

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 дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення використання техніки при
вирощуванні ячменю з розробкою завантажувача
сівалок**

Виконав: студент групи АІ-2-22

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Брітан Дмитро Олександрович

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Брітану Дмитру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Удосконалення використання техніки при вирощуванні ячменю з розробкою завантажувача сівалок

керівник проєкту: Макаренко Дмитро Олександрович, кандидат технічних наук, доц.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. **Строк подання студентом роботи** 08.06.2026

3. **Вихідні дані до роботи** Статистична інформація щодо вирощування та використання ячменю в світі та Україні. Технології вирощування ячменю ярого в Україні. Ефективність використання завантажувачів сівалок.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз обсягів виробництва ячменю та ефективності технологій його вирощування. 2. Проектування технології виробництва ячменю ярого. 3. Обґрунтування конструкції завантажувача сівалок. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Загальні висновки. Список використаних джерел.

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

1. Обсяги вирощування та врожайність ячменю (А1) 2. План мехробіт виробництва ячменю за мінімальною технологією (А1) 3. Завантажувач сівалки (А1). 4. Гідромотор з підшипниковим вузлом та приводом (А1). 5. Корпус (А3) 6. Вал (А3). 7. Боковина ліва (А3). 8. Вал натяжного пристрою (А4). 9. Муфта (А4). 10. Техніко-економічна ефективність проєкту (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 02.04.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз вирощування ячменю	до 10.04.2026 р.	
2	Проектування технології вирощування	до 21.04.2026 р.	
3	Обґрунтування конструкції машини	до 11.05.2026 р.	
4	Охорона праці	до 19.05.2026 р.	
5	Економічна оцінка проєкту	до 27.05.2026 р.	
6	Графічна частина	до 09.06.2026 р.	

Студент

(підпис)

Брітан Д. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Макаренко Д. О.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Брітан Д.О. Удосконалення використання техніки при вирощуванні ячменю з розробкою завантажувача сівалок / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 Агроінженерія. ДДАЕУ. Дніпро. 2026.

В дипломному проєкті виконаний аналіз виробництва ячменю та ефективності технологій його вирощування. Виконано розробку плану механізованих робіт на вирощування ячменю за мінімальною технологією. За результатами розрахунків встановлено, що для виконання всіх механізованих операцій на площі 160 га потрібно 5659,7 кг пального. У перерахунку на один гектар це становить близько 37 кг/га. Обґрунтовано основні елементи конструкції навантажувача та виконано інженерно-технічні перевіірочні розрахунки елементів запропонованої конструкції. Розглянуто вимоги безпеки при роботі з посівними агрегатами та завантажувачами. Проведено економічну оцінку проєкту. За річного обсягу робіт 650 га річний експлуатаційний економічний ефект становить 12409,71 грн. Додаткові капітальні вкладення, пов'язані з використанням модернізованого складу агрегату, становлять 12000 грн. За отриманого річного економічного ефекту термін окупності дорівнює 0,96 року.

Ключові слова: ячмінь ярий, технології вирощування, сімба, завантажувач сівалок, тривалість сівби.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
 1. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ	9
1.1 Загальна інформація щодо вирощування ячменю	9
1.2 Місце ячменю в сівозміні та його обсяги вирощування	13
1.3 Огляд сучасних технологій вирощування ячменю, їх недоліки та переваги	20
1.4 Обґрунтування теми дипломного проєкту	25
 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	28
2.1 Розробка плану виконання технологічних операцій при вирощуванні ярого ячменю	28
 3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАВАНТАЖУВАЧА СІВАЛОК	35
3.1 Обґрунтування розроблюваної конструкції	35
3.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції.....	38
 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	45
 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	49
 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
ДОДАТКИ	59

ВСТУП

Ячмінь є однією з найважливіших зернових культур у світі. Його вирощують поряд із такими основними культурами, як пшениця, кукурудза та рис. Така популярність ячменю пояснюється тим, що він добре пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов, має порівняно короткий період вегетації та досить ефективно використовує вологу. За даними USDA, у 2024/25 маркетинговому році у світі було вироблено близько 143,6 млн т ячменю, а середній показник виробництва за 2016...2025 роки становив приблизно 148,7 млн т. За даними UCAB, у 2025/26 маркетинговому році в Україні було зібрано близько 5,3 млн т ячменю.

Сівба ячменю є дуже важливим етапом у його вирощуванні, тому що від своєчасності цієї роботи залежить, наскільки рівномірно з'являться сходи, як будуть розвиватися рослини і який урожай можна буде отримати. Особливо це важливо для ярого ячменю, який потрібно висівати рано, поки в ґрунті ще є достатньо вологи. Якщо затягнути з сівбою, верхній шар ґрунту починає швидко пересихати, насіння проростає гірше, сходи можуть бути нерівномірними, а рослини слабше кущатися. Через це господарству важливо не лише мати справний трактор і сівалку, а й правильно організувати сам процес сівби, щоб не було зайвих простоїв. Однією з операцій, яка часто забирає багато часу, є завантаження насіння в бункери сівалки. У багатьох господарствах це ще й досі роблять вручну або за допомогою простих підручних засобів.

Через довге ручне завантаження знижується реальна продуктивність сівалки. Навіть якщо агрегат має достатню ширину захвату і може швидко засівати поле, частина робочого часу все одно втрачається на зупинки для завантаження насіння. У результаті за зміну засівається менше площі, ніж могла б засіяти сівалка за своїми технічними можливостями. Для ячменю це є небажаним, адже строки сівби досить короткі, і навіть невелика затримка може негативно позначитися на майбутньому врожаї

Тому виникає потреба у розробці простого тракторного завантажувача сівалок. Такий пристрій повинен забезпечувати механізовану подачу насіння до бункера сівалки, щоб зменшити ручну працю і прискорити заправку. Використання тракторного завантажувача дасть змогу краще організувати роботу посівного агрегату.

Саме тому, метою дипломного проєкту є розробка простого завантажувача сівалок для роботи у складі трактора та причепа.

Для досягненні названої мети проєкту необхідно виконати певні завдання

1. Провести аналіз обсягів виробництва ячменю та ефективності технологій його вирощування.
2. Виконати розробку плану механізованих робіт на вирощування ячменю за мінімальною технологією.
3. Провести обґрунтування основних елементів навантажувача та виконати інженерно-технічні розрахунки його конструкції.
4. Розглянути вимоги безпеки при роботі з посівними агрегатами та завантажувачами.
5. Провести економічну оцінку проєкту.

1. АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ

1.1 Загальна інформація щодо вирощування ячменю

Ячмінь є однією з найважливіших зернових культур у світі. Його вирощують поряд із такими основними культурами, як пшениця, кукурудза та рис. Така популярність ячменю пояснюється тим, що він добре пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов, має порівняно короткий період вегетації та досить ефективно використовує вологу. Саме тому його можна вирощувати навіть у тих регіонах, де інші зернові культури не завжди дають стабільний урожай.

За даними USDA, у 2024/25 маркетинговому році у світі було вироблено близько 143,6 млн т ячменю, а середній показник виробництва за 2016...2025 роки становив приблизно 148,7 млн т [1]. Це показує, що ячмінь залишається важливою культурою у світовому зерновому виробництві, хоча його врожайність і площі посівів значною мірою залежать від погодних умов у провідних країнах-виробниках.

Основними виробниками ячменю є країни з помірним кліматом, де ця культура має найкращі умови для росту. Найбільше ячменю вирощують у Європейському Союзі, Росії, Австралії, Канаді, Туреччині, Україні, Великій Британії, Аргентині та Казахстані. У кожній із цих країн ячмінь має своє значення: десь його більше використовують на корм тваринам, десь – для виробництва солоду, а в деяких країнах він є важливою експортною культурою.

Останніми роками у світі спостерігається тенденція до невеликого скорочення площ під ячменем. Проте загальне виробництво часто не зменшується, оскільки підвищується врожайність. Це означає, що сучасне вирощування ячменю більше залежить не від збільшення площ, а від рівня технології. Важливу роль відіграють продуктивні сорти, якісне насіння,

правильне удобрення, захист від бур'янів, хвороб і шкідників, а також ефективне використання вологи.

Для України ячмінь також є традиційною та важливою зерною культурою. Його вирощують як в озимій, так і в ярій формі. Співвідношення між ними може змінюватися залежно від регіону, погодних умов, попиту на ринку та економічної вигідності. Ячмінь в Україні використовують для кормових потреб, виробництва круп, солоду, а також для експорту.

До початку повномасштабної війни Україна була помітним учасником світового ринку ячменю. Значна частина українського зерна експортувалася до країн Близького Сходу, Північної Африки та Азії. Після 2022 року ситуація у виробництві ячменю ускладнилася. Частина посівних площ опинилася в зоні бойових дій або тимчасової окупації, зросли витрати на логістику, змінилися експортні шляхи. Крім того, аграрії почали частіше обирати ті культури, які мають вищу рентабельність або простіше реалізуються на ринку.

За даними UCAB, у 2025/26 маркетинговому році в Україні було зібрано близько 5,3 млн т ячменю [2]. Це лише трохи більше, ніж у попередньому сезоні, але майже на 19,7% менше порівняно із середнім п'ятирічним рівнем. Площа вирощування становила близько 1,4 млн га, що також значно менше за середній показник попередніх років. Водночас урожайність досягла приблизно 3,9 т/га і була навіть вищою за середній п'ятирічний рівень. Це свідчить про те, що головною проблемою українського виробництва ячменю є не стільки низька врожайність, скільки скорочення посівних площ.

За остаточними даними Державної служби статистики України, виробництво ячменю у 2025 році становило близько 5,2 млн т, що на 2,4% менше, ніж у попередньому році [3]. Невелика різниця між показниками 5,2 і 5,3 млн т може пояснюватися різними джерелами інформації, методиками обліку та часом оновлення статистичних даних.

Отже, ячмінь в Україні продовжує займати важливе місце серед зернових культур. Однак останніми роками його виробництво поступово зменшується через скорочення площ посіву. При цьому врожайність залишається досить

стабільною, а в окремі роки навіть підвищується. Це показує, що культура має хороший потенціал, якщо дотримуватися правильної технології вирощування.

На виробництво ячменю впливає багато чинників. Насамперед це погодні умови. Ячмінь краще, ніж багато інших зернових, переносить короткий період вегетації та помірну посуху. Проте нестача вологи у важливі фази розвитку, зокрема під час кущення, виходу в трубку та наливу зерна, може суттєво знизити врожайність. Також негативно впливає сильна спека під час формування зерна, бо вона зменшує масу 1000 зерен і погіршує якість урожаю.

Важливе значення має і правильний вибір сорту. Для кормового, продовольчого та пивоварного ячменю вимоги до зерна різні. Наприклад, для пивоварного ячменю дуже важливими є вирівняність зерна, добра схожість, оптимальний вміст білка та мінімальна кількість домішок. Для кормового ячменю головне значення мають урожайність, поживність, вміст білка та енергетична цінність.

Система удобрення також сильно впливає на результат. Якщо внести достатньо азотних добрив, можна підвищити врожайність і вміст білка в зерні. Але для пивоварного ячменю надлишок білка небажаний, бо він може погіршити якість солоду. Тому під час вирощування потрібно враховувати, для чого саме буде використовуватися зерно.

Крім того, велике значення мають строки сівби, якість підготовки ґрунту, захист посівів від бур'янів, хвороб і шкідників, а також своєчасне збирання врожаю. Якщо затягнути зі збиранням, можуть збільшитися втрати зерна, погіршитися його якість або навіть відбутися проростання зерна в колосі.

Найбільше ячмінь використовують як кормову культуру. У світовому масштабі значна частина його виробництва спрямовується саме на годівлю тварин. За даними FAO, приблизно 70% світового виробництва ячменю прямо або опосередковано використовується у тваринництві [4]. Зерно ячменю є цінним джерелом вуглеводів і білка, тому його часто додають до раціонів свиней, великої рогатої худоби та птиці. Щоб зерно краще засвоювалося, його зазвичай подрібнюють або плющать.

У тваринництві ячмінь цінується через добру поживність і помірний вміст білка. Його використовують у комбікормах, зерноsumішах і концентрованих кормах. Крім зерна, у господарствах може використовуватися і ячмінна солома. Найчастіше її застосовують як підстилку, хоча іноді вона може бути й грубим кормом.

Ще один важливий напрям використання ячменю – виробництво солоду. Саме ячмінь є основною культурою для солодової промисловості, оскільки його зерно добре підходить для пророщування. Оболонка зерна захищає його під час проростання і допомагає у процесі фільтрації. Значна частина солоду використовується у пивоварінні, тому пивоварний ячмінь має особливе значення для харчової промисловості.

Пивоварний ячмінь повинен мати високу якість. Для нього важливі крупне та вирівняне зерно, добра схожість, низький вміст пошкоджених зерен, відповідний рівень білка та відсутність сторонніх домішок. Через такі вимоги пивоварний ячмінь часто має вищу ціну, але його вирощування потребує більш точного дотримання технології.

Ячмінь також використовують у харчовій промисловості. З нього виготовляють крупи, борошно, пластівці, харчові концентрати та дієтичні продукти. Ячмінна крупа має поживну цінність, оскільки містить вуглеводи, білки, мінеральні речовини та харчові волокна. У деяких країнах світу, особливо в посушливих регіонах Азії, Африки та Близького Сходу, ячмінь традиційно використовують як продовольчу культуру.

Крім прямого харчового використання, ячмінь має значення як сировина для переробки. Наприклад, солодові екстракти, ячмінне борошно та пластівці можуть використовуватися у виробництві хлібобулочних виробів, печива, сухих сніданків, напоїв і кондитерської продукції. Тобто ця культура має досить широкий напрям застосування не лише в сільському господарстві, а й у переробній промисловості.

Для України важливим залишається також експорт ячменю. За оцінкою USAID, у 2025/26 маркетинговому році експорт українського ячменю очікувався

на рівні 2,8 млн т, що на 22% більше, ніж у попередньому сезоні [2]. Внутрішнє споживання також оцінювалося приблизно у 2,8 млн т, з яких близько 1,9 млн т припадало на кормові потреби, а близько 0,2 млн т – на продовольче використання. Це показує, що ячмінь в Україні має подвійне значення: він важливий і для внутрішнього ринку, і для експорту.

Таким чином, ячмінь можна вважати універсальною зерновою культурою. Його використовують для годівлі тварин, виробництва солоду, харчових продуктів і експорту. У світі найбільша частина ячменю йде саме на кормові потреби, а значна частка – на солодову промисловість. В Україні ця культура також залишається важливою, хоча останніми роками її виробництво обмежується скороченням посівних площ.

Загалом ячмінь має добрі перспективи для подальшого вирощування, особливо за умови стабілізації ситуації в аграрному секторі, відновлення посівних площ, розвитку тваринництва та попиту з боку солодової промисловості. Для українських аграріїв ця культура є цінною, оскільки має короткий вегетаційний період, широкий ринок збуту та може використовуватися у різних напрямках – від кормів до переробки й експорту.

1.2 Місце ячменю в сівоzmіні та його обсяги вирощування

Ячмінь є однією з важливих зернових культур у світовому та українському аграрному виробництві. Його значення пояснюється широкими можливостями використання: зерно застосовують у кормовому виробництві, харчовій промисловості, солодовому виробництві та експортних поставках. Крім того, культура має порівняно короткий вегетаційний період, добре пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов і може забезпечувати стабільну врожайність навіть у регіонах із нестійким зволоженням.

Нижче подано аналіз динаміки вирощування ячменю за останні три маркетингові роки: 2023/24, 2024/25 та 2025/26 [1-3]. Для порівнянності використано показники USDA/FAS, де зібрана площа наведена у млн га,

урожайність – у т/га, а валовий збір – у млн т. Такий підхід дає змогу простежити, за рахунок яких чинників змінювалися обсяги виробництва: через зміну площ посіву або через зміну продуктивності культури.

Таблиця 1.1 – Світове виробництво ячменю за 2023/24–2025/26 маркетингові роки

Рік	Зібрана площа, млн га	Урожайність, т/га	Валовий збір, млн т
2023/24	46,92	3,05	143,25
2024/25	45,86	3,13	143,63
2025/26	44,43	3,48	154,78

Дані таблиці 1 свідчать, що у світовому виробництві ячменю за останні три маркетингові роки відбулося поступове скорочення зібраних площ. Якщо у 2023/24 р. площа становила 46,92 млн га, то у 2025/26 р. вона зменшилася до 44,43 млн га. Таким чином, скорочення становило 2,49 млн га, або приблизно 5,3 %. На перший погляд така динаміка могла б призвести до зменшення валового збору, однак фактичні показники демонструють протилежну тенденцію.

Валовий збір ячменю у світі збільшився з 143,25 млн т у 2023/24 р. до 154,78 млн т у 2025/26 р. Приріст становив 11,53 млн т, або близько 8,0 %. Головною причиною такого зростання стало підвищення середньої врожайності з 3,05 до 3,48 т/га. Це означає, що світове виробництво ячменю в останні роки більше залежало не від розширення посівних площ, а від підвищення ефективності вирощування.

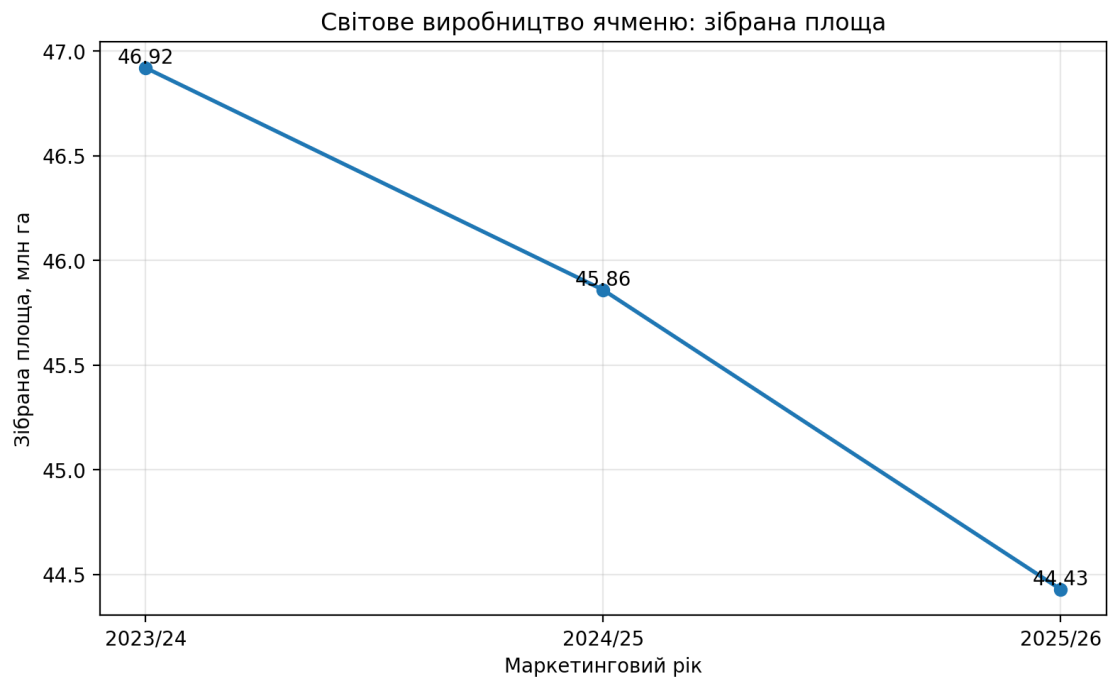


Рисунок 1.1 – Динаміка зібраної площі ячменю у світі



Рисунок 1.2 – Динаміка середньої врожайності ячменю у світі



Рисунок 1.3 – Динаміка валового збору ячменю у світі

Як видно з рисунків 1.1-1.3, скорочення площ у світовому масштабі не стало визначальним обмеженням для виробництва. Навпаки, підвищення врожайності дозволило не тільки компенсувати зменшення площ, а й забезпечити зростання загального обсягу виробленого зерна. Це свідчить про зростання ролі інтенсивних чинників: використання більш продуктивних сортів, удосконалення систем удобрення, якісного захисту рослин, ефективнішого управління вологою та впровадження сучасних технологій вирощування.

Найбільший внесок у світове виробництво ячменю традиційно роблять Європейський Союз, Росія, Австралія, Канада, Туреччина та Україна. У 2025/26 маркетинговому році, за оцінкою USDA, Європейський Союз має виробити 56,39 млн т ячменю, Росія – 19,40 млн т, Австралія – 16,33 млн т, Канада – 9,73 млн т [1]. Саме від погодних умов, технологічного рівня та врожайності в цих країнах значною мірою залежить загальна ситуація на світовому ринку ячменю.

Таблиця 1.2 – Вирощування ячменю в Україні за 2023/24–2025/26 маркетингові роки

Рік	Зібрана площа, млн га	Урожайність, т/га	Валовий збір, млн т
2023/24	1,68	3,63	6,10
2024/25	1,60	3,63	5,80
2025/26	1,55	3,61	5,60

В Україні за аналізований період спостерігалася дещо інша ситуація, ніж у світі. Якщо у світовому масштабі скорочення площ компенсувалося підвищенням урожайності, то в Україні середня врожайність залишалася майже незмінною, а валове виробництво поступово скорочувалося. Основною причиною цього стало зменшення площ під культурою.

Зібрана площа ячменю в Україні зменшилася з 1,68 млн га у 2023/24 р. до 1,55 млн га у 2025/26 р. Скорочення становило 0,13 млн га, або близько 7,7 %. При цьому врожайність залишалася досить стабільною: у 2023/24 та 2024/25 рр. вона становила 3,63 т/га, а у 2025/26 р. – 3,61 т/га. Такі незначні коливання показують, що продуктивність культури в Україні зберігалася приблизно на одному рівні.

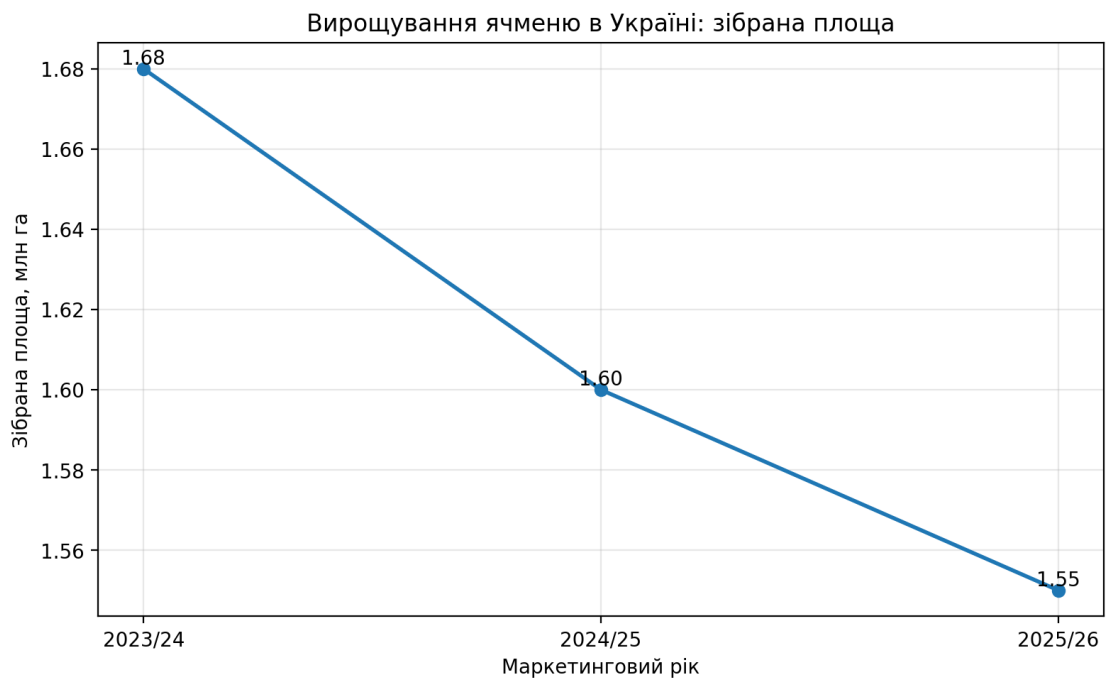


Рисунок 1.4 – Динаміка зібраної площі ячменю в Україні

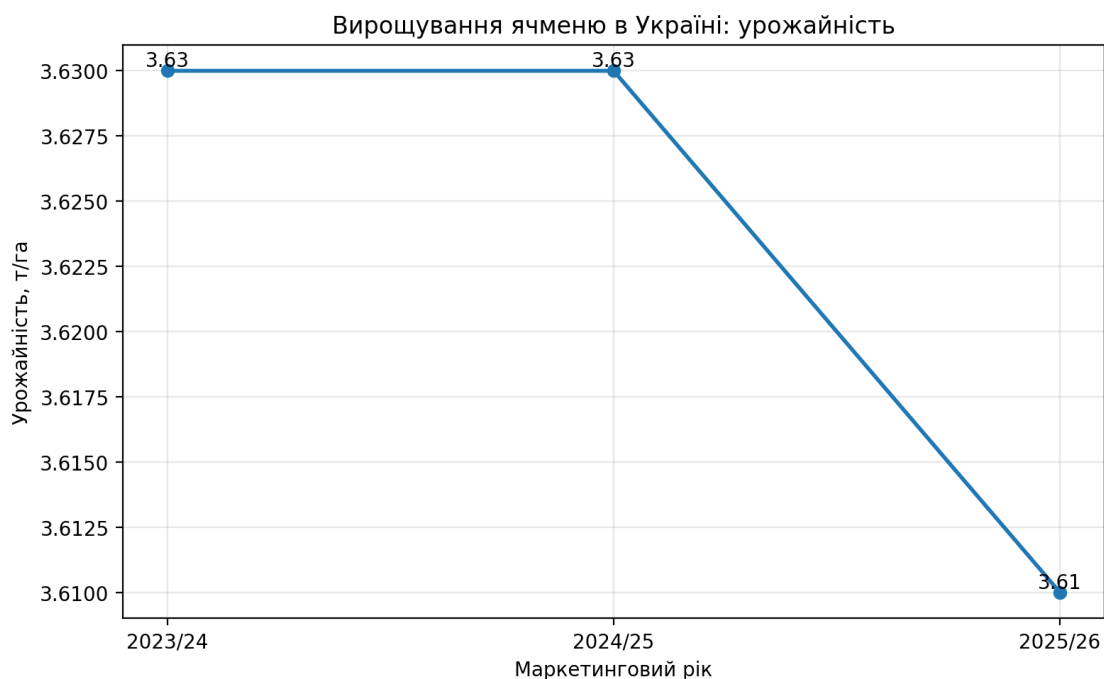


Рисунок 1.5 – Динаміка врожайності ячменю в Україні

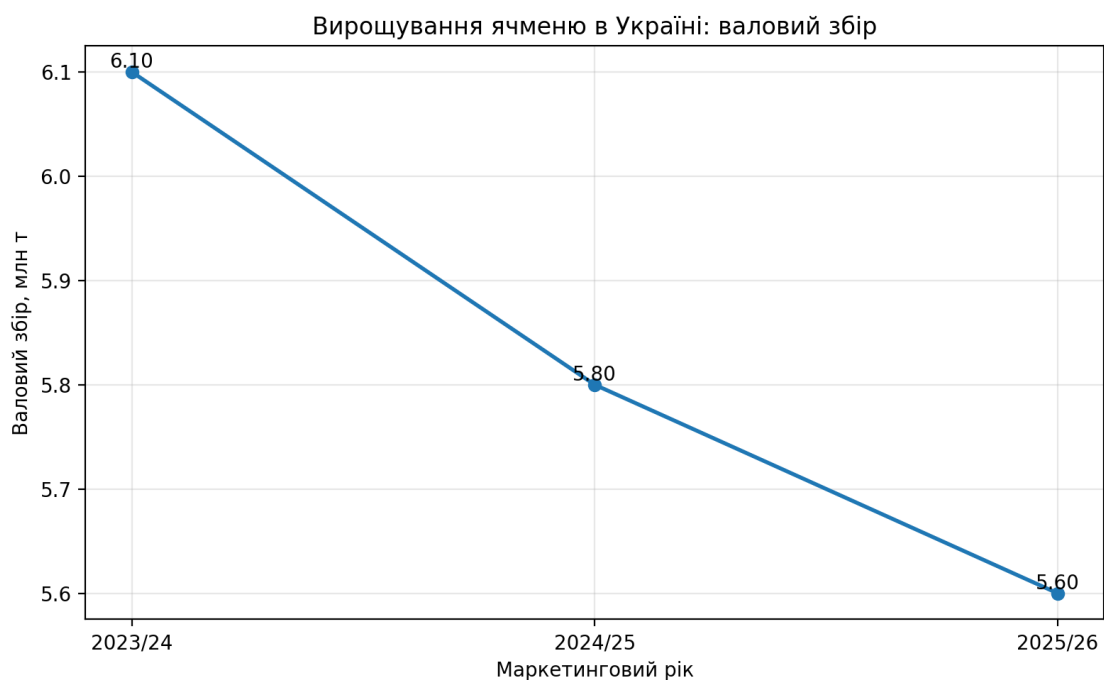


Рисунок 1.6 – Динаміка валового збору ячменю в Україні

Рисунки 1.4–1.6 добре показують, що основна зміна в українському виробництві ячменю пов’язана саме зі зменшенням площ. Валовий збір знизився з 6,10 млн т у 2023/24 р. до 5,60 млн т у 2025/26 р., тобто на 0,50 млн т, або приблизно на 8,2 %. Оскільки врожайність майже не змінилася, можна зробити

висновок, що зменшення обсягів виробництва було зумовлене передусім скороченням площ посіву.

Окремо варто зазначити, що українські підсумкові статистичні повідомлення за 2025 рік подають дещо нижчу оцінку валового збору – близько 5,2 млн т, що на 2,4 % менше, ніж попереднього року [5]. Такі відмінності можуть пояснюватися різними підходами до обліку, різницею між календарним і маркетинговим роком, а також різними термінами оновлення статистичної інформації.

Для України ячмінь і надалі залишається важливою зернофуражною та експортною культурою. Його використовують для потреб тваринництва, виробництва круп, солоду, а також для зовнішньої торгівлі. Проте площі під цією культурою можуть змінюватися залежно від економічної доцільності, погодних умов, логістичних можливостей і загальної ситуації в аграрному секторі.

Отже, за останні три маркетингові роки у світовому виробництві ячменю простежується загалом позитивна динаміка. Незважаючи на скорочення площ, валовий збір збільшився завдяки суттєвому підвищенню врожайності. Це показує, що сучасне виробництво ячменю дедалі більше залежить від технологічного рівня вирощування, правильного добору сортів, якісного живлення рослин і ефективного управління виробничими ресурсами.

В Україні ситуація є більш стриманою. Урожайність ячменю залишається відносно стабільною, проте скорочення площ призводить до поступового зменшення валового збору. Тому одним із важливих напрямів розвитку виробництва ячменю в Україні є збереження економічної привабливості культури, покращення технології її вирощування та забезпечення стабільних каналів збуту.

У цілому ячмінь зберігає важливе значення для аграрного виробництва. У світі він є однією з основних зернофуражних культур, а в Україні – важливою складовою зернового балансу, кормової бази та експортного потенціалу. За умови стабілізації посівних площ і подальшого підвищення ефективності

технологій вирощування ця культура може й надалі залишатися перспективною для українських аграрних підприємств.

1.3 Огляд сучасних технологій вирощування ячменю, їх недоліки та переваги

Ячмінь належить до культур, які досить добре реагують на правильний вибір технології вирощування. Для нього важливими є якісна підготовка ґрунту, добрий попередник, своєчасна сівба, збалансоване удобрення та захист від бур'янів, хвороб і шкідників. У сучасному землеробстві ячмінь вирощують за різними технологіями: традиційною, інтенсивною, мінімальною, нульовою, а також із використанням елементів точного землеробства. Кожна з них має свої сильні й слабкі сторони, тому вибір технології залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня забезпечення господарства технікою, кількості вологи, попередника та запланованого рівня врожайності.

Традиційна технологія вирощування ячменю передбачає повний обробіток ґрунту, зокрема луцення стерні, оранку або глибокий основний обробіток, передпосівну культивуацію, сівбу, внесення добрив і систему захисту рослин. Така технологія є добре відомою для більшості господарств і не потребує складного переходу чи спеціальної техніки. Її перевагою є те, що вона дозволяє якісно підготувати посівне ложе, зменшити забур'яненість поля механічним способом і створити добрі умови для проростання насіння. Особливо це важливо для ячменю, оскільки культура має відносно слабку кореневу систему порівняно з деякими іншими зерновими й потребує добре розпушеного верхнього шару ґрунту.

Разом з тим традиційна технологія має і помітні недоліки. Вона є досить витратною, оскільки потребує багато проходів техніки по полю, значної кількості пального та робочого часу. Крім того, частий і глибокий обробіток може посилювати втрату вологи, руйнувати структуру ґрунту та збільшувати ризик ерозії. За умов посухи це стає особливо відчутним, адже ячмінь дуже

залежить від запасів доступної вологи в період кущення, виходу в трубку та наливу зерна. У джерелах FAO також підкреслюється, що для стабільного вирощування ячменю важливими є сівозміна, родючість ґрунту, якісний обробіток і збалансоване удобрення.

Інтенсивна технологія вирощування ячменю орієнтована на отримання максимально можливого врожаю. Вона передбачає використання високопродуктивних сортів, якісного насіння, точних норм мінерального живлення, фунгіцидного, гербіцидного та інсектицидного захисту. За такої технології велика увага приділяється строкам сівби, густоті стояння рослин, внесенню азоту та контролю хвороб, особливо борошнистої роси, сітчастої плямистості, іржі та корневих гнилей.

Головна перевага інтенсивної технології полягає в тому, що вона дає змогу отримати вищу врожайність і кращу якість зерна. Вона особливо підходить для господарств, які мають достатній рівень технічного забезпечення, можуть вчасно виконувати всі польові операції та мають можливість купувати якісні добрива і засоби захисту. Така технологія добре працює на родючих ґрунтах і за достатнього зволоження.

Недоліком інтенсивної технології є її висока собівартість. Якщо погодні умови несприятливі, наприклад спостерігається весняна або літня посуха, витрати на добрива і препарати можуть не повністю окупитися врожаєм. Також за надмірного внесення азотних добрив можливе вилягання посівів, особливо у високорослих сортів або при загущенні. Тому інтенсивна технологія потребує точного розрахунку, а не просто збільшення норм добрив і кількості обробок.

Мінімальна технологія обробітку ґрунту передбачає скорочення кількості механічних операцій. Замість оранки часто використовують дискування, чизелювання, глибоке розпушування або комбіновані агрегати, які за один прохід виконують кілька операцій. Для ячменю така технологія може бути досить ефективною, особливо в умовах дефіциту вологи, коли важливо зменшити випаровування і зберегти рослинні рештки на поверхні поля [6].

Перевагою мінімального обробітку є зменшення витрат пального, часу та трудових ресурсів. Також менше руйнується структура ґрунту, краще зберігається волога, а поле менше піддається вітровій і водній ерозії. Це важливо для регіонів, де волога є головним обмежувальним фактором урожайності. Сучасні дослідження загалом підтверджують, що зменшення інтенсивності обробітку і правильна сівозміна можуть сприяти накопиченню органічної речовини та підтриманню родючості ґрунту.

Однак мінімальна технологія має і слабкі сторони. На полях може збільшуватися кількість бур'янів, особливо багаторічних. Також рослинні рештки на поверхні можуть ускладнювати прогрівання ґрунту навесні, що іноді затримує появу сходів ярого ячменю. Якщо господарство не має якісної сівалки, можливе нерівномірне загортання насіння. Крім того, за неправильного застосування мінімального обробітку може утворюватися ущільнений шар ґрунту, який погіршує розвиток кореневої системи.

Нульова технологія, або No-till, передбачає вирощування культури без основного і передпосівного механічного обробітку ґрунту. Насіння висівають спеціальними сівалками безпосередньо в необроблений ґрунт, а рослинні рештки залишаються на поверхні поля. Для ячменю така технологія може бути перспективною, але вона потребує добре продуманої сівозміни, якісного контролю бур'янів і спеціальної техніки.

Переваги No-till полягають у кращому збереженні вологи, зменшенні ерозії, накопиченні органічної речовини та зниженні кількості проходів техніки по полю. Це особливо важливо в умовах зміни клімату, коли посухи стають частішими. За даними FAO, нульовий обробіток може істотно зменшувати ерозійні втрати ґрунту, що робить таку систему більш стійкою у довгостроковій перспективі. Українські аграрні джерела також відзначають, що No-till сприяє збереженню вологи, захисту ґрунту від ерозії та накопиченню органічної речовини [7].

Водночас No-till не можна вважати універсальним рішенням для всіх господарств. Недоліками є висока залежність від гербіцидного захисту, потреба

у спеціалізованій сівалці, складніший контроль хвороб і шкідників, а також можливе повільніше прогрівання ґрунту навесні. Для ярого ячменю це може мати значення, бо культура потребує ранньої і дружної появи сходів. Окремі дослідження показують, що за нульового обробітку врожайність ячменю може знижуватися порівняно з традиційним обробітком, особливо якщо система ще не стабілізована або неправильно підібрані попередники й живлення [8].

Технологія Strip-till займає проміжне місце між традиційним і нульовим обробітком. За цієї системи обробляється не вся площа поля, а лише вузькі смуги, у які потім висівається культура. Міжряддя залишаються вкритими рослинними рештками. Для ячменю ця технологія застосовується рідше, ніж для кукурудзи, соняшнику чи сої, але окремі приклади її використання є, зокрема в змішаних посівах або в системах, де важливо поєднати збереження вологи з кращим прогріванням зони рядка [9].

Перевагою Strip-till є те, що насіннєве ложе формується краще, ніж за No-till, але при цьому зберігається частина переваг ґрунтозахисної технології. Смуговий обробіток дозволяє локально вносити добрива, зменшувати втрати вологи, скорочувати кількість оброблюваної площі й захищати ґрунт від ерозії. За правильної організації ця технологія може бути корисною на полях із ризиком пересихання або змивання ґрунту.

Недоліки Strip-till пов'язані з потребою у спеціальній техніці, точному водінні агрегатів і якісній підготовці поля. Також є певні обмеження щодо використання звичайних сівалок, строків виконання операцій і рівномірності поля. Українські аграрні джерела відзначають, що ця технологія потребує вирівняних площ, спеціалізованої техніки та більших початкових витрат [10].

Органічна технологія вирощування ячменю базується на відмові від синтетичних мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин. У такій системі велике значення мають сівозміна, використання органічних добрив, сидератів, механічний контроль бур'янів і підбір стійких сортів. Органічний ячмінь може бути цікавим для господарств, які працюють на спеціалізований ринок, наприклад для виробництва органічної крупи, кормів або солоду.

Перевагою органічної технології є екологічність, покращення стану ґрунту та можливість отримати вищу ціну за продукцію. Проте ця технологія є досить складною. Основні проблеми – це контроль бур'янів, нижча і менш стабільна врожайність, потреба у сертифікації та більша залежність від сівоzmіни. Для ячменю, який погано переносить сильну конкуренцію з бур'янами на початкових етапах росту, це може бути серйозним обмеженням.

Технології точного землеробства не є окремою технологією вирощування у класичному розумінні, але вони можуть доповнювати будь-яку з наведених систем. До них належать GPS-навігація, картування врожайності, диференційоване внесення добрив, моніторинг стану посівів за допомогою супутникових знімків або дронів, а також точне обприскування. Для ячменю це дозволяє краще враховувати неоднорідність поля, не перевитрачати добрива і засоби захисту, а також швидше реагувати на проблеми в посівах.

Основна перевага точного землеробства – це раціональніше використання ресурсів. Наприклад, добрива можна вносити не однаково по всьому полю, а відповідно до потреб окремих ділянок. Це знижує витрати і може підвищити ефективність вирощування. Недоліком є висока вартість обладнання, потреба в програмному забезпеченні та фахівцях, які вміють працювати з цифровими даними. Для невеликих господарств це може бути складно через високу початкову ціну впровадження.

Отже, сучасне вирощування ячменю не зводиться лише до однієї “найкращої” технології. Традиційна система є зрозумілою і надійною, але більш витратною. Інтенсивна технологія дає високий урожай, проте потребує значних вкладень і точного дотримання агротехніки. Мінімальний обробіток і No-till краще зберігають вологу та ґрунт, але вимагають досвіду, правильної сівоzmіни й якісного контролю бур'янів. Strip-till може бути компромісним варіантом, але потребує спеціальної техніки. Органічна технологія має екологічні переваги, однак є складнішою в управлінні. Найбільш перспективним підходом можна вважати не механічне копіювання певної системи, а поєднання кількох елементів: правильної сівоzmіни, якісного насіння, помірного обробітку ґрунту,

збалансованого живлення, захисту рослин і, за можливості, елементів точного землеробства. Саме такий підхід дозволяє отримати стабільний урожай ячменю і водночас не виснажувати ґрунт.

1.4 Обґрунтування теми дипломного проєкту

Сівба ячменю є дуже важливим етапом у його вирощуванні, тому що від своєчасності цієї роботи залежить, наскільки рівномірно з'являться сходи, як будуть розвиватися рослини і який урожай можна буде отримати. Особливо це важливо для ярого ячменю, який потрібно висівати рано, поки в ґрунті ще є достатньо вологи. Якщо затягнути з сівбою, верхній шар ґрунту починає швидко пересихати, насіння проростає гірше, сходи можуть бути нерівномірними, а рослини слабше кущатися. Через це господарству важливо не лише мати справний трактор і сівалку, а й правильно організувати сам процес сівби, щоб не було зайвих простоїв.

Однією з операцій, яка часто забирає багато часу, є завантаження насіння в бункери сівалки. У багатьох господарствах це ще й досі роблять вручну або за допомогою простих підручних засобів. Працівникам доводиться носити мішки з насінням, піднімати їх до бункера і пересипати вручну. Така робота є важкою фізично, займає багато часу і сповільнює весь процес сівби. Крім того, під час ручного завантаження насіння може розсипатися, забруднюватися, а сам посівний агрегат у цей час не працює, а просто стоїть.

Через довге ручне завантаження знижується реальна продуктивність сівалки. Навіть якщо агрегат має достатню ширину захвату і може швидко засівати поле, частина робочого часу все одно втрачається на зупинки для дозавантаження насіння. У результаті за зміну засівається менше площі, ніж могла б засіяти сівалка за своїми технічними можливостями. Для ячменю це є небажаним, адже строки сівби досить короткі, і навіть невелика затримка може негативно позначитися на майбутньому врожаї.

Тому виникає потреба у розробці простого тракторного завантажувача сівалок. Такий пристрій повинен забезпечувати механізовану подачу насіння до бункера сівалки, щоб зменшити ручну працю і прискорити заправку. Його можна виконати як нескладне обладнання, яке агрегатується з трактором або встановлюється на причіпний засіб. Головне, щоб такий завантажувач був простим за конструкцією, надійним у роботі, недорогим у виготовленні та зручним для використання у звичайних господарських умовах.

Розробка саме простого тракторного завантажувача є доцільною, тому що не кожне господарство може купити дорогі заводські завантажувальні комплекси. Для невеликих і середніх господарств важливо мати доступне технічне рішення, яке не потребує великих витрат і складного обслуговування. Такий завантажувач не обов'язково має бути складним, але він повинен виконувати основну задачу – швидко, зручно і безпечно подавати насіння в сівалку, скорочуючи час її заправки.

Використання тракторного завантажувача дасть змогу краще організувати роботу посівного агрегату. Насіння можна буде підвозити прямо до місця роботи сівалки, швидко заповнювати бункери і одразу продовжувати сівбу. Завдяки цьому зменшаться простоя трактора і сівалки, підвищиться продуктивність за зміну, а сівбу можна буде виконати за коротший час. При цьому трактор, який уже є в господарстві, можна використовувати не тільки для польових робіт, а й як джерело енергії для роботи завантажувача.

Крім скорочення часу сівби, такий пристрій покращує умови праці механізаторів і допоміжних працівників. Зменшується потреба вручну переносити важкі мішки, працівники менше втомлюються, а сама робота стає безпечнішою. Це особливо важливо під час посівної кампанії, коли роботи виконуються у напруженому темпі, і зайве фізичне навантаження може призводити до помилок, травм або погіршення якості виконання операцій.

Також механізоване завантаження дозволяє акуратніше виконувати заправку сівалки. При правильно підібраній конструкції завантажувача можна зменшити втрати насіння під час пересипання, полегшити контроль за кількістю

завантаженого матеріалу і зробити сам процес більш рівномірним та зручним. Це має особливе значення при роботі з протруєним насінням, оскільки небажано часто контактувати з ним вручну через наявність хімічних препаратів на його поверхні.

Отже, розробка простого тракторного завантажувача сівалок є актуальною і практично потрібною. Його використання дозволить скоротити час заправки сівалки, зменшити простої посівного агрегату, підвищити продуктивність праці та провести сівбу ячменю в оптимальні строки. Завдяки простій конструкції такий пристрій може бути доступним для звичайних господарств, а його застосування допоможе краще організувати посівну кампанію, зменшити трудові витрати і створити кращі умови для отримання дружних сходів та стабільного врожаю ячменю.

Саме тому, метою дипломного проєкту є розробка простого завантажувача сівалок для роботи у складі трактора та причепа.

Для досягненні названої мети проєкту необхідно виконати певні завдання

1. Провести аналіз обсягів виробництва ячменю та ефективності технологій його вирощування.
2. Виконати розробку плану механізованих робіт на вирощування ячменю за мінімальною технологією.
3. Провести обґрунтування основних елементів навантажувача та виконати інженерно-технічні розрахунки його конструкції.
4. Розглянути вимоги безпеки при роботі з посівними агрегатами та завантажувачами.
5. Провести економічну оцінку проєкту.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

2.1 Розробка плану виконання технологічних операцій при вирощуванні ярого ячменю

Методика складання плану механізованих робіт на вирощування ячменю за мінімальною технологією передбачає послідовне визначення всіх основних технологічних операцій, строків їх виконання, складу машинно-тракторних агрегатів, обсягу робіт, норм витрати матеріалів, продуктивності агрегатів і потреби в паливі та трудових ресурсах [11, 12]. Такий план складають для того, щоб заздалегідь визначити, яка техніка буде використовуватися на кожному етапі вирощування культури, скільки часу потрібно для виконання робіт і які матеріальні ресурси необхідно підготувати. Для ячменю, що вирощується за мінімальною технологією, важливо зменшити кількість проходів техніки по полю, не проводити глибокий основний обробіток ґрунту, але при цьому забезпечити якісне подрібнення рослинних решток, збереження вологи, вирівнювання поверхні поля та створення добрих умов для сівби.

Складання плану починають із визначення загальної площі вирощування ячменю. У дипломному проєкті площа становить 160 га. Усі технологічні операції в плані розраховуються саме на цю площу, якщо вони виконуються суцільно по всьому полю. Далі встановлюють прийняту технологію вирощування. Оскільки використовується мінімальна технологія, основний обробіток ґрунту виконується не оранкою, а дисковим агрегатом. Це дає змогу зменшити енерговитрати, скоротити кількість механічних впливів на ґрунт, зберегти більше післяжнивних решток на поверхні та краще утримати вологу.

Першою операцією у плані є післяжнивне дискування, яке проводять наприкінці липня після збирання попередника. Для цього обираємо машинно-тракторний агрегат у складі ХТЗ-17221 + дискова борона АГД-4,5. Перше дискування виконують на глибину 10–12 см. Метою цієї операції є подрібнення

та часткове загортання післяжнивних решток, підрізання бур'янів, провокування проростання падалиці та створення більш пухкого поверхневого шару ґрунту. У плані механізованих робіт для цієї операції вказують строк виконання – кінець липня, обсяг роботи – 160 га, склад МТА, глибину обробітку, орієнтовну продуктивність агрегату та витрату палива.

Через один місяць після першого дискування виконують другий обробіток ґрунту тим самим агрегатом ХТЗ-17221 + АГД-4,5. Друге дискування проводять на дещо більшу глибину – 12–14 см. Його призначення полягає у повторному знищенні бур'янів, кращому перемішуванні рослинних решток із ґрунтом, вирівнюванні поверхні поля та підготовці ґрунту до зимового періоду. У плані цю операцію доцільно розмістити орієнтовно наприкінці серпня або на початку вересня. Різниця в один місяць між першим і другим дискуванням є важливою, тому що за цей час встигають з'явитися сходи бур'янів і падалиці, які знищуються другим проходом дискової борони.

Навесні, після настання фізичної стиглості ґрунту, у план включають ранньовесняне боронування. Цю операцію виконують агрегатом ХТЗ-17221 + пружинна борона БП-24 на глибину 2-4 см. Основною метою весняного боронування є закриття вологи, руйнування ґрунтової кірки, вирівнювання поверхні поля та часткове знищення дрібних сходів бур'янів. У мінімальній технології ця операція має велике значення, оскільки дає змогу зберегти вологу в посівному шарі ґрунту перед сівбою ячменю. У таблиці плану для цієї операції зазначають строк виконання – рання весна, склад МТА, глибину обробітку 2-4 см і площу 160 га.

Після ранньовесняного боронування передбачається виконання передпосівного обробітку ґрунту. Його виконують агрегатом у складі ХТЗ-17221 + передпосівний культиватор БП-8,4. Метою передпосівного обробітку є остаточне вирівнювання поля, розпушування верхнього шару ґрунту на глибину загортання насіння, підрізання молодих бур'янів і формування якісного посівного ложа. Для ячменю дуже важливо, щоб насіння було загорнуте

рівномірно, тому передпосівний обробіток не повинен бути надто глибоким. У плані цю операцію розміщують безпосередньо перед сівбою.

Сівбу ячменю виконують у квітні місяці агрегатом ХТЗ-17221 + дві сівалки ASTRA-5,4. Використання двох сівалок дає змогу збільшити ширину захвату агрегату та скоротити тривалість сівби, що особливо важливо для ячменю, оскільки він потребує ранніх і стислих строків висіву. Норма висіву приймаємо – 200 кг/га. Разом із сівбою передбачається внесення мінеральних добрив у нормі 100 кг/га.

У плані механізованих робіт для сівби необхідно вказати строк виконання – квітень, склад агрегату, норму висіву насіння, норму внесення добрив, загальний обсяг насіння і добрив, а також площу роботи. Сівба повинна виконуватися в оптимальні строки, оскільки запізнення з висівом ярого ячменю може призвести до втрати ґрунтової вологи, нерівномірних сходів і зниження врожайності.

Після сівби у план включають операції з догляду за посівами. У даному випадку догляд передбачає два обприскування посівів проти бур'янів, хвороб і шкідників. Для цього приймаємо агрегат у складі МТЗ-82 + причіпний обприскувач ОП-2000-18. Перше обприскування доцільно передбачити у фазі кущення ячменю, коли проводиться захист від бур'янів і за потреби від початкового розвитку хвороб. Друге обприскування можна запланувати у період виходу в трубку – колосіння, коли основну увагу приділяють захисту рослин від хвороб листкового апарату та шкідників. У плані кожне обприскування записується окремим рядком, оскільки це дві самостійні технологічні операції з однаковим обсягом роботи – 160 га.

Завершальною операцією у плані механізованих робіт є збирання врожаю. Для цього обираємо зернозбиральний комбайн Claas Lexion 450 із зерновою жаткою. Збирання ячменю виконують прямим комбайнуванням у фазі повної стиглості зерна, коли вологість зерна відповідає вимогам зберігання або подальшої доробки. У плані для цієї операції зазначають площу збирання 160 га, марку комбайна, орієнтовну продуктивність, витрату палива та строки

виконання – переважно липень, залежно від погодних умов і строків досягання культури.

Після визначення всіх технологічних операцій складаємо саму таблицю плану механізованих робіт. У ній послідовно вказуємо назву операції, агротехнічні строки виконання, одиницю виміру, обсяг робіт, склад МТА, кількість агрегатів, норму виробітку або продуктивність, кількість нормо-змін, витрату палива на гектар і загальну витрату палива. Якщо операція виконується на всій площі, обсяг робіт приймають 160 га. Для операцій, пов'язаних із внесенням матеріалів, додатково розраховуємо потребу в насінні, добривах або засобах захисту рослин.

Наведемо розрахунки необхідних даних для повноцінної розробки плану виконання технологічних операцій при вирощуванні ячменю на площі 160 га за відомою методикою [11, 12].

Для прикладу наведемо розрахунки при проведенні дискування МТА, що складається з трактора ХТЗ-17221 та дискового агрегату АГД-4,5.

Виробіток, або продуктивність агрегату за одну годину змінного часу, який заноситься до колонки 13, для прийнятого складу МТА на дискування визначаємо за відповідною розрахунковою формулою:

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

де $W_{год}$ – годинна продуктивність машинно-тракторного агрегату під час дискування стерні, га/год;

$T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год. Для звичайних польових робіт її приймають рівною 7 год, а для робіт з підвищеною небезпекою – 6 год;

$W_{зм}$ – норма виробітку МТА за зміну, га/зм.

Нормативні показники виробітку МТА приймають відповідно до умов конкретного господарства або за типовими нормами виробітку та витрат пального [13-15].

Для обраного машинно-тракторного агрегату, який використовується для дискування, приймаємо нормативний виробіток 30,8 га/зм. Отже, годинна продуктивність агрегату становитиме:

$$W_{\text{год}} = \frac{30,8}{7} = 4,4 \text{ га/год}$$

Добовий виробіток агрегату для дискування визначають за формулою:

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

де $W_{\text{доб}}$ – виробіток агрегату протягом доби, га/доб;

$T_{\text{доб}}$ – тривалість роботи агрегату протягом доби відповідно до прийнятої змінності в господарстві. Зазвичай приймаємо роботу в одну, інколи в дві зміни. Для операції обробітку ґрунту приймаємо – 14 годин (дві зміни).

Таким чином одержуємо:

$$W_{\text{доб}} = 4,4 \cdot 14 = 61,6 \text{ га / добу}$$

Мінімальну кількість машинно-тракторних агрегатів, необхідних для вчасного проведення технологічної операції (у відповідності до агровимог), визначаємо за формулою:

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

де n – мінімальна кількість агрегатів, од;

Q – загальний обсяг робіт (площа) для якої розробляється план механізованих робіт, т, га;

D_p – агростроки проведення операції. При виконанні обробітку ґрунту приймаємо строк - 5 днів.

Враховуючи це маємо:

$$n = \frac{160}{61,6 \cdot 5} = 0,52 \text{ од.}$$

Округливши, отримаємо один агрегат.

У наступних колонках технологічної карти вказують, скільки працівників потрібно для обслуговування машинно-тракторного агрегату. Їх кількість

зазвичай беруть за нормами, які прийняті в господарстві, або за типовими рекомендаціями. На сьогодні більшість МТА працює з одним механізатором, без залучення додаткових працівників. Допоміжний персонал потрібен тільки в тих випадках, коли під час виконання операції є ручна робота, наприклад завантаження насіння чи добрив, контроль роботи сівалок або виконання інших допоміжних дій. Кількість основних і допоміжних працівників записують у відповідні колонки 17 та 18.

Питому витрату пального приймають за нормами, які діють у конкретному господарстві, або користуються типовими нормативними довідниками [13-15].

Прийняті значення вносять до колонки 19 плану механізованих робіт. Якщо витрата пального подана у л/га, її необхідно перевести у кг/га. Нормативне значення витрати пального для першого дискування на глибину 10-12 см приймаємо 5,8 кг/га.

Загальну потребу в пальному для виконання певної технологічної операції визначають за формулою:

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

де G – загальна кількість пального, необхідна для виконання операції, кг.

Для наведеної операції обробітку ґрунту дисковим знаряддям, становитиме:

$$G = 5,8 \cdot 160 = 928 \text{ кг}$$

Під час планування технології вирощування сільськогосподарських культур також потрібно визначити затрати праці та оплату праці працівників, які виконують механізовані операції.

Трудомісткість проведення технологічної операції визначаємо за формулою:

$$Z_n = \frac{m_{\text{мех}} + m_{\text{дон}}}{W_{\text{год}}} \quad (2.6)$$

де $m_{\text{мех}}, m_{\text{дон}}$ – кількість механізаторів та допоміжного персоналу.

За планом буде використовуватися один працівник, отже отримаємо:

$$Z_n = \frac{1}{4,4} = 0,227 \text{ люд-год/га}$$

Загальні затрати робочого часу на виконання визначаємо множенням питомих затрат праці на обсяг робіт:

$$Z_n = 0,227 \cdot 160 = 36,36 \text{ люд-год.}$$

Кількість нормо-змін визначаємо за формулою:

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

Для обраного складу МТА отримаємо:

$$H_{зм} = \frac{160}{30,8} = 5,19 \text{ нормо-змін}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо і для інших механізованих операцій у технології вирощування ярого ячменю. Отримані результати включаємо до плану механізованих робіт, який наведено в додатку А.

Висновки до розділу.

У розділі наведено основні технологічні операції та підібрано склади машинно-тракторних агрегатів, які використовуються під час вирощування ярого ячменю. На основі цього було складено план механізованих робіт для мінімальної технології вирощування культури. За результатами розрахунків встановлено, що для виконання всіх механізованих операцій на площі 160 га потрібно 5659,7 кг пального. У перерахунку на один гектар це становить близько 37 кг/га. Також визначено, що питомі затрати праці для запропонованої технології дорівнюють 2,38 люд.-год/га. Загальний обсяг нормо-змін для виконання всіх операцій вирощування ячменю на площі 160 га склав – 44,2.

3. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗАВАНТАЖУВАЧА СІВАЛОК

Розробка навантажувачу насіння призначена в першу чергу для механізації завантаження сівалки насінням під час проведення посівних операцій. Також навантажувач може бути використаний для завантаження не тільки насіння, а й інших подібних вантажів, тобто являється універсальною машиною для проведення навантажувально-розвантажувальних робіт в сільському господарстві.

3.1 Обґрунтування розроблюваної конструкції

Як добре відомо, застосування механізації та автоматизації виробничих процесів призводить до підвищення продуктивності виконання робіт, зменшення витрат робочої сили, покращення умов праці робітника та зменшення виробничого травматизму. Тому, впровадження механізації виробничих процесів є доцільним в сільському господарстві.

Так, застосування механізації завантаження насіння при посіві, продуктивність посівного апарату зросла на 10,5%, а витрата палива знизилась на 15%. Також покращились умови працюючих, знизився ризик виявлення шкідливих виробничих факторів.

Розроблена конструкція навантажувача насіння агрегується разом з причепом марки 2ПТС-4. Причому монтаж та демонтаж навантажувача не являється трудомістким. Навантажувач може мати два положення – робоче положення та транспортне.

Застосування транспортного положення при переїздах призводить до зменшення габаритів агрегату і підвищення його маневреності. Принцип дії навантажувача базується на принципі дії гвинтового (шнекового) конвеєру, переміщення вантажу відбувається під дією на нього спіралі шнеку. Навантажувач має гідравлічний привід, тобто приводиться в дію від гідромотора, який в свою чергу свою чергу набуває руху за рахунок рідини, яка подається

Застосування гідравлічного приводу має ряд переваг у порівнянні з механічним. До них можна віднести:

- незалежність розташування агрегатів приводу;
- зменшення металомісткості конструкції приводу;
- невеликі габарити передачі і висока потужність, що передається ними;
- надійне запобігання робочих органів від перевантажень;
- зниження затрат часу на регулювання та технічне обслуговування агрегату;
- покращення роботи механізатора.

Такі переваги і зумовили нас застосувати гідравлічний привід для приведення в дію робочих органів навантажувача. Навантажувач представляє собою - збірно-зварну конструкцію, основними частинами якої являються - боковина ліва 18 та права 19 (рис. 3.1), гідромотор 42 з приводом, горизонтальний 20 та похилий 6 шнеки, механізм переведення в транспортне положення.

Принцип дії навантажувача наступний. Насіння, що знаходиться в причепі переміщується до горизонтального шнеку під дією сили тяжіння, яка виникає в результаті підйому причепа за допомогою гідро циліндра причепа. Горизонтальний шнек, який приводиться в дію від гідромотора та через ланцюгову передачу, переміщує його до похилого шнеку, який в свою чергу приводиться в рух від горизонтального шнеку через карданну та ланцюгову передачу, далі зерно через отвір в кожусі шнеку потрапляє в бункер сівалки. Козирок, що встановлений на кожусі шнеку зменшує можливість втрат зерна при навантаженні. Поворотний механізм – дозволяє переводити агрегат з робочого положення в транспортне і навпаки. Також можлива модернізація поворотного механізму – це встановлення гідроциліндру, який дасть можливість переводити агрегат з робочого положення в транспортне і навпаки за допомогою гідросистеми трактору. Конструкція навантажувача досить проста і дозволяє виготовити такий навантажувач в умовах господарства.

3.2 Розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції

Для забезпечення нормальної роботи навантажувача необхідно розрахувати частоту обертання похилого та горизонтального шнеків.

Частоту обертання горизонтального шнеку можна визначити за формулою:

$$n = \frac{4 \cdot 60 \cdot W}{3,6 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \varphi \cdot \rho \cdot C_\beta}, \quad (3.1)$$

де n – частота обертання шнеку, хв^{-1} ;

W – продуктивність горизонтального шнеку, $W = 30$ т/год.;

D – зовнішній діаметр шнеку, $D = 0,15$ м;

d – діаметр валу шнеку, $d = 0,05$ м;

p – крок витків шнеку, $p = 0,2$ м;

φ – коефіцієнт завантаження насіння, $\varphi = 0,9$;

ρ – питома вага матеріалу, що транспортується, $\rho = 800$ кг/м^3 ;

C_β – коефіцієнт зниження продуктивності конвеєра, $C_\beta = 1$.

Підставивши відповідні вихідні дані маємо:

$$n = \frac{240 \cdot 30}{3,6 \cdot 3,14 \cdot (0,2^2 - 0,05^2) \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 800 \cdot 1} = 108 \text{хв}^{-1}$$

Продуктивність похилого шнеку повинна бути більша на 7% від горизонтального (за правилами конструювання) для забезпечення постійної подачі без можливих зупинок. Тому для визначення частоти обертання похилого шнеку необхідно в формулу (3.1) підставити продуктивність $W = 32,1$ т/год., а також необхідно враховувати втрату продуктивності для похилого шнеку коефіцієнтом C_β , який для кута нахилу 20° рівний 0,6.

Враховуючи ці зміни визначаємо частоту обертання похилого шнеку:

$$n = \frac{240 \cdot 32,1}{3,6 \cdot 3,14 \cdot (0,2^2 - 0,05^2) \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 800 \cdot 0,6} = 210 \text{хв}^{-1}$$

Для забезпечення розрахункової частоти обертання похилого шнеку, передаточне відношення ланцюгової передачі повинно складати:

$$i = \frac{n_1}{n_2}, \quad (3.2)$$

де i – передаточне відношення ланцюгової передачі приводу похилого шнеку;

n_1 – частота обертання горизонтального шнеку, хв^{-1} ;

n_2 – частота обертання похилого шнеку, хв^{-1} .

Підставивши відомі значення частот обертання отримуємо:

$$i = \frac{108}{210} = 0,52$$

Потужність необхідну для приводу навантажувача визначаємо за формулою:

$$N = \frac{p \cdot n \cdot k_3 \cdot (D^2 - d^2) \cdot g \cdot \rho \cdot (L \cdot f + L_{II} \cdot \sin \alpha)}{240}, \quad (3.3)$$

де N – потужність необхідна для приводу навантажувача, кВт;

k_3 – коефіцієнт запасу, $k_3 = 2$;

g – прискорення земного тяжіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

L – загальна довжина транспортування, $L = 4,1 \text{ м}$;

L_{II} – довжина транспортування в похилому шнеці, $L_{II} = 1,9 \text{ м}$;

f – коефіцієнт тертя насіння по жолобу шнеку, $f = 0,15$;

α – кут нахилу похилого шнеку, $\alpha = 20^\circ$.

Підставивши відповідні дані розроблюваного навантажувачу, маємо:

$$N = \frac{0,2 \cdot 108 \cdot 2 \cdot (0,2^2 - 0,05^2) \cdot 9,81 \cdot 800 \cdot (4,1 \cdot 0,15 + 1,9 \cdot \sin 20^\circ)}{240} = 5,7 \text{ кВт}$$

Для приводу навантажувача приймаємо гідромотор ГМШ 32У-2 з номінальною потужністю $P = 10,5 \text{ кВт}$. Максимальна частота обертання 1750 хв^{-1} , мінімальна частота обертання 50 хв^{-1} . Частота обертання гідромотора залежить від подачі насосу, для регулювання частоти обертання гідромотору в

магістраль високого тиску вмонтовано дросель змінної витрати робочої рідини. Контролюється частота обертання за допомогою індуктивного датчика та електронного табло.

Розрахунок параметрів ланцюгової передачі.

Одним з елементів конструкції навантажувача, що впливають на її надійність є ланцюгова передача приводу горизонтального шнеку. Тому для правильного вибору елементів цієї передачі необхідно провести розрахунок передачі виходячи з критерію забезпечення зносостійкості шарнірів передачі.

Визначаємо необхідну частоту обертання валу гідромотора, при цьому приймаємо передаточне відношення передачі $i = 3$:

$$n_{зм} = i \cdot n_1, \quad (3.4)$$

де $n_{зм}$, n_1 – частота обертання валу гідромотора і горизонтального шнеку відповідно, хв^{-1} ;

i – передаточне відношення передачі, $i = 3$.

Отже маємо:

$$n_{зм} = 3 \cdot 108 = 324 \text{ хв}^{-1}$$

Число зубців ведучої зірочки приймаємо згідно рекомендаціям $z_1 = 13$ тоді кількість зубців веденої зірочки буде рівний $z_2 = 39$.

Визначаємо розрахункову потужність, яка передається за допомогою ланцюгової передачі:

$$N_p = N_1 \cdot K_3 \cdot K_z \cdot K_n, \quad (3.5)$$

де N_p – розрахункова потужність передачі, кВт;

N_1 – потужність приводу навантажувача, $N_1 = 5,7$ кВт;

K_3 – коефіцієнт експлуатації ланцюгової передачі;

K_2 – коефіцієнт числа зубів, $K_2 = 1,1$;

K_n – коефіцієнт частоти обертання, $K_n = 1,25$.

В свою чергу коефіцієнт експлуатації визначається за формулою:

$$K_3 = K_d \cdot K_a \cdot K_n \cdot K_{рег} \cdot K_c \cdot K_{реж}, \quad (3.6)$$

де K_d – коефіцієнт динамічного навантаження, (при рівномірному

навантаженні $K_d = 1$);

K_a – коефіцієнт міжосьової відстані, $K_a = 1,25$;

K_n – коефіцієнт нахилу передачі до горизонту, ($\alpha < 60^\circ$ $K_n = 1$);

$K_{рег}$ – коефіцієнт способу регулювання натягу ланцюга, (при регулюванні натяжною зірочкою $K_{рег} = 1,1$);

K_c – коефіцієнт мащення і забрудненості передачі, (при застосуванні періодичного мащення та пильних умов праці $K_c = 1,8$).

$K_{реж}$ – коефіцієнт режиму, або тривалості роботи за добу, $K_{реж} = 1$.

Отже маємо:

$$K_{\gamma} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,8 \cdot 1 = 2,47$$

Підставивши отриманні значення в формулу (3.5), маємо:

$$N_p = 5,7 \cdot 2,47 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 19,35 \text{ кВт}$$

Вибираємо ланцюг ПР-25, 4-56700 у якого допустиме значення потужності для передачі становить $[N_p] = 19,5 \text{ кВт}$.

Швидкість ланцюгу визначаємо за формулою:

$$v = \frac{n_1 \cdot z_1 \cdot p_{\Pi}}{60}, \quad (3.7)$$

де p_{Π} – крок ланцюга, $p_{\Pi} = 25,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Отже швидкість ланцюга дорівнює:

$$v = \frac{324 \cdot 23 \cdot 25,04 \cdot 10^{-3}}{60} = 3,15 \text{ м/с}$$

Для мащення ланцюгової передачі при такій швидкості застосовуємо густе шарнірне мастило.

Число ланок ланцюга визначаємо за формулою:

$$L = \frac{2 \cdot a}{p_{\Pi}} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{p_{\Pi}}{a}, \quad (3.8)$$

де a – міжосьова відстань передачі, $a = 380 \text{ мм}$.

$$L = \frac{2 \cdot 380}{25,4} + \frac{39+13}{2} + \left(\frac{39-13}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{25,4}{380} = 57,06$$

Приймаємо найближче більше парне число ланок – 58 одиниць.

Уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = \frac{p_u}{4} \left[L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right], \quad (3.9)$$

Отже, маємо:

$$a = \frac{25,4}{4} \left[60 - \frac{13+39}{2} + \sqrt{\left(60 - \frac{13+39}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{39-13}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 385 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметри ведучої та веденої зірочок:

$$d = \frac{p_u}{\sin(\pi / z)}, \quad (3.10)$$

Для ведучої зірочки маємо:

$$d = \frac{25,4}{\sin(3,14 / 13)} = 106 \text{ мм}$$

Діаметр веденої зірочки:

$$d = \frac{25,4}{\sin(3,14 / 39)} = 315 \text{ мм}$$

Перевірочні розрахунки елементів спроектованої конструкції.

Для забезпечення працездатності спроектованої конструкції необхідно провести декілька перевірочних розрахунків елементів конструкції на міцність.

Проведемо перевірку на міцність шпонкового з'єднання, що передає крутний момент на горизонтальний шнек навантажувача.

Умова міцності з'єднання по нормальним напруженням, тобто на зминання має вигляд:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot T \cdot 10^3}{h \cdot l_p \cdot d} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.11)$$

де $\sigma_{зм}$ – напруження зминання, МПа;

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме значення напруження зминання, $[\sigma_{зм}] = 120$ МПа;

T – крутний момент, що передає з'єднання, Н·м;

h – висота шпонки над валом, $h = 8$ мм;

l_p – робоча товщина шпонки, $l_p = 80$ мм;

d – номінальний діаметр з'єднання, $d = 30$ мм.

Крутний момент, що передає з'єднання визначаємо за формулою:

$$T = 9500 \frac{N}{n_2} \quad (3.12)$$

$$T = 9500 \frac{5,7}{108} 504 \text{ Н·м}$$

Тоді нормальне напруження складе:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 504 \cdot 10^3}{8 \cdot 80 \cdot 30} = 105 \text{ МПа} \leq 120 \text{ МПа}$$

Отже, умова міцності шпонкового з'єднання на зминання виконується.

Умова міцності шпонкового з'єднання на зріз має наступний вигляд:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{b \cdot l_p \cdot d} \leq [\tau_{зр}], \quad (3.13)$$

де $\tau_{зр}$ – напруження зрізу, МПа;

$[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження зрізу, $[\tau_{зр}] = 80$ МПа;

b – ширина шпонки, $b = 10$ мм.

Підставивши приведені показники у формулу 3.13 маємо:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 504 \cdot 10^3}{10 \cdot 80 \cdot 30} = 42 \leq [80]$$

Умова міцності шпонкового з'єднання на зріз також виконується.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують працездатність спроектованої конструкції.

Висновки до розділу.

Розроблена конструкція навантажувача насіння агрегатується разом з причепом марки 2ПТС-4. Навантажувач може мати два положення – робоче положення та транспортне. Застосування транспортного положення при переїздах призводить до зменшення габаритів агрегату і підвищення його маневреності. Визначена потужність, яка необхідна на привід навантажувачу – 5,7 кВт та обрано гідромотор ГМШ 32У-2 $P_n = 10,5$ кВт. Визначені параметри ланцюгової передачі, а саме діаметри ведучої та веденої зірочок повинні становити 106 та 315 мм відповідно. Проведені перевірочні розрахунки елементів конструкції, що підтверджують її працездатність.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Робота із завантажувачами сівалок є досить відповідальною частиною процесу сівби, тому що під час неї переміщують насіння, добрива або протруєний посівний матеріал. Крім того, у роботі беруть участь різні рухомі механізми: шнеки, транспортери, гідравлічна система, а також трактор із сівалкою. Через це під час завантаження потрібно бути дуже уважним, не поспішати і працювати тільки тоді, коли обладнання справне та підготовлене до роботи.

До роботи із завантажувачами сівалок допускають тільки тих працівників, які пройшли інструктаж з охорони праці, знають правила безпечної роботи з посівними агрегатами та розуміють, як діяти у випадку аварійної ситуації [16]. Працівник повинен не лише вміти користуватися обладнанням, а й знати, які небезпеки можуть виникнути під час завантаження насіння або добрив. Відповідальність за проведення навчання, інструктажів і перевірку знань працівників покладається на роботодавця.

Перед початком роботи потрібно уважно оглянути завантажувач, сівалку, трактор і транспортний засіб, з якого буде подаватися насіння [17-19]. Насамперед перевіряють стан шнека або транспортера, захисних кожухів, гідравлічних рукавів, з'єднань, фіксаторів, опор і органів керування. Не можна працювати, якщо гідрошланги пошкоджені, захисні огороження відсутні, а окремі елементи завантажувача погано закріплені. Робоче місце також потрібно підготувати: воно має бути рівним, без сторонніх предметів, каміння, ям та інших перешкод, через які працівник може впасти або техніка може втратити стійкість.

Під час під'їзду трактора із сівалкою до транспортного засобу з насінням потрібно дотримуватися безпечної відстані. Не можна перебувати між трактором, сівалкою і причепом під час маневрування, оскільки це одна з найбільш небезпечних зон. Механізатор і працівник, який бере участь у завантаженні, повинні заздалегідь домовитися про сигнали, щоб уникнути

непорозумінь. Якщо огляд поганий або техніка працює в обмеженому просторі, краще залучити сигнальника, який буде стояти у безпечному місці.

Найбільшу небезпеку під час роботи завантажувача становлять рухомі частини: шнек, вал, транспортерна стрічка, приводні ланцюги, карданні передачі та інші механізми [18, 19]. Вони можуть затягнути одяг або травмувати руки, тому під час роботи не можна очищати шнек, поправляти насіння, знімати залишки матеріалу чи виконувати будь-які регулювання. Якщо завантажувач забився або виникла потреба щось поправити, спочатку потрібно повністю зупинити агрегат, вимкнути привід і двигун трактора, і лише після цього виконувати очищення або ремонт.

Під час завантаження насіння чи добрив працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту [16]. До них належать спецодяг, рукавиці, захисні окуляри, а за потреби – респіратор. Це особливо важливо при роботі з протруєним насінням, тому що пил і залишки хімічних препаратів можуть потрапляти на шкіру, в очі або в органи дихання. Під час такої роботи не можна їсти, пити чи курити. Після завершення завантаження потрібно вимити руки й обличчя, очистити спецодяг, а за можливості — прийняти душ.

Під час заповнення бункерів сівалки не можна ставати на колеса, борти причепа, раму або інші випадкові частини машини, які не призначені для цього [18]. Для підйому слід використовувати штатні драбини, площадки та поручні. Також забороняється перебувати під піднятим завантажувачем або у зоні, де може впасти шнек, рукав чи інший робочий орган. Якщо завантажувач обладнаний гідравлічним підніманням, перед роботою потрібно переконатися, що гідросистема справна, а робочий орган надійно зафіксований.

Окрему увагу слід звертати на пил, який утворюється під час переміщення сухого насіння, добрив або протруєного матеріалу. Працівник не повинен стояти з того боку, куди вітер несе пил, тому що він може потрапити в обличчя та органи дихання. Також потрібно намагатися не розсипати насіння чи добрива на землю, адже це створює небезпеку ковзання, забруднює робочу зону і збільшує контакт працівників із хімічними речовинами.

Під час роботи не можна залишати завантажувач без нагляду або передавати керування людям, які не проходили інструктаж. Також заборонено працювати у стані втоми, алкогольного чи іншого сп'яніння. Якщо робота виконується у темний час доби або при поганій видимості, потрібно забезпечити достатнє освітлення. Небезпечно різко вмикати привід, перевантажувати бункер або намагатися пришвидшити подачу матеріалу руками.

Для того щоб навантажувач насіння працював надійно і без перебоїв, важливо правильно організувати його використання, своєчасно проводити технічне обслуговування та забезпечити нормальні умови зберігання. Оскільки, як уже зазначалося, навантажувач насіння працює разом із причепом 2ПТС-4, перед початком експлуатації його потрібно встановити на причеп. Для цього не слід виконувати монтаж вручну, а необхідно використовувати кран-балку або тельфер, щоб безпечно підняти і закріпити обладнання.

Перед початком роботи потрібно уважно перевірити стан навантажувача. Насамперед оглядають усі з'єднання, кріплення та захисні огороження, щоб переконатися, що вони справні й надійно встановлені. Також необхідно змастити ланцюгові передачі, під'єднати навантажувач до гідравлічної системи трактора і перевірити його роботу без подачі насіння, тобто на холостому ході. Це дає змогу переконатися, що механізм працює рівномірно, без сторонніх шумів, ривків або вібрацій. Крім того, перед роботою потрібно відрегулювати потрібну частоту обертання вала гідромотора, який приводить навантажувач у дію.

Завантаження сівалки насінням за допомогою навантажувача виконується у певній послідовності. Спочатку тракторист переводить навантажувач у робоче положення за допомогою поворотного механізму. Після цього він під'їжджає до сівалки так, щоб вихідний отвір похилого шнека знаходився приблизно над бункером сівалки. Далі за допомогою гідророзподільника тракторист вмикає гідромотор, і навантажувач починає подавати насіння до бункера.

У процесі роботи, коли насіння в причепі поступово зменшується в зоні дії горизонтального шнека, тракторист піднімає платформу причепа. Завдяки цьому насіння краще надходить до робочого органу навантажувача, і процес завантаження проходить рівномірніше. Після того як бункер сівалки заповнено, тракторист вимикає гідромотор, опускає платформу причепа та переводить навантажувач у транспортне положення.

Після завершення завантаження потрібно вимкнути привід завантажувача і переконатися, що всі рухомі частини повністю зупинилися. Потім слід очистити робочі органи від залишків насіння або добрив, перевірити, чи закриті кришки бункерів сівалки, і лише після цього продовжувати рух агрегату. Завантажувач необхідно перевести у транспортне положення, зафіксувати його та переконатися, що він не створює небезпеки під час переїзду полем або дорогою.

Якщо під час роботи з'явився сторонній шум, сильна вібрація, підтікання оливи з гідросистеми або забивання шнека, роботу потрібно одразу зупинити. Усувати несправність можна тільки після вимкнення двигуна, зупинки приводу та зняття тиску в гідросистемі. У разі травмування працівника необхідно зупинити агрегат, надати домедичну допомогу, повідомити керівника робіт і, за потреби, викликати медичну допомогу.

Отже, безпечна робота із завантажувачами сівалок залежить від справності техніки, правильної організації робочого місця та уважності працівників. Основну небезпеку становлять рухомі механізми, пил від насіння й добрив, гідравлічна система, робота біля тракторного агрегату та можливість падіння під час обслуговування бункерів. Тому, всі операції потрібно виконувати спокійно, без поспіху, із використанням засобів індивідуального захисту та після проходження відповідного інструктажу.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Вихідними даними для розрахунку річного економічного ефекту є показники, наведені в таблиці 5.1. У розрахунках економічної ефективності враховуються ті показники, на які безпосередньо впливає запропонована модернізація. У даному випадку застосування завантажувача сівалок дозволяє зменшити простої посівного агрегату під час технологічного обслуговування, тобто під час завантаження насіння. За рахунок цього зростає продуктивність агрегату, зменшуються витрати праці на одиницю роботи та знижуються окремі експлуатаційні витрати.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Назва операції	Сівба + завантаження сівалок	
Комплекс МТА	ХТЗ-17221+ 2Astra-5,4 МТЗ-82.1+2ПТС-4 (без завантажувача)	ХТЗ-17221+ 2Astra-5,4+ МТЗ-82.1+2ПТС-4М+навантажувач
Планове завантаження, га	$Q^6 = 160 (650)$	$Q^п = 160 (650)$
Годинна продуктивність, га/год.	$W^6_{год} = 5,0$	$W^п_{год} = 5,5$
Витрата пального, кг/га	$g_п = 2,7$	$g_п = 2,7$
Балансова вартість складу МТА, грн.	$B^6 = 1810000$	$B^п = 1822000$
Час роботи протягом зміни, год.	$T_{зм}^6 = 7$	$T_{зм}^п = 7$
Вартість 1 кг пального, грн.	$Ц_к^6 = 85$	$Ц_к^п = 85$
Норма амортизації, %	6	6
Нормативні витрати на ТО, ПР, КР, %	8,5	8,5
Річне планове завантаження МТА, нормо-змін	70	77

Обсяг роботи 160 га відповідає площі посіву ячменю, а 650 га - плановому річному навантаженню агрегату під час виконання посівних робіт у господарстві. Для визначення річного економічного ефекту приймаємо: $Q = 650$ га. Додаткові капітальні вкладення становлять 12000 грн.

Приріст продуктивності агрегату становить:

$$\Delta W = ((W_{\pi} - W_6) / W_6) \cdot 100 \quad (5.1)$$

$$\Delta W = ((5,5 - 5,0) / 5,0) \cdot 100 = 10 \%$$

Отже, застосування завантажувача дозволяє підвищити годинну продуктивність посівного агрегату на 10 %.

Витрати робочого часу на одиницю роботи

Витрати робочого часу на одиницю роботи визначаються як відношення кількості обслуговуючого персоналу до годинної продуктивності агрегату.

Для базового та проектного варіантів:

$$B_6 = 1 / 5,0 = 0,20 \text{ люд.-год/га}$$

$$B_{\pi} = 1 / 5,5 = 0,182 \text{ люд.-год/га}$$

Заробітна плата з нарахуваннями визначається за формулою:

$$ЗП = (ТС \cdot K_{пр} / W_{год}) \cdot 1,2 \cdot 1,362$$

Приймаємо тарифну ставку – 75 грн/год.

Для базового та запропонованого варіантів отримаємо:

$$ЗП_6 = (75 \cdot 1 / 5,0) \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 24,52 \text{ грн/га}$$

$$ЗП_{\pi} = (75 \cdot 1 / 5,5) \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 22,29 \text{ грн/га}$$

Амортизаційні відрахування на одиницю роботи визначаються за формулою:

$$A = (B \cdot \lambda) / Q$$

Норму амортизації приймаємо $\lambda = 6 \% = 0,06$.

Для базового варіанта та розробленого варіантів:

$$A_6 = (1810000 \cdot 0,06) / 650 = 167,08 \text{ грн/га}$$

$$A_{\pi} = (1822000 \cdot 0,06) / 650 = 168,18 \text{ грн/га}$$

Витрати на пальне будуть однаковими та становити:

$$В_{ПММ} = 2,7 \cdot 85 = 229,50 \text{ грн/га}$$

Нормативні витрати на ремонт, технічне обслуговування та зберігання визначаються за формулою:

$$H_{\text{рем}} = B \cdot 0,085$$

Для базового варіанта та запропонованого варіантів отримаємо:

$$H_{\text{рем.б}} = 1810000 \cdot 0,085 = 153850 \text{ грн}$$

$$H_{\text{рем.п}} = 1822000 \cdot 0,085 = 154870 \text{ грн}$$

Нормативне річне завантаження агрегату в гектарах визначається через кількість нормо-змін і змінну продуктивність агрегату:

Для двох варіантів маємо:

$$Q_{\text{н.б}} = 70 \cdot 35,0 = 2450 \text{ га}$$

$$Q_{\text{н.п}} = 77 \cdot 38,5 = 2964,5 \text{ га}$$

Витрати на ремонт, технічне обслуговування та зберігання на 1 га визначаються за формулою:

$$B_{\text{рем}} = (H_{\text{рем}} \cdot K) / Q_{\text{н}}$$

де $B_{\text{рем}}$ - витрати на ремонт, ТО та зберігання, грн/га; $H_{\text{рем}}$ - нормативні витрати на ремонт, ТО та зберігання, грн; K - коефіцієнт індексації; $Q_{\text{н}}$ - нормативне річне завантаження агрегату, га. Приймаємо коефіцієнт індексації $K = 1,65$.

Для базового варіанта:

$$B_{\text{рем.б}} = (153850 \cdot 1,65) / 2450 = 103,61 \text{ грн/га}$$

Для проєктного варіанта:

$$B_{\text{рем.п}} = (154870 \cdot 1,65) / 2964,5 = 86,20 \text{ грн/га}$$

Інші витрати приймаються у розмірі 3 % від суми основних експлуатаційних витрат, для двох варіантів складають:

$$IB_{\text{б}} = 0,03 \cdot (24,52 + 167,08 + 229,50 + 103,61) = 15,74 \text{ грн/га}$$

$$IB_{\text{п}} = 0,03 \cdot (22,29 + 168,18 + 229,50 + 86,20) = 15,19 \text{ грн/га}$$

Загальні експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$EB = 3П + А + ВПММ + B_{\text{рем}} + IB$$

Для двох варіантів, маємо

$$EB_{\text{б}} = 24,52 + 167,08 + 229,50 + 103,61 + 15,74 = 540,45 \text{ грн/га}$$

$$ЕВ_{\pi} = 22,29 + 168,18 + 229,50 + 86,20 + 15,19 = 521,36 \text{ грн/га}$$

Економія експлуатаційних витрат на 1 га становить:

$$Е_{га} = 540,45 - 521,36 = 19,09 \text{ грн/га}$$

Річна економія експлуатаційних витрат:

$$Е_{екс} = 19,09 \cdot 650 = 12409,71 \text{ грн}$$

Термін окупності визначається як відношення обсягу капіталовкладень на модернізацію до економічного ефекту від її реалізації:

$$T_{ок} = 12000 / 12409,71 = 0,96 \text{ року}$$

Одержані результати формуємо у вигляді таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Техніко-економічні показники проєкту

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Обсяг роботи (річний плановий, га)	650	650
Виробіток за годину змінного часу, га/год	5,0	5,5
Затрати робочого часу, люд.-год/га	0,20	0,182
Витрата пального, кг/га	2,7	2,7
Балансова вартість комплексу МТА для сівби, грн	1810000	1822000
Річне завантаження, нормо-змін	70	77
Експлуатаційні витрати, грн/га	540,45	521,36
Річний економічний ефект, грн	-	12409,71
Обсяг додаткових капітальних вкладень, грн	-	12000
Термін окупності, років	-	0,96

Висновки до розділу.

За результатами техніко-економічних розрахунків встановлено, що використання завантажувача сівалок у складі модернізованого посівного агрегату дозволяє підвищити годинну продуктивність з 5,0 до 5,5 га/год. Відповідно змінна продуктивність агрегату зростає з 35,0 до 38,5 га/зм, тобто на 10 %. Це пояснюється тим, що під час роботи із завантажувачем скорочується простій посівного агрегату на завантаженні насіння, а отже, більша частина робочого часу зміни використовується безпосередньо на виконання сівби.

У базовому варіанті експлуатаційні витрати становлять 540,45 грн/га, а у проєктному – 521,36 грн/га. Економія експлуатаційних витрат складає 19,09 грн/га. За річного обсягу робіт 650 га річний експлуатаційний економічний ефект становить 12409,71 грн. Додаткові капітальні вкладення, пов'язані з використанням модернізованого складу агрегату, становлять 12000 грн. За отриманого річного економічного ефекту термін окупності дорівнює 0,96 року. Отже, застосування завантажувача сівалок є економічно доцільним, оскільки воно забезпечує підвищення продуктивності посівного агрегату, зменшення експлуатаційних витрат на одиницю роботи та достатньо швидку окупність додаткових капітальних вкладень.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що найбільший внесок у світове виробництво ячменю традиційно роблять Європейський Союз, Росія, Австралія, Канада, Туреччина та Україна. У 2025/26 маркетинговому році, за оцінкою USDA, Європейський Союз має виробити 56,39 млн т ячменю, Росія – 19,40 млн т, Австралія – 16,33 млн т, Канада – 9,73 млн т. Зібрана площа ячменю в Україні зменшилася з 1,68 млн га у 2023/24 р. до 1,55 млн га у 2025/26 р. Скорочення становило 0,13 млн га, або близько 7,7 %. При цьому врожайність залишалася досить стабільною: у 2023/24 та 2024/25 рр. вона становила 3,63 т/га, а у 2025/26 р. – 3,61 т/га. Такі незначні коливання показують, що продуктивність культури в Україні зберігалася приблизно на одному рівні.

Однією з операцій, яка часто забирає багато часу, є завантаження насіння в бункери сівалки. У багатьох господарствах це ще й досі роблять вручну або за допомогою простих підручних засобів. розробка простого тракторного завантажувача сівалок є актуальною і практично потрібною. Його використання дозволить скоротити час заправки сівалки, зменшити простої посівного агрегату, підвищити продуктивність праці та провести сівбу ячменю в оптимальні строки.

У роботі наведено основні технологічні операції та підібрано склади машинно-тракторних агрегатів, які використовуються під час вирощування ярого ячменю. На основі цього було складено план механізованих робіт для мінімальної технології вирощування культури. За результатами розрахунків встановлено, що для виконання всіх механізованих операцій на площі 160 га потрібно 5659,7 кг пального. У перерахунку на один гектар це становить близько 37 кг/га. Також визначено, що питомі затрати праці для запропонованої технології дорівнюють 2,38 люд.-год/га. Загальний обсяг нормо-змін для виконання всіх операцій вирощування ячменю на площі 160 га склав – 44,2.

Розроблена конструкція навантажувача насіння агрегується разом з причепом марки 2ПТС-4. Навантажувач може мати два положення – робоче положення та транспортне. Застосування транспортного положення при

переїздах призводить до зменшення габаритів агрегату і підвищення його маневреності. Визначена потужність, яка необхідна на привід навантажувачу – 5,7 кВт та обрано гідромотор ГМШ 32У-2 $P_n = 10,5$ кВт. Визначені параметри ланцюгової передачі, а саме діаметри ведучої та веденої зірочок повинні становити 106 та 315 мм відповідно. Проведені перевіірочні розрахунки елементів конструкції, що підтверджують її працездатність.

За результатами техніко-економічних розрахунків встановлено, що використання завантажувача сівалок у складі модернізованого посівного агрегату дозволяє підвищити годинну продуктивність з 5,0 до 5,5 га/год. Відповідно змінна продуктивність агрегату зростає з 35,0 до 38,5 га/зм, тобто на 10 %. Це пояснюється тим, що під час роботи із завантажувачем скорочується простій посівного агрегату на завантаженні насіння, а отже, більша частина робочого часу зміни використовується безпосередньо на виконання сівби.

У базовому варіанті експлуатаційні витрати становлять 540,45 грн/га, а у розробленому – 521,36 грн/га. Економія експлуатаційних витрат складає 19,09 грн/га. За річного обсягу робіт 650 га річний експлуатаційний економічний ефект становить 12409,71 грн. Додаткові капітальні вкладення, пов'язані з використанням модернізованого складу агрегату, становлять 12000 грн. За отриманого річного економічного ефекту термін окупності дорівнює 0,96 року. Отже, застосування завантажувача сівалок є економічно доцільним, оскільки воно забезпечує підвищення продуктивності посівного агрегату, зменшення експлуатаційних витрат на одиницю роботи та достатньо швидку окупність додаткових капітальних вкладень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. USDA/FAS. Production, Supply and Distribution Online: Barley production data for 2023/24–2025/26 marketing years.
2. In 2025/26 MY, Ukraine exports 2.8 mln tons of barley, which is 22% above the previous marketing year. <https://ucab.ua/en/ucab-survey-en/in-2025-26-my-ukraine-exports-2-8-mln-tons-of-barley-which-is-22-above-the-previous-marketing-year/>
3. Державна служба статистики України. <https://ukrstat.gov.ua/>
4. BARLEY Post-harvest Operations. https://www.fas.usda.gov/data/production/0430000?utm_source
5. SuperAgronom.com. Фінальні показники врожаю 2025 в Україні оприлюднив Держстат. URL: <https://superagronom.com/news/22513-derjstat-opublikuvav-ostatochni-dani-po-vroжайu-2025-26-v-ukrayini>
6. Theresa Adesanya, Francis Zvomuya, Myriam R. Fernandez, Mervin St. Luce, Crop rotation diversity and tillage effects on soil and wheat grain nutrient concentration in an organically-managed system, Journal of Agriculture and Food Research. Volume 18. 2024. 101411. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101411>
7. No-till технології: що це, перспективи в Україні. https://weagro.ua/blog/no-till-tehnologiyi-shho-cze-perspektyvy-v-ukrayini/?utm_source
8. M. Nyborg, S.S. Malhi. Effect of zero and conventional tillage on barley yield and nitrate nitrogen content, moisture and temperature of soil in north-central Alberta. Soil and Tillage Research. Volume 15, Issues 1–2. 1989. Pages 1-9. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(89\)90059-7](https://doi.org/10.1016/0167-1987(89)90059-7).
9. Вирощування ячменю з горохом за технологією strip-till. https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/vyroshchuvannya-yachmenyu-z-horokhom-za-tekhnohoyeyu-strip?utm_source
10. Порівняння систем обробітку ґрунту – переваги та недоліки. [https://vnis.com.ua/article/porivnyannya-sistem-obrobitku-gruntu-perevagi-ta-](https://vnis.com.ua/article/porivnyannya-sistem-obrobitku-gruntu-perevagi-ta)

[nedoliki?srsltid=AfmBOoo-](https://nedoliki.gov.ua/?srsltid=AfmBOoo-)

[Z8XijIzJCB5beZCkgjqpUcY4pPZlpqvluaAo9AA71gEPn59xO&utm_source](https://nedoliki.gov.ua/?srsltid=AfmBOoo-Z8XijIzJCB5beZCkgjqpUcY4pPZlpqvluaAo9AA71gEPn59xO&utm_source)

11. Кобець А. С. Ільченко В. Ю., Бутенко В. Г. та ін. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві ДДАУ. Дніпропетровськ, 2007. 288 с.

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

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

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

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

16. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05) та Переліку робіт з підвищеною небезпекою : Наказ Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0231-05>

17. Про затвердження Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві: Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1090-18>

18. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М. Сакун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет. Одеса. 2009. 187 с.

19. Правила охорони праці при експлуатації посівних і садильних машин // Профосвіта. URL: <https://profosvita.online/>

20. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П. та ін. Практикум з використання машин у рослинництві. Дніпропетровськ. ДДАУ. 2002. 212 с.

ДОДАТКИ

Додаток А – План вирощування ячменю ярого на 160 га за мінімальною технологією

Попередник - зернові колосові
Тип ґрунту-II
Гр. господарств-II

врожайність зерна-3,2 т/га

	Операції	Агротехнічні вимоги	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Тривалість роботи за добу, год	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Виробіток			Потрібно для виконання роботи			Витрати палива, кг		Затрати праці, люд-год/га		Кількість нормо-змін
					Календарні	Тривалість, днів		трактор	зіплка	с.-г. машина		за годину	за зміну	за добу	агрегатів	трактористів	допоміжних 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	8-10 см	га	160	20-30.07	6	14	ХТЗ-17221		АГД-4,5	1	4,40	30,8	61,6	1	2		5,8	928	0,23	36,4	5,19
2	Дискування друге	12-14 см	га	160	20-18.07	6	14	ХТЗ-17221		АГД-4,5	1	4,40	30,8	61,6	1	2		5,1	816	0,23	36,4	5,19
3	Ранньовесняне боронування	2-3см	га	160	28.02-10.03	2	14	ХТЗ-17221		БП-24	21	19,71	138,0	276	1	2		1,2	192	0,05	8,1	1,16
4	Передпосівний обробіток ґрунту	4-6 см	га	160	01-10.04	6	14	ХТЗ-17221		КП-8,4	3	8,63	60,4	120,8	1	2		4,1	656	0,12	18,5	2,65
5	Навантаження насіння	0,2 т/га	т	32	01-10.04	6	14	МТЗ-80		КУН-1600Б	1	21,14	148,0	296	1	2		0,21	6,7	0,05	1,5	0,22
6	Навантаження міндобр	0,10 т/га	т	16	01-10.04	6	14	МТЗ-80		КУН-1600Б		21,14	148	296	1	2		0,21	3,4	0,05	0,8	0,11
7	Перевезення насіння та добрив і завантаження сівалок	6 км	т	48	01-10.04	6	14	МТЗ-82.1		2ПТС-4МН	1	5,31	37,2	74,4	1	2		1,1	52,8	0,19	9,0	1,29
8	Сівба з внесенням добрив	4-6см	га	160	01-10.04	6	14	ХТЗ-17221	СП-11	Asrta-5.4	2	5,50	38,5	77,0	1	2		2,7	432	0,18	29,1	4,16
9	Перевезення води та гербіцидів	0,15 т/га	т	24	22-30.04	5	12	МТЗ-80		ІНЦ-3	1	3,21	22,5	38,57	1	2		1,28	30,72	0,31	7,5	1,07
10	Внесення робочого розчину	0,15 т/га	га	160	22-30.04	5	12	МТЗ-82.1		ОП-2000-18	1	8,74	61,2	104,9	1	2		1,5	240	0,11	18,3	2,61
11	Перевезення води, фунгіциду та сульфату магнію 6 кг/га	0,15 т/га	т	24	фаза кушення	5	12	МТЗ-80		ІНЦ-3	1	3,21	22,5	38,57	1	2		1,28	30,72	0,31	7,5	1,07
12	Внесення робочого розчину	0,15 т/га	га	160	фаза кушення	5	12	МТЗ-82.1		ОП-2000-18	1	8,74	61,2	104,9	1	2		1,5	240	0,11	18,3	2,61
13	Пряме комбайнування	3,2 т/га	га	160	05-15.07	10	12	Class Lexion 450			1	3,20	22,4	38,4	1	2		10,2	1632	0,31	50,0	7,14
14	Перевезення зерна на тік	6 км	т	512	05-15.07	10	12	КамАЗ-5511			1	7,49	52,4	89,83	2	4		0,78	399,36	0,13	68,4	9,77
	Всього																	37,0	5659,7	2,38	309,7	44,2

Додаток Б – Графічна частина дипломного проєкту

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

**Удосконалення використання техніки при вирощуванні ячменю
з розробкою завантажувача сівалок**

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-22

Брітан Дмитро Олександрович

Керівник: к.т.н., доцент

Макаренко Дмитро Олександрович

ДНІПРО 2026

Продовження додатку Б

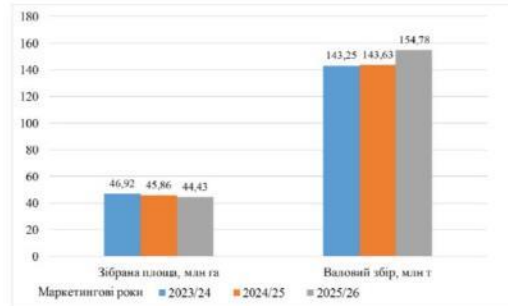
Метою дипломного проєкту є розробка простого завантажувача сівалок для роботи у складі трактора та причепа.

Завдання дипломного проекту:

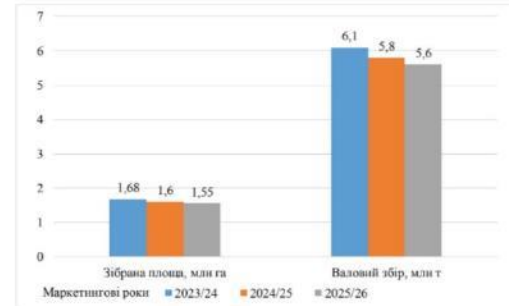
1. Провести аналіз обсягів виробництва ячменю та ефективності технологій його вирощування.
2. Виконати розробку плану механізованих робіт на вирощування ячменю за мінімальною технологією.
3. Провести обґрунтування основних елементів навантажувача та виконати інженерно-технічні розрахунки його конструкції.
4. Розглянути вимоги безпеки при роботі з посівними агрегатами та завантажувачами.
5. Провести економічну оцінку проєкту

Продовження додатку Б

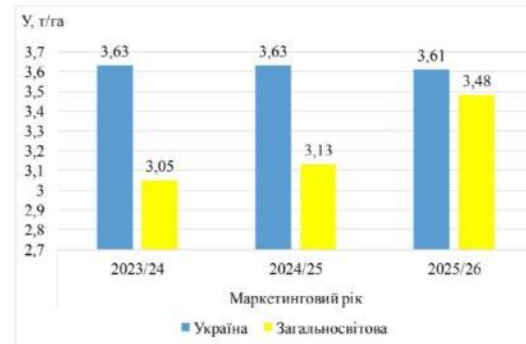
Зібрана площа та валовий збір ячменю у світі за останні три маркетингові роки



Зібрана площа та валовий збір ячменю в Україні за останні три маркетингові роки



Середні значення врожайності ячменю в Україні та світі



				48 ДП.025.000.000 ГР			
№	Варт.	Назва	Варт.	№	Варт.	Назва	Варт.
Розрахунок				Обсяги виробництва та			
виробництва				виробництва, тис. т			

Продовження додатку Б

План механізованих робіт при вирощуванні ячменю на площі 160 га за мінімальною технологією

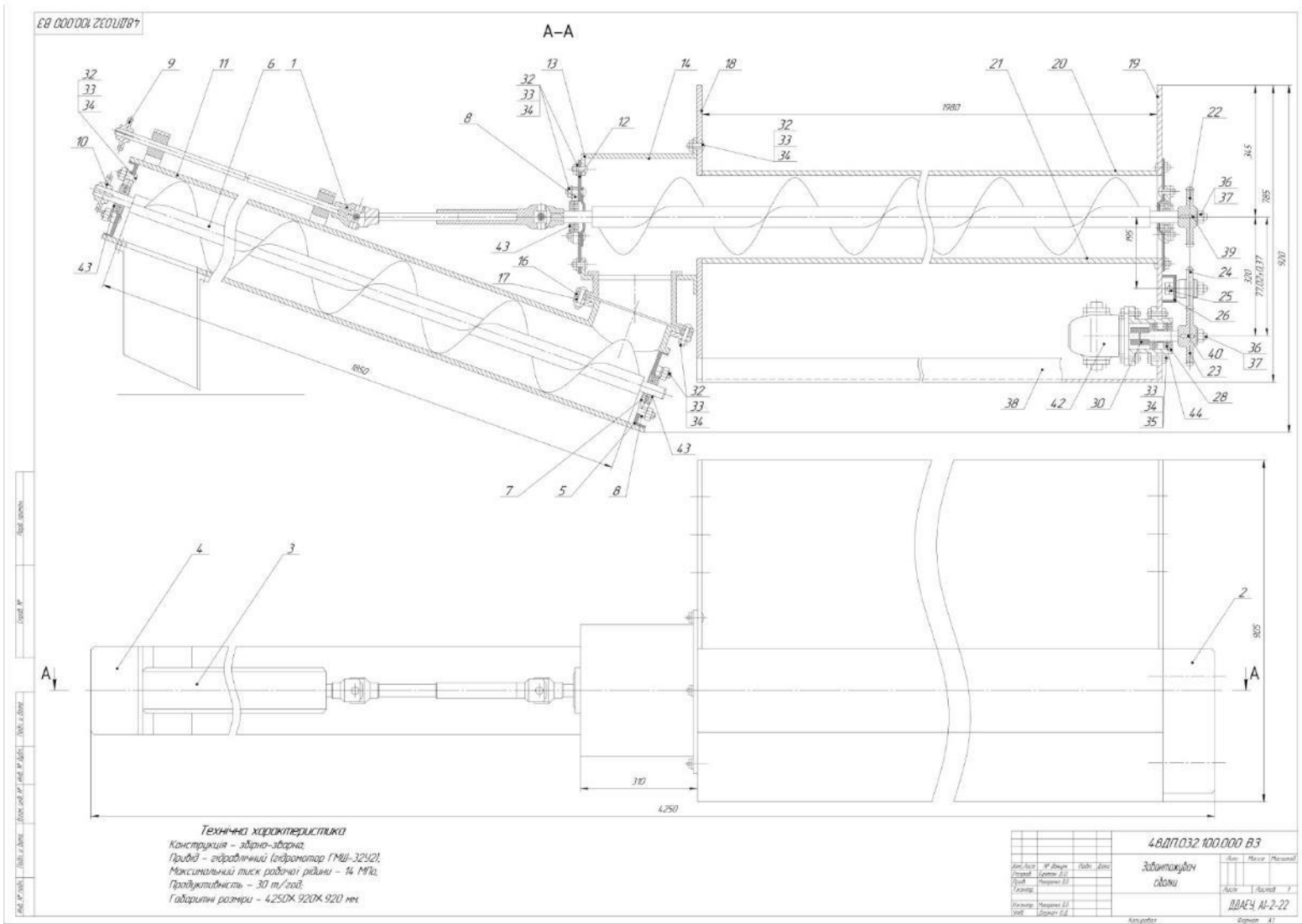
Попередник - зернові колосові
Тип ґрунту-II
Гр. господарств-II

виробність зерна-3,2 т/га

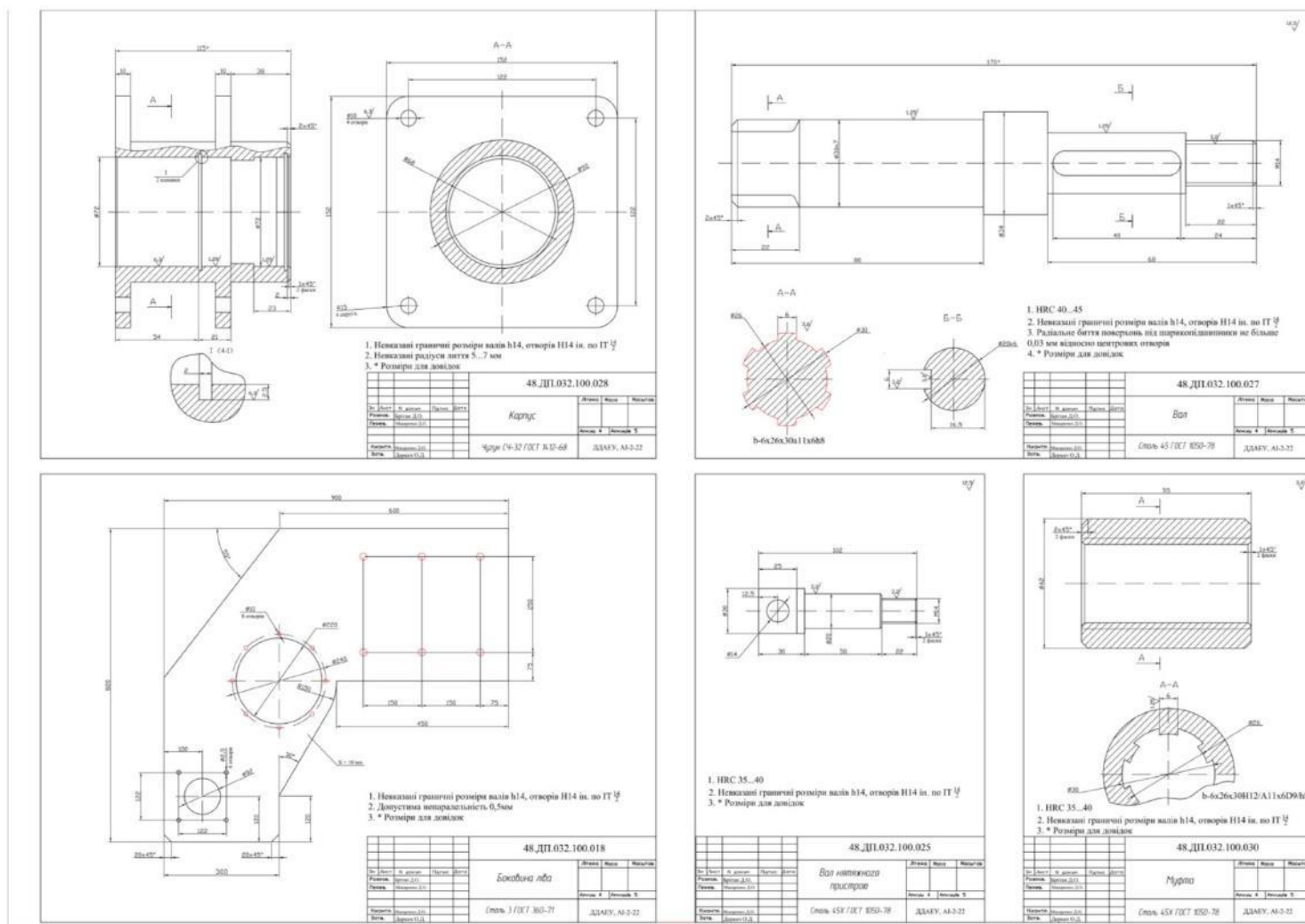
Операції	Агротехнічні вимоги	Одиниці виміру	Обсяг роботи	Строки виконання		Тривалість роботи за добу, год	Склад агрегату			Кількість с.-г. машин	Виріток			Потрібно для виконання роботи			Витрати палива, кг		Затрати праці, люд-год/га		Кількість нормо-змін	
				Календарні	Тривалість днів		трактор	звілка	с.-г. машина		за годину	за зміну	за добу	агрегатів	трактористів	допоміжних 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	8-10 см	га	160	20-30.07	6	14	ХТЗ-17221		АГД-4,5	1	4,40	30,8	61,6	1	2		5,8	928	0,23	36,4	5,19
2	Дискування друге	12-14 см	га	160	20-18.07	6	14	ХТЗ-17221		АГД-4,5	1	4,40	30,8	61,6	1	2		5,1	816	0,23	36,4	5,19
3	Ранньовесняне борошування	2-3см	га	160	28.02-10.03	2	14	ХТЗ-17221		БП-24	21	19,71	138,0	276	1	2		1,2	192	0,05	8,1	1,16
4	Передпосівний обробіток ґрунту	4-6 см	га	160	01-10.04	6	14	ХТЗ-17221		КП-8,4	3	8,63	60,4	120,8	1	2		4,1	656	0,12	18,5	2,65
5	Навантаження насіння	0,2 т/га	т	32	01-10.04	6	14	МТЗ-80		КУН-1600Б	1	21,14	148,0	296	1	2		0,21	6,7	0,05	1,5	0,22
6	Навантаження мішодобр	0,10 т/га	т	16	01-10.04	6	14	МТЗ-80		КУН-1600Б	1	21,14	148	296	1	2		0,21	3,4	0,05	0,8	0,11
7	Перевезення насіння та добрив і завантаження сім'янок	6 км	т	48	01-10.04	6	14	МТЗ-82.1		2ПТС-4МН	1	5,31	37,2	74,4	1	2		1,1	52,8	0,19	9,0	1,29
8	Сімба з внесенням добрив	4-6см	га	160	01-10.04	6	14	ХТЗ-17221	СП-11	Asria-5.4	2	5,50	38,5	77,0	1	2		2,7	432	0,18	29,1	4,16
9	Перевезення води та гербіцидів	0,15 т/га	т	24	22-30.04	5	12	МТЗ-80		1НЦ-3	1	3,21	22,5	38,57	1	2		1,28	30,72	0,31	7,5	1,07
10	Внесення робочого розчину	0,15 т/га	га	160	22-30.04	5	12	МТЗ-82.1		ОП-2000-18	1	8,74	61,2	104,9	1	2		1,5	240	0,11	18,3	2,61
11	Перевезення води, фунгіциду та сульфату магнію 6 кг/га	0,15 т/га	т	24	фазя кушення	5	12	МТЗ-80		1НЦ-3	1	3,21	22,5	38,57	1	2		1,28	30,72	0,31	7,5	1,07
12	Внесення робочого розчину	0,15 т/га	га	160	фазя кушення	5	12	МТЗ-82.1		ОП-2000-18	1	8,74	61,2	104,9	1	2		1,5	240	0,11	18,3	2,61
13	Пряме комбайнування	3,2 т/га	га	160	05-15.07	10	12	Class Lexion 450			1	3,20	22,4	38,4	1	2		10,2	1632	0,31	50,0	7,14
14	Перевезення зерна на тік	6 км	т	512	05-15.07	10	12	КамАЗ-5511			1	7,49	52,4	89,83	2	4		0,78	399,36	0,13	68,4	9,77
Всього																		37,0	5659,7	2,38	309,7	44,2

48,ДП,032,000,000 ТК									
План механіст. виробництва виробничо-заготівельного цеху (заводу)									
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП	Час	Матеріал	ДП
ДП	Час	Матеріал	ДП	Час					

Продовження додатку Б



Продовження додатку Б



Продовження додатку Б

Техніко-економічна ефективність проєкту

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Обсяг роботи (річний плановий, га)	650	650
Виробіток за годину змінного часу, га/год	5,0	5,5
Затрати робочого часу, люд.-год/га	0,20	0,182
Витрата пального, кг/га	2,7	2,7
Балансова вартість комплексу МТА для сівби, грн	1810000	1822000
Річне завантаження, нормо-змін	70	77
Експлуатаційні витрати, грн/га	540,45	521,36
Річний економічний ефект, грн	-	12409,71
Обсяг додаткових капітальних вкладень, грн	-	12000
Термін окупності, років	-	0,96

				48_ДП.032.000.000 ПП			
№	Титул	Назва	Тех.	Техніко-економічна ефективність проєкту			
Розроб.	Листо 2017			Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017
Виконав.	Листо 2017			Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017
В. Листо 2017	Листо 2017			Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017
Виконав.	Листо 2017			Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017	Листо 2017