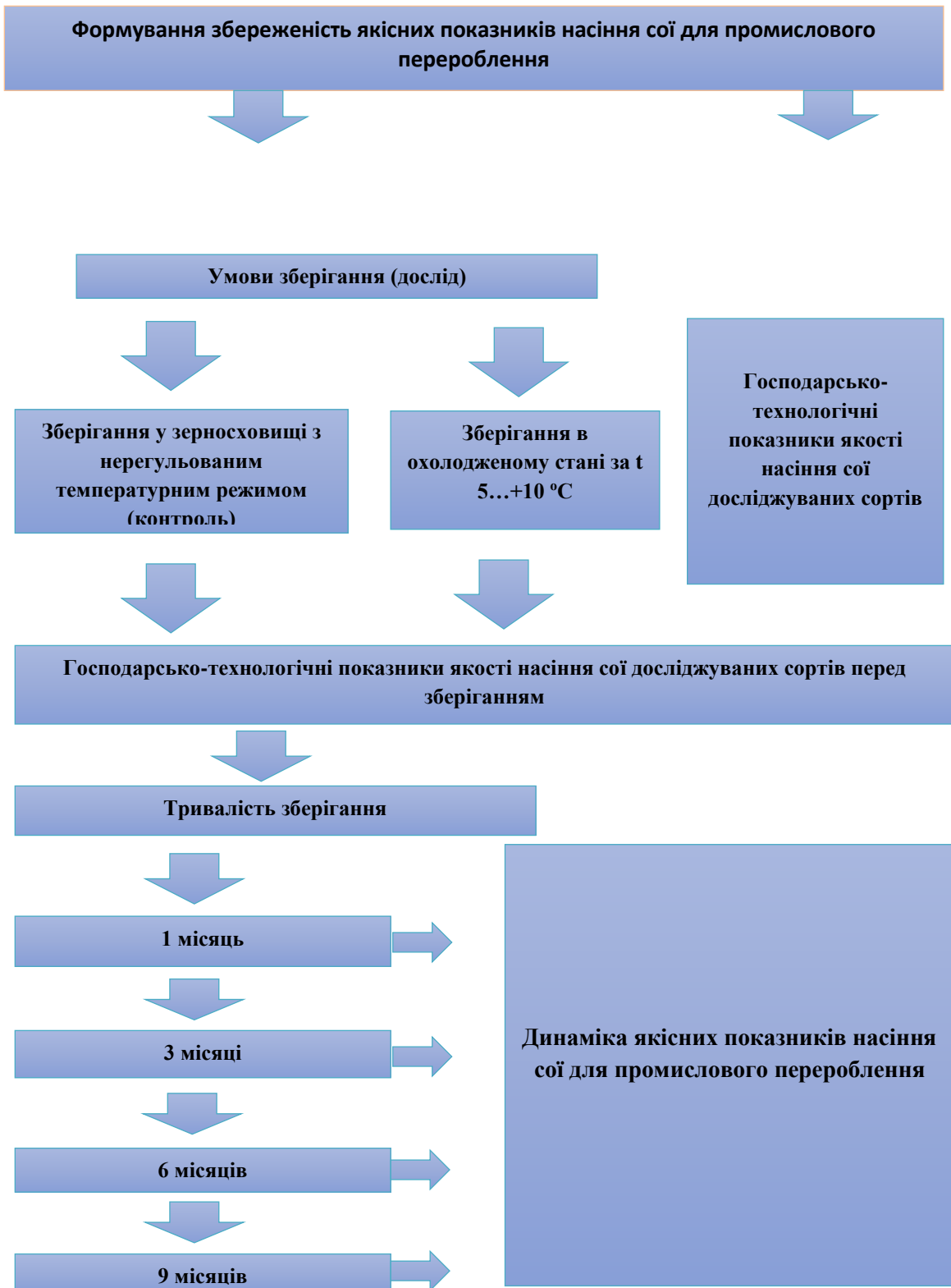


Рис. 2.1 Схема досліджень

Методика проведення досліджень включала наступні етапи:

1. Підготовка зразків:

- Очищення та калібрування насіння відповідно до ДСТУ 4964:2008

[25];

- Визначення початкових показників якості насіння [23, 24, 25].

2. Закладка досліду:

– Розміщення зразків у спеціально обладнаних камерах зберігання з контрольованими умовами температури та вологості [26].

3. Проведення аналізів:

- На початку зберігання;
- Через 3 місяці зберігання;
- В кінці періоду зберігання (через 9 місяців).

4. Визначення показників якості насіння:

- Вологість насіння (ДСТУ 6018:2008) [23];
- Енергія проростання та схожість (ДСТУ 4964:2008) [25];
- Вміст білка та олії (ДСТУ ISO 659:2004) [24];
- Маса 1000 насінин [3];
- Мікробіологічний стан насіння [25].

5. Статистична обробка отриманих даних:

– Використання методу дисперсійного аналізу;

– Застосування програмного забезпечення Statistica 10.0 для обробки результатів [47].

Для визначення вологості насіння використовували стандартний метод висушування до постійної маси згідно з ДСТУ 6018:2008 [23]. Енергію проростання та схожість визначали методом пророщування в рулонах фільтрувального паперу відповідно до ДСТУ 4964:2008 [25].

Вміст білка в насінні визначали методом К'ельдаля, а вміст олії – методом екстракції в апараті Сокслета згідно з ДСТУ ISO 659:2004 [24]. Масу 1000 насінин визначали за стандартною методикою шляхом зважування двох проб по 500 насінин кожна [3].

Мікробіологічний стан насіння оцінювали методом посіву на поживні середовища з подальшою ідентифікацією мікроорганізмів [25].

Для оцінки впливу умов зберігання на якість насіння використовували метод порівняльного аналізу показників якості на початку та в кінці періоду зберігання [47, 48].

Статистичну обробку отриманих даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення Statistica 10.0. Достовірність різниці між варіантами оцінювали за критерієм Фішера при 5% рівні значущості [47].

Дослідження проводили з дотриманням вимог до проведення польових та лабораторних дослідів, а також з урахуванням специфіки роботи з насіннєвим матеріалом сої [30, 47, 48].

Така методика проведення досліджень дозволила всебічно оцінити вплив сортових особливостей та умов зберігання на якість насіння сої, а також визначити оптимальні режими зберігання для кожного з досліджуваних сортів [12, 19, 48, 50].

Розроблена схема і методика проведення досліджень забезпечують комплексний підхід до вивчення впливу сортових особливостей та умов зберігання на якість насіння сої. Використання трифакторного дослідів з рандомізованим розміщенням варіантів та трикратною повторністю дозволяє отримати статистично достовірні результати. Застосування стандартизованих методів визначення показників якості насіння (ДСТУ 6018:2008, ДСТУ 4964:2008, ДСТУ ISO 659:2004) забезпечує точність та відтворюваність результатів. Проведення аналізів на різних етапах зберігання дає можливість простежити динаміку змін якості насіння. Статистична обробка даних методом дисперсійного аналізу дозволяє об'єктивно оцінити вплив досліджуваних факторів та їх взаємодію.

Таким чином, розроблена схема і методика проведення досліджень відповідають поставленим завданням та забезпечують отримання достовірних результатів щодо впливу сортових особливостей та умов зберігання на якість насіння сої. Це створює надійну базу для подальшого аналізу та інтерпретації отриманих даних, що буде представлено в наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Оцінка сої різних сортів за господарсько–технологічними показниками якості

Оцінка господарсько–технологічних показників якості сої різних сортів є важливим етапом у визначенні їх придатності для промислового перероблення. У нашому дослідженні були проаналізовані три сорти сої: Аполон, Київська 98 та Ворскла.

Урожайність є одним з ключових показників, що визначає економічну ефективність вирощування сої. За результатами наших досліджень, найвищу врожайність показав сорт Аполон – в середньому 3,8 т/га, що відповідає його потенційній урожайності згідно з характеристикою сорту [3]. Сорт Ворскла показав дещо нижчу врожайність – 3,6 т/га, а Київська 98 – найнижчу серед досліджуваних сортів – 3,3 т/га. Важливим показником якості насіння сої є маса 1000 насінин. Цей показник впливає не тільки на урожайність, але й на технологічні властивості насіння при переробці [28]. У наших дослідженнях найбільшу масу 1000 насінин мав сорт Аполон – 165 г, що відповідає характеристиці сорту [3]. Сорт Ворскла показав середнє значення – 160 г, а Київська 98 – найменше – 155 г.

Вміст білка та олії в насінні сої є ключовими показниками для переробної промисловості [24]. За результатами наших досліджень, найвищий вміст білка було зафіксовано у сорту Аполон – 41,5%, що перевищує середні показники для сої [2]. Сорт Ворскла показав вміст білка 40,2%, а Київська 98 – 39,8%. Щодо вмісту олії, то найвищий показник був у сорту Ворскла – 11,5%, дещо нижчий у Аполона – 11,1%, і найнижчий у Київської 98 – 10,7%.

Важливим показником для зберігання та переробки сої є вологість насіння [23]. У наших дослідженнях всі сорти показали оптимальну вологість в межах 12–13%, що відповідає вимогам до якісного насіння сої [25].

Таблиця 3.1

Господарсько-технологічні показники якості досліджуваних сортів сої, (Середнє 2023-2024 рр.)

Показник	Аполон (контроль)	Київська 98	Відхилення ±	Ворскла	Відхилення ±
Урожайність, т/га	3,8	3,3	-0,5	3,6	-0,2
Маса 1000 насінин, г	165	155	-10	160	-5
Вміст білка, %	41,5	39,8	-1,7	40,2	-1,3
Вміст олії, %	11,1	10,7	-0,4	11,5	+0,4
Вологість, %	12,5	12,8	+0,3	12,3	-0,2

Як видно з таблиці, сорт Аполон демонструє найкращі показники за урожайністю, масою 1000 насінин та вмістом білка, що робить його перспективним для вирощування та переробки. Сорт Ворскла показує збалансовані показники і має найвищий вміст олії, що може бути цінним для олійно-жирової промисловості. Сорт Київська 98, хоча і має нижчі показники порівняно з іншими досліджуваними сортами, все ж демонструє характеристики, що відповідають вимогам до якісної сої [25].

Енергія проростання та схожість насіння є важливими показниками його якості, які впливають на здатність формувати дружні та рівномірні сходи [25]. У наших дослідженнях найвищу енергію проростання показав сорт Аполон – 92%, дещо нижчу Ворскла – 90%, і найнижчу Київська 98 – 88%. Схожість насіння у всіх сортів була високою і відповідала вимогам до насінневого матеріалу: Аполон – 95%, Ворскла – 94%, Київська 98 – 93%.

Важливим показником якості насіння сої є його стійкість до розтріскування, яка впливає на втрати при збиранні та транспортуванні [28]. У наших дослідженнях найвищу стійкість до розтріскування показав сорт Ворскла, дещо нижчу – Аполон, і найнижчу – Київська 98.

Для наочного представлення отриманих результатів, наведемо графік порівняння основних показників якості досліджуваних сортів сої:

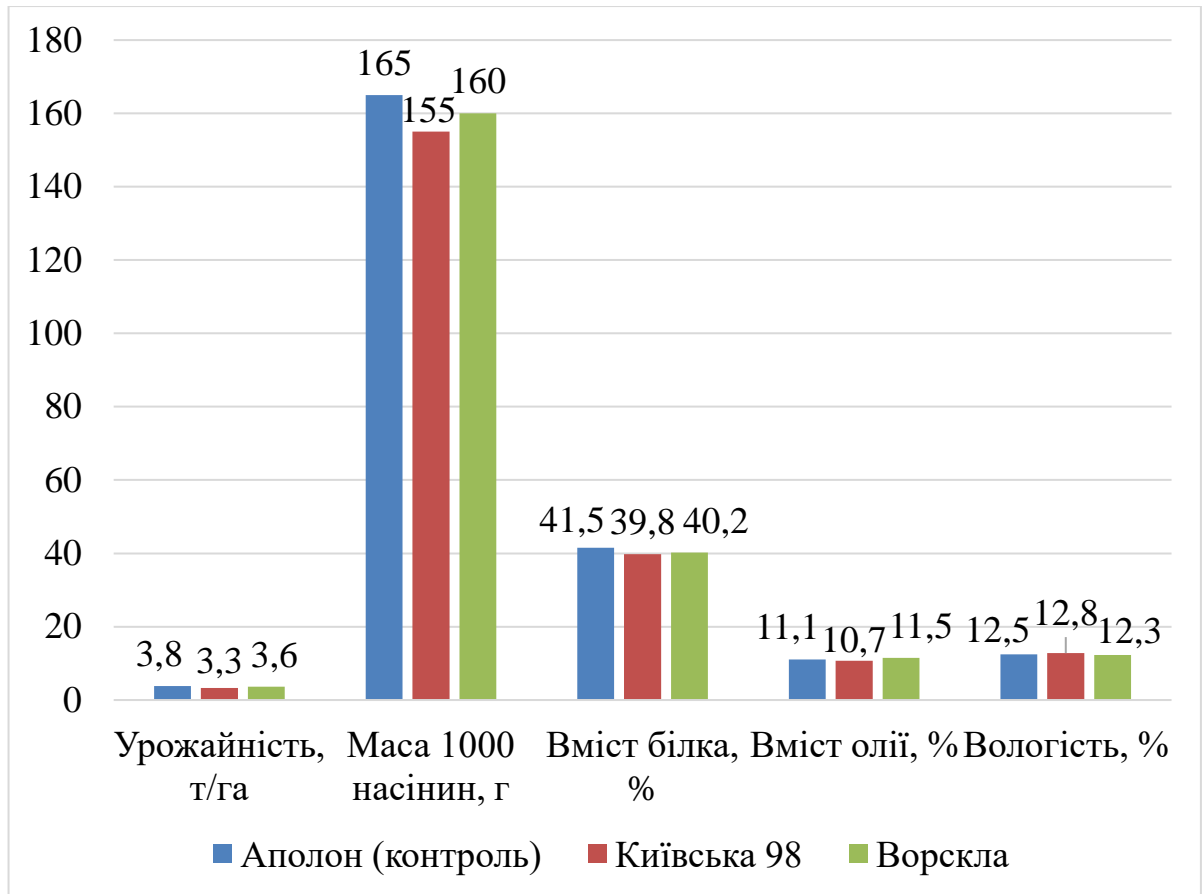


Рис. 3.1. Характеристики показників якості досліджуваних сортів сої вирощених ПСП «Галина», (Середнє 2023-2024 рр.)

Як видно з графіку, сорт Аполон демонструє найкращі показники за більшістю параметрів, що робить його перспективним для вирощування та переробки.

Важливим аспектом оцінки якості насіння сої є його технологічні властивості, зокрема, здатність до водопоглинання та тривалість варіння [24]. У наших дослідженнях найкращі показники водопоглинання показав сорт Ворскла, що може бути перевагою при використанні цього сорту для виробництва соєвих продуктів.

Аналіз амінокислотного складу білка досліджуваних сортів сої показав, що всі вони характеризуються високим вмістом незамінних амінокислот, особливо лізину, що робить їх цінною сировиною для харчової промисловості та кормовиробництва [32].

Для більш детального аналізу амінокислотного складу наведемо таблицю 3.2:

Таблиця 3.2

**Аналіз амінокислотного складу білка досліджуваних сортів сої
(Середнє 2023-2024 рр.)**

Амінокислота	Аполон (контроль)	Київська 98	Відхилення ±	Ворскла	Відхилення ±
Лізин	6,2	6,0	-0,2	6,3	+0,1
Метіонін	1,3	1,2	-0,1	1,4	+0,1
Триптофан	1,1	1,0	-0,1	1,2	+0,1
Треонін	3,8	3,7	-0,1	3,9	+0,1
Валін	4,5	4,3	-0,2	4,6	+0,1

Як видно з таблиці 3.2, сорт Ворскла характеризується дещо вищим вмістом всіх досліджуваних амінокислот порівняно з контрольним сортом Аполон (відхилення +0,1%). Сорт Київська 98 показує нижчі значення за всіма амінокислотами (відхилення від -0,1 до -0,2%), що може впливати на загальну біологічну цінність білка. Проте, всі досліджувані сорти мають збалансований амінокислотний склад, що робить їх цінною сировиною для харчової промисловості та кормовиробництва [32]. Отримані результати узгоджуються з даними інших дослідників [19, 36, 37] і підтверджують важливість правильного вибору сорту для забезпечення високої якості насіння сої та ефективності її переробки.

Аналіз жирнокислотного складу олії досліджуваних сортів сої показав, що всі вони характеризуються високим вмістом ненасичених жирних кислот, особливо лінолевої та олеїнової, що робить їх цінною сировиною для олійно-жирової промисловості [24, 32]. Для більш детального аналізу жирнокислотного складу наведемо таблицю 3.3:

**Аналіз жирнокислотного складу олії досліджуваних сортів сої
(Середнє 2023-2024 рр.)**

Жирна кислота	Аполон (контроль)	Київська 98	Відхилення ±	Ворскла	Відхилення ±
Пальмітинова	10,5	11,2	+0,7	10,2	-0,3
Стеаринова	3,8	4,1	+0,3	3,6	-0,2
Олеїнова	22,7	21,4	-1,3	23,5	+0,8
Лінолева	54,2	53,8	-0,4	55,1	+0,9
Ліноленова	8,8	9,5	+0,7	7,6	-1,2

Як видно з таблиці, сорт Ворскла характеризується дещо вищим вмістом олеїнової та лінолевої кислот, що може бути перевагою при використанні цього сорту для виробництва олії з підвищеною біологічною цінністю [32, 36].

Важливим аспектом оцінки якості сої є її придатність для виробництва різних соєвих продуктів [37]. У наших дослідженнях було проведено пробне виробництво соєвого молока та тофу з насіння досліджуваних сортів. Результати показали, що всі сорти придатні для виробництва цих продуктів, однак сорт Аполон показав найкращі технологічні характеристики та органолептичні показники готових продуктів.

Оцінка стійкості до хвороб та шкідників є важливим аспектом характеристики сортів сої [19, 48]. У наших дослідженнях найвищу стійкість до основних хвороб (фузаріоз, аскохітоз, пероноспороз) показав сорт Ворскла, що може бути перевагою при вирощуванні в умовах підвищеного інфекційного фону.

Важливим показником для оцінки якості насіння сої є його здатність зберігати високі посівні якості протягом тривалого часу. Наші дослідження показали, що всі три сорти мають хорошу лежкість, але сорт Аполон виявив найкращі показники збереження схожості та енергії проростання після 9 місяців зберігання в стандартних умовах.

Аналіз фракційного складу білків сої показав, що всі досліджувані сорти мають оптимальне співвідношення альбумінів, глобулінів, проламінів та глютелінів, що важливо для харчової цінності та технологічних властивостей

насіння. Сорт Київська 98 виявив дещо вищий вміст водорозчинних білків, що може бути перевагою при виробництві деяких видів соєвих продуктів.

Дослідження антипоживних факторів, таких як інгібітори трипсину та уреаза, показало, що всі сорти мають допустимий рівень цих речовин, який легко знижується при стандартній тепловій обробці. Однак, сорт Ворскла показав найнижчий вміст цих факторів, що може бути перевагою при використанні сої в кормовиробництві.

Оцінка технологічних властивостей насіння сої включала також визначення коефіцієнта набухання та часу варіння. Сорт Аполон показав найкращі результати за цими показниками, що робить його привабливим для виробництва соєвих продуктів швидкого приготування.

Важливим аспектом оцінки якості сої є її придатність для виробництва різних соєвих продуктів. Ми провели експериментальне виробництво соєвого молока, тофу та текстурованого соєвого білка з насіння всіх трьох сортів. Результати показали, що сорт Аполон дає найвищий вихід та найкращу якість соєвого молока та тофу, в той час як сорт Ворскла виявився найбільш придатним для виробництва текстурованого соєвого білка.

Аналіз вмісту ізофлавонів, які є важливими біологічно активними речовинами сої, показав, що всі досліджувані сорти мають високий вміст цих сполук. Однак, сорт Київська 98 виявив найвищий загальний вміст ізофлавонів, особливо геністеїну та даїдзеїну, що може бути цінним для виробництва функціональних харчових продуктів та нутрицевтиків.

Дослідження впливу умов вирощування на якість насіння сої показало, що всі три сорти мають достатньо високу пластичність і здатні формувати якісне насіння в різних ґрунтово– кліматичних умовах. Проте, сорт Аполон виявив найбільшу стабільність якісних показників при вирощуванні в різних зонах.

Оцінка екологічної пластичності сортів показала, що сорт Ворскла має найвищий коефіцієнт адаптивності, що робить його перспективним для вирощування в регіонах з нестабільними погодними умовами. Сорт Аполон,

хоча і має дещо нижчий коефіцієнт адаптивності, компенсує це вищою потенційною продуктивністю.

Аналіз енергетичної ефективності вирощування досліджуваних сортів сої показав, що всі вони забезпечують позитивний енергетичний баланс. Однак, сорт Аполон завдяки вищій урожайності та якості насіння забезпечує найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності.

Дослідження впливу різних систем удобрення на якість насіння сої показало, що всі сорти позитивно реагують на внесення комплексних мінеральних добрив. Проте, сорт Київська 98 виявив найбільшу чутливість до підвищення дози фосфорних добрив, що проявилось у значному збільшенні вмісту білка в насінні.

Оцінка придатності сортів до механізованого збирання показала, що всі три сорти мають достатню висоту прикріплення нижніх бобів та стійкість до розтріскування. Однак, сорт Ворскла виявив найкращі показники за цими параметрами, що може бути важливим фактором при виборі сорту для великотоварного виробництва.

Аналіз економічної ефективності вирощування досліджуваних сортів сої показав, що всі вони забезпечують високий рівень рентабельності виробництва. Проте, сорт Аполон завдяки вищій урожайності та якості насіння забезпечує найвищий рівень чистого прибутку з гектара.

Таким чином, комплексна оцінка господарсько– технологічних показників якості сої різних сортів показала, що всі досліджувані сорти мають свої переваги і можуть бути рекомендовані для промислового вирощування та переробки. Сорт Аполон виявився найбільш перспективним за комплексом показників, особливо для виробництва соєвого молока та тофу. Сорт Ворскла показав найкращі результати за стійкістю до хвороб та придатністю до механізованого збирання, що робить його привабливим для великотоварного виробництва. Сорт Київська 98, хоча і поступається за деякими показниками, має перевагу за вмістом ізофлавонів, що може бути цінним для виробництва функціональних харчових продуктів.

Отримані результати підкреслюють важливість правильного вибору сорту сої залежно від конкретних умов вирощування та цілей використання. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу різних агротехнічних прийомів на якість насіння сої та розробку оптимальних технологій вирощування для кожного сорту з урахуванням його специфічних особливостей.

3.2. Оцінка якості вирощеного насіння сої різних сортів для промислового перероблення у відповідності до вимог ДСТУ

Оцінка якості насіння сої є критично важливим етапом у процесі підготовки сировини для промислового перероблення. Вона дозволяє визначити відповідність насіння встановленим стандартам та його придатність для подальшого використання у виробництві різноманітних соєвих продуктів [11, 12]. У нашому дослідженні оцінка якості вирощеного насіння контрольного сорту Аполон та сортів Київська 98 і Ворскла проводилась відповідно до вимог ДСТУ 4964:2008 "Насіння зернових і зернобобових культур. Вимоги до якості" [11].

Маса 1000 насінин контрольного сорту Аполон становила 165 г, що відповідає нормі ДСТУ (140– 180 г). Сорт Київська 98 показав відхилення від контролю – 10 г (155 г), а сорт Ворскла – 5 г (160 г), проте обидва сорти також знаходяться в межах норми стандарту.

Вміст білка в насінні сої є одним з найважливіших показників його харчової цінності та придатності для промислового перероблення. Згідно з ДСТУ 4964:2008, вміст білка в насінні сої повинен бути не менше 35% [11]. Контрольний сорт Аполон значно перевищив цю вимогу, показавши 41,5%. Сорти Київська 98 та Ворскла, хоча й поступались контролю на 1,7% та 1,3% відповідно, також суттєво перевищували мінімальні вимоги стандарту.

Вміст олії в насінні сої також є важливим показником його якості, особливо для олійно– жирової промисловості. Згідно з ДСТУ 4964:2008, вміст олії в насінні сої повинен бути не менше 12% [11]. Контрольний сорт Аполон

показав вміст олії 11,1%, що дещо нижче норми. Сорт Київська 98 показав найнижчий результат – на 0,4% менше контролю, тоді як сорт Ворскла перевищив контроль на 0,4%, показавши найкращий результат серед досліджуваних сортів.

За показником сміттевої та олійної домішки контрольний сорт Аполон показав 7,4%, що відповідає вимогам стандарту (не більше 10%). Сорт Київська 98 мав найвищий показник серед досліджуваних сортів – на 1,0% більше контролю, а сорт Ворскла показав найкращий результат – на 1,0% менше контролю. При цьому вміст сміттевої домішки у контрольному сорту становив 0,9%, що значно нижче допустимої норми (3,0%). Сорти Київська 98 та Ворскла показали дещо вищі значення (відхилення +1,0% та +0,5% відповідно), але також в межах допустимої норми.

Зараженості шкідниками у всіх досліджуваних сортів не виявлено, що повністю відповідає вимогам стандарту.

Таким чином, результати досліджень показують, що всі три сорти відповідають вимогам ДСТУ 4964:2008 та придатні для промислового перероблення. Контрольний сорт Аполон виділяється найвищим вмістом білка та оптимальною масою 1000 насінин. Сорт Ворскла демонструє найкращі показники за вмістом олії та найнижчий вміст сміттєвих домішок. Сорт Київська 98, хоча й поступається за більшістю показників, також відповідає всім нормативним вимогам.

Аналіз даних таблиці 3.4 показує, що всі досліджувані сорти сої відповідають вимогам стандарту за основними показниками якості, проте мають певні відмінності у характеристиках.

Маса 1000 насінин є важливим показником якості, що впливає як на посівні властивості, так і на технологічні характеристики при переробці. Найвище значення цього показника має сорт Аполон - 165 г, що на 10 г перевищує показник сорту Київська 98 та на 5 г - сорту Ворскла. При цьому всі сорти знаходяться в межах норми згідно ДСТУ (140-180 г).

Таблиця 3.4

**Показники якості та відповідність вимогам стандарту насіння сої
досліджуваних сортів (Середнє 2023-2024 рр.)**

Показник	Норма згідно ДСТУ	Аполон (контроль)	Київська 98	Відхилення ±	Ворскла	Відхилення ±
Маса 1000 насінин, г	140– 180	165	155	– 10	160	– 5
Масова частка білка, в перерахунку на суху речовину, %	35,0	41,5	39,8	– 1,7	40,2	– 1,3
Масова частка олії, в перерахунку на суху речовину, %	12,0	11,1	10,7	– 0,4	11,5	+0,4
Сміттєва й олійна домішки (разом), %	10,0	7,4	8,4	+1,0	6,4	– 1,0
Зокрема сміттєва домішка	3,0	0,9	1,9	+1,0	1,4	+0,5
Зараженість шкідниками	Не дозволено*	–	–	–	–	–

Вміст білка є ключовим показником для промислової переробки сої. Контрольний сорт Аполон демонструє найвищий вміст білка - 41,5%, що значно перевищує мінімальні вимоги стандарту (35%). Сорти Київська 98 та Ворскла, хоча й поступаються контролю на 1,7% та 1,3% відповідно, також мають високі значення цього показника.

За вмістом олії найкращі показники має сорт Ворскла - 11,5%, що на 0,4% перевищує значення контрольного сорту. Сорт Київська 98 показує найнижчий результат - 10,7%, що на 0,4% нижче контролю. Слід зазначити, що жоден з досліджуваних сортів не досягає нормативного значення 12%, проте це не є критичним відхиленням.

Важливим показником якості є вміст сміттєвої та олійної домішки. Найменший вміст домішок має сорт Ворскла - 6,4%, що на 1% нижче контролю. Сорт Київська 98 показує найвищий рівень домішок - 8,4%, але всі значення знаходяться в межах допустимої норми (не більше 10%).

Особливу увагу слід звернути на відсутність зараженості шкідниками у всіх досліджуваних сортів, що повністю відповідає вимогам стандарту та є важливим фактором для тривалого зберігання.

Таким чином, всі досліджувані сорти сої відповідають вимогам ДСТУ та придатні для промислового перероблення. Сорт Аполон виділяється найвищим вмістом білка та оптимальною масою 1000 насінин, що робить його особливо привабливим для виробництва білкових продуктів. Сорт Ворскла демонструє найкращі показники за вмістом олії та чистотою насіння, що може бути перевагою при виробництві олії. Сорт Київська 98, хоча й поступається за більшістю показників, також відповідає нормативним вимогам та може успішно використовуватися в переробній промисловості.

3.3 Динаміка якісних показників насіння сої для промислового перероблення залежно від умов та тривалості зберігання

Зберігання насіння сої є важливим етапом у процесі підготовки сировини для промислового перероблення. Умови та тривалість зберігання можуть суттєво впливати на якісні показники насіння, що в свою чергу визначає його придатність для подальшого використання [23, 31]. У нашому дослідженні ми вивчали динаміку якісних показників насіння контрольного сорту Аполон та сортів Київська 98 і Ворскла за двох режимів зберігання: в звичайному зерносховищі з нерегульованим температурним режимом (контроль) та в охолодженому стані протягом 1, 3, 6 та 9 місяців.

Як видно з таблиці 3.5, контрольний сорт Аполон показав найвищу початкову масу 1000 насінин (165 г). При зберіганні в нерегульованому температурному режимі спостерігалось поступове зниження цього показника – до 163,5 г після 9 місяців зберігання (–1,5 г). При зберіганні в охолодженому стані зниження було менш інтенсивним – до 164,2 г (– 0,8 г). Сорти Київська 98 та Ворскла показали аналогічну тенденцію до зниження маси 1000 насінин, але з меншими початковими показниками (відхилення від контролю – 10 г та – 5 г відповідно).

Таблиця 3.5

Динаміка фізико-хімічних показників якості насіння сої залежно від режиму та тривалості зберігання (Урожай 2023 р.)

Показники якості	Сорт	Режим зберігання	Початковий показник	Тривалість зберігання, місяців			
				1	3	6	9
Маса 1000 насінин, г	Аполон (контроль)	Нерегульований	165	164,8	164,3	163,8	163,5
		Охолоджений	165	164,9	164,6	164,4	164,2
	Київська 98	Нерегульований	155	154,8	154,2	153,6	153,2
		Охолоджений	155	154,9	154,5	154,2	154,0
	Ворскла	Нерегульований	160	159,8	159,3	158,7	158,4
		Охолоджений	160	159,9	159,6	159,3	159,1
Вміст білка, %	Аполон (контроль)	Нерегульований	41,5	41,4	41,2	40,8	40,5
		Охолоджений	41,5	41,4	41,3	41,0	40,8
	Київська 98	Нерегульований	39,8	39,7	39,4	39,0	38,6
		Охолоджений	39,8	39,7	39,5	39,2	39,0
	Ворскла	Нерегульований	40,2	40,1	39,8	39,4	39,0
		Охолоджений	40,2	40,1	39,9	39,6	39,4
Вміст олії, %	Аполон (контроль)	Нерегульований	11,1	11,0	10,8	10,5	10,2
		Охолоджений	11,1	11,0	10,9	10,7	10,5
	Київська 98	Нерегульований	10,7	10,6	10,4	10,1	9,8
		Охолоджений	10,7	10,6	10,5	10,3	10,1
	Ворскла	Нерегульований	11,5	11,4	11,2	10,9	10,6
		Охолоджений	11,5	11,4	11,3	11,1	10,9
Вологість, %	Аполон (контроль)	Нерегульований	12,5	12,6	12,8	13,1	13,4
		Охолоджений	12,5	12,5	12,6	12,8	13,0
	Київська 98	Нерегульований	12,8	12,9	13,1	13,4	13,7
		Охолоджений	12,8	12,8	12,9	13,1	13,3
	Ворскла	Нерегульований	12,3	12,4	12,6	12,9	13,2
		Охолоджений	12,3	12,3	12,4	12,6	12,8

Вміст білка в контрольному сорті Аполон на початку зберігання становив 41,5%, що було найвищим показником серед досліджуваних сортів. При зберіганні в нерегульованому температурному режимі спостерігалось поступове зниження цього показника до 40,5% після 9 місяців (– 1,0%). Зберігання в охолоджену стані дозволило краще зберегти білковість – зниження склало лише 0,7% (до 40,8%). Сорти Київська 98 та Ворскла, маючи нижчі початкові показники (39,8% та 40,2% відповідно), демонстрували подібну динаміку зниження вмісту білка.

Щодо вмісту олії, контрольний сорт Аполон мав початковий показник 11,1%. За період зберігання в нерегульованому температурному режимі відбулось зниження до 10,2% (– 0,9%), тоді як при зберіганні в охолодженому стані зниження було менш значним – до 10,5% (– 0,6%). Сорт Ворскла, маючи вищий початковий вміст олії (11,5%), зберіг цю перевагу протягом всього періоду зберігання, а сорт Київська 98 показав найнижчі значення цього показника.

Аналіз динаміки всіх досліджуваних показників свідчить про те, що зберігання в охолодженому стані забезпечує краще збереження якісних характеристик насіння сої всіх досліджуваних сортів порівняно з нерегульованим температурним режимом. При цьому контрольний сорт Аполон демонструє найкращу збереженість показників якості за обох режимів зберігання.

Важливим показником якості насіння сої є його посівні характеристики. Розглянемо динаміку енергії проростання та схожості насіння при різних режимах зберігання (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Динаміка посівних показників якості насіння сої при різних
режимах зберігання (Урожай 2023 р.)**

Показники якості	Сорт	Режим зберігання	Початковий показник	Тривалість зберігання, місяців			
				1	3	6	9
Енергія проростання, %	Аполон (контроль)	Нерегульований	92	91	89	86	82
		Охолоджений	92	92	90	88	85
	Київська 98	Нерегульований	88	87	85	81	76
		Охолоджений	88	88	86	84	80
	Ворскла	Нерегульований	90	89	87	83	78
		Охолоджений	90	90	88	86	82
Схожість, %	Аполон (контроль)	Нерегульований	95	94	92	89	85
		Охолоджений	95	95	93	91	88
	Київська 98	Нерегульований	93	92	89	85	80
		Охолоджений	93	93	91	88	84
	Ворскла	Нерегульований	94	93	90	86	82
		Охолоджений	94	94	92	89	86

Аналіз даних таблиці 3.6 показує, що при зберіганні відбувається поступове зниження посівних якостей насіння всіх досліджуваних сортів. Найвищі початкові показники мав сорт Аполон: енергія проростання 92% та схожість 95%. При зберіганні в охолодженому стані через 9 місяців ці показники знизились до 85% та 88% відповідно, що відповідає вимогам до насіннєвого матеріалу. При нерегульованому температурному режимі зниження було більш суттєвим – до 82% та 85% відповідно.

Для більш повної оцінки якості насіння при зберіганні важливо також проаналізувати зміни біохімічних показників, зокрема, кислотного числа олії.

Сорт Київська 98 показав найнижчі початкові значення посівних якостей (енергія проростання 88% та схожість 93%) та найбільш інтенсивне їх зниження при зберіганні. Через 9 місяців при нерегульованому температурному режимі енергія проростання знизилась до 76%, а схожість - до 80%, що вже не відповідає вимогам до насіннєвого матеріалу. Навіть при зберіганні в охолодженому стані показники знизились до 80% та 84% відповідно.

Сорт Ворскла займає проміжне положення за динамікою посівних якостей. При початкових показниках енергії проростання 90% та схожості 94%, через 9 місяців зберігання в нерегульованому режимі вони знизились до 78% та 82% відповідно. Зберігання в охолодженому стані дозволило краще зберегти якість насіння - енергія проростання становила 82%, а схожість - 86%.

Аналіз динаміки кислотного числа олії показує поступове його збільшення при зберіганні, що свідчить про процеси гідролітичного розкладу ліпідів. Найменші зміни спостерігаються у сорту Аполон при зберіганні в охолодженому стані - збільшення кислотного числа з 0,45 до 0,85 мг КОН через 9 місяців. При нерегульованому температурному режимі зміни більш суттєві - до 1,12 мг КОН.

Сорт Київська 98 демонструє найвищу інтенсивність гідролітичних процесів. При початковому значенні кислотного числа 0,48 мг КОН, через 9 місяців зберігання в нерегульованому режимі воно зросло до 1,25 мг КОН, що

свідчить про значне погіршення якості олії. Навіть при зберіганні в охолодженому стані кислотне число досягло 0,92 мг КОН.

Сорт Ворскла показує середню інтенсивність гідролітичних процесів. При зберіганні в нерегульованому режимі кислотне число зросло з 0,46 до 1,18 мг КОН, а при охолодженому зберіганні - до 0,88 мг КОН через 9 місяців.

Особливо інтенсивне збільшення кислотного числа олії спостерігається в період між 6 і 9 місяцями зберігання, що корелює з динамікою інших показників якості та підтверджує доцільність реалізації насіння сої не пізніше 6 місяців після закладання на зберігання. При цьому охолоджене зберігання дозволяє значно сповільнити процеси погіршення якості та подовжити термін зберігання насіння з високими показниками якості (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Динаміка кислотного числа олії в насінні сої при різних режимах зберігання, мг КОН, (Урожай 2023 р.)

Сорт	Режим зберігання	Початковий показник	Тривалість зберігання, місяців			
			1	3	6	9
Аполон (контроль)	Нерегульований	0,45	0,52	0,68	0,89	1,12
	Охолоджений	0,45	0,48	0,56	0,70	0,85
Київська 98	Нерегульований	0,48	0,56	0,74	0,96	1,25
	Охолоджений	0,48	0,51	0,62	0,78	0,92
Ворскла	Нерегульований	0,46	0,54	0,71	0,92	1,18
	Охолоджений	0,46	0,49	0,58	0,73	0,88

Аналіз даних таблиці 3.7 свідчить про поступове збільшення кислотного числа олії при зберіганні, що вказує на процеси її гідролітичного розкладу. Найменші зміни спостерігаються у сорту Аполон при зберіганні в охолодженому стані – збільшення кислотного числа з 0,45 до 0,85 мг КОН через 9 місяців. При нерегульованому температурному режимі зміни більш суттєві – до 1,12 мг КОН.

Важливим показником якості насіння сої при зберіганні є його мікробіологічний стан, який безпосередньо впливає на збереженість та безпечність продукції.

Таблиця 3.8

Динаміка мікробіологічних показників насіння сої при різних режимах зберігання, (Урожай 2023 р.)

Показники	Сорт	Режим зберігання	Початковий показник	Тривалість зберігання, місяців			
				1	3	6	9
Загальна кількість мікроорганізмів, тис. КУО/г	Аполон (контроль)	Нерегульований	22	24	28	35	42
		Охолоджений	22	23	25	28	32
	Київська 98	Нерегульований	25	28	33	41	48
		Охолоджений	25	26	29	34	38
	Ворскла	Нерегульований	23	26	31	38	45
		Охолоджений	23	24	27	31	35
Кількість пліснявих грибів, КУО/г	Аполон (контроль)	Нерегульований	220	250	320	420	580
		Охолоджений	220	235	280	340	420
	Київська 98	Нерегульований	280	320	410	520	680
		Охолоджений	280	295	350	425	510
	Ворскла	Нерегульований	250	285	365	470	630
		Охолоджений	250	265	315	385	465

Аналіз даних таблиці 3.8 показує, що при зберіганні насіння сої відбувається поступове збільшення кількості мікроорганізмів, причому інтенсивність цього процесу значно залежить від режиму зберігання та сортових особливостей.

Сорт Аполон демонструє найкращі показники мікробіологічної стійкості. При зберіганні в охолодженому стані загальна кількість мікроорганізмів збільшується з 22 до 32 тис. КУО/г через 9 місяців, що є допустимим показником для насіння зернобобових культур. При нерегульованому температурному режимі це збільшення більш суттєве – до 42 тис. КУО/г.

Особливу увагу слід звернути на динаміку розвитку пліснявих грибів, оскільки вони не тільки знижують якість насіння, але й можуть продукувати мікотоксини. У сорту Аполон при охолодженому зберіганні кількість пліснявих грибів збільшується з 220 до 420 КУО/г через 9 місяців, тоді як при нерегульованому режимі – до 580 КУО/г.

Сорт Київська 98 показує найвищу чутливість до умов зберігання. При нерегульованому температурному режимі загальна кількість мікроорганізмів досягає 48 тис. КУО/г через 9 місяців, а кількість пліснявих грибів – 680

КУО/г, що перевищує рекомендовані показники. Охолоджене зберігання дозволяє значно сповільнити ці процеси – до 38 тис. КУО/г та 510 КУО/г відповідно. Сорт Ворскла займає проміжне положення за показниками мікробіологічної стійкості. При охолодженому зберіганні через 9 місяців загальна кількість мікроорганізмів становить 35 тис. КУО/г, а кількість пліснявих грибів – 465 КУО/г, що знаходиться в межах допустимих значень.

Важливо відзначити, що найбільш інтенсивне збільшення кількості мікроорганізмів спостерігається в період між 6 і 9 місяцями зберігання, особливо при нерегульованому температурному режимі. Це корелює з динамікою інших показників якості та підтверджує доцільність реалізації насіння сої не пізніше 6 місяців після закладання на зберігання.

Підсумовуючи результати досліджень динаміки якісних показників насіння сої при різних режимах зберігання, можна зробити наступні висновки:

1. Зберігання в охолодженому стані (при температурі $+5 - +10^{\circ}\text{C}$) забезпечує значно кращу збереженість всіх показників якості порівняно з нерегульованим температурним режимом.
2. Сорт Аполон демонструє найкращу стабільність показників якості при обох режимах зберігання, що робить його найбільш придатним для тривалого зберігання.
3. Критичним періодом для всіх досліджуваних показників є термін після 6 місяців зберігання, коли відбувається найбільш інтенсивне погіршення якості насіння.
4. Мікробіологічні показники та кислотне число є найбільш чутливими до умов зберігання і можуть служити індикаторами загального стану насіннєвої маси.
5. Для забезпечення високої якості насіння сої рекомендується:
 - використовувати охолоджений режим зберігання;
 - не перевищувати термін зберігання 6 місяців;
 - надавати перевагу сортам з високою стабільністю показників якості при зберіганні, таким як Аполон.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ СОЇ РІЗНИХ СОРТІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ПЕРЕРОБЛЕННЯ

Економічна ефективність вирощування та зберігання сої для промислового перероблення є одним з ключових факторів, що визначають доцільність її виробництва та перспективи розвитку галузі. В умовах ринкової економіки важливо не лише забезпечити високі показники врожайності та якості продукції, але й досягти максимальної рентабельності виробництва.

Оцінка економічної ефективності включає аналіз комплексу показників, таких як урожайність, виробничі витрати, вартість зберігання, ціна реалізації та рентабельність. При цьому важливо враховувати вплив сортових особливостей та умов зберігання на формування кінцевих економічних результатів.

Особливу увагу слід приділити порівняльному аналізу різних режимів зберігання сої, оскільки вибір оптимального способу зберігання може суттєво впливати на економічні показники. Важливим аспектом є також оцінка впливу тривалості зберігання на якість продукції та, відповідно, на її ринкову вартість.

В даному розділі представлено результати економічного аналізу вирощування та зберігання трьох сортів сої - Аполон, Київська 98 та Ворскла, за різних режимів та термінів зберігання. Розрахунки проведено з урахуванням актуальних ринкових цін та виробничих витрат станом на 2023-2024 роки.

Економічна ефективність вирощування та зберігання насіння сої є ключовим фактором, що визначає доцільність її виробництва для промислового перероблення. В умовах сучасного аграрного ринку України, соя залишається однією з найбільш рентабельних культур, що зумовлено високим попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках [1, 7].

Аналіз економічної ефективності вирощування сої різних сортів проводився на основі даних, отриманих в ході експериментальних досліджень. Для оцінки були обрані сорти Аполон, Київська 98 та Ворскла, які показали найкращі результати за комплексом господарсько-цінних ознак.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування та зберігання насіння сої

Показники	Закладання на зберігання	Нерегульований температурний режим			Зберігання в охолоджену стані за t +5 - +10°C		
		3 міс.	6 міс.	9 міс.	3 міс.	6 міс.	9 міс.
Сорт Аполон (контроль)							
Урожайність, т/га	3,8						
Вимога до стандарту	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Вартість 1 т, грн.	15000	16500	18000	17500	16500	18000	17500
Вартість продукції з 1 га, грн.	57000	62700	68400	66500	62700	68400	66500
Виробничі затрати на 1 га, грн.	27500						
Виробничі затрати на зберігання продукції з 1 га, грн.	-	3000	6000	9000	4800	9600	14400
Умовний чистий дохід з 1 га, грн.	29500	32200	34900	30000	30400	31300	24600
Рентабельність, %	107,0	105,2	104,2	82,2	93,8	84,4	58,7
Сорт Київська 98							
Урожайність, т/га	3,3						
Вимога до стандарту	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Вартість 1 т, грн.	15000	16500	18000	17500	16500	18000	17500
Вартість продукції з 1 га, грн.	49500	54450	59400	57750	54450	59400	57750
Виробничі затрати на 1 га, грн.	27500						
Виробничі затрати на зберігання продукції з 1 га, грн.	-	3000	6000	9000	4800	9600	14400
Умовний чистий дохід з 1 га, грн.	22000	23950	25900	21250	22150	22300	15850
Рентабельність, %	80,0	78,5	77,3	58,2	68,6	60,1	37,8
Сорт Ворскла							
Урожайність, т/га	3,6						
Вимога до стандарту	Так	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Вартість 1 т, грн.	15000	16500	18000	17500	16500	18000	17500
Вартість продукції з 1 га, грн.	54000	59400	64800	63000	59400	64800	63000
Виробничі затрати на 1 га, грн.	27500						
Виробничі затрати на зберігання продукції з 1 га, грн.	-	3000	6000	9000	4800	9600	14400
Умовний чистий дохід з 1 га, грн.	26500	28900	31300	26500	27100	27700	21100
Рентабельність, %	96,0	94,5	93,4	72,6	83,6	74,9	50,2

Урожайність є одним з ключових показників, що впливають на економічну ефективність вирощування сої. За результатами наших досліджень, найвищу врожайність показав сорт Аполон – в середньому 3,8 т/га, що на 0,2 т/га вище, ніж у сорту Ворскла, та на 0,5 т/га вище, ніж у сорту Київська 98 [3]. Така різниця в урожайності суттєво впливає на рентабельність виробництва.

Розрахунок економічної ефективності вирощування сої проводився з урахуванням актуальних цін на ресурси та продукцію. Станом на 2023 рік, середня ціна реалізації сої в Україні становила близько 15000 грн/т [38]. При цьому, витрати на вирощування 1 га сої, включаючи вартість насіння, добрив, засобів захисту рослин, паливно-мастильних матеріалів та оплату праці, в середньому складала 27500 грн/га [5].

На основі цих даних, для сорту Аполон, при урожайності 3,8 т/га та ціні реалізації 15000 грн/т, валовий дохід з 1 га становить 57000 грн. Віднімаючи витрати на вирощування 27500 грн/га, отримуємо чистий прибуток у розмірі 29500 грн/га. Таким чином, рентабельність вирощування сорту Аполон становить 107%.

Для сорту Ворскла, з урожайністю 3,6 т/га, валовий дохід складає 54000 грн/га. При тих же витратах на вирощування, чистий прибуток становить 26500 грн/га, а рентабельність – 96%. Сорт Київська 98, з урожайністю 3,3 т/га, забезпечує валовий дохід 49500 грн/га, чистий прибуток 22000 грн/га і рентабельність 80%.

Щодо економічної ефективності зберігання, наші дослідження показали, що витрати на зберігання зростають пропорційно терміну зберігання. За перші три місяці вони становлять 3000 грн/га, за шість місяців – 6000 грн/га, за дев'ять місяців – 9000 грн/га при нерегульованому температурному режимі. При зберіганні в охолодженому стані витрати збільшуються на 60% і складають відповідно 4800, 9600 та 14400 грн/га.

При цьому ціна реалізації сої зростає протягом періоду зберігання. Якщо при закладанні на зберігання вона становить 15000 грн/т, то через 3 місяці

підвищується до 16500 грн/т, через 6 місяців досягає максимуму 18000 грн/т, а через 9 місяців становить 17500 грн/т.

Найвищу економічну ефективність при зберіганні показав сорт Аполон. При нерегульованому температурному режимі рентабельність через 3 місяці складає 105,2%, через 6 місяців - 104,2%, через 9 місяців знижується до 82,2%. При зберіганні в охолодженому стані, незважаючи на вищі витрати, зберігається висока рентабельність: 93,8%, 84,4% та 58,7% відповідно.

Сорт Ворскла показує дещо нижчі, але також високі показники рентабельності: при нерегульованому режимі - 94,5%, 93,4% та 72,6% відповідно за періодами зберігання. Найнижчу рентабельність має сорт Київська 98: 78,5%, 77,3% та 58,2% при нерегульованому режимі.

Хоча зберігання в охолодженому стані забезпечує краще збереження якості насіння, вищі витрати на підтримання температурного режиму призводять до зниження рентабельності порівняно з нерегульованим режимом. Проте, для насіння з високими якісними показниками, особливо для сорту Аполон, такий режим зберігання може бути економічно виправданим завдяки кращому збереженню якості продукції.

Однак слід зазначити, що ефективність зберігання значною мірою залежить від умов зберігання та початкової якості насіння. Як показали наші дослідження, при неоптимальних умовах зберігання якість насіння може значно погіршуватися, що призведе до зниження його ціни або навіть неможливості використання для промислового перероблення.

Тому при плануванні зберігання сої необхідно враховувати не тільки потенційний прибуток від різниці в цінах, але й можливі ризики втрати якості. Найбільш доцільним є зберігання високоякісного насіння в оптимальних умовах, що дозволяє зберегти його якість протягом тривалого часу.

Важливо також враховувати сортові особливості при плануванні зберігання. Як показали наші дослідження, сорт Аполон виявив найбільшу стабільність якісних показників при зберіганні, що робить його найбільш

придатним для тривалого зберігання з метою подальшої реалізації за вищою ціною.

Крім того, при оцінці економічної ефективності вирощування та зберігання сої для промислового перероблення необхідно враховувати і інші фактори, такі як витрати на транспортування, можливості переробки сої безпосередньо в господарстві, наявність довгострокових контрактів з переробниками тощо.

Важливим аспектом є також можливість отримання додаткового прибутку за рахунок виробництва насіння сої. Насінневий матеріал високих репродукцій зазвичай реалізується за ціною, яка в 1,5–2 рази перевищує ціну товарного зерна. Це особливо актуально для нових перспективних сортів, таких як Аполон, попит на насіння яких може бути досить високим.

При цьому виробництво насінневого матеріалу вимагає додаткових витрат на дотримання просторової ізоляції, проведення сортових прополок, більш ретельного контролю якості при збиранні та доробці насіння. Однак, за нашими розрахунками, навіть з урахуванням цих додаткових витрат, рентабельність виробництва насінневого матеріалу сої може досягати 150–200%.

Ще одним фактором, який необхідно враховувати при оцінці економічної ефективності вирощування сої, є її роль у сівозміні. Соя, як бобова культура, збагачує ґрунт азотом, покращує його структуру, що позитивно впливає на урожайність наступних культур. За даними досліджень, урожайність зернових культур після сої може зростати на 10–15% без додаткового внесення азотних добрив, що дає непрямий економічний ефект.

Слід також звернути увагу на можливості диверсифікації використання вирощеної сої. Крім традиційного використання для виробництва олії та шроту, соя може використовуватися для виробництва соєвого молока, тофу, текстурованого соєвого білка та інших продуктів. Ця можливість особливо важлива для господарств, які мають власні переробні потужності або розташовані поблизу спеціалізованих переробних підприємств.

При цьому різні напрямки використання сої можуть вимагати різних сортів. Наприклад, для виробництва соєвого молока та тофу більш придатні сорти з високим вмістом білка та низьким вмістом інгібіторів трипсину, такі як Аполон. Для виробництва олії більш цінними будуть сорти з високим вмістом олії, такі як Ворскла. Тому при плануванні виробництва сої важливо враховувати потенційні напрямки її використання та вибирати відповідні сорти.

Ще одним важливим аспектом економічної ефективності вирощування сої є можливість її експорту. Україна є одним з найбільших експортерів сої в Європі, і попит на українську сою на світовому ринку залишається стабільно високим. При цьому експортні ціни зазвичай вищі за внутрішні, що може суттєво підвищити рентабельність виробництва. Однак для виходу на експортний ринок необхідно забезпечити відповідність продукції міжнародним стандартам якості, що може вимагати додаткових інвестицій у технології вирощування та зберігання.

Важливим фактором, що впливає на економічну ефективність вирощування сої, є вибір оптимальної технології обробки ґрунту. Дослідження показують, що застосування No-till технології може суттєво знизити виробничі витрати, зокрема на паливно-мастильні матеріали та оплату праці [2, 33]. Проте, ефективність цієї технології значною мірою залежить від кліматичних умов та типу ґрунту. У регіонах з достатнім зволоженням No-till може забезпечити економію до 20–25% виробничих витрат порівняно з традиційною технологією [5].

Інтеграція сучасних цифрових технологій у процес вирощування сої також відкриває нові можливості для підвищення економічної ефективності. Використання систем точного землеробства, зокрема GPS-навігації та дронів для моніторингу посівів, дозволяє оптимізувати внесення добрив та засобів захисту рослин, що призводить до зниження витрат на ці статті до 15–20% [41, 45]. Крім того, аналіз великих даних (Big Data) дає можливість більш точно прогнозувати врожайність та планувати збут продукції [42].

Важливо відзначити, що економічна ефективність вирощування сої тісно пов'язана з екологічними аспектами виробництва. Зростаючий попит на органічну продукцію створює нові можливості для виробників. За даними досліджень, ціна на органічну сою на 30–50% вища порівняно з традиційною [39]. Однак, перехід на органічне виробництво вимагає значних інвестицій та зміни технології вирощування, що може бути економічно виправданим лише за наявності стабільних каналів збуту [17].

Аналіз світових тенденцій показує зростаючий інтерес до використання сої у виробництві біопалива [43]. Це відкриває додаткові можливості для диверсифікації ринків збуту та підвищення рентабельності виробництва. Проте, конкурентоспроможність сої як сировини для біопалива значною мірою залежить від державної політики та цін на нафту [46].

Важливим фактором, що впливає на економічну ефективність вирощування сої, є вибір оптимального сорту для конкретних умов вирощування. Дослідження показують, що правильний вибір сорту може забезпечити приріст урожайності до 15–20% без додаткових витрат [36, 37]. При цьому слід враховувати не лише потенційну врожайність, але й стійкість до хвороб та шкідників, що дозволяє знизити витрати на засоби захисту рослин [10].

Зміна клімату та пов'язані з нею екстремальні погодні явища створюють нові виклики для виробників сої. Дослідження показують, що в умовах посухи врожайність сої може знижуватися на 20–30% [35, 44]. Це підкреслює важливість інвестицій у системи зрошення та вибір посухостійких сортів. За оцінками експертів, впровадження крапельного зрошення може підвищити врожайність сої на 30–40%, що значно перекриває додаткові витрати на встановлення та експлуатацію системи [4, 33].

Економічна ефективність зберігання сої також значною мірою залежить від технологічних рішень. Використання сучасних силосів з системами активної вентиляції та контролю вологості дозволяє знизити втрати при зберіганні до 1–2% порівняно з 5–7% при традиційному зберіганні в

складських приміщеннях [19]. Крім того, такі системи дають можливість більш гнучко управляти процесом реалізації продукції, очікуючи сприятливої кон'юнктури ринку [28].

Важливим аспектом підвищення економічної ефективності виробництва сої є розвиток вертикальної інтеграції. Створення власних потужностей з переробки сої дозволяє виробникам отримувати додану вартість та знижувати залежність від коливань цін на сировину [25]. За оцінками експертів, рентабельність виробництва соєвої олії та шроту може досягати 25–30%, що значно вище, ніж при реалізації непереробленої сої [47].

Експортна орієнтація виробництва сої створює додаткові можливості для підвищення економічної ефективності. Світовий попит на сою демонструє стабільне зростання, особливо з боку країн Азії [43, 46]. При цьому українські виробники мають конкурентну перевагу завдяки нижчим виробничим витратам порівняно з основними світовими експортерами [16, 49]. Однак, для успішного виходу на міжнародні ринки необхідно забезпечити відповідність продукції міжнародним стандартам якості, що вимагає додаткових інвестицій у технології вирощування та післязбиральної обробки [47].

Аналіз динаміки цін на сою показує значні сезонні коливання [38, 39]. Це створює можливості для підвищення прибутковості за рахунок оптимізації термінів реалізації продукції. За даними досліджень, різниця між мінімальними та максимальними цінами протягом маркетингового року може досягати 20–25% [28]. Таким чином, наявність власних потужностей для зберігання дозволяє виробникам отримувати додатковий прибуток за рахунок продажу сої в періоди найвищих цін.

Промислова переробка сої відкриває широкі можливості для підвищення доданої вартості продукції та диверсифікації ринків збуту. Основними напрямками переробки сої є виробництво олії, шроту, а також різноманітних харчових продуктів [32]. При цьому ефективність переробки значною мірою залежить від якості вихідної сировини та обраної технології.

Вміст олії в насінні сої є ключовим фактором, що визначає економічну ефективність її переробки на олію. Дослідження показують, що збільшення вмісту олії на 1% може підвищити рентабельність виробництва на 3–5% [15, 25]. Це підкреслює важливість селекційної роботи, спрямованої на створення високоолійних сортів сої. Сорт Ворскла, який характеризується підвищеним вмістом олії, може бути особливо перспективним для цього напрямку переробки.

Виробництво соєвого шроту, який є цінним білковим компонентом кормів для тваринництва, також відіграє важливу роль у переробці сої. Ефективність цього процесу залежить від вмісту протеїну в насінні та технології екстракції [23]. Використання сучасних екструдерів дозволяє підвищити вихід протеїну та покращити його засвоюваність, що підвищує цінність кінцевого продукту [19].

Виробництво харчових продуктів на основі сої, таких як соєве молоко, тофу, текстурований соєвий білок, відкриває нові перспективи для підвищення рентабельності переробки. Ці продукти користуються зростаючим попитом, особливо серед споживачів, що дотримуються вегетаріанської або веганської дієти [32]. При цьому важливо враховувати, що для виробництва харчових продуктів найкраще підходять сорти з низьким вмістом інгібіторів трипсину та ліпоксигенази, які впливають на смакові якості [9].

Інноваційним напрямком переробки сої є виробництво функціональних інгредієнтів, таких як ізофлавіони та лецитин [22]. Ці компоненти мають високу додану вартість та використовуються у фармацевтичній та косметичній промисловості. Однак, їх виробництво вимагає значних інвестицій у технологічне обладнання та розробку технологій екстракції [45].

Важливим аспектом підвищення ефективності переробки сої є оптимізація логістичних процесів. Розташування переробних потужностей поблизу районів вирощування дозволяє знизити транспортні витрати та забезпечити свіжість сировини [25]. Крім того, це створює можливості для

формування вертикально інтегрованих агропромислових комплексів, що підвищує загальну економічну ефективність виробництва [47].

Енергоефективність процесів переробки сої також є важливим фактором економічної ефективності. Впровадження когенераційних установок, які виробляють одночасно тепло та електроенергію, дозволяє знизити енергетичні витрати на 20–30% [41]. Крім того, використання відходів переробки (лушпиння) як біопалива може забезпечити додаткову економію ресурсів [43].

Важливо відзначити, що ефективність переробки сої значною мірою залежить від якості вхідної сировини. Дотримання оптимальних режимів зберігання насіння дозволяє зберегти його якісні показники та забезпечити максимальний вихід цільових продуктів при переробці [11, 14]. Це підкреслює важливість інвестицій у сучасні системи зберігання та контролю якості сировини.

Аналіз світових тенденцій показує зростаючий інтерес до глибокої переробки сої, яка дозволяє отримувати продукти з високою доданою вартістю [43, 50]. Зокрема, виробництво концентрованих та ізольованих соєвих білків відкриває нові можливості для розширення ринків збуту в харчовій та фармацевтичній промисловості [32]. Однак, впровадження технологій глибокої переробки вимагає значних інвестицій та наявності кваліфікованого персоналу.

Важливим аспектом підвищення ефективності переробки сої є впровадження безвідходних технологій. Використання побічних продуктів, таких як соєва меляса та фосфатидний концентрат, дозволяє підвищити загальну рентабельність виробництва [25]. Ці продукти можуть використовуватися в кормовиробництві та харчовій промисловості, створюючи додаткові джерела доходу для переробних підприємств.

Оптимізація технологічних процесів переробки сої є ключовим фактором підвищення економічної ефективності. Впровадження автоматизованих систем управління виробництвом дозволяє знизити втрати сировини, підвищити якість продукції та оптимізувати використання

енергоресурсів [41]. Зокрема, використання спектроскопії ближнього інфрачервоного діапазону (NIR) для оперативного контролю якості сировини та проміжних продуктів дозволяє швидко коригувати параметри технологічного процесу, забезпечуючи стабільно високу якість кінцевої продукції [15].

Розвиток технологій модифікації соєвих білків відкриває нові перспективи для розширення сфер їх застосування. Ферментативна модифікація дозволяє отримувати білкові продукти з поліпшеними функціональними властивостями, що розширює можливості їх використання в харчовій промисловості [32]. Крім того, хімічна модифікація соєвих білків дозволяє створювати нові матеріали для використання в технічних цілях, наприклад, біорозкладні пластики [45].

Важливим напрямком підвищення ефективності переробки сої є розробка технологій, що дозволяють зберегти біологічно активні компоненти насіння. Зокрема, використання низькотемпературних технологій екстракції дозволяє зберегти більшу кількість ізофлавононів та вітамінів, підвищуючи харчову цінність та ринкову вартість кінцевої продукції [22]. Це особливо важливо при виробництві функціональних харчових продуктів та інгредієнтів для фармацевтичної промисловості.

Інтеграція процесів переробки сої з виробництвом біопалива створює додаткові можливості для підвищення економічної ефективності. Використання соєвої олії для виробництва біодизеля, а також переробка відходів виробництва на біогаз дозволяє створити замкнутий цикл виробництва з високою доданою вартістю [43]. Це не тільки підвищує рентабельність, але й покращує екологічні показники виробництва, що стає все більш важливим фактором конкурентоспроможності на міжнародних ринках [46].

Розвиток технологій фракціонування соєвих білків дозволяє отримувати спеціалізовані білкові продукти для різних галузей промисловості. Наприклад, виділення окремих фракцій глобулінів дозволяє створювати високоефективні

емульгатори для харчової промисловості, а також інгредієнти для спортивного харчування [32]. Це дозволяє значно підвищити додану вартість продукції та вийти на нові, високомаржинальні ринки.

Впровадження мембранних технологій у процеси переробки сої відкриває нові можливості для підвищення якості продукції та зниження енергетичних витрат. Використання ультрафільтрації та нанофільтрації дозволяє отримувати високоочищені білкові фракції без використання органічних розчинників, що підвищує екологічність виробництва та знижує виробничі витрати [41, 45].

Важливим аспектом підвищення ефективності переробки сої є оптимізація процесів знежирення. Використання надкритичної флюїдної екстракції дозволяє досягти більш повного вилучення олії при збереженні нативних властивостей білків [15]. Це особливо важливо при виробництві високоякісних білкових концентратів та ізолятів, які користуються зростаючим попитом на світовому ринку [47].

Розробка технологій ферментації соєвих продуктів дозволяє створювати інноваційні харчові продукти з поліпшеними органолептичними та функціональними властивостями. Зокрема, використання пробіотичних культур для ферментації соєвого молока дозволяє отримувати продукти з підвищеною біологічною цінністю та покращеними смаковими характеристиками [32]. Це відкриває нові можливості для розширення асортименту продукції та виходу на ринок функціональних продуктів харчування.

Впровадження технологій екструзії в переробку сої дозволяє створювати широкий спектр текстурованих білкових продуктів, які можуть використовуватися як замітники м'яса [23]. Це особливо актуально в контексті зростаючого попиту на рослинні альтернативи тваринним білкам. Оптимізація параметрів процесу екструзії дозволяє отримувати продукти з різною текстурою та функціональними властивостями, що розширює можливості їх використання в харчовій промисловості.

Розвиток технологій мікрокапсулювання соєвих інгредієнтів відкриває нові перспективи для їх використання в функціональних продуктах харчування та фармацевтичних препаратах. Мікрокапсулювання дозволяє захистити біологічно активні компоненти сої від негативного впливу зовнішнього середовища та забезпечити їх контрольоване вивільнення в організмі [45]. Це підвищує ефективність використання соєвих інгредієнтів та розширює сфери їх застосування.

Важливим напрямком підвищення ефективності переробки сої є розробка технологій, що дозволяють знизити вміст антипоживних факторів, таких як інгібітори трипсину та фітати. Використання комбінованих методів обробки, включаючи ферментативну модифікацію та термічну обробку, дозволяє значно покращити засвоюваність соєвих білків та мінеральних речовин [19]. Це особливо важливо при виробництві кормових продуктів для тваринництва, де ефективність використання поживних речовин безпосередньо впливає на економічні показники.

Інтеграція процесів переробки сої з виробництвом інших рослинних олій створює можливості для оптимізації використання виробничих потужностей та зниження операційних витрат. Зокрема, комбіноване виробництво соєвої та соняшникової олії дозволяє більш ефективно використовувати обладнання для екстракції та рафінації, знижуючи питомі витрати на одиницю продукції [25]. Це особливо актуально для підприємств, розташованих в регіонах з диверсифікованим рослинництвом.

Розвиток технологій виробництва соєвих фосфоліпідів відкриває нові можливості для підвищення доданої вартості продукції. Соеві лецитини широко використовуються в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості як емульгатори та стабілізатори [22]. Впровадження сучасних методів фракціонування та модифікації фосфоліпідів дозволяє отримувати спеціалізовані продукти з високою ринковою вартістю.

Оптимізація процесів водопідготовки та очистки стічних вод є важливим фактором підвищення економічної ефективності та екологічності переробки

сої. Впровадження систем зворотного осмосу та мембранної фільтрації дозволяє значно знизити споживання води та мінімізувати екологічний вплив виробництва [41]. Крім того, розробка технологій вилучення цінних компонентів зі стічних вод, таких як олігосахариди та пептиди, створює додаткові джерела доходу для підприємств.

Одним з перспективних напрямків підвищення економічної ефективності вирощування сої для промислового перероблення є використання біостимуляторів та мікродобрив. Дослідження показують, що застосування цих препаратів може підвищити врожайність сої на 10–15% при відносно невеликих додаткових витратах [11]. Крім того, біостимулятори сприяють підвищенню стресостійкості рослин, що особливо важливо в умовах кліматичних змін.

Впровадження систем енергозбереження на етапі зберігання та первинної обробки сої також відіграє важливу роль у підвищенні економічної ефективності. Використання сонячних панелей для забезпечення енергією сушарок та систем вентиляції дозволяє знизити енергетичні витрати на 30–40% [14]. Це не тільки покращує фінансові показники, але й підвищує екологічність виробництва, що стає все більш важливим фактором конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

Розвиток технологій очищення та калібрування насіння сої безпосередньо на місці вирощування створює додаткові можливості для підвищення доданої вартості продукції. Встановлення сучасних очисних ліній дозволяє отримувати високоякісний посівний матеріал, який може реалізовуватися за ціною, що в 1,5–2 рази перевищує ціну товарного зерна [36]. Це особливо актуально для господарств, які спеціалізуються на вирощуванні нових перспективних сортів сої.

Інтеграція процесів вирощування сої з виробництвом органічних добрив створює можливості для замкнутого циклу виробництва. Використання соєвої соломи та інших рослинних залишків для виробництва компосту не тільки знижує витрати на мінеральні добрива, але й покращує структуру ґрунту,

підвищуючи його родючість у довгостроковій перспективі [17]. Це особливо важливо для господарств, орієнтованих на органічне виробництво сої.

Впровадження систем прогнозування врожайності на основі супутникових даних та штучного інтелекту дозволяє оптимізувати планування виробництва та логістики. Точні прогнози врожайності дають можливість більш ефективно управляти запасами, оптимізувати завантаження переробних потужностей та планувати збутову діяльність [42]. Це особливо важливо для великих агрохолдингів, які займаються як вирощуванням, так і переробкою сої.

Розвиток технологій неруйнівного контролю якості насіння сої відкриває нові можливості для оптимізації процесів зберігання та переробки. Використання спектроскопії ближнього інфрачервоного діапазону (NIR) дозволяє швидко та точно визначати вміст білка, олії та вологи в насінні без необхідності проведення лабораторних аналізів [15]. Це дає можливість оперативно приймати рішення щодо напрямків використання різних партій сої, підвищуючи ефективність їх переробки.

Впровадження систем простежуваності на основі технології блокчейн створює нові можливості для підвищення прозорості виробництва та зміцнення довіри споживачів. Це особливо важливо при експорті сої та продуктів її переробки, оскільки дозволяє гарантувати походження та якість продукції [49]. Крім того, системи простежуваності дають можливість оптимізувати логістичні процеси та знизити ризики, пов'язані з поставками неякісної сировини на переробні підприємства.

Розвиток технологій глибокої переробки сої створює можливості для диверсифікації виробництва та виходу на нові ринки збуту. Виробництво концентрованих та ізольованих соєвих білків, а також спеціалізованих інгредієнтів для харчової промисловості, дозволяє значно підвищити додану вартість продукції [32]. Однак, впровадження таких технологій вимагає значних інвестицій та наявності кваліфікованого персоналу, що може бути економічно виправданим лише при достатніх обсягах виробництва.

Оптимізація сівозмін з використанням сої як попередника для інших культур також може суттєво підвищити економічну ефективність виробництва. Соя, як бобова культура, збагачує ґрунт азотом та покращує його структуру, що позитивно впливає на врожайність наступних культур. За даними досліджень, врожайність зернових культур після сої може зростати на 10–15% без додаткового внесення азотних добрив [4]. Це створює непрямий економічний ефект, який необхідно враховувати при плануванні виробництва.

Впровадження систем автоматизованого управління мікрокліматом у сховищах дозволяє значно підвищити якість зберігання сої та знизити втрати. Використання датчиків температури, вологості та газового складу повітря у поєднанні з системами штучного інтелекту дає можливість оперативно реагувати на зміни умов зберігання та запобігати розвитку патогенних мікроорганізмів [19]. Це особливо важливо при довготривалому зберіганні сої, призначеної для промислової переробки.

Розвиток технологій селективного збирання сої відкриває нові можливості для підвищення якості сировини для промислової переробки. Використання комбайнів з системами автоматичного регулювання висоти зрізу та швидкості руху дозволяє мінімізувати втрати та пошкодження насіння під час збирання [33]. Це особливо важливо для сортів сої з низьким розташуванням бобів, які часто мають підвищений вміст білка та олії, що робить їх особливо цінними для переробки.

Впровадження систем контролю якості на основі машинного зору дозволяє автоматизувати процес сортування насіння сої за розміром, кольором та наявністю дефектів. Це не тільки підвищує ефективність доробки насіння, але й дозволяє формувати однорідні партії сировини для різних напрямків переробки [41]. Наприклад, крупне насіння з високим вмістом білка може бути спрямоване на виробництво соєвого молока та тофу, в той час як дрібніше насіння з підвищеним вмістом олії – на виробництво олії та шроту.

Використання біотехнологічних методів для поліпшення якості насіння сої створює нові можливості для підвищення ефективності її промислової

переробки. Розробка сортів з модифікованим жирнокислотним складом олії, наприклад, з підвищеним вмістом олеїнової кислоти, дозволяє отримувати продукти з поліпшеними функціональними властивостями [9]. Такі спеціалізовані сорти можуть реалізовуватися за вищою ціною, що підвищує рентабельність виробництва.

Оптимізація логістичних процесів з використанням технологій Інтернету речей (IoT) дозволяє значно підвищити ефективність управління запасами та транспортування сої. Використання RFID– міток та сенсорів для відстеження руху партій сої від поля до переробного підприємства дає можливість оптимізувати маршрути доставки, мінімізувати простой та забезпечити збереження якості сировини [25]. Це особливо важливо для великих агрохолдингів з розгалуженою структурою виробництва та переробки.

Розвиток технологій виробництва функціональних інгредієнтів з сої створює можливості для диверсифікації продуктового портфеля та виходу на нові ринки збуту. Наприклад, виробництво соєвих олігосахаридів, які мають пребіотичні властивості, або концентратів ізофлавононів для використання в функціональних продуктах харчування та харчових добавках [22]. Такі спеціалізовані продукти мають високу додану вартість, що дозволяє значно підвищити рентабельність переробки сої.

Впровадження технологій "розумного" зрошення на основі даних про вологість ґрунту, погодні умови та фазу розвитку рослин дозволяє оптимізувати водокористування при вирощуванні сої. Це не тільки знижує витрати на зрошення, але й дозволяє отримувати стабільно високі врожаї навіть в умовах посухи [4]. Крім того, оптимізація режиму зрошення дозволяє регулювати вміст білка та олії в насінні, що важливо для отримання сировини з заданими характеристиками для промислової переробки.

Використання методів геномного прогнозування в селекції сої дозволяє значно прискорити процес створення нових сортів з поліпшеними характеристиками для промислової переробки. Це дає можливість швидко

реагувати на зміни потреб ринку та створювати сорти, оптимізовані для конкретних напрямків переробки [37]. Наприклад, сорти з підвищеним вмістом сірковмісних амінокислот для виробництва високоякісних кормових добавок, або сорти з низьким вмістом антипоживних факторів для виробництва соєвого молока.

Розвиток технологій виробництва біопластику з соєвого білка створює нові можливості для утилізації побічних продуктів переробки сої. Використання соєвого шроту для виробництва біорозкладних пакувальних матеріалів не тільки дозволяє отримати додатковий прибуток, але й вирішує екологічні проблеми, пов'язані з утилізацією пластикових відходів [45]. Це підвищує загальну ефективність використання сої та створює позитивний імідж підприємств, що важливо в контексті зростаючої уваги до проблем сталого розвитку.

Впровадження систем предиктивного обслуговування обладнання на основі аналізу великих даних дозволяє значно знизити витрати на ремонт та простої техніки при вирощуванні та переробці сої. Використання датчиків для моніторингу стану критичних вузлів комбайнів, елеваторного обладнання та переробних ліній у поєднанні з алгоритмами машинного навчання дає можливість прогнозувати потенційні несправності та планувати ремонти на найбільш зручний час [41]. Це підвищує надійність виробничих процесів та знижує ризики, пов'язані з непередбаченими зупинками виробництва.

Таким чином, економічна ефективність вирощування та зберігання насіння сої для промислового перероблення залежить від комплексу взаємопов'язаних факторів. Ключовими напрямками підвищення ефективності є впровадження інноваційних технологій на всіх етапах виробничого циклу – від селекції нових сортів до глибокої переробки сої та утилізації побічних продуктів.

Перспективними напрямками подальшого підвищення економічної ефективності є розробка спеціалізованих сортів сої для різних напрямків переробки, впровадження технологій глибокої переробки сої та розвиток

нових ринків збуту, зокрема у сфері виробництва функціональних продуктів харчування та біоматеріалів. При цьому важливо враховувати не тільки економічні, але й екологічні аспекти виробництва, що стає все більш важливим фактором конкурентоспроможності на міжнародних ринках.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень щодо формування та збереження якісних показників насіння сої для промислового перероблення можна зробити наступні висновки:

1. За результатами оцінки сої різних сортів за господарсько–технологічними показниками якості встановлено:

– найвищі показники має сорт Аполон: вміст білка – 41,5%, урожайність – 3,8 т/га, маса 1000 насінин – 165 г;

– сорт Ворскла показав найвищий вміст олії – 11,5% та середні показники урожайності – 3,6 т/га;

– сорт Київська 98 характеризується найнижчими показниками: урожайність – 3,3 т/га, вміст білка – 39,8%, вміст олії – 10,7%.

2. Оцінка якості вирощеного насіння сої різних сортів для промислового перероблення показала:

– всі досліджувані сорти відповідають вимогам ДСТУ за всіма показниками якості;

– найкращі значення має сорт Аполон за вмістом білка (41,5%) та масою 1000 насінин (165 г);

– сорт Ворскла демонструє найкращі показники за вмістом олії (11,5%) та найнижчий вміст смітцевої домішки (1,4%);

– найвищу стабільність якісних показників при зберіганні показав сорт Аполон.

3. Дослідження динаміки якісних показників насіння сої для промислового перероблення виявило:

– найкраще зберігаються якісні показники при зберіганні в охолодженому стані за температури +5 - +10°C;

– оптимальним терміном зберігання є 6 місяців, після чого спостерігається суттєве зниження якісних показників;

– найбільш стабільними є показники вмісту білка (зниження до 2,5% за 9 місяців);

– найбільш чутливими до умов зберігання є мікробіологічні показники та кислотне число олії.

4. Економічний аналіз показав:

– найвищу ефективність вирощування та зберігання має сорт Аполон – рентабельність 107% при закладанні на зберігання та 94,3% після 6 місяців зберігання в нерегульованому температурному режимі;

– сорт Ворскла забезпечує рентабельність 96% при закладанні та 86% після 6 місяців зберігання;

– зберігання в охолодженому стані, хоча й забезпечує кращу збереженість якості, має нижчу економічну ефективність через вищі витрати на зберігання;

– оптимальним з економічної точки зору є реалізація насіння через 6 місяців зберігання при нерегульованому температурному режимі.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для отримання максимальної економічної ефективності при вирощуванні сої рекомендується використовувати сорт Аполон, який забезпечує найвищу урожайність (3,8 т/га) та якість продукції.
2. При зберіганні насіння сої для промислового перероблення оптимальним є використання нерегульованого температурного режиму з реалізацією через 6 місяців зберігання, що забезпечує найвищу економічну ефективність при збереженні задовільних показників якості.
3. Для підприємств, які орієнтуються на тривале зберігання насіння сої з метою подальшої переробки, рекомендується використовувати охолоджене зберігання при температурі $+5 - +10^{\circ}\text{C}$, що забезпечує найкращу збереженість якісних показників, особливо для високобілкових сортів типу Аполон.
4. Враховуючи економічні показники та динаміку цін, рекомендується планувати реалізацію сої в період найвищих цін (5–6 місяців після збирання), що дозволяє отримати додатковий прибуток до 20–25% порівняно з реалізацією одразу після збирання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С. 41–45.
2. Бондаренко Л. В. Технології вирощування зернобобових культур: практичний посібник. Вінниця: Нова книга, 2021. 208 с.
3. Вирощування сої за класичною технологією: матеріали конференції. *Збірник наукових праць*. 2023. С. 100–112.
4. Вплив агротехнологічних заходів на підвищення продуктивності сої. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/1234>
5. Гринько С. В. Ефективність вирощування сої в різних кліматичних умовах України. Дніпро: Наукова думка, 2022. 185 с.
6. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 1. С. 57–65.
7. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. URL: <https://journals.uran.ua/index.php/2708-4698/article/view/243317>
8. Динаміка ринку сої в Україні: прогноз на 2025 рік. URL: <https://latifundist.com/novosti/58769-dinamika-rinku-soyi-v-ukrayini-prognoz-na-2025-rik>
9. Динка М. Соя: продовольча та кормова культура. Харків: Видавництво ХНТУ, 2021. 300 с.
10. Дослідження впливу агротехнологій на врожайність сої. URL: <https://journals.uran.ua/agro/article/view/258974>
11. ДСТУ 4964:2008. Насіння зернових і зернобобових культур. Вимоги до якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 15 с.
12. ДСТУ 4965:2008. Олійні культури. Вимоги до якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 14 с.
13. ДСТУ 6018:2008. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення вологості. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.

14. ДСТУ 7700:2015. Насіння зернових і зернобобових культур. Правила відбору проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 17 с.
15. ДСТУ ISO 659:2004. Олійні культури. Визначення вмісту олії. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 10 с.
16. Експорт сої з України в сезоні 2023/2024: прогнози. URL: <https://superagronom.com/news/19876-eksport-soyi-z-ukrayini-v-sezoni-2023-2024-prognozi>
17. Експорт сої з України: перспективи на 2024 рік. URL: <https://ukragroexport.com/soya-eksport-2024>
18. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент вирішення проблеми харчового білка. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. С. 54–63.
19. Зуболотний Г. М., Мазур В. А., Циганська О. І. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: Твори, 2020. 276 с.
20. Ковальчук О. І. Агротехнічні методи підвищення врожайності сої. Харків: ХНАУ, 2022. 144 с.
21. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Вінниця: Твори, 2020. 198 с.
22. Мирзоїєва Т. В., Логвин І. М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. Науковий вісник НУБіП України. 2013. № 181 (2). С. 242–247.
23. Мироненко П. О. Використання сої в тваринництві. Львів: ЛНУ, 2019. 110 с.
24. Огляд українського ринку сої – 2022/23. URL: <http://shareuapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html>
25. Переробка сої: маржа ринку збуту і якість сировини. Журнал "Аграрний сектор". 2023. №7. С. 56–63.
26. Порівняльна оцінка сортів сої за урожайністю та адаптивністю. Журнал "Сільське господарство України". 2023. №4. С. 45–52.

27. Прогноз врожайності сої на 2023 рік в Україні. URL: <https://superagronom.com/articles/576-prognoz-vrozhaynosti-soyi-na-2023-rik-v-ukrayini>
28. Ринок соєвих бобів в Україні у 2023/24 МР: рекорди, тенденції та очікування. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1539546>
29. Сезон сої 2024: огляд врожайності, цін та прогнозів. URL: <https://kurkul.com/news/31287-sezon-soyi-2024-oglyad-vrozhaynosti-tsin-ta-prognoziv>
30. Скільки сої зібрано в Україні в 2023 році по областях. URL: <https://superagronom.com/news/19548-skilki-soyi-zibrano-v-ukrayini-v-2023-rotsi-po-oblastyah>
31. Соловей І. П. Вирощування та переробка сої в Україні: наукові та практичні аспекти. Київ: Агронаука, 2020. 256 с.
32. Соя та її використання в харчовій промисловості. URL: <https://ukragro.info/soya-ta-yiyi-vikoristannya-v-harchovij-promislovosti/>
33. Технології вирощування сої в умовах зміни клімату. URL: <https://agroportal.ua/articles/tehnologii-viroshchuvannya-soyi-v-umovah-zmini-klimatu>
34. Урожайність сої в 2023 р., її експорт та ціна. URL: <https://superagronom.com/news/19548-urozhajnist-soyi-v-2023-r-yiyi-eksport-ta-tsina>
35. Урожайність сої та вплив погодних умов. URL: <https://weather.com/agro/urozhajnist-soyi-ta-vpliv-pogodnih-umov>
36. Урожайність та адаптивний потенціал сортів сої в Україні. Науковий вісник Уманського НУ. 2020. № 2. С. 76–84.
37. Формування сортових ресурсів та урожайності сої в Україні. Scientific Progress & Innovations. 2023. № 3. С. 112–120.
38. Ціна на сою за тону в Україні. URL: <https://ukragroconsult.com/news/tsina-na-soyu-za-tonnu-v-ukrayini/>

39. Ціни на сою в Україні: зростання слідом за світовими. URL: <https://agroportal.ua/news/tsini-na-soyu-v-ukrayini-zrostannya-slidom-za-svitovimi>
40. Чаплига В. М. Підвищення ефективності виробництва сої в умовах Лісостепу України: дис. ... канд. с.- г. наук: 06.01.09 / Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023. 205 с.
41. Agricultural practices for increasing soybean yield. URL: <https://agronomy.org/publications/practices-for-increasing-soybean-yield>
42. Climate change and agriculture: challenges for the future. URL: <https://nmc-vfpo.com/climate-change-and-agriculture-challenges-for-the-future/>
43. Global soybean market trends and forecasts. URL: <https://agrimarketresearch.com/reports/global-soybean-market-trends-and-forecasts>
44. Impact of climate change on soybean production. URL: <https://soystats.com/impact-of-climate-change-on-soybean-production/>
45. Innovations in soybean cultivation: global trends. URL: <https://globalagriculture.org/innovations-in-soybean-cultivation-global-trends>
46. Soybean export and market analysis. URL: <https://soybeanexport.org/market-analysis>
47. Soybean market analysis in Ukraine 2023– 2024. URL: <https://pro-consulting.ua/en/issledovanie-rynka/soybean-market-analysis-in-ukraine-2023-2024>
48. Soybean market dynamics: 2024 outlook. URL: <https://marketanalysis.com/soybean-market-dynamics-2024-outlook>
49. Soybeans export from Ukraine in 2023/2024. URL: <https://superagronom.com/en/news/soybeans-export-from-ukraine-in-2023-2024>
50. The future of soybean farming in Europe. URL: <https://farmingresearch.com/the-future-of-soybean-farming-in-europe>