

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Ефективність використання техніки при
вирощуванні сої**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГАІ-1-24
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Кахічко Вячеслав Євгенович

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____

ДНІПРО – 2025

Інженерно-технологічний факультет

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

EMTII

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«_____» 2025 p.

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кахічку Вячеславу Євгеновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Ефективність використання техніки при вирощуванні сої

керівник роботи Макаренко Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 24 » жовтня 2025 року № 3182

2. Строк подання студентом роботи 10.12.2025

3. Вихідні дані до роботи Стан та обсяги вирощування сої в Україні та її експортний потенціал. Джерела літератури щодо ефективності використання різних технологій вирощування сої. Шляхи зменшення затрат на вирощування сої в зоні Степу України.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Проаналізувати обсяги та динаміку вирощування сої в Україні та її експорту за останні роки. Навести особливості технологій вирощування сої. Виконати аналіз ефективності технологічних операцій при вирощуванні сої та розробити технологічну карту на його основі. Провести енергетичний аналіз розробленої (мінімальної) технології вирощування сої та обґрунтувати її ефективність. Розглянути загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами. Виконати економічну оцінку впровадження розробленої технології вирощування сої.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Тема роботи, мета та її завдання. (2 аркуші, А4). 2. Аналіз обсягів вирощування та експорту сої (2 аркуші, А4). 3. Технологічні карти вирощування сої за двома технологіями (2 аркуші, А4) 4. Аналіз енергетичних показників технологій вирощування сої (2 аркуші, А4). 5. Техніко-економічна оцінка роботи (1 аркуш, А4). 6. Загальні висновки (1 аркуш, А4).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Макаренко Д.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 22.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз стану питання	до 07.10.2025 р.	
2	Проектування механізованих процесів вирощування сої	до 24.10.2025 р.	
3	Енергетичний аналіз	до 06.11.2025 р.	
4	Охорона праці	до 14.11.2025 р.	
5	Економічний розділ	до 27.11.2025 р.	
6	Демонстраційна частина	до 10.12.2024 р.	

Студент

(підпис)

Вячеслав КАХІЧКО
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Дмитро МАКАРЕНКО
(ім'я та прізвище)

[illegible]

УДК 631

АНОТАЦІЯ

Кахічко В.Є. Ефективність використання техніки при вирощуванні сої / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». ДДАЕУ. Дніпро. 2025. 63 с.

В дипломній роботі проаналізовано обсяги та динаміку вирощування сої в Україні та її експорту за останні роки. Встановлено, що в Україні за останні роки спостерігається тенденція до значного збільшення посівних площ під вирощування сої. Розроблено мінімальну технологію вирощування сої для умов Степу України, що має ряд переваг над інтенсивною, основною з яких є збереження дорогоцінної ґрунтової вологи. Питома витрата пального при впровадженні розробленої технології зменшується з 69,4 кг/га до 42,1 кг/га. Впровадження розробленої мінімальної технології для вирощування бобів сої сприяє значному зменшенні на 33,9 % енергоємності всіх технологічних операцій з 17756,7 МДж/га для інтенсивної до 11735,0 МДж/га – для розробленої мінімальної. Коефіцієнт енергетичної ефективності для мінімальної технології значно вищий – 3,54, в той час, як для інтенсивної він всього становить 2,63. Наведено загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами. Використання мінімальної технології вирощування сої дозволяє зменшити питомі витрати на пальне на 38,3 %. Техніко-економічними розрахунками встановлено, що собівартість вирощеного врожаю сої за запропонованою технологією становить 6927,2 грн/т, в той час як для інтенсивної – 7458,2 грн/т. Рівень рентабельності даної технології складає 157 %, а для інтенсивною всього 138,7 %.

Ключові слова: технологія вирощування сої, енергетичні показники, енергетична ефективність, мінімальна технологія вирощування, собівартість.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	<u>8</u>
 1. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИРОБНИТВА СОЇ ТА ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЇЇ ВИРОЩУВАННЯ	<u>10</u>
1. Аналіз обсягів вирощування та урожайності сої в Україні	<u>10</u>
1.2 Аналіз обсягів експорту сої з України	<u>16</u>
1.3 Аналіз особливостей технологій вирощування сої в Україні	<u>17</u>
1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи	<u>20</u>
 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	<u>23</u>
2.1 Аналіз ефективності технологічних операцій при вирощуванні сої	<u>23</u>
2.2 Розробка технологічної карти вирощування сої	<u>26</u>
 3. ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ	<u>34</u>
3.1 Визначення енергоємності виконання технологічних операцій	<u>34</u>
3.2 Енергетична оцінка технологій вирощування сої	<u>38</u>
3.3 Оцінка структури енергетичних витрат вирощування сої	<u>41</u>
3.4 Визначення енергетичної вартості вирощеного врожаю сої	<u>46</u>
 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	<u>49</u>
4.1 Загальні питання з охорони праці на сільськогосподарському виробництві	<u>49</u>
4.2 Основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами	<u>51</u>

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ	<u>55</u>
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	<u>59</u>
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	<u>61</u>
ДОДАТКИ	<u>63</u>

ВСТУП

Вирощування сої в Україні зберігає значну важливість завдяки поєднанню економічних переваг, стійкого попиту як на внутрішньому ринку, так і серед іноземних споживачів, а також через специфічні агротехнічні та екологічні властивості культури. Соя вважається однією з ключових олійних культур, адже забезпечує надходження високоякісного рослинного білка, олії та кормових компонентів, що робить її особливо цінною для тваринницької галузі та виробництва харчових продуктів. Україна традиційно належить до провідних країн Європи за масштабами вирощування сої, а стабільні обсяги експорту підтверджують високу якість і конкурентоспроможність вітчизняної продукції на світових ринках.

Технології вирощування сої в Україні мають низку особливостей, що визначають ефективність виробництва, рівень урожайності та стабільність результатів у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Сучасні підходи відрізняються за способом обробітку ґрунту, рівнем інтенсивності, використанням генетики, контролем бур'янів і підходами до удобрення, але кожна технологія має свої сильні та слабкі сторони, які необхідно враховувати для досягнення максимальної продуктивності.

В Україні за останні роки спостерігається тенденція до значного збільшення посівних площ під вирощування сої. Найбільший приріст зафіксовано за останній 2024 рік – 47,8 % з 1,84 млн. га до 2,72 млн. га. Після рекордного врожаю 2024 року експорт сої з України значно виріс – у 2023 календарному році експортовано орієнтовно 3,5 млн. т., а в маркетинговому 2024/25 МР прогноз експорту також становить на рівні 3,5...4 млн. т. Середня експортна спотова ціна у пізній 2024...2025 рр. близько становить \$390–\$410/т, тому виручка за останні сезони оцінюється в межах $\approx$ \$1.3...1.6 млрд.

Соя належить до ключових сільськогосподарських культур, що дає змогу українським виробникам підвищувати свою ринкову стійкість, раціонально формувати сівозміну та підтримувати поступальний розвиток аграрного сектору.

Водночас її вирощування потребує ретельного врахування кліматичних особливостей регіону та коригування технологічних прийомів відповідно до умов конкретного господарства, а також до змін погоди й ризиків, пов'язаних із поширенням шкідників і хвороб.

Саме тому, метою дипломної роботи є оптимізація технологічних операцій при вирощуванні сої для забезпечення мінімальної собівартості врожаю.

Для досягнення мети потрібно виконати такі завдання роботи:

1. Проаналізувати обсяги та динаміку вирощування сої в Україні та її експорту за останні роки. Навести особливості технологій вирощування сої.
2. Виконати аналіз ефективності технологічних операцій при вирощуванні сої та розробити технологічну карту на його основі.
3. Провести енергетичний аналіз розробленої (мінімальної) технології вирощування сої та обґрунтувати її ефективність.
4. Розглянути загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами.
5. Виконати економічну оцінку впровадження розробленої технології вирощування сої.

1. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИРОБНИТВА СОЇ ТА ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЇЇ ВИРОЩУВАННЯ

1.1 Аналіз обсягів вирощування та урожайності сої в Україні

Вирощування сої в Україні має високу актуальність, що визначається поєднанням економічних переваг, стабільного попиту на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також агротехнологічних і екологічних особливостей цієї культури. Соя належить до стратегічно важливих олійних культур, оскільки є цінним джерелом рослинного білка, олії та кормової продукції, що робить її незамінною у тваринництві та харчовій промисловості. Україна входить до числа провідних європейських виробників сої, а за обсягами експорту стабільно посідає високі позиції, що підтверджує конкурентоспроможність українського продукту на світовому ринку.

Зростання посівних площ у 2021–2024 роках, яке сягнуло понад двох мільйонів гектарів [1], демонструє підвищений інтерес агровиробників до цієї культури. Така тенденція пояснюється її високою рентабельністю, особливо в умовах нестабільної кон'юнктури зернового ринку. Соя потребує менших витрат на мінеральні добрива завдяки здатності фіксувати атмосферний азот, що робить її вигідною для виробників і одночасно покращує стан ґрунтів. Вона добре вписується в сівозміну, сприяє зниженню навантаження на агроєкосистеми та покращує структуру ґрунту, що є важливим за сучасних кліматичних умов та обмежень у ресурсах.

Важливим аспектом актуальності є також розвиток вітчизняної переробної галузі. Стійкий попит на соєву олію, шрот і макуху забезпечує стабільний ринок збуту. Набирає обертів глибока переробка сої, що дозволяє отримувати високобілкові концентрати, ізоляти та інші продукти з високою доданою вартістю. Це відкриває нові можливості для експорту, зокрема на ринки ЄС та Азії, де спостерігається тенденція до зростання споживання рослинного білка.

З огляду на кліматичні зміни соя стає більш перспективною, оскільки вона здатна адаптуватися до широкого спектра умов та демонструє високу стійкість до посухи. Водночас розвиток селекції в Україні дозволив створити сорти різних груп стиглості, що дають змогу вирощувати сою практично у всіх природно-кліматичних зонах країни.

Отже, актуальність вирощування сої в Україні визначається її високою економічною ефективністю, стратегічною важливістю для аграрного сектору, зростаючим попитом на продукцію переробки, позитивним впливом на родючість ґрунтів та можливістю забезпечити продовольчу і кормову безпеку країни. У сучасних умовах саме соя стає однією з ключових культур, здатних забезпечити стабільний розвиток аграрного виробництва, підвищення експортного потенціалу та ефективне використання земельних ресурсів.

В Україні за останні роки спостерігається тенденція до значного збільшення посівних площ під вирощування сої (рис. 1.1).

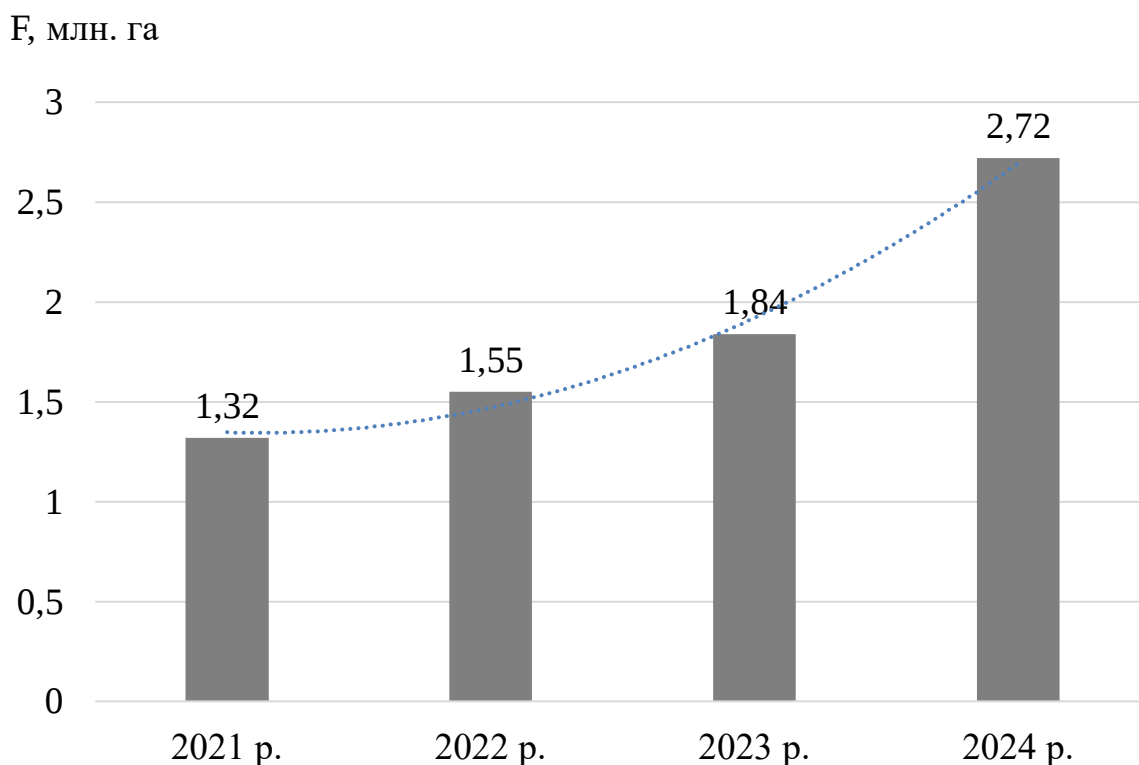


Рисунок 1.1 – Динаміка посівів сої в Україні за 2021-2024 рр.

Джерело: створено автором на основі даних [1]

Найбільший приріст (рис. 1.1) зафіксовано за останній 2024 рік – 47,8 % з 1,84 млн. га до 2,72 млн. га. Основною причиною значного зростання посівів під сою є підвищення попиту на світовому ринку та бажання сільськогосподарських підприємств експортувати свою продукцію.

Основним продуктом, який виробляють із сої, як вітчизняні переробники так і закордонні, є соєвий шрот – він становить основну частку світової переробки соєвих бобів і є базовою сировиною для виробництва комбікормів. Після вилучення олії залишається маса, що містить до 45...48% перетравного білка, завдяки чому соєвий шрот є незамінним компонентом раціонів у птахівництві, свинарстві та великій рогатій худобі. Саме потреба в доступному, високобілковому кормі робить шрот ключовим і найбільш затребуваним продуктом переробки сої у світі.

На другому місці за обсягами виробництва перебуває соєва олія, яка активно використовується у харчовій промисловості, у виготовленні маргарину, майонезів, кулінарних жирів, а також у фармацевтичних і косметичних продуктах. Однак у масштабах глобальної переробки її частка є меншою, ніж у шроту, оскільки на кожну тонну переробленої сої отримують значно менше олії, ніж білкової маси. Крім того, у багатьох країнах соєва олія є важливим компонентом виробництва біодизелю, що підтримує стабільний попит на цей продукт, але все ж не робить його основним у світовому балансі соєвої продукції.

Набагато менші обсяги припадають на харчові продукти, такі як соєве молоко, тофу, текстурований рослинний білок, соєві ізоляти та концентрати. Хоча саме ці продукти мають високу додану вартість і стають дедалі популярнішими завдяки зростанню тренду на рослинні білки, їх частка у загальному світовому виробництві соєвих продуктів є незначною. Так само, порівняно невеликими є обсяги випуску продуктів глибокої переробки – лецитину, ізофлавононів, соєвої клітковини, які мають спеціалізоване застосування.

Таким чином, незважаючи на широкий спектр напрямів використання сої, саме виробництво соєвого шроту є домінуючим у світовій переробній

промисловості, оскільки воно забезпечує величезний кормовий сектор тваринництва. Його значення суттєво переважає виробництво соєвої олії та харчових продуктів, визначаючи глобальні тенденції вирощування та переробки сої.

Врожайність сої формується під впливом цілого комплексу факторів, але серед них є кілька ключових, які визначають більшу частину результату. Врожайність сої залежить, передусім, від вибору сорту та його біологічних особливостей, адже різні групи стиглості мають різну тривалість вегетації, стійкість до хвороб, посухи й температурних коливань. Не менш важливими є й ґрунтово-кліматичні умови: структура ґрунту, рівень забезпечення вологою, родючість та здатність утримувати поживні речовини. Соя потребує добре аерованих, легких або середніх за механічним складом ґрунтів із нейтральною або слабо кислою реакцією, тому навіть незначні відхилення від оптимальних характеристик можуть суттєво впливати на формування врожаю.

Система удобрення також відіграє значну роль у формуванні врожайності. Хоча соя здатна фіксувати атмосферний азот завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, ефективність цього процесу залежить від якості інокуляції насіння, температури ґрунту та його біологічної активності. Фосфор і калій є критично важливими для розвитку кореневої системи, формування бобів та накопичення білка, тому недостатнє забезпечення цими елементами часто призводить до втрат урожайності. Правильно підібрані мікроелементи – передусім молібден, бор і кобальт – значно підвищують активність азотфіксації та загальний продуктивний потенціал рослин.

Своєчасність і якість агротехнічних заходів також визначають кінцевий результат. Оптимальні строки сівби дозволяють рослинам максимально використати вологу весняного періоду та уникнути впливу високих температур під час цвітіння й наливу зерна. Глибина загортання насіння, рівномірність висіву, дотримання нормативної густоти стояння рослин – кожен із цих компонентів формує структуру майбутнього врожаю. Не менш вагомими є захист від бур'янів, шкідників і хвороб, адже соя є досить чутливою до

конкуренції за світло, воду й поживні речовини, а також до ураження бактеріозами, фузаріозами чи павутинним кліщем.

Важливим фактором залишається й погодний режим – температура, кількість опадів та забезпечення вологою протягом усього періоду вегетації. Соя найбільш чутлива до нестачі вологи під час бутонізації, цвітіння та наливу насіння. Навіть короточасні посухи в ці фази розвитку можуть спричинити масове опадання квіток і зниження кількості бобів. З іншого боку, надмірна вологість або зливи часто призводять до хвороб та затримок у достиганні.

Таким чином, врожайність сої формується під впливом поєднання генетичних, агротехнічних, ґрунтових і кліматичних факторів. Їх збалансоване управління дозволяє максимально реалізувати потенціал культури, забезпечити стабільний урожай та високу якість зерна.

Саме значна кількість факторів, що мають вагомий вплив на врожайність сої [2] і призводить до нестабільності її врожайності (рис. 1.2).

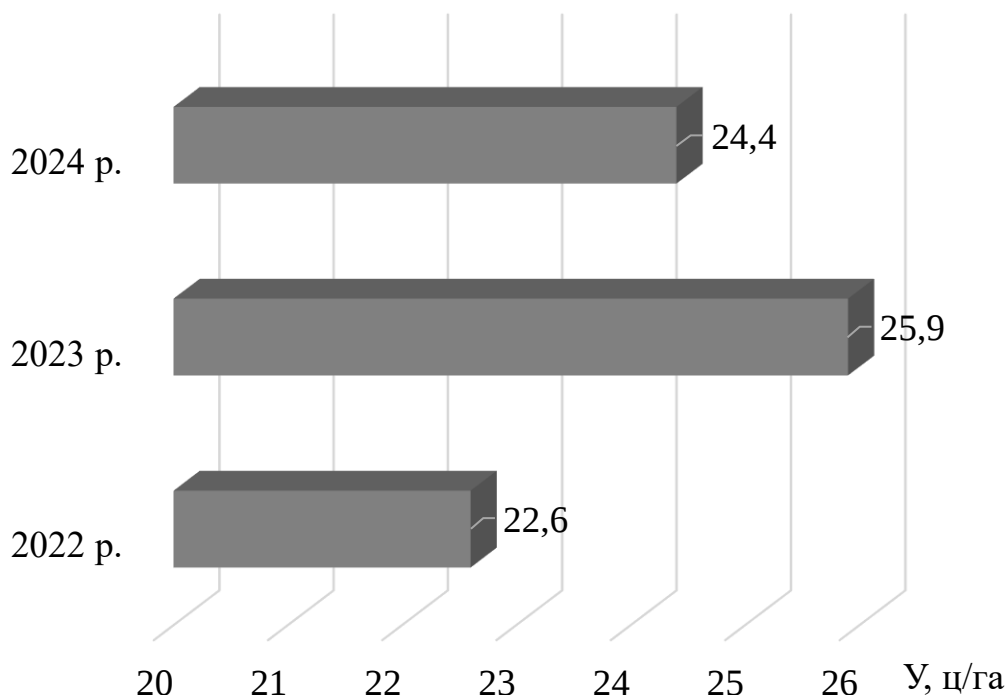


Рисунок 1.2 – Врожайність сої в Україні за 2022-2024 рр.

Джерело: створено автором на основі даних [2]

Однією з причин високого попиту даної культури на світовому ринку є нестабільність її врожайності та значний вплив на неї погодних умов. В деяких зонах вирощування може бути недостатньо забезпечення вологою, в інших її перенасичення. В обох випадках, врожайність сої значно знижується.

В Україні найбільші площі посівів сої припадають на Волинську та Дніпропетровську області (рис. 1.3). В цих областях посівні площі сої становлять більше 10 % від загального обсягу посівів в Україні [2].

Е, тис. га

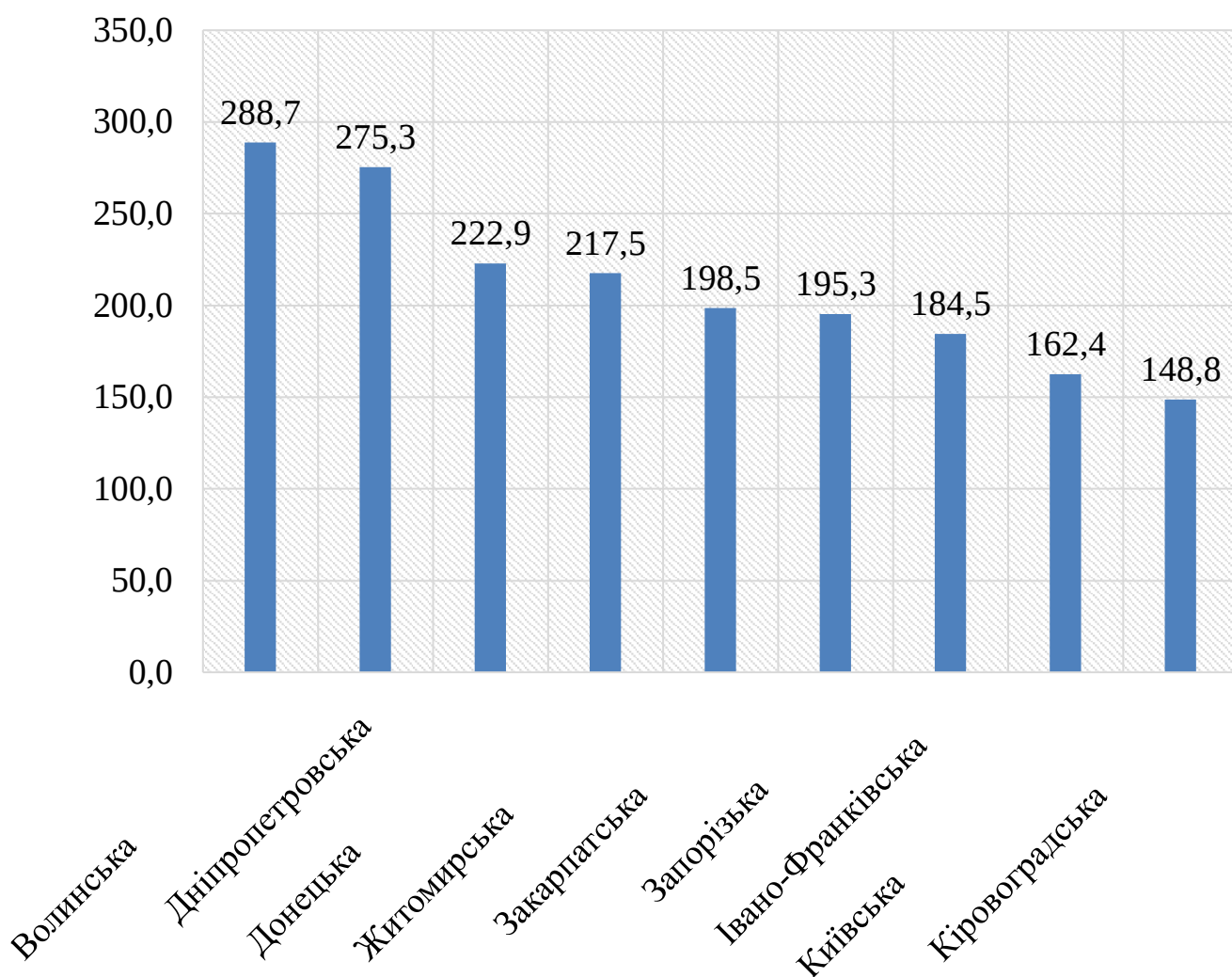


Рисунок 1.3 – Області України з найбільшими посівними площами вирощування сої

Джерело: створено автором на основі даних [2]

Наведені результати свідчать, що вирощування сої можливе в різних природньо-кліматичних умовах України. Проте особливу увагу необхідно приділяти при вирощуванні даної культури з зоні з недовідомим обсягом запасів ґрунтової вологи та мінімальними опадами в період цвітіння та наливу бобів сої.

1.2 Аналіз обсягів експорту сої з України

Після 2021...2022 років обсяги експорту сої з України сильно виросли [3]: з приблизно 1,1 млн. т. у 2021 році до 2,0 млн. т. в 2022 році та ~3,5 млн т в 2023 році (рис. 1.4). Рекордний обсяг врожаю сої в Україні зафіксовано у 2024 році – 6,2 млн. т.

Після рекордного врожаю 2024 року експорт сої з України значно виріс – у 2023 календарному році експортовано орієнтовно 3,5 млн. т., а в маркетинговому 2024/25 МР прогноз експорту також становить на рівні 3,5...4 млн. т. [4]. Середня експортна спотова ціна у пізній 2024...2025 рр. близько становить \$390–\$410/т, тому виручка за останні сезони оцінюється в межах $\approx$ \$1.3...1.6 млрд.

Обсяг експорту, млн. т.

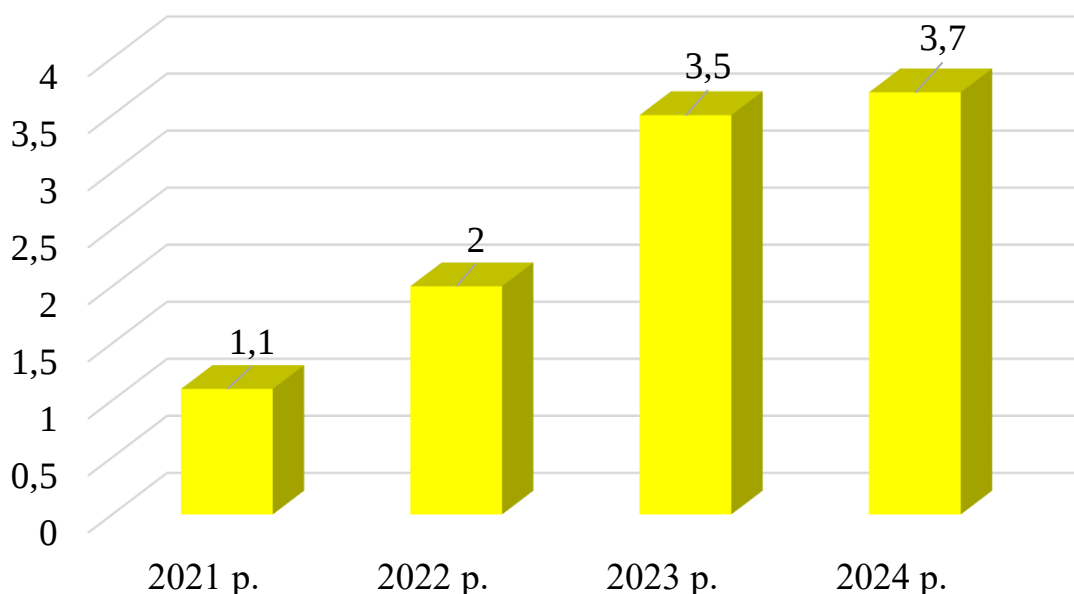


Рисунок 1.4 – Динаміка експорту бобів сої Україною в 2021...2024 рр.

Джерело: створено автором за даними [3]

Перспективи експорту даної культури матиме позитивну динаміку, що пов'язано із плановим збільшенням посівних площ, в середньому на 10...15 % в найближчі роки. За прогнозами USDA [5], урожай сої в 2025/26 МР може зрости до ~7,6 млн т, що дає значний базис для експорту.

Проте, є й перепони щодо обсягів експорту. У липні 2025 року Верховна Рада ухвалила закон, який вводить 10...15 % мито на експорт сої та ріпаку, поступово зменшуючи його до 5% до 2030 року. Це може стримати експорт сировини і стимулювати внутрішню переробку. Саме переробка – стратегічний напрямок: уряд і галузь зацікавлені нарощувати виробництво соєвої олії, шроту тощо. Це дозволить збільшити експорт продукції з сої з доданою вартістю, одночасно завантажуючи вітчизняну переробну галузь.

1.3 Аналіз особливостей технологій вирощування сої в Україні

Технології вирощування сої в Україні мають низку особливостей, що визначають ефективність виробництва, рівень урожайності та стабільність результатів у різних ґрунтово-кліматичних умовах (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Особливості технологій вирощування сої

Сучасні підходи відрізняються за способом обробітку ґрунту, рівнем інтенсивності, використанням генетики, контролем бур'янів і підходами до удобрення, але кожна технологія має свої сильні та слабкі сторони, які необхідно враховувати для досягнення максимальної продуктивності.

Класична технологія передбачає повноцінний механічний обробіток ґрунту, що включає оранку, культивації та передпосівне вирівнювання. Вона забезпечує створення пухкого та добре структурованого орного шару, що сприяє розвитку кореневої системи та зменшує ризики перезволоження або ущільнення. Такий підхід дозволяє ефективно знищувати бур'яни та зменшувати інфекційне навантаження в ґрунті, що важливо для сої, чутливої до комплексу хвороб. Однак ця технологія потребує значних витрат пального, часу та технічних ресурсів. Вона підвищує ризик ерозії та надмірної мінералізації органічної речовини, що поступово погіршує родючість ґрунту. Проте на важких і надмірно ущільнених ґрунтах класичний обробіток часто дає найкращі результати.

Мінімальний обробіток ґрунту в технології вирощування сої в Україні використовується дедалі частіше, адже дозволяє зберігати більше вологи та знижує витрати на обробіток. У цій системі основний акцент робиться на зменшенні інтенсивності механічних впливів і на оптимальному збереженні рослинних решток на поверхні поля. Ґрунт менше розпушується, але водночас зберігає більш стабільну структуру та запас вологи, що критично у зонах із недостатнім зволоженням. Мінімальний обробіток створює більш збалансоване середовище для роботи бульбочкових бактерій, які відповідають за фіксацію азоту. Проблемою можуть стати бур'яни та фітосанітарні ризики, оскільки за меншої кількості механічних операцій їх контроль переноситься на хімічні засоби. Проте при правильному підборі гербіцидів і сівозміни такі системи забезпечують високу ефективність і зменшують собівартість виробництва.

Система Strip-till набуває популярності у зонах Лісостепу та Північного Степу, де потрібно одночасно зберегти вологу і забезпечити достатню якість посівного ложа. Ця технологія поєднує елементи мінімального та традиційного обробітку: лише вузька смуга рядка розпушується й готується до висіву, тоді як

міжряддя залишаються покритими рослинними рештками. Такий підхід зберігає вологу, зменшує ерозію і дає можливість цілеспрямовано вносити добрива саме в зону майбутнього кореня. Соя добре реагує на розміщення стартових елементів живлення у смузі, особливо фосфору й калію. Strip-till значно економить паливо та зменшує ущільнення ґрунту, але потребує спеціального обладнання та точної технологічної дисципліни. За помилок у налаштуванні агрегата можливе нерівномірне формування смуг, що призводить до різної глибини загортання насіння і нерівномірних сходів.

Технологія No-till у вирощуванні сої часто демонструє дуже високу стабільність результатів навіть у посушливі роки. Вона базується на повній відмові від механічного обробітку, збереженні мульчі та постійному покращенні структури ґрунту завдяки природним процесам. Соя є однією з найбільш адаптованих культур для прямого висіву, оскільки її коренева система добре працює у щільнішому ґрунті, а фіксація азоту бактеріями відбувається ефективно навіть без глибокого розпушення. No-till дозволяє максимально зберегти вологу, зменшує витрати техніки, а ґрунт стає більш структурованим і живим. Проте технологія потребує суворого контролю бур'янів, ретельного підбору системи гербіцидів і придатної сівозміни. На початкових етапах господарства стикаються з «перехідним періодом», коли урожайність може бути нижчою, поки ґрунт адаптується до нової системи.

Окремої уваги заслуговує інтенсивна технологія вирощування сої, яка орієнтована на максимальний урожай за рахунок точного живлення, використання високо інтенсивних сортів, застосування мікроелементів, позакоренових підживлень і чіткого контролю шкідників та хвороб. Така система забезпечує потенційно високі результати, особливо в регіонах із достатнім зволоженням. Вона передбачає внесення збалансованих доз добрив, активне використання інокулянтів, стимуляторів та засобів регуляції росту. У сприятливі роки інтенсивна технологія дає найвищу врожайність, але вона також є найбільш затратною і потребує високої кваліфікації агронома.

Не менш важливою є технологія вирощування не-ГМО сої, яка в Україні має значну експортну перспективу завдяки попиту ЄС та країн Азії. Вона вимагає суворого контролю насіннєвого матеріалу, окремих логістичних ланцюгів, чистоти техніки, а також відсутності домішок ГМО у сівозміні. Без ГМО соя вирощується в умовах підвищеного контролю бур'янів та хвороб, адже не можна використовувати певні гербіциди, що застосовуються для трансгенних сортів. Разом із тим вона забезпечує преміальну ціну на ринку, що робить її економічно привабливою для фермерів, які готові дотримуватися всіх технологічних вимог.

1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи

Актуальність вирощування сої в Україні зумовлена поєднанням економічних, агротехнологічних, екологічних та експортних факторів, які роблять цю культуру однією з найперспективніших для сучасного рослинництва. Передусім соя є однією з найбільш рентабельних культур у структурі посівів, оскільки має стабільний внутрішній і зовнішній попит, доступну технологію вирощування та високу ліквідність на міжнародних ринках. Зростання цін на білкову продукцію та кормові компоненти посилює роль сої як стратегічної культури, що забезпечує виробникам високу економічну віддачу навіть за коливань кон'юнктури. Україна входить до десятки світових експортерів сої, а після збільшення виробництва та розширення площ останніми роками країна зміцнює свою позицію на ринках Європи та Азії, що підтверджує значний експортний потенціал.

Водночас соя виконує важливу агротехнічну функцію в сівозміні. Як бобова культура, вона збагачує ґрунт біологічно фіксованим азотом, покращує його структуру та зменшує потребу у внесенні мінеральних добрив для наступних культур, що особливо актуально у періоди зростання цін на агрохімію. Завдяки цьому соя позитивно впливає на родючість ґрунтів і підвищує ефективність землеробства в цілому. Її адаптивність до різних ґрунтово-

кліматичних умов дозволяє вирощувати культуру у всіх регіонах України – від Полісся до Степу, що робить її універсальним елементом господарських систем. Сучасні сорти вирізняються стійкістю до посухи, хвороб та ранньостиглістю, що забезпечує стабільний урожай навіть у несприятливі роки.

Вирощування сої є актуальним і з точки зору розвитку тваринництва та переробної промисловості. Високобілковий шрот, олія та інші продукти переробки є основою комбікормового виробництва та мають стабільний попит як в Україні, так і за її межами. Розвиток переробки сої підсилює продовольчу безпеку країни, сприяє створенню доданої вартості всередині держави та зменшує залежність від імпортованого білка. Зростає також попит на не-ГМО сою, а Україна займає одну з провідних позицій у Європі за обсягами її вирощування. Це створює конкурентну перевагу на преміальних ринках ЄС та Азії, де виробники готові платити вищу ціну за гарантовану якість і чистоту продукції.

Екологічна складова також формує актуальність цієї культури. Соя сприяє зменшенню антропогенного навантаження на поля, оскільки потребує менше азотних добрив, а правильно підібрані технології вирощування (мінімальний обробіток, strip-till, no-till) дозволяють зберігати вологу, зменшувати викиди CO₂ та запобігати деградації ґрунтів. Це відповідає сучасним трендам сталого землеробства і вимогам міжнародних ринків щодо екологічної безпечності виробництва.

Соя є стратегічною культурою, яка дозволяє українським агровиробникам підвищувати конкурентоспроможність, оптимізувати структуру сівозміни та забезпечувати стабільний розвиток агропромислового комплексу. Проте, при її вирощуванні необхідно особливу увагу на природньо-кліматичні умови та адаптувати технологію відповідно до конкретних умов господарства та мінливості погодних умов та факторів розвитку шкідників та хвороб.

Саме тому, метою дипломної роботи є оптимізація технологічних операцій при вирощуванні сої для забезпечення мінімальної собівартості врожаю.

Для досягнення мети потрібно виконати такі завдання роботи:

1. Проаналізувати обсяги та динаміку вирощування сої в Україні та її експорту за останні роки. Навести особливості технологій вирощування сої.
2. Виконати аналіз ефективності технологічних операцій при вирощуванні сої та розробити технологічну карту на його основі.
3. Провести енергетичний аналіз розробленої (мінімальної) технології вирощування сої та обґрунтувати її ефективність.
4. Розглянути загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами.
5. Виконати економічну оцінку впровадження розробленої технології вирощування сої.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

2.1 Аналіз ефективності технологічних операцій при вирощуванні сої

Вплив технології обробітку ґрунту на врожайність сої в Україні – це складна взаємодія фізичних, біологічних і господарсько-економічних чинників, яка визначає не лише рівень продуктивності в поточному сезоні, але й довгострокову сталу продуктивність поля.

Традиційний (оранка) обробіток формує пухкий, аерований і такий що швидко прогрівається шар ґрунту, у якому сходи сої інтенсивно розвиваються, коренева система отримує добрий старт, а стартові фосфорні і калійні аплікації ліпше доступні молодим рослинам – це дає прямий позитивний ефект на врожайність особливо на ущільнених або важких ґрунтах та за холодної весни, коли швидкий прогрів ґрунту критичний. Однак інтенсивна механічна робота підвищує ризик ерозії, сприяє швидшій мінералізації гумусу і вимагає більших витрат пального й техніки; у довгостроковій перспективі це може знизити водоутримуючу здатність ґрунту і стійкість до посухи, тобто ефект на врожай може змінюватись з роками – у сприятливій вологій роки різниця на користь плугу помітніша, у посушливій – навпаки часто програє.

Мінімальний обробіток і strip-till поєднують часткові переваги класики та no-till: локальне розпушування під рядок забезпечує якісне посівне ложе, кращий доступ насіння до стартових поживних речовин і сприятливіший мікроклімат в зоні кореня, при цьому міжряддя зберігають рослинні рештки, які утримують вологу та знижують ерозію. У практиці України strip-till часто дає стабільний компроміс – він дозволяє отримувати врожайність, близьку до класичної на важких ділянках, і одночасно економити паливо і зменшувати кратність обробітків. Але strip-till вимагає точного налаштування техніки і грамотного розміщення добрив: помилки у формуванні смуг або неточна локалізація можуть призвести до нерівномірних сходів і втрат урожаю.

No-till (прямий посів) кардинально змінює екофізіологію поля: мульча з рослинних решток захищає поверхню від випаровування, підвищує накопичення доступної вологи в верхньому шарі, з часом покращується структура ґрунту, збільшується біологічна активність і вміст органічної речовини. Для сої, яка вигідно використовує фіксований бульбочковими бактеріями азот, це часто дає перевагу в посушливі сезони – збережена волога і краща мікробіота дозволяють рослинам пройти періоди стресу з меншими втратами врожаю. Проте перехід на no-till супроводжується низкою викликів: у перші сезони можливе зниження або коливання врожайності (перехідний період). На легких, добре дренованих ґрунтах і в посушливих регіонах no-till часто показує найкращу водну ефективність і стабільність врожаю; у холодних і надто вологих регіонах перший рік-два можуть бути менш продуктивними через уповільнене прогрівання ґрунту.

Багаторічними дослідженнями встановлено [6], що фізичні характеристики ґрунту змінювалися залежно від застосованих систем його обробітку, що відображалось на режимі забезпечення вологою, інтенсивності формування кореневої системи та підсумковій врожайності сої. Незважаючи на певне ущільнення верхнього шару під час тривалого застосування no-till технології, це не зумовило погіршення утворення коренів чи зниження урожайності. Навпаки – багаторічне використання no-till створює сприятливіші умови щодо волого збереження, що зменшує ризики водного стресу та забезпечує вищий урожай порівняно з традиційними методами обробітку ґрунту.

Дослідження інших вчених показало [7], що на врожайність сої та масу тисячі насінин найбільше впливають сортові особливості рослин, погодні умови конкретного року та застосована система обробітку ґрунту. При цьому, слід зауважити, що в наведеній роботі не зафіксовано значної різниці показника маси тисячі насінин, та становила в межах 145...146 г. В роботі встановлено, що традиційна оранка була найефективнішою для сортів сої Венера та Канзас, тоді як у сорту Аполло істотної різниці між методами обробітку ґрунту не виявлено. Таким чином, вченими доведено, що найбільший вплив на врожайність, за

однаково сприятливих умов вирощування, має правильний вибір посівного матеріалу.

Застосування чизельного обробітку ґрунту в поєднанні з мінеральними та органо-мінеральними добривами дозволяє одержувати найвищу врожайність сої [8] – 2,49 та 2,55 т/га, що забезпечило приріст урожаю відповідно на 5 і 12% порівняно з контролем. За органо-мінерального живлення соя стабільно формувала дещо більшу продуктивність у всіх варіантах обробітку без застосування оранки, в середньому на 1...4% більше, ніж за використання лише мінеральних добрив або без внесення добрив. У вказаній роботі [8] встановлено, що існує виражений прямий зв'язок між врожайністю та запасами продуктивної вологи у шарі 0...40 см у фазі цвітіння сої за різних способів обробітку ґрунту. В цілому технологія обробітку ґрунту. Загалом технологія обробітку ґрунту визначала 35% варіації врожайності зерна сої, тоді як система удобрення мала більш вагомий вплив – 62,5% [8].

Проведені дослідження в зоні Лісостепу України [9], показали, що система обробітку ґрунту без застосування оранки сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту та підвищенню продуктивності сої. За цієї технології рослини ефективніше засвоювали вологу на 15,9% більше протягом усього періоду вегетації порівняно з традиційною оранкою. Застосована система обробітку ґрунту визначала щільність, структурно-агрегатні властивості та рівень використання вологи рослинами, створюючи різні умови для формування врожайності сої. Перехід на технологію No-till забезпечив приріст урожаю на 22,7%, що відповідало додатковим 0,52 т/га порівняно з традиційною оранкою. Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення показників забезпеченості ґрунту поживними речовинами, а також процесів кругообігу органічної речовини та елементів живлення.

Економічно важливо, що No-till і Strip-till здатні значно зменшувати собівартість виробництва через скорочення витрат пального, необхідної кількості техніки і часу роботи, що часто означає вищу маржу навіть за незначного зниження врожаю в перехідні роки.

Підсумкове практичне правило: технологія обробітку ґрунту має підбиратися з урахуванням специфіки поля (ґрунт, дренаж, історія ущільнень), кліматичних ризиків (ймовірність посухи чи холодних весен), економічних можливостей господарства (вартість техніки, доступність ЗЗР, ринок збуту) і готовності до довготривалих змін у менеджменті. У багатьох українських умовах оптимальним підходом виступає адаптивна стратегія – комбінування strip-till у важких ділянках з No-till на ділянках, де потрібне збереження вологи, і періодична оранка або глибоке рихлення у випадках сильного ущільнення або накопичення ризиків хвороб.

Вирощувати сою планується в зоні Степу України, отже однією з основних задач є збереження вологи. Тому, обираємо до впровадження мінімальну технологію вирощування. Наведемо основний перелік технологічних операцій за даної технології та розробимо план механізованих робіт на вирощування сої.

2.2 Розробка технологічної карти вирощування сої

Основна особливість обраної мінімальної технології вирощування сої є обмеження кількості та глибини обробітку ґрунту та за можливості створення верхнього шару ґрунту із значною кількістю пожнивних решток поверхні поля.

Мінімальна технологія вирощування сої на основі дискування передбачає скорочений, але достатній обробіток ґрунту, що забезпечує хороші умови для проростання насіння та розвитку рослин без надмірного втручання в ґрунтовий профіль. Після збирання попередника планується виконання першого дискування на глибину приблизно 8...12 см, щоб подрібнити й частково заробити пожнивні рештки, зменшити ущільнення верхнього шару та стимулювати проростання бур'янів і падалиці. Для цього пропонується використовувати агрегат, що складається з трактора Case MX285 та дискової борони з подрібнювальними катками БП-6 з шириною захвату 6м.

Через 15...20 днів проводять друге дискування аналогічним вище вказаним агрегатом на глибину 10...14 см для вирівнювання поверхні та кращого

контролю бур'янів. Завдяки такому підходу ґрунт залишається більш структурованим і зберігає частину вологи порівняно з традиційною оранкою.

Для боротьби з бур'янами за два тижні до сівби планується виконання внесення ґрунтового гербіциду Гром Тотал з нормою 0,25 л/га та Метрікс 0,5 л/га. Перший із них має короткий строк дії – до двох тижнів. Досходовий селективний гербіцид системної дії Метрибузин проникає до хлоропластів і блокує процес фотосинтезу, уповільнюючи передачу електронів у фотосинтетичному ланцюзі. Препарат ефективно знищує як бур'яни, що вже з'явилися, так і ті, що лише починають проростати. Після внесення формується гербіцидний захисний шар, активний упродовж 30...60 днів. Внесення пестицидів планується виконувати МТА у складі трактора МТЗ-1025.2 та причіпного обприскувача вітчизняного виробництва TETIS 3200 24.

Перед сівбою поле, як правило, не потребує глибокої культивації: достатньо легкого передпосівного вирівнювання або навіть обмежитися сівбою по якісно продискованому фоні, якщо поверхня рівна. Зазвичай необхідно внести стартові добрива фосфорні чи комплексні (МАР, амофос, НРК) у помірній нормі, що забезпечує інтенсивний початковий ріст. Азот у більшості випадків обмежують, адже соя формує симбіоз з бульбочковими бактеріями, тому обов'язковою є інокуляція насіння свіжими та активними препаратами, наприклад Ризоактив. Обробку посівного матеріалу виконуємо безпосередньо перед сівбою за допомогою протруювача насіння ПЗШ-160 в стаціонарних умовах. Оброблене насіння не повинно зберігатися в місцях із можливим потраплянням на них сонячних променів.

Сівбу виконують зерновими сівалками, наприклад GRAIN 5,4 з трактором МТЗ-1025.2, зі стандартними соєвими сошниками на глибину 5...7 см, коли ґрунт прогрівається до 10...12 °С. Оптимальна густота для степових регіонів становить близько 500...700 тис. схожих насінин на гектар, залежно від групи стиглості та запланованої врожайності. На продискованому ґрунті важливо забезпечити рівномірний контакт насіння з землею, тому якість передпосівного вирівнювання має велике значення.

Система захисту від бур'янів у мінімальному обробітку базується на поєднанні ґрунтових та після сходових гербіцидів. Оскільки дискування вносить частину рослинних решток у верхній шар, бур'яни проростають активно, що дає можливість зменшити їх запас, але повністю проблему не усуває. Тому передпосівне застосування гліфосату часто є ефективним рішенням, про що раніше було вказано. Далі використовують ґрунтові препарати на основі метрибузину, імазетапіру або їхніх комбінацій. Одразу після сівби заплановано внесення гербіциду Стратег – 3,5 л/га. За появи бур'янів у фазі кількох трійчастих листків сої можна додатково провести страхову обробку препаратами відповідно до стійкості сорту.

Догляд за посівами у мінімальній технології не містить механічних обробок, щоб не порушувати структуру ґрунту та не втрачати вологу. У степу соя особливо чутлива до дефіциту води на етапах цвітіння та наливу бобів, тому правильний режим дискування, що запобігає надмірному пересиханню, має суттєве значення. Вкінці травня або на початку червня місяця заплановане виконання підживлення посівів сульфатом магнію з нормою 160 кг/га шляхом поверхневого розкидання. В кінці червня-на початку липня місяця необхідно виконати внесення Карбаміду 10 кг/га, фунгіциду Фортеця Тотал з нормою 0,8 л/га та інсектициду Каратель 0,15 л/га для позакореневого підживлення та мінімізації розвитку хвороб шкідників.

Збирання проводять комбайном за стандартною технологією, приділяючи увагу висоті зрізу – нижні стручки інколи формується низько, тому якість налаштування жатки є важливою для мінімізації втрат бобів сої.

Враховуючи наведені операції та необхідність деяких з них в допоміжних технологічних операціях складаємо план механізованих робіт вирощування сої за мінімальною технологією.

Процес формування плану механізованих робіт для вирощування будь-якої культури має усталену послідовність [10]. Документ містить 23 колонки, у яких подається ключова інформація щодо термінів виконання операцій, їхнього обсягу, складу агрегатів і основних параметрів проведення робіт. На початку

заповнюються перші шість граф технологічної карти: у послідовності виконання записують назви робіт, вимоги до їх проведення, одиниці виміру та загальні обсяги, які необхідно виконати.

Далі визначають перелік засобів механізації (с.-г. машин та енергетичних засобів), що забезпечуватимуть виконання кожної операції. Підбір здійснюють відповідно до наявних машин у господарстві або передбачуваного парку техніки для новостворюваного підприємства. Відомості про склад МТА вписують у колонки за номерами 9, 10 та 11 відповідно для тракторів (комбайнів), зчіпок та сільськогосподарських машин.

Наступний крок – визначення основних експлуатаційних показників роботи агрегатів: норми виробітку та пального на одиницю виконаної роботи [11-13]. Дані можуть братися зі встановлених у господарстві нормативів або з типових показників, розроблених науково-дослідними установами. Відповідні значення вносимо до колонок 14 і 19. Решту показників обчислюють за загальноприйнятими методиками [10].

Виконаємо розрахунки вище вказаних показників при виконанні операції дискування ґрунту у складі трактора Case MX285 та дискового агрегату БП-6.

Нормативну продуктивність МТА за одну годину змінного часу визначають за відповідною формулою:

$$W_{год} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} \quad (2.1)$$

де $W_{год}$ – кількість роботи, що може бути виконана протягом години, виражену у гектарах на годину, га/год;

$T_{зм}$ – тривалість робочої зміни задають залежно від режиму роботи господарства або специфіки технологічної операції: зазвичай для більшості робіт приймають 7 годин, а для операцій, пов'язаних із внесенням засобів захисту рослин чи мінеральних добрив приймають 6 годин.

$W_{зм}$ – обсяг робіт, який агрегат здатен виконати за зміну, га/зм. Для обраного агрегату приймаємо 49,7 га/зм.

Таким чином отримаємо при виконанні дискування:

$$W_{\text{зод}} = \frac{49,7}{7} = 7,1 \text{ га/год}$$

Загальний добовий обсяг (графа 15) розраховуємо за формулою:

$$W_{\text{доб}} = W_{\text{зод}} \cdot T_{\text{доб}}, \quad (2.2)$$

де $W_{\text{доб}}$ – добовий виробіток МТА, га/доб.;

$T_{\text{доб}}$ – час проведення операції за добу (графа 8), год.

Враховуючи наведені дані, маємо:

$$W_{\text{доб}} = 7,1 \cdot 14 = 99,4 \text{ га/доб.}$$

Після цього обчислюють тривалість виконання операції в межах доби та визначають загальну кількість агрегатів, необхідних для проведення технологічного процесу відповідно до агротехнологічних нормативів, використовуючи відповідну формулу:

$$n = \frac{Q}{W_{\text{доб}} \cdot Dp}, \quad (2.3)$$

де n – потрібна кількість МТА для виконання операції у встановлений агротехнічний строк, од;

Q – загальний обсяг роботи при вирощуванні сої. Вирощування даної культури планується виконувати на площі 162 га;

Dp – максимально допустимий строк виконання операції. Для технологічної операції дискування ґрунту приймаємо 3 дні.

Таким чином отримаємо:

$$n = \frac{162}{99,4 \cdot 3} = 0,54 \text{ од.}$$

Округливши до більшого цілого числа, приймаємо 1 МТА для дискування.

Потребу в механізаторах і допоміжному персоналі визначають, враховуючи кількість робочих змін на добу та особливості проведення кожної операції. Додаткові працівники можуть знадобитися під час технічного

обслуговування посівних агрегатів, садіння розсади та скиртування соломи чи сіна.

Норми витрат пального на одиницю виконаної роботи встановлюють на основі внутрішніх господарських нормативів, а за їх відсутності застосовують типові показники для основних агротехнічних операцій. Якщо використовується новий машинно-тракторний агрегат, доцільно провести хронометраж, щоб визначити реальні витрати палива та тривалість роботи протягом зміни. Визначене або обраний норматив витрати пального записуємо у графу 19 технологічної карти.

В більшості нормативної літератури витрата пального вказується в літрах на гектар, а для сільського господарства зручніше застосовувати облік палива за масою. В таких випадках для визначення витрат пального потрібно об'ємні одиниці помножити на густину дизельного палива:

$$g = g_1 \cdot \rho, \quad (2.4)$$

де g – витрати пального в літрах кг/га;

g_1 – витрата пального в об'ємних одиницях, л/га.

ρ – густина дизельного пального, $\rho = 0,83$ кг/л.

Враховуючи наведені результати, отримаємо:

$$g = 6 \cdot 0,83 = 4,98 \approx 5 \text{ кг/га}$$

Кількість пального, зазначена в колонці 20, розраховується за формулою, що дозволяє визначити, який обсяг палива потрібен для виконання операції на всій площі посівів:

$$G = g_1 \cdot \rho \cdot Q, \quad (2.5)$$

де G – сумарна кількість пального для виконання операції при вирощуванні сої, кг.

Враховуючи обсяг вирощування сої 162 га, загальні витрати пального для проведення дискування будуть становити:

$$G = 5 \cdot 162 = 810 \text{ кг}$$

Під час формування виробничого плану господарства важливо враховувати трудові витрати, тобто кількість часу, необхідну для якісного виконання кожної технологічної операції. Їх можна розрахувати за таким виразом:

$$Z_n = \frac{m_{mex} + m_{don}}{W_{zod}} \quad (2.6)$$

де m_{mex}, m_{don} – кількість основного та допоміжного обслуговуючого персоналу на агрегаті при його роботі в одну зміну.

При виконанні дискування допоміжний персонал не потрібен, тому отримаємо:

$$Z_n = \frac{1}{7,1} = 0,1408 \text{ люд-год/га}$$

Сумарні ж витрати праці (стовпчик 22) розраховуються з врахуванням питомих та загально обсягу виконання операції:

$$Z_n = 0,1408 \cdot 162 = 22,817 \text{ люд-год.}$$

Для оцінки використання та завантаження техніки часто використовують певний показник, а саме кількість нормо-змін. Вона розраховується за виразом:

$$H_{zm} = \frac{Q}{T_{zm} \cdot W_{zod}} = \frac{Q}{W_{zm}}, \quad (2.7)$$

де H_{zm} – сумарний обсяг робіт в нормо-змінах при виконанні певної технологічної операції на всій площі вирощування сої, нормо-змін;

Враховуючи наведені вище результати розрахунків при виконанні дискування отримаємо:

$$H_{zm} = \frac{162}{49,7} = 3,26 \text{ нормо-зміни}$$

На основі представленої методики проводимо розрахунки для інших операцій, що містить розроблений план механізованих робіт вирощування сої. Результати розрахунків вносимо до таблиць та розміщуємо їх у додатку А1 та А2

для базової (класичної) та розробленої (мінімальної) технологій вирощування сої відповідно.

Висновки до розділу. Розглянуто основні особливості технологій вирощування сої та впливу технологічних операцій на її врожайність. Розроблено мінімальну технологію вирощування сої для умов Степу України, що має ряд переваг над інтенсивною, основною з яких є збереження дорогоцінної ґрунтової вологи. Впровадження запропонованої технології сої дозволяє значно зменшити кількість технологічних операцій з 25 до 20 та мінімізувати кількість та глибину обробітку ґрунту. Основна задача мінімальної технології досягається за рахунок створення верхнього шару ґрунту, що містить пожнивні рештки. Орієнтовне планове зниження врожайності сої буде становити 0,3 т/га. При цьому, витрата пального на одиницю площі зменшується з 69,4 кг/га до 42,1 кг/га. Також зафіксовано зменшення обсягу витрат праці на 21,9 % та суттєве зниження обсягу виконуваних технологічних операцій.

3. ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Визначення енергоємності виконання технологічних операцій

Для оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур застосовують різноманітні показники. Одними із узагальнюючих показників є енергетичні показники технології вирощування. Сумарні затрати енергії на виконання певної операції включають кілька обов'язкових складових: енергоємність машинно-тракторного агрегату, яка визначається сумарною енергоємністю всіх машин, що входять до його складу; енергоємність пального на основі його питомих витрат; а також енергоємність праці механізатора і, за потреби, допоміжних працівників.

Крім наведених вище затрат енергії, значну частку у структурі енергоємності займають посівні матеріали, мінеральні добрива, засоби захисту рослин. Оскільки вони не використовуються під час виконання кожної технологічної операції, їх враховують окремо.

Методика розрахунку та оцінки енергетичних показників вирощування культури та аналіз технології в цілому виконуємо за стандартною методикою [10].

Для прикладу подано розрахунок енергоємності операції дискування ґрунту дисковим агрегатом БП-6 у поєднанні з трактором Case MX 285. За тим самим принципом визначається енергоємність усіх інших операцій, у яких не використовуються добрива та пестициди. Отримані дані узагальнюються в технологічні карти, наведені в додатку Б1 для інтенсивної технології вирощування сої та в додатку Б2 – для мінімальної технології.

Енергоємність машинно-тракторного агрегату визначається як сума енергетичних еквівалентів усіх його складових, віднесена до годинної продуктивності конкретного агрегату.

Вираз для розрахунку енергоємності МТА має такий вигляд:

$$E_{ma} = E_{ez} + E_{c2m} + E_z = T_{20d} \cdot (\alpha_{ez} + \alpha_{c2m} + \alpha_z) = \frac{1}{W_{20d}} \cdot (\alpha_{ez} + \alpha_{c2m} + \alpha_z) \quad (3.1)$$

де E_{ez} , E_{c2m} , E_z – питомі затрати енергії на роботу енергетичного засобу, сільськогосподарської машини та зчіпки, МДж/га;

T_{20d} – термін виконання роботи, год;

α_{ez} , α_{c2m} , α_z – енергетична стала (середній енергетичний еквівалент, для кожного комплектуючого, з якого складається машинно-тракторний агрегат, МДж/год;

Q – площа вирощування сої, га;

W_{20d} – продуктивність МТА за годину змінного часу, га.

У зв'язку з тим, що обраний склад МТА, зокрема трактор Case MX 285 та борона БП-6 – це нові машини, для яких у довідниках відсутні значення щодо енергоємності їх використання, то потрібно їх визначити спираючись на масу машин та їх енергетичні еквіваленти. Маса трактора Case MX 285 становить 9163 кг (без баласту), маса БП-6 – 6500 кг, енергетичні еквіваленти приймаємо відповідно 0,0243 та 0,08.

Враховуючи наведені дані, отримаємо енергоємність виконання дискування ґрунту:

$$E_{ma} = \frac{1}{7,1} \cdot (0,0243 \cdot 9163 + 0,08 \cdot 6500) = 104,60 \text{ МДж/га}$$

Енерговитрати пального, використаного під час виконання технологічної операції в рослинництві, визначають за відповідною формулою:

$$E_{нал} = \alpha_n \cdot g_{га} \cdot Q_{га}, \quad (3.2)$$

де α_n – це нормативний показник енергоємності виробництва пального (еквівалент), причому для дизельного пального він становить 79,5 МДж на 1 кг;

$g_{га}$ – затрати палива, кг.

Врахувавши норми споживання пального, наведені в додатках А1 та А2, проводять обчислення енергоємності пального для кожної технологічної операції.

При виконанні дискування обраним МТА отримаємо:

$$E_{\text{пал}} = 79,5 \cdot 5,0 \cdot 1 = 397,5 \text{ МДж / га}$$

Енергетичні витрати, пов'язані з виконанням технологічної операції працівниками, визначають за відповідною формулою.

$$E_{\text{пл}} = \frac{n_{\text{мех}}}{W_{\text{зод}}} \cdot \alpha_{\text{мех}} \cdot Q, \quad (3.3)$$

де $n_{\text{мех}}$ це кількість механізаторів, задіяних в роботі агрегату протягом однієї зміни, осіб;

$\alpha_{\text{мех}}$ –енергетичний еквівалент праці (нормативне, довідникове значення) основних працівників під час виконання операцій на МТА, який становить 43,4 МДж/люд.-год.

Оскільки під час більшості операцій з обробітку ґрунту допоміжний персонал не залучається, формулу використовують без додаткових коригувань. З урахуванням зазначених параметрів визначаємо енергоємність праці механізатора під час виконання обробітку ґрунту обраним складом МТА для дискування:

$$E_{\text{пл}} = \frac{1}{7,1} \cdot 43,4 \cdot 1 = 6,11 \text{ МДж / га}$$

Отже, враховуючи енергоємність всіх складових при виконання дискування отримаємо загальну енергоємність:

$$E_{\text{заг}} = 104,60 + 397,50 + 6,11 = 508,21 \text{ МДж/ га}$$

Розрахунки, щодо енергоємності всіх технологічних операцій при вирощуванні сої за двома технологіями проводимо за аналогічною методикою. Проте, для тих операцій, що пов'язані із застосуванням добрив та пестицидів, необхідно додатково, окрім наведених вище складових витрат, визначити енергоємність пестицидів та добрив в залежності від їх типу та норми витрат.

Для кожного з типу добрив та виду пестицидів необхідно обрати енергетичні еквіваленти з довідкової інформації наведеної в [10].

Затрати енергії при застосуванні мінеральних добрив та (або) пестицидів розраховуємо за виразом:

$$E_{\partial} = \frac{\alpha_{\partial} \cdot H_{\partial} \cdot M_{\partial}}{100 \cdot T_{\partial}}, \text{ МДж/га} \quad (3.4)$$

де: H_{∂} – питома норма (відповідно до плану механізованих робіт, додаток А1 та А2) внесення мінеральних добрив та пестицидів, кг/га;

M_{∂} – відсоткове значення діючої речовини у загальній масі мінеральних добрив або пестицидів, %;

α_{∂} – нормативне значення енергетичного еквіваленту, який залежить від складу добрив або пестицидів, МДж/га;

T_{∂} – тривалість, протягом якого діють мінеральні добрива та (або) пестициди, років.

Наведемо приклад розрахунку енергоємності сульфату магнію, який планується вносити для підживлення сої при вирощуванні її за мінімальною технологією. Норма внесення даного мінерального добрива, відповідно до додатку А2, складає 160 кг/га у фізичній масі. Приймаємо величину енергетичного еквіваленту – $\alpha_{\partial} = 20,5 \text{ МДж / кг}$, для даного добрива вміст діючої речовини становить 21,5 %. Приймаємо, що всі мінеральні добрива мають термін дії, що становить 1 рік.

Підставивши всі дані у формулу (3.4) розраховуємо енергоємність застосування сульфату магнію:

$$E_{\partial} = \frac{20,5 \cdot 160 \cdot 21,5}{100 \cdot 1} = 705,20 \text{ МДж/ га}$$

Використовуючи вираз (3.4) проведемо розрахунки щодо енергоємності застосування пестицидів на прикладі внесення робочого розчину десиканту (реглону). Для даного типу гербіциду приймаємо такі значення: норма внесення 2,5 л/га, енергетичний еквівалент $\alpha_{\text{пестиц}} = 420 \text{ МДж / кг}$, вміст діючої речовини в

гербициди – $M_{\text{пестицид}} = 33\%$. Як і для добрив, для пестицидів термін дії становить 1 рік. Хоча реальний термін дії більшості пестицидів значно менший та складає 2-3 місяці.

Підставивши наведені дані у вираз (3.4), розраховуємо енергоємність десиканту при вирощуванні сої:

$$E_{\text{пестицид}} = \frac{420 \cdot 2,5 \cdot 33}{100 \cdot 1} = 346,50 \text{ МДж / га}$$

Затрати енергії, що пов'язані із використанням насіння розраховуємо за відомою формулою:

$$E_n = 1,5 \cdot g_e \cdot \alpha_e \cdot K_c, \quad (3.5)$$

де: g_e – питомі затрати насіннєвого матеріалу, кг/га (обираємо з техкарти);

α_e – нормативний енергетичний еквівалент сої 20,75Дж / кг ;

Так як при сівбі, як за інтенсивною, так і за мінімальною технологіями встановлено однакову норму сівби – 150 кг/га (450...500 тис. нас. /га), то енергоємність даної складової буде однаковою.

Враховуючи наведені дані, маємо:

$$E_n = 1,5 \cdot 150 \cdot 20,75 \cdot 0,88 = 4108,5 \text{ МДж / га}$$

За наведеною методикою проводимо розрахунки для всіх технологічних операцій за розробленими інтенсивною та мінімальною технологіями. Результати розрахунків формуємо у вигляді технологічної карти та розташовуємо в додатки роботи.

3.2 Енергетична оцінка технологій вирощування сої

Коефіцієнт енергетичної ефективності є ключовим показником, що дозволяє оцінити ступінь раціонального використання енергії у виробництві сільськогосподарської продукції. Він відображає співвідношення між енергетичним виходом у вигляді отриманої продукції та витратами енергії на її створення. Зростання цього показника означає підвищення економічної та

екологічної доцільності застосовуваної технології, що узгоджується з сучасними підходами до сталого розвитку аграрного виробництва. В останні роки в Україні розвивається тенденція щодо зменшення енергетичних витрат на всіх технологічних процесах, в тому числі й в сільському господарстві. Значне зростання енергоресурсів (електроенергії, природного газу), які витрачаються для одержання пального, добрив, пестицидів та виготовлення сільськогосподарської техніки.

Ефективність технології зручно оцінювати у порівнянні з іншою або базовою технологією вирощування. В роботі будемо порівнювати інтенсивну, як базову та мінімальну, розроблену технології вирощування сої.

Коефіцієнт енергетичної ефективності визначаємо за виразом:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_3}, \quad (3.6)$$

де E_n – сумарна енергія, що міститься в бобах сої одержаних за різних технологій вирощування, МДж/га;

E_3 – загальна енергоємність, яку витратили при виконанні технологічних операцій вирощування сої, МДж/га.

Загальна енергія (енергоємність врожаю), що міститься в бобах сої одержаних за різних технологій вирощування розраховується за виразом:

$$E_n = (Y_o - Y_{zo} - Y_{yo}) \cdot K_c \cdot \alpha_{no} + Y_n \cdot K_c \cdot \alpha_{nn}, \quad (3.7)$$

де Y_o, Y_{zo}, Y_{yo} – врожайність бобів сої, втрати на доочищенні та доведення до нормативної вологості (сушка) врожаю, кг;

Незернову частину рослин сої не планується збирати, тому другий доданок формули (3.7) буде відсутній. Орієнтовна (планова) врожайність вирощування сої становить 27 ц/га та 24 ц/га відповідно для інтенсивної та мінімальної технологій. Величина втрати врожаю на очищенні та сушінні приймаємо з [10] рівними 2 % та 3 % відповідно.

Враховуючи одержуємо енергоємність за інтенсивною технологією врожаю сої:

$$E_{п.}^{інтен} = (2700 - 81 - 54) \cdot 0,88 \cdot 20,75 = 46836,9 \text{ МДж/га}$$

Для мінімальної технології виробництва сої:

$$E_{п.}^{мин.} = (2400 - 72 - 48) \cdot 0,88 \cdot 20,75 = 41632,8 \text{ МДж / га}$$

Загальний обсяг енергетичних витрат на виконання повного комплексу технологічних операцій і використання матеріальних ресурсів (добрих, пального, насіння, пестицидів) під час вирощування сої за інтенсивною та мінімальною технологіями визначається на основі розроблених технологічних карт. Розраховуємо окремо енергоємність МТА, пального, добрив, насіння та пестицидів шляхом сумування всіх складових для всіх технологічних операцій. Потім визначаємо загальні витрати енергії для всіх елементів технологічної карти. Результати розрахунків та сумарні енерговитрати в цілому для технологій наведено в додатку Б1 та Б2 для інтенсивної та мінімальної технології виробництва бобів сої.

Отже маємо загальну енергоємність:

$$E_{з.}^{интен.} = 17756,7 \text{ МДж/ га}$$

$$E_{з.}^{мин.} = 11735,0 \text{ МДж/ га}$$

Визначаємо енергетичну ефективність технологічних операцій та витратних матеріалів вирощування сої за інтенсивною технологією:

$$K_{ес}^{интен} = \frac{46836,9}{17756,7} = 2,63$$

Енергетична ефективність за мінімальною технологією:

$$K_{ес}^{мин.} = \frac{41632,8}{11735,0} = 3,54$$

Одержанні результати дозволяють стверджувати про вищу ефективність виробництва бобів сої за мінімальною технологією. Коефіцієнт енергетичної ефективності для мінімальної технології вирощування сої становить 3,54, що значно перевищує даний показник для інтенсивної технології, який складе всього 2,63. Таким чином можна рекомендувати до застосування розроблену технологію вирощування сої.

3.3 Оцінка структури енергетичних витрат вирощування сої

Враховуючи отримані дані щодо енергетичних затрат на виконання окремих операцій чи їх комплексів, доцільно провести їх детальний аналіз, щоб удосконалити технологічні рішення для вирощування сої. З цієї метою формується розподіл енерговитрат за основними ресурсами, що забезпечують формування врожаю, зокрема енергетичними витратами машинно-тракторних агрегатів, праці механізаторів, пального, мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Для отримання підсумкових показників виконуємо підрахунок відповідних стовпців за кожним видом ресурсів, поданих у додатках Б1 та Б2 відповідно для інтенсивної та мінімальної технологій.

Загальна структура енерговитрат при застосуванні двох технологій вирощування сої представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Структура енерговитрат за двома технологіями вирощування сої у розрізі видів ресурсів

Показник	Енергоємність, МДж/га	
	інтенсивна	мінімальна
Паливо (дизельне)	5571,4	3401,0
Мінеральні добрива	5921,2	2020,8
Посівний матеріал та пестициди	4873,5	5138,6
МТА	1237,8	1054,9
Праця обслуговуючого персоналу	152,8	119,7
Всього	17756,7	11735,0

Спираючись на наведені результати (табл. 3.1), стає очевидним, що розроблена (мінімальна) технологія вирощування сої має значно менші сумарні енерговитрати у порівнянні з інтенсивною, що у відсотковому співвідношенні

становить 33,9 %. Найбільш витратним видом ресурсів для інтенсивної технології є мінеральні добрива – 5921,2 МДж/га, дещо менші для пального та посівного матеріалу – 5571,4 МДж/га та 4873,5 МДж/га відповідно.

Для розробленої мінімальної технології вирощування сої структура значно відрізняється від інтенсивної. Найбільш затратною, з енергетичної точки зору, є посівний матеріал та пестициди. В структурі цих двох складових саме на насіння припадає в середньому 90...95 %. Значно менші енерговитрати зафіксовані на пальне та застосування мінеральних добрив. Аналогічна картина, як і для інтенсивної технології – найменш затратними є енергоємність МТА та праці обслуговуючого персоналу (механізаторів).

Для порівняння енергетичних затрат, так званих технологічних матеріалів, наведемо графік 3.1.

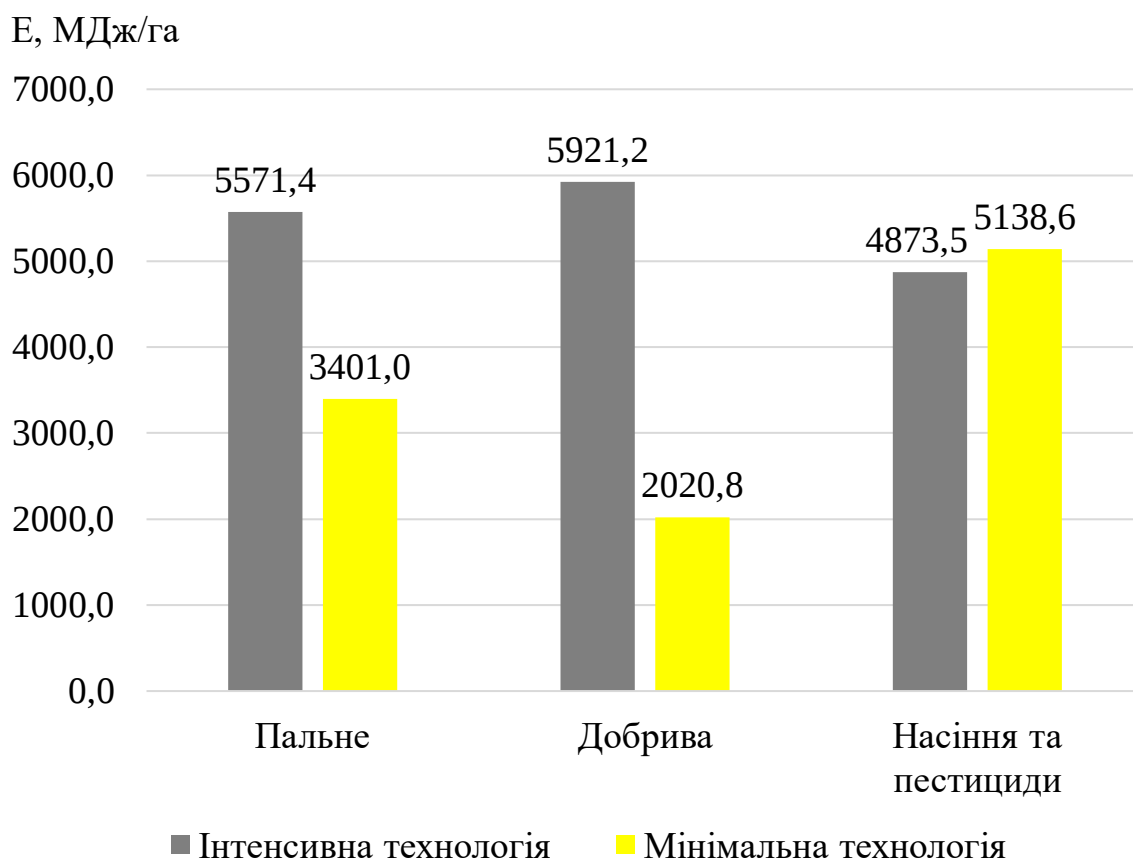


Рисунок 3.1 – Енерговитрати на основні види ресурсів при вирощуванні сої

Застосування мінімальної технології вирощування бобів сої сприяє значному зниженню енерговитрат на пальне та мінеральні добрива (рис. 3.1).

Так, затрати енергоресурсів у вигляді пально зменшуються на 38,9 %, з 5571,4 до 3401,0 МДж/га. Зниження енерговитрат на мінеральні добрива для мінімальної технології вирощування сої становлять 65,9 %. Враховуючи вартість добрив, це суттєве зменшення не тільки енерговитрат, а й коштів на закупівлю. Досягнути цього вдалося за рахунок зменшення обсягів внесення добрив за один раз, розподіливши їх меншими дозами та використання позакореневого підживлення рослин. Такі заходи дозволяють забезпечувати необхідними мінеральними речовинами посіви сої під час вегетації та зменшувати загальні обсяги внесення добрив. Крім того, в зоні Степу України не завжди значні норми внесення добрив дають рівноцінний результат щодо збільшення врожайності. За рахунок недостатніх запасів вологи, рослини просто не можуть засвоїти добриво, що може бути у вигляді гранул в ґрунті.

У зв'язку із переходом на мінімальну технологію та відповідно зниженню кількості операцій та глибини обробітку ґрунту, виникла необхідність інтенсифікації хімічного захисту рослин. В мінімальній технології виконуються додаткове внесення ґрунтового гербіциду та препаратів для захисту від хвороб та шкідників. Саме з цим пов'язано незначне зростання на 5,4 %, з 4873,5 МДж/га до 5138,6 МДж/га енергоємності посівного матеріалу та пестицидів за мінімальною технологією вирощування сої. Слід зазначити, що лєвова частина в структурі даного виду займає саме посівний матеріал – 4108,5 МДж/га для обох технологій вирощування сої.

Для пошуку проблемних аспектів вирощування сої необхідно виконувати аналіз структурних показників енерговитрат за комплексами технологічних операцій. Серед всіх технологічних операцій виділимо наступні комплекси (групу операцій): основний та передпосівний обробіток ґрунту; сівба; внесення мінеральних добрив; догляд за посівами та збирально-транспортна кампанія.

На рис. 3.2 наведено структуру енергоємності комплексів технологічних операцій при вирощуванні сої за інтенсивною технологією.



Рисунок 3.2 – Структура енерговитрат вирощування сої за інтенсивною технологією

Наведені результати (рис. 3.2) свідчать, що найбільшу енергоємність за функціональними ознаками має комплекс операцій із внесення мінеральних добрив – 39 % у загальній структурі. Це пов'язано із високою енергоємністю добрив, що обґрунтовується значним витратами на їх виробництво. Крім того, інтенсивна технологія передбачає застосування значної кількості добрив – 360 кг/га. Друга за обсягом складова енергоємності припадає на сівбу – 26 %, що також обумовлено застосування посівного матеріалу, що має один із найвищих показників енергоємності. За інтенсивної технології вирощування значні затрати енергетичних ресурсів пов'язані із обробітком ґрунту, проте у структурі вони займають всього 16 %. Для порівняння двох технологій розглянемо аналогічний розподіл енерговитрат для мінімальної технології.

Структура енергоємності комплексу технологічних операцій вирощування сої за мінімальною технологією наведено на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Розподіл енерговитрат комплексів операцій при вирощуванні сої за мінімальною технологією

Аналізуючи розподіл енергоємності (рис. 3.3) за функціональними ознаками для мінімальної технології вирощування сої очевидним є зміщення фокусу на комплекс операцій сівби. В загальній структурі даний комплекс операцій становить 47 % від загального обсягу. В кількісному значенні зростання даного показника для мінімальної технології пов'язане із застосуванням добрив при сівбі. В той час, як при сівбі за інтенсивною технологією припосівне внесення добрив відсутнє. Енергоємність догляду за посівами зросла з 1727 МДж/га до 2313 МДж/га. Зростання пов'язане із необхідністю посилення хімічного захисту посівів за рахунок зменшення інтенсивності та глибини обробітків ґрунту. Слід зауважити, що впровадження запропонованої технології вирощування сої дозволяє значно зменшити енергоємність комплексу операцій обробітку ґрунту з 2909,8 МДж/га до 912,5 МДж/га або на 68,6 %.

Застосування розробленої технології вирощування сої дозволяє суттєво зменшити енергоємність всього комплексу операцій. В той час для

сільськогосподарського виробництва важливе значення мають собівартість вирощування. Тому, за аналогією виконаємо визначення енергетичної вартості одержаного врожаю сої за двома технологіями її вирощування.

3.4 Визначення енергетичної вартості вирощеного врожаю сої

В будь-якому виробництві одним із важливих показників економічної діяльності підприємства собівартість одержаної продукції. В сільському господарстві аналогічно, крім величини врожайності, яку беруть на основний показник, необхідно враховувати питомі затрати на одержання цього обсягу врожаю. Так як, врожайність можна одержати високу, проте собівартість може перевищувати ціну, то прибуток буде відсутній.

Розглянемо собівартість однієї тони, в енергетичних показниках, вирощеного врожаю сої за двома технологіями. Таким чином можна оцінити ефективність енерговитрат при одержанні бобів сої за інтенсивною та мінімальною технологією.

Даний показник називають енергетичною ціною та розраховують за формулою [15]:

$$E_{\text{зм}} = \frac{E_{\text{з}}}{U_{\text{з}}} \cdot K_{\text{срз}}; \quad (3.8)$$

де $U_{\text{з}}$, – планова врожайність бобів сої, т/га.

$K_{\text{срз}}$ – нормований коефіцієнт, який враховує співвідношення затрат енергії на одержання зернової частини врожаю сої.

Для незернової частини врожаю сої не проводимо розрахунки, так як її не планується збирати, а просто подрібнювати та розкидати по поверхні поля. Розкидання незернової частини стебел сої має значний позитивний ефект – аналогічний використанню сидератів, так як ця культура здатна накопичувати азот із повітря та фіксувати його в собі.

Враховуючи планову врожайність (додатки А1 та А2) виконуємо розрахунки щодо енергетичної ціни бобів сої вирощених за інтенсивною та мінімальною технологіями:

$$E_{\text{зт.}}^{\text{інтен}} = \frac{17756,7}{2,7} = 6576,6 \text{ МДж / т},$$

$$E_{\text{зт.}}^{\text{мін.}} = \frac{11735,0}{2,4} = 4889,6 \text{ МДж / т}$$

Таким чином впровадження розробленої мінімальної технології вирощування сої сприяє значному зниженню енерговитрат на одержання однієї тони продукції на 25,65 %.

На рис. 3.4 представлено узагальнені результати енергетичної оцінки вирощування бобів сої за двома технологіями.

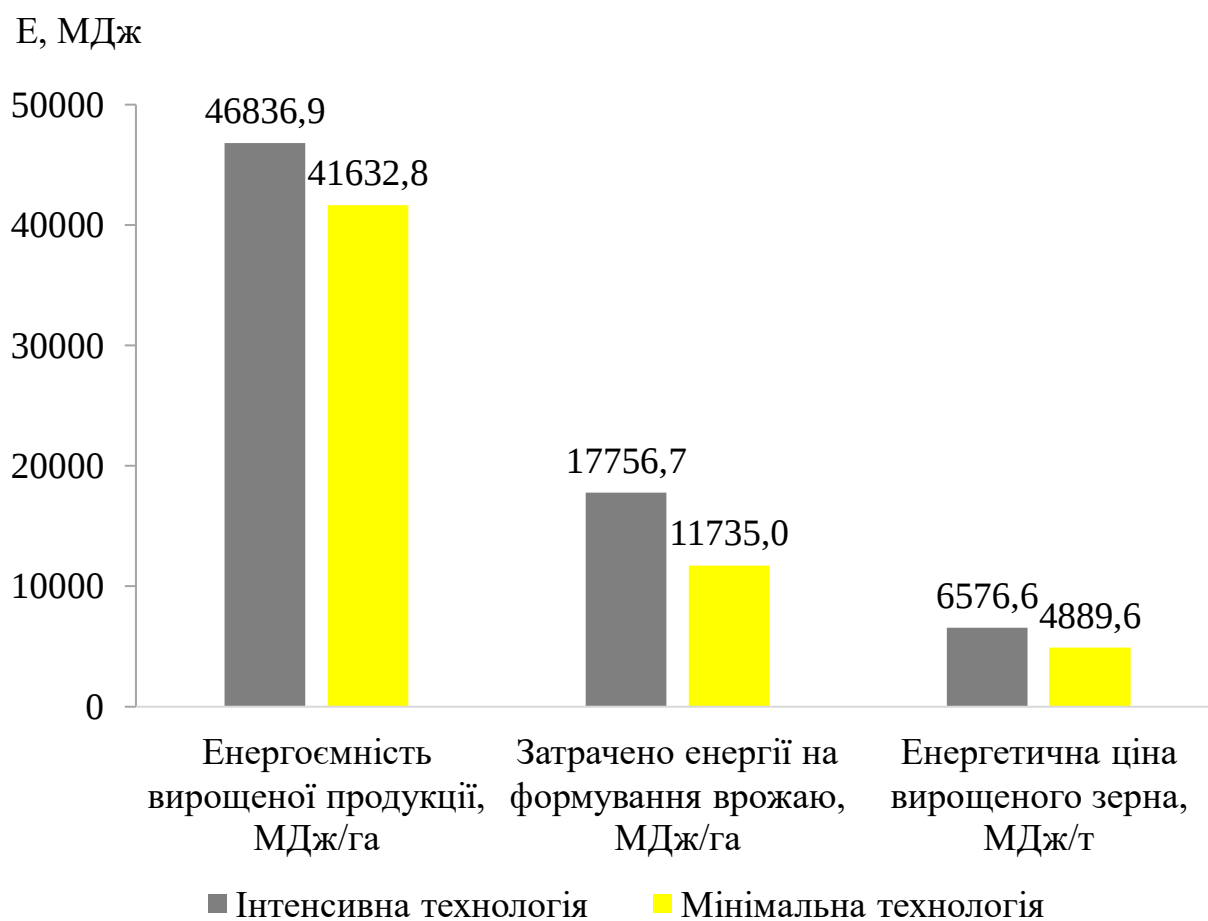


Рисунок 3.4 – Загальні показники енергетичної оцінки вирощування сої

Висновки до розділу. Впровадження розробленої мінімальної технології для вирощування бобів сої сприяє значному зменшенні на 33,9 % енергоємності всіх технологічних операцій з 17756,7 МДж/га для інтенсивної до 11735,0 МДж/га – для розробленої мінімальної. Застосування запропонованої технології призводить до незначного зниження врожайності сої з 2,7 т/га до 2,4 т/га, проте коефіцієнт енергетичної ефективності для мінімальної технології значно вищий – 3,54, в той час, як для інтенсивної він всього становить 2,63. Крім цього, впровадження розробленої мінімальної технології вирощування сої сприяє значному зниженню енерговитрат на одержання однієї тони продукції на 25,65 % (з 6576,6 МДж/т до 4889,6 МДж/т). Розроблена технологія дозволяє значно скоротити енергоємність певних комплексів технологічних операцій, зокрема в системі обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні питання з охорони праці на сільськогосподарському виробництві

«Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [14].

Охорона праці в сільському господарстві спрямована на забезпечення безпеки працівників під час виконання робіт у полі, на фермах та об'єктах агропромислового виробництва. Її основою є створення безпечних і здорових умов праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань. Усі роботи повинні проводитися відповідно до нормативно-правових актів і стандартів, що регламентують вимоги безпеки для обладнання, техніки та виробничих процесів. Працівники мають проходити інструктажі, навчання та перевірку знань з безпеки, а також медичні огляди перед прийняттям на роботу та періодично протягом трудової діяльності.

На підприємстві повинні забезпечувати справний технічний стан машинно-тракторного парку, обладнання для тваринницьких комплексів, засобів хімічного захисту рослин та іншої техніки, яка використовується у виробництві. Робота на несправних машинах суворо забороняється, так само як і експлуатація техніки без захисних огорожень, сигналізацій та інших засобів безпеки. Значну увагу приділяють організації робочих місць, дотриманню санітарно-гігієнічних вимог, забезпеченню працівників спецодягом, засобами індивідуального захисту та необхідними матеріалами для безпечного виконання завдань.

«Об'єкт підвищеної небезпеки – це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або

перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру» [15].

У сільському господарстві існує значна кількість небезпечних і шкідливих виробничих факторів – рухомі частини машин, підвищена запиленість та загазованість повітря, вплив хімічних препаратів, робота у складних погодних умовах, підвищений рівень шуму та вібрацій. Тому важливо дотримуватися правил безпечного виконання технологічних операцій: роботи з пестицидами ведуться в захисному спорядженні; трактористи та оператори повинні дотримуватися технологічних карт і правил експлуатації агрегатів; під час обслуговування тварин необхідно уникати небезпечних ситуацій, пов'язаних із поведінкою худоби та експлуатацією обладнання для її утримання.

Організація робочого часу також має значення: робота повинна проводитися лише в періоди, коли забезпечено належне освітлення та огляд місцевості, а при підвищеній температурі, опадах, сильному вітрі або інших несприятливих умовах необхідно коригувати графік. Забороняється перебування на території виробництва сторонніх осіб, а для працівників повинні бути організовані місця для відпочинку, харчування та зберігання одягу.

Керівництво господарства зобов'язане проводити постійний контроль за станом охорони праці, організовувати розслідування нещасних випадків і впроваджувати заходи для їх попередження. Важливо також забезпечувати пожежну безпеку, особливо під час зберігання пального, сіна, зерна та інших легкозаймистих матеріалів, а також мати в готовності засоби пожежогасіння.

Дотримання цих основних положень дозволяє мінімізувати ризики, зберегти здоров'я працівників і забезпечити стабільну та ефективну роботу всього сільськогосподарського підприємства.

4.2 Основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами

Під час проведення дискування ґрунту важливо забезпечити безпечні умови праці для механізатора та оточуючих, адже ця операція пов'язана з роботою потужної сільськогосподарської техніки, значними навантаженнями на агрегати та підвищеним ризиком травмування. Перед початком роботи механізатор повинен пройти інструктаж з охорони праці, отримати завдання та впевнитися, що агрегат справний і відповідає технічним вимогам. Обов'язково здійснюється огляд трактора та дискової борони: перевіряють стан дисків, кріплень, рами, гідравлічної системи, працездатність гальм, рульового керування, освітлення та звукової сигналізації. Особлива увага приділяється дискам та підшипниковим вузлам, які не повинні мати тріщин, пошкоджень або надмірного люфту. Перед виїздом з машино-тракторного парку необхідно переконатися, що всі захисні кожухи і огороження встановлені та закріплені.

Під час агрегатування борони з трактором роботу виконують лише на рівному майданчику та вдвох: один керує трактором, другий здійснює приєднання, при цьому трактор має бути заглушений або перебувати у нейтральному положенні з увімкненим стоянковим гальмом. Заборонено перебувати між трактором і навіскою під час піднімання або опускання рам дискової борони. Гідросистему під'єднують тільки при знятій напрузі, стежать за відсутністю витоків масла та справністю шлангів високого тиску.

Під час роботи тракторист повинен бути забезпечений спецодягом, взуттям, рукавицями та засобами захисту органів слуху. Перед початком руху він має впевнитися, що поблизу немає сторонніх осіб, тварин або перешкод. На полі забороняється переміщатися на швидкості, що перевищує встановлену для дискування, різко повертати, рухатися зі значними перекосами агрегату або працювати на схилах, які перевищують допустимий кут нахилу. Робота повинна проводитися лише вдень або в умовах достатньої видимості; у сутінках чи вночі потрібно використовувати справне робоче освітлення. Заборонено працювати

під час сильного туману, зливи, грози чи надмірної запиленості, що обмежує огляд.

Під час транспортування борони дорогами загального користування раму слід підняти у транспортне положення, надійно зафіксувати та перевірити справність світлових приладів. Швидкість руху має відповідати вимогам безпеки, а механізатор зобов'язаний дотримуватися правил дорожнього руху. На поворотах та нерівностях необхідно рухатися особливо обережно, аби уникнути розгойдування або самовільного опускання робочих органів.

Під час роботи категорично заборонено очищати диски, регулювати робочі органи, усувати забивання соломи або рослинних решток при працюючому або нерухомому, але не заглушеному тракторі. Усі регулювання проводяться тільки після повної зупинки, заглушення двигуна та встановлення агрегату на рівний майданчик. Заборонено перебувати під піднятою рамою без додаткових упорів чи страховок.

Механізатор повинен періодично контролювати нагрівання підшипників, стан дисків та кріплень, зупиняти роботу у разі появи сторонніх шумів, вібрацій чи видимих пошкоджень. Паливо заправляють виключно при заглушеному двигуні, на безпечній відстані від відкритого вогню. Куріння під час заправки або поблизу складів ПММ заборонено. У разі аварійної ситуації або поломки тракторист має негайно зупинити агрегат, прибрати його з робочої смуги (якщо це можливо) та повідомити керівника робіт.

Після завершення дискування трактор зупиняють на рівному майданчику, опускають дискову борону на ґрунт, заглушають двигун і проводять технічний огляд. Робочі органи очищають дерев'яними чи металевими скребками, уникаючи контакту з гострими дисками голими руками. Усі використані матеріали, ганчір'я та мастила прибирають у визначені місця, а про виявлені несправності повідомляють відповідальну особу.

У разі виникнення загоряння під час роботи машинно-тракторного агрегату механізатор повинен діяти швидко, послідовно та без паніки, оскільки наявність пального, мастил, високої температури двигуна та електропроводки

створює високий ризик стрімкого поширення вогню. Насамперед необхідно негайно зупинити трактор, вимкнути передачу, заглушити двигун та перекрити подачу пального. Одночасно трактор слід відвести, якщо це можливо й безпечно, подалі від посівів, сухої рослинності, складів пального, будівель або інших об'єктів, що можуть зайнятися.

Після зупинки агрегату потрібно швидко оцінити джерело загоряння. Якщо полум'я невелике, механізатор має використати штатний вогнегасник, який обов'язково повинен знаходитися в кабіні трактора або на рамі машини та бути справним. Застосовують вогнегасник короткими натисканнями, подаючи струмінь із невеликої дистанції, спрямовуючи його в основу полум'я, а не у верхню частину язиків вогню. Якщо поруч є сухий пісок чи земля, ними можна додатково присипати осередок горіння. Заборонено використовувати воду для гасіння палаючого палива, мастил або електрообладнання, адже це може спричинити розповсюдження полум'я або ураження струмом.

Якщо загоряння швидко поширюється та неможливо ліквідувати його власними силами, необхідно негайно відійти на безпечну відстань, повідомити пожежну службу за номером 101 і сповістити керівника робіт. До приїзду пожежних слід попередити всіх працівників, що знаходяться поблизу, організувати їхнє відведення від небезпечної зони та запобігти доступу сторонніх людей. За наявності можливості необхідно прибрати з ділянки легкозаймисті матеріали, бочки з паливом, мастила або інші боєприпаси, не наражаючись на небезпеку.

У процесі гасіння пожежі категорично забороняється відкривати кришку паливного бака або оглядати двигун у місці інтенсивного горіння, оскільки приплив кисню може спричинити спалах. Також неприпустимо заходити під агрегат, піднімати борону або інші робочі органи без потреби, торкатися розігрітих деталей чи проводів. Механізатор повинен пам'ятати, що навіть після видимого загасання окремі частини агрегату можуть залишатися розпеченими й спричинити повторне займання.

Після локалізації вогню слід контролювати можливість повторного загоряння, наглядати за місцем пожежі до прибуття керівника робіт або відповідальних осіб. Повторний запуск двигуна чи продовження роботи суворо заборонені. Трактор необхідно відбуксирувати або доставити технікою на ремонтний майданчик лише після отримання дозволу та всебічного огляду.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

Оцінювання економічної результативності різних технологій вирощування сої доцільно починати зі збирання повного набору вихідної інформації для обох досліджуваних варіантів розглянутих в дипломній роботі. На цьому етапі уточнюють площу посівів, фактичні норми використання насіння, добрив, засобів захисту рослин, пального, а також їхню ринкову вартість. Додатково враховують фонд оплати праці, витрати на технічне обслуговування машин, амортизаційні нарахування та інші статті витрат, пов'язані з виробничим процесом.

Після формування повної ресурсної бази виконуємо детальний розрахунок витрат на вирощування сої в межах кожної технології. На цьому етапі визначаємо фактичне споживання всіх матеріальних і трудових ресурсів, що дає змогу встановити загальну суму виробничих витрат. Далі необхідно обчислити валове виробництво сої, яке залежить від поєднання врожайності та площі посівів, і розраховують очікувану виручку, орієнтуючись на актуальні ціни реалізації продукції.

Отримані дані дозволяють провести порівняльний аналіз обох технологій за ключовими економічними критеріями: собівартістю продукції, структурою експлуатаційних витрат, рівнем прибутку та рентабельності. Такий аналіз дає змогу визначити, яка технологія вирощування забезпечує нижчі витрати, більший економічний ефект і є більш вигідною для впровадження в умовах господарства. На підставі виконаних розрахунків в кінці розділу сформуємо узагальнені висновки щодо результативності кожної технології та доцільності її застосування в подальшій виробничій практиці. В реальних виробничих ситуаціях одним із основних показників ефективності організації та виконання всіх технологічних операцій є собівартість врожаю, а не його обсяг. Тому, часто в господарствах вирощують сільськогосподарські культури за мінімальними або енергоощадними технологіями.

Початкові або вихідні дані для розрахунку економічної ефективності розроблених заходів вирощування сої представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані роботи

Показник	Інтенсивна технологія	Мінімальна технологія
Планова площа вирощування сої, га	162	162
Орієнтовна (планова) урожайність сої, т/га	2,7	2,4
Обсяг врожаю, т	716,75	655,75
Ціна реалізації сої, грн/т	17800	17800
Витрата пального за техкартою, кг/га	69,4	42,1
Ціна ПММ, грн./кг	60	60
Нормативна годинна оплата праці, грн/год	70	70

Застосування мінімальної технології вирощування сої дає змогу помітно скоротити експлуатаційні витрати, зокрема на пальне та добрива за рахунок зменшення їх обсягів застосування, при цьому зменшення врожайності є незначним. Це сприяє зниженню обсягу щорічних вкладень у виробництво та дозволяє вивільнити частину коштів, які можна спрямувати на модернізацію технічного забезпечення або впровадження сучасних технологій.

Розрахунок експлуатаційних витрат здійснюється відповідно до стандартної методики [10]. На її основі визначають витрати на пальне, насіннєвий матеріал, мінеральні добрива та інші ресурси в перерахунку на одиницю площі, що дозволяє отримати об'єктивну оцінку економічної ефективності застосованої технології.

Експлуатаційні витрати визначаємо за відомою методикою [16, 17]. Для аналізу ефективності застосування технологій приймаємо ціну посівного матеріалу сої 28000 грн/т, що з врахуванням норми сівби отримаємо вартість становитиме 4200 грн/га.

Крім витрат на паливе, добрива, пестициди необхідно враховувати додаткові витрати на роботу адміністративного персоналу та оплату орендної плати. В дипломній роботі приймаємо їх, як додаткові витрати у розмірі 3400 грн/га.

Спираючись на наведені вихідні дані та відомі методики проводимо розрахунки економічних показників інтенсивної та мінімальної технологій. Результати проведених розрахунків складових витрат на вирощування сої за двома технологіями представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати економічної оцінки технологій

Показники	Варіанти технологій	
	Інтенсивна	Мінімальна
Площа вирощування, га	162	162
Планова врожайність сої, т/га	2,7	2,4
Валовий збір, т	437,4	388,8
Ціна 1 т бобів сої, грн.	17800	17800
Витрати всього, грн/га	20137,1	16625,2
в тому числі:		
- ПММ	4164,6	2526,6
- мінеральні добрива	6680,0	4120,0
- посівний матеріал	4200,0	4200,0
- пестициди	1446,0	2185,5
- оплата праці	246,5	193,1
- інші	3400,0	3400,0
Собівартість сої, грн/т	7458,2	6927,2
Одержана виручка, грн	7785720	6920640
Всього витрат, грн	3262205	2693284
Прибуток, грн	4523515	4227356
Рівень рентабельності, %	138,7	157,0

Висновки до розділу. Використання мінімальної технології вирощування сої дозволяє зменшити питомі витрати на паливо на 38,3 %. Техніко-економічними розрахунками встановлено, що собівартість вирощеного врожаю сої за запропонованою технологією становить 6927,2 грн/т, в той час як для інтенсивної – 7458,2 грн/т. Прибуток одержаний за умови застосування мінімальної технології дещо менший, проте рівень рентабельності даної технології складає 157 %, а для інтенсивної всього 138,7 %. Таким чином, можна рекомендувати застосовувати мінімальну технологію вирощування сої в умовах Степу України.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що в Україні за останні роки спостерігається тенденції до значного збільшення посівних площ під вирощування сої. Найбільший приріст зафіксовано за останній 2024 рік – 47,8 % з 1,84 млн. га до 2,72 млн. га. Основною причиною значного зростання посівів під сою є підвищення попиту на світовому ринку та бажання сільськогосподарських підприємств експортувати свою продукцію. Після 2021...2022 років обсяги експорту сої з України сильно виросли: з приблизно 1,1 млн. т. у 2021 році до 2,0 млн. т. в 2022 році та ~3,5 млн т в 2023 році. Рекордний обсяг врожаю сої в Україні зафіксовано у 2024 році – 6,2 млн. т. В Україні найбільші площі посівів сої припадають на Волинську та Дніпропетровську області. В цих областях посівні площі сої становлять більше 10 % від загального обсягу посівів в Україні. . Проте, при її вирощуванні необхідно особливу увагу на природньо-кліматичні умови (запаси продуктивної вологи) та адаптувати технологію відповідно до конкретних умов господарства та мінливості погодних умов та факторів розвитку шкідників та хвороб.

2. Розглянуто основні особливості технологій вирощування сої та впливу технологічних операцій на її врожайність. Розроблено мінімальну технологію вирощування сої для умов Степу України, що має ряд переваг над інтенсивною, основною з яких є збереження дорогоцінної ґрунтової вологи. Впровадження запропонованої технології сої дозволяє значно зменшити кількість технологічних операцій з 25 до 20 та мінімізувати кількість та глибину обробітку ґрунту. Основна задача мінімальної технології досягається за рахунок створення верхнього шару ґрунту, що містить пожнивні рештки. Орієнтовне планове зниження врожайності сої буде становити 0,3 т/га. При цьому, витрата пального на одиницю площі зменшується з 69,4 кг/га до 42,1 кг/га. Також зафіксовано зменшення обсягу витрат праці на 21,9 % та суттєве зниження обсягу виконуваних технологічних операцій.

3. Впровадження розробленої мінімальної технології для вирощування бобів сої сприяє значному зменшенні на 33,9 % енергоємності всіх технологічних

операцій з 17756,7 МДж/га для інтенсивної до 11735,0 МДж/га – для розробленої мінімальної. Застосування запропонованої технології призводить до незначного зниження врожайності сої з 2,7 т/га до 2,4 т/га, проте коефіцієнт енергетичної ефективності для мінімальної технології значно вищий – 3,54, в той час, як для інтенсивної він всього становить 2,63. Крім цього, впровадження розробленої мінімальної технології вирощування сої сприяє значному зниженню енерговитрат на одержання однієї тони продукції на 25,65 % (з 6576,6 МДж/т до 4889,6 МДж/т). Розроблена технологія дозволяє значно скоротити енергоємність певних комплексів технологічних операцій, зокрема в системі обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив.

4. Наведено загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами.

5. Використання мінімальної технології вирощування сої дозволяє зменшити питомі витрати на паливе на 38,3 %. Техніко-економічними розрахунками встановлено, що собівартість вирощеного врожаю сої за запропонованою технологією становить 6927,2 грн/т, в той час як для інтенсивної – 7458,2 грн/т. Прибуток одержаний за умови застосування мінімальної технології дещо менший, проте рівень рентабельності даної технології складає 157 %, а для інтенсивною всього 138,7 %. Таким чином, можна рекомендувати застосовувати мінімальну технологію вирощування сої в умовах Степу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур. <https://stat.gov.ua/uk/datasets/ploshchi-valovi-zbory-ta-urozhaynist-silskohospodarskykh-kultur-richna>
2. Державна служба статистики України. Посівні площі під сільськогосподарські культури за областями. <https://stat.gov.ua/uk/datasets>
3. Темпи експорту сої з України у 2023/24 МР. https://graintrade.com.ua/en/novosti/tempi-eksportu-soi-z-ukraini-u-202324-mr-na-33-perevishuyut-torishni.html?utm_source
4. Переробка сої в Україні у 2024/25 МР стане рекордною за рахунок збільшення поставок до ЄС. https://graintrade.com.ua/novosti/pererobka-soi-v-ukraini-u-202425-mr-stane-rekordnoyu-za-rahunok-zbilshennya-postavok-do-es.html?utm_source
5. Ukraine Emerging as a New Global Soybean Exporter. https://www.vantrumpreport.com/2025/08/13/ukraine-emerging-as-a-new-global-soybean-exporter/?utm_source
6. Silva, G.F.d., Calonego, J.C., Luperini, B.C.O., Silveira, V.B., Chamma, L., Soratto, R.P., Putti, F.F. No-Tillage System Can Improve Soybean Grain Production More Than Conventional Tillage System. *Plants* 2023, 12, 3762. <https://doi.org/10.3390/plants12213762>
7. Чайка, Т. О., Логвиненко, В. В., & Пшенишний, А. А. (2023). Вплив систем обробітку ґрунту на врожайність сої. *Scientific Progress & Innovations*, 26(4), 54–59. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.10>
8. Tymoshchuk, T., Kyrylyuk, V., Kolesnikov, M., Moisiienko, V. , & Plotnytska, N. (2025). Regulation of soybean water regime under tillage and fertilisation for sustainable agriculture. *Scientific Horizons*, 28(1), 50-60. <https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.50>

9. Litvinov, D., & Olefirenko, O. (2023). Assessment of the tillage impact on soybean productivity . *Plant and Soil Science*, 14(3), 75-83. <https://doi.org/10.31548/plant3.2023.75>

10. Кобець А.С. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві / А.С Кобець, В.Ю. Ільченко, В.Г. Бутенко, [та ін.] – ДДАУ, Дніпропетровськ, 2007. – 288 С.

11. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на обробіток ґрунту /І. М. Демчак, Л. В. Кукса, В. М. Івченко, В.С. Пивовар та ін. Київ : НДІ "Укراгропромпродуктивність", 2019. 280 с.

12. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами [Текст] / [І. М. Демчак та ін.] ; Укр. НДІ продуктивності агропром. комплексу. - Київ : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2019. - 103 с.

13. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / І. М. Демчак, В. О. Завалевська, В. С. Пивовар, М. Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ “Украгропромпродуктивність”, 2014. – 272 с.

14. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.

15. Наказ МОЗ «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» від 27.12.2001, № 528.

16. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П. та ін. Практикум з використання машин у рослинництві. Дн-ськ, ДДАУ, 2002. – 212с.

17. Методичні рекомендації до практичних занять з навчальної дисципліни «Експлуатація машин і обладнання» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія». О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко, П.М. Кухаренко. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – 246 с.

ДОДАТКИ

Додаток А1 – План механізованих робіт вирощування сої на площі 162 га за інтенсивною технологією

Попередник - кукурудза на зерно

врожайність насіння-2,5 т/га

Тип ґрунту-І

Гр. господарств-ІІ

	Операції	Агротех вим	Однаци вимру	Обсяг роботи	Строки виконання		Тривалість роботи за добу	Склад агрегату			кількість с.-г. машин	Виріботок			Потрібно для виконання роботи			Витрати палива, кг		Затрати праці, люд-год/га		Кількість нормо-змін
					календарні	тривалість днів		трактор	зілка	с.-г. м.		за годину	за зміну	за добу	агрегатів	трактористів	доплаткових працівників	за нормою	на весь обсяг	на одиницю роботи	на весь обсяг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Дискування стерні перше	10-12 см	га	162	01-07.10	3	14	Case MX 285		БДД-6	1	7,60	53,2	106,4	1	2		4,20	680,4	0,13	21,3	3,70
2	Дискування стерні друге	12-14 см	га	162	10-15.10	3	14	Case MX 285		БДД-6	1	7,60	53,2	106,4	1	2		4,10	664,2	0,13	21,3	3,70
3	Навантаження сульфату амонію	0,14 т/га	т	22,68	20.10-05.11	7	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	5,2	0,03	0,8	0,11
4	Перевезення добрив і завантаження розкидача	4 км	т	22,68	20.10-05.11	7	14	Кама3-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,91	20,6	0,12	2,8	0,40
5	Внесення мінеральних добрив	0,14 т/га	га	162	20.10-05.11	7	14	MT3-82		РН-1	1	12,63	88,4	176,8	1	2		2,80	453,6	0,08	12,8	1,83
6	Оранка	25-27см	га	162	20.10-05.11	7	14	Case MX 285		RABE Komoran 7+1	1	1,83	12,8	25,6	1	2		18,40	2980,8	0,55	88,6	12,66
7	Ранньовесняне боронування	5-6 см	га	162	01-10.03	3	14	MT3-1025.2		БЗП-18	1	9,17	64,2	128,4	1	2		1,40	226,8	0,11	17,7	2,52
8	Навантаження амофоски	0,12 т/га	т	19,44	20-30.04	5	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	4,5	0,03	0,6	0,09
9	Перевезення добрив і завантаження розкидача	4 км	т	19,44	20-30.04	5	14	Кама3-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,91	17,7	0,12	2,4	0,34
10	Внесення мінеральних добрив	0,12 т/га	га	162	20-30.04	5	14	MT3-82		РН-1	1	12,63	88,4	176,8	1	2		2,80	453,6	0,08	12,8	1,83
11	Передпосівна культивация	5-7 см	га	162	20-30.04	5	14	Case MX 285		КПСО-10,0	1	8,03	56,2	112,4	1	2		2,90	469,8	0,12	20,2	2,88
12	Навантаження насіння	0,15 т/га	т	24,30	20-30.04	5	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	5,6	0,03	0,8	0,12
13	Перевезення насіння завантаження сіялки	4 км	т	22,68	20-30.04	5	14	Кама3-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,91	20,6	0,12	2,8	0,40
14	Сівба	5-7 см	га	162	20-30.04	5	14	MT3-1025.2		GRAIN 5,4	1	3,06	21,4	42,8	1	2		2,60	421,2	0,33	53,0	7,57
15	Перевезення води та гербіциду	0,2 т/га	т	32,4	02-10.05	5	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	40,5	0,27	8,6	1,23
16	Внесення робочого розчину гербіциду Харнес, 2л/га	0,2 т/га	га	162	02-10.05	5	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
17	Перевезення води і пестицидів	0,2 т/га	т	32,4	01-10.06	3	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	40,5	0,27	8,6	1,23
18	Внесення робочого розчину гербіциду Форвард 1л/га, інсектициду Каратель 0,15 л/га	0,2 т/га	га	162	01-10.06	3	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
19	Навантаження аміачної селітри	0,1 т/га	т	16,20	20-30.06	5	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	3,7	0,03	0,5	0,08
20	Перевезення добрив і завантаження розкидача	4 км	т	16,20	20-30.06	5	14	Кама3-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,91	14,7	0,12	2,0	0,29
21	Внесення аміачної селітри	0,1 т/га	га	162	20-30.06	5	14	MT3-82		РН-1	1	12,63	88,4	176,8	1	2		2,80	453,6	0,08	12,8	1,83
22	Перевезення води і десиканту	0,2 т/га	т	32,4	25.08-05.09	3	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	40,5	0,27	8,6	1,23
23	Десикація	0,2 т/га	га	162	25.08-05.09	3	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
24	Збирання врожаю	2,7 т/га	га	162	10-20.09	10	10	Case 2388		-	1	6,20	43,4	62,0	1	2		15,20	2462,4	0,16	26,1	3,73
25	Перевезення врожаю	4 км	т	437,4	10-20.09	10	10	Кама3-55102		-	1	8,90	62,3	89,0	2	4		0,67	293,1	0,11	49,1	7,02
	Всього																	69,4	10405,5	3,52	408,9	

Додаток А2 – План механізованих робіт вирощування сої на площі 162 га за мінімальною технологією

Попередник - кукурудза на зерно

врожайність насіння-2,4 т/га

Тип ґрунту-І

Гр. господарств-ІІ

1	Операції	Агротех. вим.	Однораз. виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		8	Склад агрегату			12	Виріботок			Потрібно для виконання роботи			Витрати палива, кг		Затрати праці, люд-год/га		Кількість нормо-змін
					календарні	тривалість днів		трактор	зірка	с.-г. м.		за годинау	за зміну	за добу	агрегатів	трактористів	додаткових працівників	за нормою	на весь обсяг	на одиницю роботи	на весь обсяг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Дискування стерні	10-12 см	га	162	10-15.10	3	14	Case MX 285		БП-6	1	7,10	49,7	99,4	1	2		5,00	810,0	0,14	22,8	3,70
2	Закриття волопи	3-4 см	га	162	05-15.03	3	14	MT3-1025.2		БЗП-18	1	9,17	64,2	128,4	1	2		1,20	194,4	0,11	17,7	2,52
3	Перевезення води і гербіциду	0,15 т/га	т	24,3	10-20.04	3	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	30,4	0,27	6,5	0,93
4	Внесення робочого розчину гербіциду Гром Тотал 0,25 л/га, Метрікс 0,5 кг/га	0,15 т/га	га	162	10-20.04	3	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
5	Суцільна культивування	5-7 см	га	162	10-20.04	5	14	Case MX 285		КПСО-10,0	1	8,03	56,2	112,4	1	2		2,90	469,8	0,12	20,2	2,88
6	Навантаження нітроамфоски	0,08 т/га	т	12,96	20-30.04	5	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	3,0	0,03	0,4	0,06
7	Навантаження насіння	0,15 т/га	т	24,30	20-30.04	5	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	5,6	0,03	0,8	0,12
8	Перевезення добрив та насіння і завантаження сіялки	4 км	т	37,26	20-30.04	5	14	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,91	33,9	0,12	4,6	0,66
9	Сівба	5-7 см	га	162	20-30.04	5	14	MT3-1025.2		GRAIN 5,4	1	3,06	21,4	42,8	1	2		2,60	421,2	0,33	53,0	7,57
10	Перевезення води та гербіциду	0,15 т/га	т	24,3	фаза 2 листочків	3	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	30,4	0,27	6,5	0,93
11	Внесення робочого розчину гербіциду Стратег, 3,5 л/га	0,15 т/га	га	162	фаза 2 листочків	3	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
12	Навантаження сульфату магнію	0,16 т/га	т	25,92	14-24.06	5	14	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	210,0	420,0	1	2		0,23	6,0	0,03	0,9	0,12
13	Перевезення добрив і завантаження розкидача	4 км	т	25,92	14-24.06	5	14	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	56,8	113,6	1	2		0,91	23,6	0,12	3,2	0,46
14	Внесення мінеральних добрив	0,16 т/га	га	162	14-24.06	5	14	MT3-82		РН-1	1	12,63	88,4	176,8	1	2		2,80	453,6	0,08	12,8	1,83
15	Перевезення води, добрив та пестицидів	0,15 т/га	т	24,3	01-10.07	3	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	30,4	0,27	6,5	0,93
16	Внесення розчину Карбаміду 10 кг/га, фунгіциду Фортеця Тотал 0,8 л/га, інсектициду Каратель 0,15 л/га	0,15 т/га	га	162	01-10.07	3	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
17	Перевезення води і десиканту	0,2 т/га	т	32,4	25.08-05.09	3	12	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	22,5	45,0	1	2		1,25	40,5	0,27	8,6	1,23
18	Десикація	0,2 т/га	га	162	25.08-05.09	3	12	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	84,6	169,2	1	2		1,30	210,6	0,07	11,5	1,64
19	Збирання врожаю	2,4 т/га	га	162	10-20.09	10	10	Case 2388		-	1	6,20	43,4	62,0	1	2		14,90	2413,8	0,16	26,1	3,73
20	Перевезення врожаю	4 км	т	372,6	10-20.09	10	10	КамАЗ-55102		-	1	8,34	58,4	83,4	2	4		0,67	249,6	0,12	44,7	6,38
	Всього																	42,1	6058,5	2,76	281,2	

Додаток Б1 – Технологічна карта вирощування сої на площі 162 га (інтенсивна технологія)

1	Операції	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Годинна продуктивність	Потрібно для виконання		Норма витрати		К-сть нормозмін	Енергоємність, МДж/га					
				трактор	зіплка	с.-г. машина			трактористів	допоміжних працівників	пального, кг/га, кг/т	праці людини, люд-год/га		МТА	Пальне	Праця людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Дискування стерні перше	га	162	Case MX 285		БДД-6	1	7,60	1		4,2	0,13	3,70	66,14	333,90	5,71		405,75	
2	Дискування стерні друге	га	162	Case MX 285		БДД-6	1	7,60	1		4,1	0,13	3,70	66,14	325,95	5,71		397,80	
3	Навантаження сульфату амонію	т	22,68	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,11	5,58	18,29	1,45		25,31	
4	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	22,68	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,40	12,47	72,35	5,35		90,17	
5	Внесення мінеральних добрив	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	2296,00	2536,73	
6	Оранка	га	162	Case MX 285		RABE Kormoran 7+1	1	1,83	1		18,4	0,55	12,66	199,55	1462,80	23,73		1686,09	
7	Ранньовесняне боронування	га	162	MT3-1025.2		БЗП-18	1	9,17	1		1,4	0,11	2,52	15,69	111,30	4,73		131,72	
8	Навантаження амофоски	т	19,44	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,09	5,58	18,29	1,45		25,31	
9	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	19,44	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,34	12,47	72,35	5,35		90,17	
10	Внесення мінеральних добрив	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	865,20	1105,93	
11	Передпосівна культивация	га	162	Case MX 285		КПСО-10,0	1	8,03	1		2,9	0,12	2,88	52,51	230,55	5,41		288,46	
12	Навантаження насіння	т	24,3	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,12	5,58	18,29	1,45		25,31	
13	Перевезення насіння завантаження сіялки	т	22,68	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,40	12,47	72,35	5,35		90,17	
14	Сівба	га	162	MT3-1025.2		GRAIN 5,4	3	3,06	1		2,6	0,33	7,57	95,27	206,70	14,20	4108,50	4424,67	
15	Перевезення води та гербіциду	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57		166,58	
16	Внесення робочого розчину гербіциду Харнес, 2л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	264,00	418,28	
17	Перевезення води і пестицидів	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57		166,58	
18	Внесення робочого розчину гербіциду	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	154,50	308,78	
19	Навантаження аміачної селітри	т	16,2	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,08	5,58	18,29	1,45		25,31	
20	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	16,2	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,29	12,47	72,35	5,35		90,17	
21	Внесення аміачної селітри	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	2760,00	3000,73	
22	Перевезення води і десиканту	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57		166,58	
23	Десикація	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	346,50	500,78	
24	Збирання врожаю	га	162	Case 2388		-	1	6,20	1		15,2	0,16	3,73	304,44	1208,40	7,00		1519,84	
25	Перевезення врожаю	т	437,4	КамАЗ-55102		-	1	8,90	1		0,67	0,11	7,02	11,37	53,27	4,88		69,51	
Всього														1237,8	5571,4	152,8	5921,2	4873,5	17756,7

Додаток Б2 – Технологічна карта вирощування сої на площі 162 га (мінімальна технологія)

	Операції	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Годинна продуктивність	Потрібно для виконання		Норма витрати			Енергоємність, МДж/га					
				трактор	зіплка	с.-г. машина			трактористів	допоміжних працівників	пального, кг/га, кг/т	праці людини, люд-год/га	К-сть нормозмін	МТA	Пальне	Праця людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Дискування стерні	га	162	Case MX 285		БП-6	1	7,10	1		5	0,14	3,70	104,60	397,50	6,11			508,21
2	Закриття вологи	га	162	MT3-1025.2		БЗП-18	1	9,17	1		1,2	0,11	2,52	15,69	95,40	4,73			115,82
3	Перевезення води і гербіциду	т	24,3	MT3-82		1НЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	0,93	55,63	99,38	11,57			166,58
4	Внесення робочого розчину гербіциду Гром Тотал 0,25 л/га, Метрікс 0,5 кг/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08		157,50	311,78
5	Суцільна культивация	га	162	Case MX 285		КПСО-10,0	3	8,03	1		2,9	0,12	2,88	52,51	230,55	5,41			288,46
6	Навантаження нітроамфоски	т	12,96	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,06	5,58	18,29	1,45			25,31
7	Навантаження насіння	т	24,3	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,12	5,58	18,29	1,45			25,31
8	Перевезення добрив та насіння і завантаження сіялки	т	37,26	КамАЗ-55 102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,66	12,47	72,35	5,35			90,17
9	Сівба	га	162	MT3-1025.2		GRAIN 5,4	3	3,06	1		2,6	0,33	7,57	95,27	206,70	14,20	947,60	4108,50	5372,27
10	Перевезення води та гербіциду	т	24,3	MT3-82		1НЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	0,93	55,63	99,38	11,57			166,58
11	Внесення робочого розчину гербіциду Стратег, 3,5 л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08		462,00	616,28
12	Навантаження сульфату магнію	т	25,92	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,12	5,58	18,29	1,45			25,31
13	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	25,92	КамАЗ-55 102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,46	12,47	72,35	5,35			90,17
14	Внесення мінеральних добрив	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	705,20		945,93
15	Перевезення води, добрив та пестицидів	т	24,3	MT3-82		1НЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	0,93	55,63	99,38	11,57			166,58
16	Внесення розчину Карбаміду 10 кг/га, фунгіциду Фортеця Тотал 0,8 л/га, інсектициду Каратель 0,15 л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	368,00	64,10	586,38
17	Перевезення води і десиканту	т	32,4	MT3-82		1НЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57			166,58
18	Десикація	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08		346,50	500,78
19	Збирання врожаю	га	162	Case 2388		-	1	6,20	1		14,9	0,16	3,73	304,44	1184,55	7,00			1495,99
20	Перевезення врожаю	т	372,6	КамАЗ-55 102		-	1	8,34	1		0,67	0,12	6,38	12,13	53,27	5,20			70,60
Всього														1054,9	3401,0	119,7	2020,8	5138,6	11735,0

Додаток В – Демонстраційний матеріал до дипломної роботи

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ефективність використання техніки при вирощуванні сої

Демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

Виконав: студент 2 курсу, групи МГАІ-1-24

Кахічко Вячеслав Євгенович

Керівник: к.т.н., доцент

Макаренко Дмитро Олександрович

ДНІПРО 2025

Метою дипломної роботи є оптимізація технологічних операцій при вирощуванні сої для забезпечення мінімальної собівартості врожаю.

Для досягнення мети необхідно виконати такі задачі:

- Проаналізувати обсяги та динаміку вирощування сої в Україні та її експорту за останні роки. Навести особливості технологій вирощування сої.
- Виконати аналіз ефективності технологічних операцій при вирощуванні сої та розробити технологічну карту на його основі.
- Провести енергетичний аналіз розробленої (мінімальної) технології вирощування сої та обґрунтувати її ефективність.
- Розглянути загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами.
- Виконати економічну оцінку впровадження розробленої технології вирощування сої.

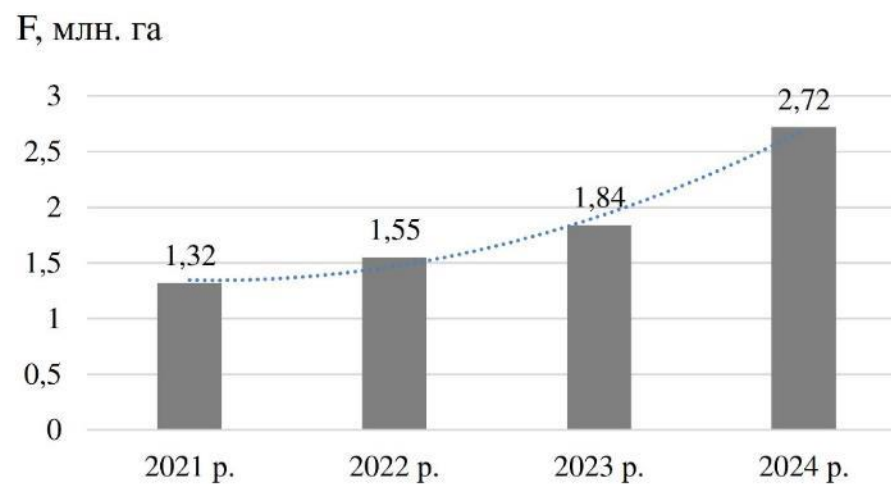


Рис. 1 – Динаміка посівів сої в Україні за 2021-2024 рр.

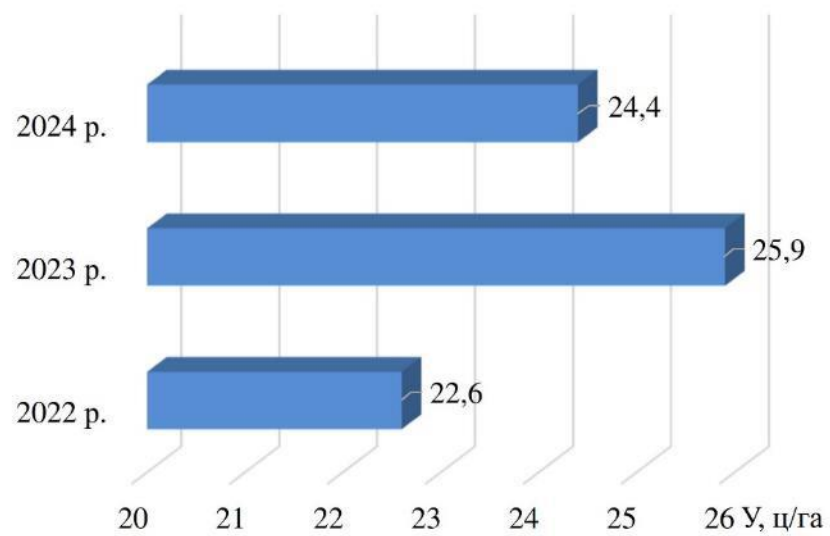


Рисунок 2 – Врожайність сої в Україні за 2022-2024 рр.

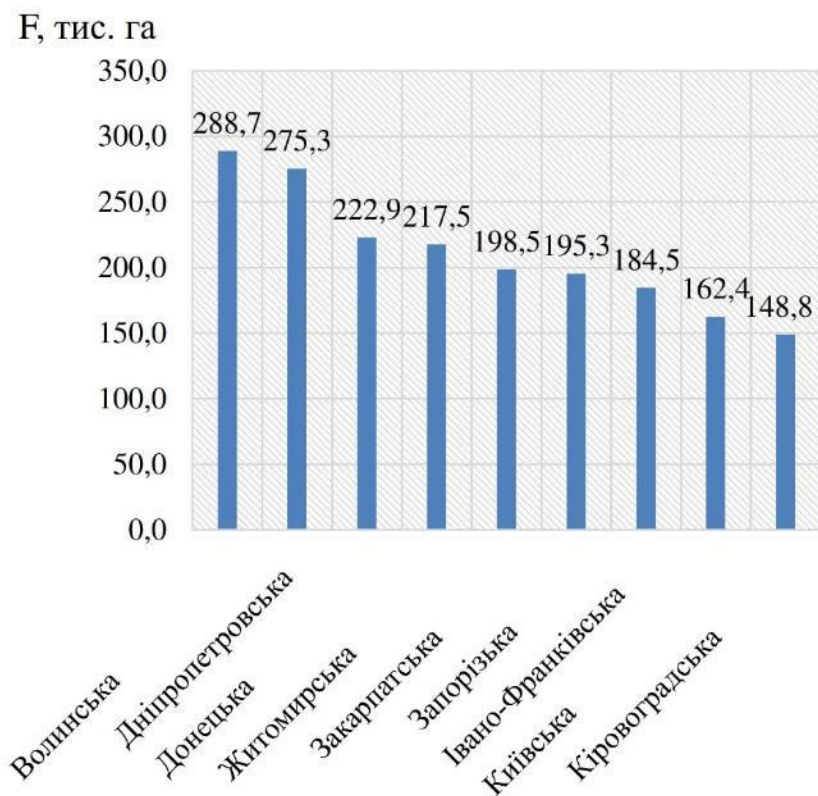


Рисунок 3 – Обласні області України з найбільшими посівними площами вирощування сої

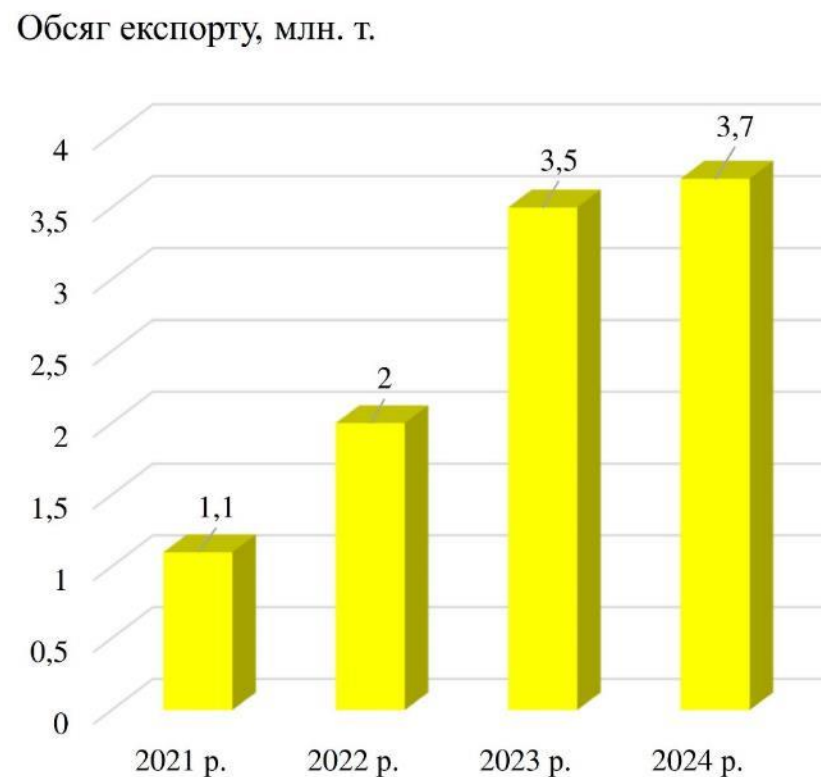


Рисунок 4 - Динаміка експорту бобів сої Україною в 2021...2024 рр.

Технологічна карта вирощування сої за інтенсивною технологією на площі 162 га

1	Операції	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Година продуктивності	Потрібно для виконання		Норма витрати		К-сть нормозмін	Енергоємність, МДж/га					
				трактор	зчіпка	с.-г. машина			трактористів	допоміжних працівників	пального, кг/га, кг/т	праці людини, люд-год/га		МТA	Пальне	Праця людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Дискування стерні перше	га	162	Case MX 285		БДД-6	1	7,60	1		4,2	0,13	3,70	66,14	333,90	5,71		405,75	
2	Дискування стерні друге	га	162	Case MX 285		БДД-6	1	7,60	1		4,1	0,13	3,70	66,14	325,95	5,71		397,80	
3	Навантаження сульфату амонію	т	22,68	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,11	5,58	18,29	1,45		25,31	
4	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	22,68	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,40	12,47	72,35	5,35		90,17	
5	Внесення мінеральних добрив	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	2296,00	2536,73	
6	Оранка	га	162	Case MX 285		RABE Kormoran 7+1	1	1,83	1		18,4	0,55	12,66	199,55	1462,80	23,73		1686,09	
7	Ранньовесняне боронування	га	162	MT3-1025.2		БЗП-18	1	9,17	1		1,4	0,11	2,52	15,69	111,30	4,73		131,72	
8	Навантаження амофоски	т	19,44	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,09	5,58	18,29	1,45		25,31	
9	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	19,44	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,34	12,47	72,35	5,35		90,17	
10	Внесення мінеральних добрив	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	865,20	1105,93	
11	Передпосівна культивация	га	162	Case MX 285		КПСО-10,0	1	8,03	1		2,9	0,12	2,88	52,51	230,55	5,41		288,46	
12	Навантаження насіння	т	24,3	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,12	5,58	18,29	1,45		25,31	
13	Перевезення насіння завантаження сівалки	т	22,68	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,40	12,47	72,35	5,35		90,17	
14	Сівба	га	162	MT3-1025.2		GRAIN 5,4	3	3,06	1		2,6	0,33	7,57	95,27	206,70	14,20	4108,50	4424,67	
15	Перевезення води та гербіциду	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57		166,58	
16	Внесення робочого розчину гербіциду Харнес, 2л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	264,00	418,28	
17	Перевезення води і пестицидів	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57		166,58	
18	Внесення робочого розчину гербіциду Харнес, 2л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	154,50	308,78	
19	Навантаження аміачної селітри	т	16,2	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,08	5,58	18,29	1,45		25,31	
20	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	16,2	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,29	12,47	72,35	5,35		90,17	
21	Внесення аміачної селітри	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	2760,00	3000,73	
22	Перевезення води і десиканту	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57		166,58	
23	Десикація	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	346,50	500,78	
24	Збирання врожаю	га	162	Case 2388		-	1	6,20	1		15,2	0,16	3,73	304,44	1208,40	7,00		1519,84	
25	Перевезення врожаю	т	437,4	КамАЗ-55102		-	1	8,90	1		0,67	0,11	7,02	11,37	53,27	4,88		69,51	
Всього														1237,8	5571,4	152,8	5921,2	4873,5	17756,7

Технологічна карта вирощування сої за мінімальною технологією на площі 162 га

Порядковий номер операції	Операції	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Годинна продуктивність	Потрібно для виконання робіт		Норма витрати			Енергосмність, МДж/га					
				трактор	зілка	с.-г. машина			трактористів	допоміжних працівників	пального, кг/га, кг/т	праці людини, люд-год/га	К-сть нормо-змін	МТ	Пальне	Праця людини	Добрива	Пестициди, насіння	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Дискування стерні	га	162	Case MX 285		БП-6	1	7,10	1		5	0,14	3,70	104,60	397,50	6,11			508,21
2	Закриття вологи	га	162	MT3-1025.2		БЗП-18	1	9,17	1		1,2	0,11	2,52	15,69	95,40	4,73			115,82
3	Перевезення води і гербіциду	т	24,3	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	0,93	55,63	99,38	11,57			166,58
4	Внесення робочого розчину гербіциду Гром Тотал 0,25 л/га, Метрікс 0,5 кг/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08		157,50	311,78
5	Суцільна культивування	га	162	Case MX 285		КПСО-10,0	3	8,03	1		2,9	0,12	2,88	52,51	230,55	5,41			288,46
6	Навантаження нітроамфоски	т	12,96	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,06	5,58	18,29	1,45			25,31
7	Навантаження насіння	т	24,3	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,12	5,58	18,29	1,45			25,31
8	Перевезення добрив та насіння і завантаження сівалки	т	37,26	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,66	12,47	72,35	5,35			90,17
9	Сівба	га	162	MT3-1025.2		GRAIN 5,4	3	3,06	1		2,6	0,33	7,57	95,27	206,70	14,20	947,60	4108,50	5372,27
10	Перевезення води та гербіциду	т	24,3	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	0,93	55,63	99,38	11,57			166,58
11	Внесення робочого розчину гербіциду Стратег, 3,5 л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08		462,00	616,28
12	Навантаження сульфату магнію	т	25,92	MT3-82		КУН-5,0	1	30,00	1		0,23	0,03	0,12	5,58	18,29	1,45			25,31
13	Перевезення добрив і завантаження розкидача	т	25,92	КамАЗ-55102		ЗС-30М	1	8,11	1		0,91	0,12	0,46	12,47	72,35	5,35			90,17
14	Внесення мінеральних добрив	т	162	MT3-82		РН-1	1	12,63	1		2,8	0,08	1,83	14,70	222,60	3,44	705,20		945,93
15	Перевезення води, добрив та пестицидів	т	24,3	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	0,93	55,63	99,38	11,57			166,58
16	Внесення розчину Карбаміду 10 кг/га, фунгіциду Фортеця Тотал 0,8 л/га, інсектициду Каратель 0,15 л/га	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08	368,00	64,10	586,38
17	Перевезення води і десиканту	т	32,4	MT3-82		ІНЦ-3	1	3,75	1		1,25	0,27	1,23	55,63	99,38	11,57			166,58
18	Десикація	га	162	MT3-1025.2		TETIS 3200 24	1	14,10	1		1,3	0,07	1,64	47,85	103,35	3,08		346,50	500,78
19	Збирання врожаю	га	162	Case 2388		-	1	6,20	1		14,9	0,16	3,73	304,44	1184,55	7,00			1495,99
20	Перевезення врожаю	т	372,6	КамАЗ-55102		-	1	8,34	1		0,67	0,12	6,38	12,13	53,27	5,20			70,60
Всього														1054,9	3401,0	119,7	2020,8	5138,6	11735,0

Енергетична оцінка технологій

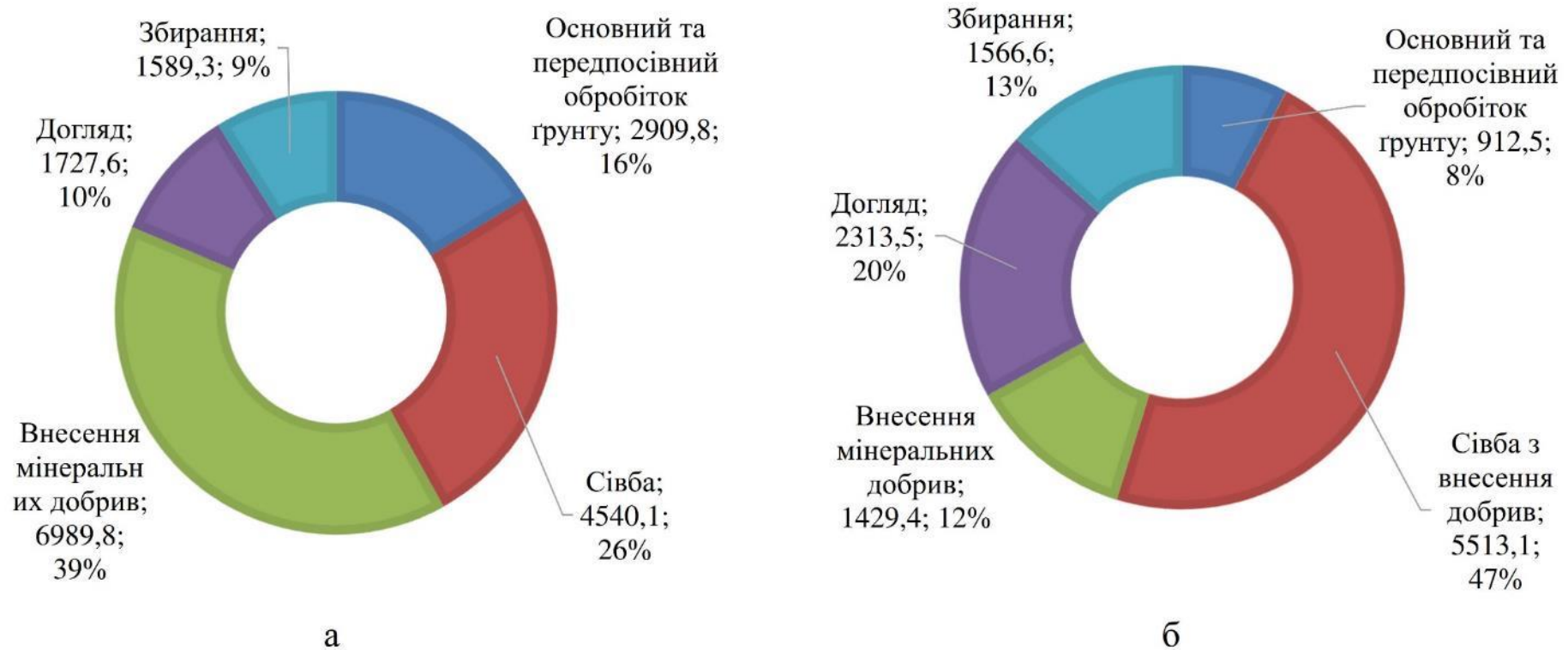


Рисунок 5 – Структура енерговитрат вирощування сої: а – інтенсивна технологія; б – мінімальна технологія

Енергетична оцінка технологій

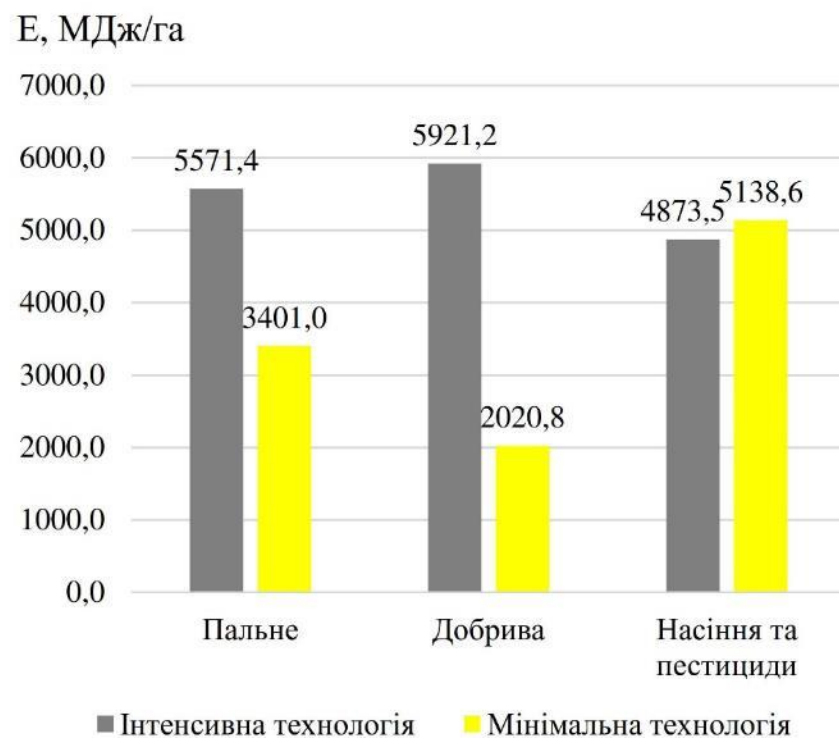


Рисунок 8 – Енерговитрати на основні види ресурсів при вирощуванні сої



Рисунок 7 – Загальні показники енергетичної оцінки технологій вирощування сої

Техніко-економічні показники роботи

Показники	Варіанти технологій	
	Інтенсивна	Мінімальна
Площа вирощування, га	162	162
Планова врожайність сої, т/га	2,7	2,4
Валовий збір, т	437,4	388,8
Ціна 1 т бобів сої, грн.	17800	17800
Витрати всього, грн/га	20137,1	16625,2
в тому числі:		
- ПММ	4164,6	2526,6
- мінеральні добрива	6680,0	4120,0
- посівний матеріал	4200,0	4200,0
- пестициди	1446,0	2185,5
- оплата праці	246,5	193,1
- інші	3400,0	3400,0
Собівартість сої, грн/т	7458,2	6927,2
Одержана виручка, грн	7785720	6920640
Всього витрат, грн	3262205	2693284
Прибуток, грн	4523515	4227356
Рівень рентабельності, %	138,7	157,0

Загальні висновки

1. Встановлено, що в Україні за останні роки спостерігається тенденція до значного збільшення посівних площ під вирощування сої. Найбільший приріст зафіксовано за останній 2024 рік – 47,8 % з 1,84 млн. га до 2,72 млн. га. Основною причиною значного зростання посівів під сою є підвищення попиту на світовому ринку та бажання сільськогосподарських підприємств експортувати свою продукцію. Після 2021...2022 років обсяги експорту сої з України сильно виросли: з приблизно 1,1 млн. т. у 2021 році до 2,0 млн. т. в 2022 році та ~3,5 млн т в 2023 році. Рекордний обсяг врожаю сої в Україні зафіксовано у 2024 році – 6,2 млн. т. В Україні найбільші площі посівів сої припадають на Волинську та Дніпропетровську області. В цих областях посівні площі сої становлять більше 10 % від загального обсягу посівів в Україні. Проте, при її вирощуванні необхідно особливу увагу на природньо-кліматичні умови (запаси продуктивної вологи) та адаптувати технологію відповідно до конкретних умов господарства та мінливості погодних умов та факторів розвитку шкідників та хвороб.

2. Розглянуто основні особливості технологій вирощування сої та впливу технологічних операцій на її врожайність. Розроблено мінімальну технологію вирощування сої для умов Степу України, що має ряд переваг над інтенсивною, основною з яких є збереження дорогоцінної ґрунтової вологи. Впровадження запропонованої технології сої дозволяє значно зменшити кількість технологічних операцій з 25 до 20 та мінімізувати кількість та глибину обробітку ґрунту. Основна задача мінімальної технології досягається за рахунок створення верхнього шару ґрунту, що містить пожнивні рештки. Орієнтовне планове зниження врожайності сої буде становити 0,3 т/га. При цьому, витрата пального на одиницю площі зменшується з 69,4 кг/га до 42,1 кг/га. Також зафіксовано зменшення обсягу витрат праці на 21,9 % та суттєве зниження обсягу виконуваних технологічних операцій.

3. Впровадження розробленої мінімальної технології для вирощування бобів сої сприяє значному зменшенню на 33,9 % енергоємності всіх технологічних операцій з 17756,7 МДж/га для інтенсивної до 11735,0 МДж/га – для розробленої мінімальної. Застосування запропонованої технології призводить до незначного зниження врожайності сої з 2,7 т/га до 2,4 т/га, проте коефіцієнт енергетичної ефективності для мінімальної технології значно вищий – 3,54, в той час, як для інтенсивної він всього становить 2,63. Крім цього, впровадження розробленої мінімальної технології вирощування сої сприяє значному зниженню енерговитрат на одержання однієї тони продукції на 25,65 % (з 6576,6 МДж/т до 4889,6 МДж/т). Розроблена технологія дозволяє значно скоротити енергоємність певних комплексів технологічних операцій, зокрема в системі обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив.

4. Наведено загальні питання охорони праці у сільськогосподарському виробництві та основні вимоги безпеки при проведенні обробітку ґрунту дисковими агрегатами.

5. Використання мінімальної технології вирощування сої дозволяє зменшити питомі витрати на пальне на 38,3 %. Техніко-економічними розрахунками встановлено, що собівартість вирощеного врожаю сої за запропонованою технологією становить 6927,2 грн/т, в той час як для інтенсивної – 7458,2 грн/т. Прибуток одержаний за умови застосування мінімальної технології дещо менший, проте рівень рентабельності даної технології складає 157 %, а для інтенсивною всього 138,7 %. Таким чином, можна рекомендувати застосовувати мінімальну технологію вирощування сої в умовах Степу України.