

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

**До захисту
допускається
Завідувач кафедри**

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Дослідження використання машинного забезпечення технологічного процесу збирання зернових в умовах Сумської області»

Виконав:

(підпис)

Зубач О.А.
(Прізвище, ініціали)

Група:

СТЗ 2301-1м

(Науковий) керівник:

(підпис)

Радчук О.В.
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність **208 Агроінженерія**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агроінжинірингу

Шуляк М.Л.

“27” 09 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ
ОСВІТИ

Зубачу Олександрю Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження використання машинного забезпечення технологічного процесу збирання зернових в умовах Сумської області,

керівник роботи: Радчук Олег Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “14 ” 10 2024 року № 3520/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “ 01 ” 11 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Нормативно-технічна документація по розробці механізованих технологічних процесів у рослинництві. 2. Науково-технічна література. 3. Літературні джерела інформації та інтернет ресурси. 4. Методичні рекомендації до виконання магістерської роботи. 5. Дослідити машиновикористання для технологічного процесу збирання пшениці.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Дослідження технологічного процесу вирощування озимої пшениці.

2. Дослідження технологічної операції збирання озимої пшениці.

3. Дослідження машиновикористання при збиранні озимої пшениці.

4. Охорона праці. 5. Техніко-економічні розрахунки. Висновки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Презентація у Microsoft Office Power Point (слайд-презентація).

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Василенко О.О., доцент кафедри охорони праці та фізики		
економічне обґрунтування	Тарельник Н.В., доцент кафедри проектування технічних систем		

7. Дата видачі завдання: “ 27 ” 09 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної (магістерської) роботи	Строк виконання етапів дипломної (магістерської) роботи	Погоджено з керівником дипломної (магістерської) роботи
1.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 20.12.2023	
2.	Складання плану роботи	до 30.12.2023	
3.	Написання вступу	до 23.01.2024	
4.	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 01.03.2024	
5.	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 03.04.2024	
6.	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 11.09.2024	
7.	Підготовка розділу «Розділ 4, 5»	до 06.10.2024	
8.	Написання висновків та пропозицій	до 10.10.2024	
9.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 11.10.2024	
10.	Подання роботи до експертної ради факультету	до 13.10.2024	
11.	Подання роботи на рецензування	до 25.10.2024	
12.	Подання до попереднього захисту	до 01.11.2024	

Здобувач вищої освіти _____
(підпис)

Зубач О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник дипломної
(магістерської) роботи

_____ Радчук О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Магістерська робота складається з пояснювальної записки на 63 аркушах друкованого тексту (шрифт Times New Roman), 6 рисунків, 2 таблиці, 25 літературних джерел та додатки.

Метою даної роботи є аналіз технології вирощування зернових культур, та дослідження використання машинного забезпечення технологічної операції збирання.

Об'єктом даної роботи є технологічний процес вирощування зернових культур. Предметом дослідження – сільськогосподарські машини, що використовуються для операції збирання.

Проаналізовано технологію вирощування зернових культур. Досліджено технологічну операцію збирання зернових культур. Проведено дослідження конструкцій сучасних збиральних машин для збирання зернових в умовах Сумської області. Розглянуті питання охорони праці при виконанні технологічної операції збирання озимої пшениці, де вказані небезпеки які є під час роботи агрегатів, запропоновані запобіжні заходи.

Проведено техніко-економічне обґрунтування вибору раціонального машинного агрегату для технологічної операції збирання озимої пшениці. Зроблені висновки.

ПШЕНИЦЯ ОЗИМА, ПОСІВ, ЗЕРНО, КОМБАЙН, ЖАТКА, РЕШЕТО, ПОДРІБНЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	8
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЗБИРАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	15
3. ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ПРИ ЗБИРАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	21
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	50
ВИСНОВКИ.....	58
ЛІТЕРАТУРА.....	60
ДОДАТКИ	62

ВСТУП

Вирощування зернових культур в Україні має ключове значення для економіки країни та міжнародної продовольчої безпеки. Україна є одним із найбільших світових виробників і експортерів зернових, таких як пшениця, кукурудза, ячмінь і соняшник.

Актуальність теми. Тема магістерської роботи є дуже актуальною й важливою для сільськогосподарського сектору країни, зокрема в регіоні Лісостепу у Сумській області. Ось кілька основних аспектів актуальності цієї галузі:

1. Економічне значення

Експортна частка. Зернові є однією з основних експортних товарних груп України. Вирощування зернових забезпечує значну частину валютних надходжень в економіку. Сільське господарство як сектор. Зернові культури займають вагомую частку у структурі аграрного сектора. Вирощування зернових забезпечує робочі місця для сільського населення і підтримує розвиток інфраструктури в сільській місцевості.

2. Геополітичний та міжнародний вплив

Світова продовольча безпека. Україна є одним із провідних експортерів пшениці та кукурудзи, що робить її важливим гравцем на світовому ринку продовольства. Порушення експорту, як, наприклад, під час війни, може спричинити значні коливання цін на зерно і продовольчі кризи в деяких країнах, зокрема в Африці та на Близькому Сході. Експорт через Чорне море. Українські порти Чорного моря є ключовими для експорту зернових, і їхня робота часто є предметом міжнародної уваги, зокрема через ризики, пов'язані з війною.

3. Виклики і перспективи

Вплив війни. Війна в Україні значно вплинула на аграрний сектор через руйнування інфраструктури, мінування полів, а також блокування портів. Це призвело до скорочення площ, зайнятих під зернові, і загрози для врожайності.

Зміна клімату. Українські аграрії все частіше стикаються з наслідками кліматичних змін: нестабільними опадами, посухами та температурними коливаннями, що впливає на врожайність зернових культур.

Інновації в аграрному секторі. Для підтримки конкурентоспроможності виробництва зернових українські фермери активно впроваджують сучасні технології, такі як точне землеробство, дрони та системи автоматизації.

4. Роль у продовольчому забезпеченні

Вирощування зернових також забезпечує внутрішній ринок продуктами харчування. Пшениця є основою для виробництва хліба та інших продуктів, що є важливим елементом харчування для населення країни.

5. Екологічні виклики

Інтенсивне вирощування зернових культур може впливати на стан ґрунтів і довкілля, зокрема через використання добрив і засобів захисту рослин, що викликає потребу в сталих практиках землеробства.

Отже, зернове господарство в Україні залишається критично важливим для внутрішньої економіки та світового ринку, попри виклики, з якими стикається країна.

Метою дослідження є вивчення напрямів удосконалення технологічного процесу збирання зернових, а саме пшениці та проведення обґрунтування вибору технічних засобів для їх застосування для умов Сумської області.

Завдання на роботу:

1. Дослідити технологію вирощування озимої пшениці.
2. Дослідити технологічну операцію збирання озимої пшениці.
3. Дослідження машиновикористання при збиранні озимої пшениці
4. Розгляд заходів з охорони праці.
5. Проведення економічної оцінки роботи.

Предметом дослідження в магістерській роботі є машини, які використовуються при збиранні озимої пшениці. **Об'єктом** дослідження магістерської роботи є технологічний процес вирощування озимої пшениці.

Метод дослідження, який використано в даній роботі – метод аналізу даних та метод системаізації.

Науковою новизною отриманих результатів є обґрунтування вибору машин для операції збирання озимої пшениці.

Ключові слова: ПШЕНИЦЯ ОЗИМА, ПОСІВ, ЗЕРНО, КОМБАЙН, ЖАТКА, РЕШЕТО, ПОДРІБНЕННЯ.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

До зернових культур відносять рослини, що вирощуються для отримання зерна, яке використовується як харчовий продукт, корм для тварин або сировина для різних галузей промисловості. Основні зернові культури поділяються на дві групи: **хлібні злакові** та **зернобобові**.

Основні злакові зернові культури:

1. **Пшениця** – одна з найважливіших зернових культур, широко використовується для виробництва борошна та хлібобулочних виробів.
2. **Кукурудза** – застосовується як у харчовій промисловості, так і для корму тварин. Також використовується у виробництві крохмалю, масла і біопалива.
3. **Ячмінь** – використовується для виробництва пива, кормів, а також у харчовій промисловості.
4. **Овес** – вирощується переважно для кормових потреб, але також використовується в харчовій промисловості (вівсяні пластівці, крупи).
5. **Жито** – застосовується для виробництва хліба, а також спирту та кормів.
6. **Сорго** – вирощується для кормів і в харчовій промисловості, часто використовується в посушливих регіонах.
7. **Рис** – одна з основних харчових культур у світі, особливо популярна в Азії.
8. **Просо** – вирощується для виробництва крупи (пшоняної) і кормів.

Зернобобові культури:

1. **Соя** – використовується для виробництва олії, кормів, соєвого білка та інших продуктів.
2. **Горох** – вирощується як для харчових цілей, так і для кормів.

3. **Квасоля** – багатий на білки продукт, використовується в харчуванні.
4. **Нут** – популярна культура в країнах Близького Сходу, використовується для приготування хумусу та інших страв.
5. **Люпин** – вирощується як кормова культура і для збільшення вмісту білка в продуктах.

Інші зернові культури:

- **Гречка** – хоч і не є злаковою рослиною, але часто класифікується серед зернових через використання в харчовій промисловості (гречана крупа).
- **Чумиза** – рідкісна зернова культура, вирощується в деяких регіонах для виробництва круп.

Таким чином, зернові культури включають широкий спектр рослин, які мають важливе значення для продовольчої та кормової безпеки.

1.1 Технологічний процес вирощування озимої пшениці.

Вирощування озимої пшениці — складний агротехнічний процес, який включає кілька ключових етапів. Основні етапи для отримання високоякісного врожаю озимої пшениці:

1. Вибір сорту та підготовка насіння
2. Підготовка ґрунту
3. Посів
4. Догляд за посівами
5. Збирання врожаю
6. Післязбиральна обробка

Дотримання цих етапів технологічного процесу дає можливість отримати високий та якісний результат.

Вибір попередника.

Вибір попереднього сорту та розташування в сівозміні мають значний вплив на врожайність.

Останнім часом високоврожайні сорти озимої пшениці характеризуються підвищеними вимогами до вологості ґрунту та умов, вільних від бур'янів. У зв'язку з цим зростає роль попередників. Оптимально, коли поля звільняються рано, щоб можна було вчасно провести обробіток ґрунту.

Основними попередниками озимих культур на підзолистих ґрунтах у Польщі є парові поля, зайняті конюшиною, кормовим люпином, виною, бобовими та ранньою силосною кукурудзою.

У Лісостепу зустрічаються чисті і щільні пари з силосною кукурудзою і зеленими кормами, бобовими, ріпаком і гречкою.

У степовій зоні найкращими провідними сортами для озимої пшениці є чисті та густі пари, кукурудза на зелений корм і силос із збільшеними міжряддями та баштанні культури.

Обробіток ґрунту. Характер обробітку ґрунту під озимі залежить від особливостей попередньої культури, вологості ґрунту та забур'яненості, а також природно-кліматичних умов у господарстві.

Основними завданнями є збереження вологи, необхідної для посіву пшениці, боротьба з бур'янами, якісне загортання післяжнивних решток і добрив, створення добре ущільненого шару і тонкого, грудкуватого посівного ложа (1-4 см в діаметрі) з об'ємною масою 1,1-1,4 г/см³.

Залежно від попередників і вологості ґрунту, слід використовувати полицевий і безполицевий посів. У посушливе літо ефективним може бути нульовий посів після гороху та кукурудзи. Якщо є достатня кількість вологи і попередня культура на засіяній ділянці була зібрана рано, більш ефективною є полицева оранка скребковим плугом.

Полицеву оранку слід починати відразу після збирання попередньої культури. Залежно від забур'яненості поля, ґрунт розпушують один або два рази. Після того, як бур'яни з'являться, проводять оранку скребковим плугом

на глибину 21-23 см у лісостеповій зоні, 15-19 см у поліській зоні та 15-17 см у степовій зоні.

Внесення добрив. Значне збільшення врожайності озимої пшениці після внесення добрив пояснюється тим, що поживні речовини в ґрунті знаходяться у високорозчинній формі, а фізіологічна активність кореневої системи недостатньо висока. Тому використання добрив під пшеницю гарантує значно більшу прибавку врожаю на всіх типах ґрунтів.

На удобрених ґрунтах пшениця має більш розвинену кореневу систему, більшу площу листової поверхні, більшу стійкість до морозів і холоду, меншу транспірацію, підвищений вміст білка на 1-4%, вміст сирої клейковини на 4-7% і більше, збільшену масу 1010 зерен і вміст азоту. За інтенсивної технології під пшеницю вносять мінеральні добрива, а органічні - під попередню культуру.

Мінеральні добрива вносять відповідно до плану врожаю. Особлива увага приділяється азотним добривам під час вегетації. Одночасно з посівом у рядки вносять 12-16 кг/га P₂O₅ і K₂O. Після перезимівлі рослини ослаблені і потребують достатньої кількості легкозасвоюваних поживних речовин для періоду відростання ранньою весною.

Використання добрив з мікроелементами (наприклад, марганцем, молібденом і бором) може допомогти підвищити врожайність. Мікроелементи також ефективні у поєднанні з азотними добривами у вигляді водних розчинів для підживлення пшениці. Позакореневе підживлення (обприскування посівів) допомагає поліпшити якість зерна. Найкращим добривом є карбамід у нормі 32-46 кг/га. Накопичення білка і клейковини в зерні є найвищим при внесенні добрив на стадії появи колоса і на початку молочної стиглості. Внесення добрив слід проводити у другій половині дня або в похмурі дні.

Підготовка та посів насіння. Якість насіння повинна відповідати вимогам посівних стандартів першого класу: відсортоване, крупнозернисте, вагою не менше 42-47 г на тисячу зерен, зі схожістю 94%, чистотою 98,9% і енергією проростання не менше 82%. Насіння перед посівом (за 1,5-2 тижні

або за 2-6 днів до посіву) обробляють водною суспензією фунгіциду. Додається плівкоутворювач. Цей метод підготовки відомий як дощування. Крім пестицидів, до плівкоутворювача додають мікроелементи та добавки, що стимулюють ріст: марганець, цинк і толінг. Ці добавки запобігають вилягання рослин, забезпечують стійкість до несприятливих зимових умов і посухи та підвищують врожайність.

Байтан-універсал-3 кг/т, фундазол-2-4 та гранозан-1,3-1,9 використовуються для протруювання, а гамма-гексан-3 кг/т - для захисту рослин від ґрунтових шкідників.

Оптимальний час посіву визначається для кожної ґрунтово-кліматичної зони. Для Польщі - 2-17 вересня, для лісостепу - 4-19 вересня, для степу - 6-26 вересня.

Оптимальна ширина рядків - 181 см х 46 см. Для забезпечення щонайменше 4-700 продуктивних стебел на квадратному метрі при збиранні врожаю норми висіву становлять 3,6-4,6 млн схожих насінин (для степу), 4,6-5,6 млн (для лісостепу) і 5,6-5,9 млн (для Полісся).

На норму висіву впливають час і спосіб сівби, добрива, господарська придатність насіння, його розмір і сортові особливості. В середньому вона становить 150-210 кг/га. Глибина посіву - 5-9 см. Вона залежить від вологості, якості ґрунту, періоду обробітку ґрунту, попередників тощо.

Пшеницю висівають звичайним рядковим способом з міжряддям 15 см.

При вирощуванні пшениці за інтенсивною технологією після посіву залишають постійну зону витоптування (185 см х 50 см) для захисту рослин та внесення добрив.

Догляд за посівами.

Досходовий посів, висадка розсади, внесення добрив та гербіцидів. Під час вегетації пшениця уражується шкідниками, такими як гризуни, клопи, клоп шкідлива черепашка, злакові мухи та попелиці; хворобами, такими як сажка, борошниста роса, бура листкова іржа та кореневі гнилі; а також засмічується багаторічними та однорічними бур'янами.

Під час перезимівлі пшеницю захищають від вимерзання, випрівання та пошкодження вологою.

Навесні перевірте стан посівів, що перезимували, і ступінь проріджування. Крім азотного підживлення, система догляду за озимою пшеницею навесні та влітку включає також захист від бур'янів, хвороб і шкідників. Пестициди вносять одночасно з азотними добривами в період сходів (бакова суміш). Для боротьби зі шкідниками використовуються наступні препарати: Бі-58 новий, децис, сумітон, фастак, карате та ін. від шкідників; від борошнистої роси - байлетон, топсин, рекс, райдер, танго, емістим, тілт, імпакт, байлетон та ін. Для знищення бур'янів застосовують гербіциди амінні солі 2 4-Д, діален і базагран.

На ранніх стадіях росту на схильних до вилягання сортах вносять сповільнюючий ріст дьоготь (2,5-4 кг/га) для уповільнення росту стебла і зменшення ймовірності вилягання. У цей період пшеницю також обприскують фундазолом, тозонілом або байтоном за необхідності проти корневих гнилей та інших хвороб.

Збирання врожаю озимої пшениці провадять у фазі воскової стиглості одно- та двокомбайновим способом. В Україні використовують самохідні зернозбиральні комбайни СК-6 Колос, СК-Нива та New Holland TS-57. До двоетапного збирання приступають, коли вологість зерна досягає 31-33%. Урожай збирають жатками ЖВН-6 та бігунками. Висота зрізу становить 16-20 см для середньо- та низькорослих сортів і 26-32 см від поверхні ґрунту для високорослих, густих посівів. На такій висоті пагони швидше висихають; через 1,5-5 днів пагони збирають комбайном «Колос», «Нива» або «Дон-1200» (з навісним обладнанням і підбирачем).

Пряме комбайнування проводять на чистих, непошкоджених, зріджених, низькорослих посівах, повністю стиглих і з вологістю зерна 15-19%.

Особливості вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією зі зрошенням:

- Регулярне внесення гіпсу під обробіток ґрунту на випадок пошкодження солями;
- Конюшина (для ущільнення та розсолення ґрунту), картопля, яра пшениця, кукурудза, бобові та соняшник.
- Добрива - органічні та мінеральні добрива під основний обробіток ґрунту, у більших кількостях, ніж болотоутворювач.
- Вносити аміачну селітру ранньою весною та при першому поливі, а мінеральні добрива - при поливі відповідно до фази розвитку рослин.
- Використовувати сорти, придатні для умов зрошення. Посів обробленим насінням.
- Строки сівби слід визначати з урахуванням осінніх погодних умов, як і в попередні роки. Проведіть передпосівний полив за 1,5-2 тижні до посіву озимої пшениці, щоб сприяти проростанню насіння бур'янів. Це забезпечить сприятливі сходи, гарне кущіння та укорінення.
- Інтегрований захист від шкідників: бур'янів, хвороб та шкідників. Своєчасна фаза сходів проти клопа-черепашки * Обробка крайових смуг посіву шириною до 100 м: наприклад, В-58 New, Фастак, Сумітон.
- Обробка посівів від вилягання препаратами, що пригнічують ріст (ТУР).

Висновок розділу

У результаті дослідження технологічного процесу вирощування озимої пшениці встановлено:

1. У лісостеповій зоні, яка притаманна Сумській області при вирощуванні озимої пшениці попередником може бути чисті пари, насадження силосної кукурудзи, бобові, ріпак і гречка.

2. Збирання врожаю озимою пшениці проводять, коли її фаза стиглості – воскова.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЗБИРАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Ключовим фактором для зменшення втрати врожаю є оптимізація термінів збирання та забезпечення своєчасного і якісного збору врожаю. Накопичення сухих речовин, клейковини, білка в зерні озимої пшениці триває до завершення воскової стиглості, коли вологість знизиться до 19-23%. Збирання врожаїв озимої пшениці слід починати у фазі повної стиглості зерен, при їх вологості не більше 18,5%. На цьому етапі ендосперма тверда, поверхня зламу пилювата або склоподібна, лушпиння щільне, колір ядра типовий.

Існує два методи збирання озимої пшениці: однопроходне збирання (пряме комбайнування) та двопрохідне збирання (роздільне комбайнування). Пряме комбайнування є кращим методом збирання озимої пшениці і є найбільш поширеним методом у господарствах. Слід врахувати, що переваги двопрохідного збирання озимих зернових доведено біологічно, фізіологічно та економічно.



Пряме комбайнування в основному використовується на чистих полях, де культура дозріває рівномірно, стебла відносно низькі і стійкі до шкідників. Пряме збирання комбайном слід починати, коли зерно дозріло не менше 90%, а вологість не перевищує 15-18%.

Високорослі сорти з густим стеблем не менше 270-310 стебел/м², схильні до вилягання та осипання, нерівномірно дозрілі посіви та забур'янені посіви слід збирати окремо. Роздільне збирання слід починати наприкінці воскової стиглості, при цьому вологість зерна становить близько 29%, і закінчувати коли вологість

становитиме не менше 18%. У цей період спостерігається вища біологічна врожайність.

Такий період необхідно використовувати, коли є можливість убрати пшеницю протягом 2-5 днів. В цей час відтік пластичних речовин з стеблової і листової маси в зібране зерно рослин швидко зменшується при значному збільшенні процесу дихання і, таким чином, не збільшує вихід зернової маси. Слід також враховувати, що при затримці обмолоту більше ніж на 9-14 днів збільшується кількість грибкових захворювань і бур'янів (особливо після сильних дощів), що призводить до різкого збільшення втрат зерна.

При двоетапному збиранні врожаю для оранки слід використовувати скоординовані навісні або причіпні головки.

Основним фактором збереження врожайності зернових є зменшення втрат під час збирання врожаю. З цієї причини порушення технології призведе до втрати щонайменше 15 відсотків врожаю. При цьому, найбільші втрати врожаю (6,7%) відбуваються при недотриманні оптимальних термінів збору врожаю. Трохи менше зерна втрачається при використанні нерегульованої техніки (4,4%) і при неправильному поєднанні методів збирання (3,0%). Іншими словами, ці дані показують, що оптимізація термінів і якості збиральних робіт має значний вплив на зменшення втрат врожаю.

Дослідження показують, що п'ятиденна затримка зі збиранням озимої пшениці при сприятливих умовах призводить до втрат врожаю на 2-3%. При несприятливих умовах втрати врожаю зростають до 6-11%. Якщо збирання врожаю затримується до 20 днів, втрати врожаю різко зростають, незалежно від того, сприятливі чи несприятливі умови для збирання врожаю. Так, при складних погодних умовах вони сягають майже 62% для озимої пшениці, близько 71% для озимого ячменю та майже 82% для жита.

Збирання озимих зернових необхідно починати з колосових культур, тому що вони схильні до ураження паршею колоса та проростання зерна у вологу погоду.

Оптимальною висотою зрізу при збиранні колосових культур може бути висота виходячи від ряду факторів, таких як довжина стебла і кількість стебел на одиницю площі. У високих, густих посівах з великою кількістю стебла висоту зрізу слід збільшити до 26 см, тоді як у розріджених і короткостеблових посівах висоту зрізу слід зменшити до 14 см.

Залежно від призначення соломи, стану шарів і висоти стебел, регулювання висоти скошування культури проводять безпосередньо під час комбайнування.

Неполеглі рослини скошують на висоті 14-19 см, а якщо висота стебла



перевищує 100 см - на висоті 25-28 см.

Сучасні комбайни великих компаній, оснащені широкозахватними жатками, які можуть збирати озиму пшеницю при високій вологості (20-30%). Зібране

зерно миють і сушать до вологості 15-17%. Так можна зберігати врожай без втрати зерна, зберігаючи високу якість пшениці та запобігаючи зараженню шкідниками.

Високоорганізовані процеси збирання врожаю в короткі терміни (протягом 7-14 днів) запобігають затриманню зерна в полі та погіршенню його якості. Високоякісне продовольче зерно збирають окремо від низькоякісної пшениці. Зерно також має бути класифіковане за чистотою, вологістю та за іншими показниками.

Для збирання забур'яненої озимої пшениці, за вологих погодних умов під час збирання врожаю використовують десикацію, яка може бути використана як альтернатива двофазному (сепараційному) методу і, за необхідності, може бути застосована на всіх колосових культурах. З цією метою використовують Раундап (36% к.е.) у дозах 2-2,8 л/га та Легрон у дозі

2,6 л/га. Слід враховувати, що 2 літра на гектар Легрону висушує лише верхню частину стебла і пошкоджені бур'яни почнуть відростати через 3-5 днів. Раундап є повільнодіючим, але більш ефективним препаратом. Це системний препарат, який знищує не тільки надземну частину рослини, але і кореневу систему.

Збирання врожаю низкорослих та рідких рослин озимої пшениці та забур'янені посіви слід проводити окремо. Рекомендується дворазове збирання сучасним зернозбиральним комбайном, оснащеним гумовим ременем на лопаті. Для зменшення втрати зерна під час збирання та підвищення ефективності роботи комбайна пшеничну масу необхідно розміщувати у подвоєний ряд, колоссям в один бік.



В умовах 2021 року окремі частини посівів озимої пшениці, які розміщувалися на чорних парах часто вилягали. Особливо це спостерігалось на полях, де було внесено велику кількість мінеральних добрив.

При збиранні дуже виляглих хлібів, де значна частина колоса знаходиться нижче висоти зрізу стебла, мотовило спрацьовує краще, коли жатка оснащена стеблороздіймачем різної конструкції. Найнадійнішими є стеблороздіймачі, які використовують для бобових жаток.

Це необхідно для досягнення мінімально можливого зрізу стерні і забезпечення вискоефективної роботи ріжучого апарату машини. Для прямого збирання комбайном рекомендується оснащувати головки і ковші зерновими сепараторами з регульованими стеблороздіймачами замість нісків боковини, які використовуються для збирання зернових, а горизонтальне

висунення мотовила повинно бути максимальним. Роздільник повинен бути відрегульований так, щоб мінімізувати втрати зібраних колосків.

При збиранні зернових, які продовжують нахилитися вправо (у напрямку рухів жатки), зовнішній стебловіід слід підняти якомога вище і трохи змістити вправо, головне центральне перо перемістити вліво, а внутрішній стебловіід підняти і перемістити вліво.

При збиранні лівосторонньої полеглості посівів пшениці, зовнішній стебловий сепаратор повинен знаходитися в тому ж положенні, що і при збиранні правосторонньої посівів, а центральне перо розподільника повинне бути злегка зміщено вправо.

Збирання вологих, забур'янених культур пов'язане із важким зрізанням жаткою. Оскільки сніп утримується пальцями різального апарату, а ніж піднімається над протилежною ріжучою пластиною, сніп зрізається гостро або не зрізається зовсім, що призводить до збільшення втрат зерна.

У цьому випадку ріжучий блок необхідно спочатку відрегулювати належним чином. Не можна перевищувати допустимі зазори між ріжучими елементами (0,7 мм) і між затискачем і ножем жатки (0,6 мм). Центральні лінії сегментів і зубів повинні збігатися на кінцях ножа.

Необхідно регулярно контролювати стан підбарабання та очищати отвори. Вологі піддони можуть частково або повністю заблокувати підбарабання, знизити продуктивність сепарації, перевантажити соломотряс і збільшити втрати зерна.

Тому основною вимогою для якісного збирання врожаю є оптимізація технологічного процесу з урахуванням біологічних і морфологічних особливостей озимої зернової культури, рівня врожайності, її сорту, швидкості і вирівняності дозрівання зерна, а також фізико-механічних властивостей зібраної маси. Збирання зернових культур починається з озимого ячменю, за яким слідують ранньостиглі сорти озимої м'якої пшениці остих і потім безостих її форм.

Тверду пшеницю, яка менш схильна до осипання, ніж м'яка, слід збирати безпосередньо комбайнами. Якщо присутні бур'яни, їх можна збирати роздільно.

Висновок по розділу.

За результатами дослідження технологічної операції збирання озимої пшениці можна зробити наступні висновки:

1. Прямий обмолот озимої пшениці необхідно проводити при максимальній вологості зерна 19%;
2. Роздільне збирання проводять при максимальній вологості зерна 29%;
3. Обмолот зерна необхідно починати за 5 днів до оптимального терміну збирання і закінчувати на 5 днів пізніше цього терміну;
4. Пряме комбайнування проводять при дозріванні не менше 90% зерна.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ ПРИ ЗБИРАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

3.1. Тенденції використання та розвитку зернозбиральних машин

Збирання врожаю є найважливішим етапом у сільськогосподарських роботах. Висока організація процесу, належне забезпечення технікою та своєчасне і правильне регулювання робочих елементів дозволяють зібрати вирощений урожай в агротехнічні терміни з мінімальними втратами. В Україні понад 95% площ, засіяних круп'яними, зерновими, зернобобовими культурами і рисом, які збирають за допомогою зернозбиральних комбайнів.

Сьогодні зернозбиральний комбайн є технічно досконалим, інтелектуально розвиненим, високопродуктивним і енергетично потужним пристроєм. У зв'язку з цим спостерігається поступове зменшення загальної кількості комбайнів: з 1995 по 2021 рік їх число в сільськогосподарських підприємствах України скоротилося майже на 70%, досягнувши критичного рівня в 25,5 тисяч одиниць. В таких умовах сезонне навантаження на один комбайн під час збору ранніх зернових в Україні зросло до 245 гектарів, тоді як у країнах ЄС цей показник становить 82 гектарів. Кількість зернозбиральних комбайнів в Україні на 1000 гектарів ріллі складає 1,4 одиниці, що значно менше, ніж у провідних країнах світу (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Кількість комбайнів для збирання зернових, які приходяться на 1000 гектарів площі посівів.

Складні економічні умови сьогодення змушують агровиробників оптимізувати свої виробничі процеси та шукати способи зменшення витрат. Ці питання є актуальними і для вітчизняного агропромислового комплексу. У нинішніх умовах рішення щодо оновлення технічного парку для більшості агропідприємств повинно бути обґрунтованим, економічно вигідним і технологічно доцільним. Важливим завданням у цьому контексті є пошук шляхів підвищення продуктивності використання комбайнів для збирання зернових культур.

Аналіз змін конструкції зернозбиральних комбайнів показує значне підвищення їх ефективності, що пов'язано з ростом продуктивності, високою якістю при виконанні робіт, надійністю в експлуатації та впровадженням електронних систем управління технологічними і робочими процесами.

Протягом останнього десятиліття в розвитку зернозбиральних комбайнів можна виділити кілька основних тенденцій:

- Зростання пропускної здатності та продуктивності найпотужніших комбайнів з роторним сепарувальним устроєм (до 30 кг/с);
- Підвищення потужності силового агрегату;

- Інтенсивне збільшення площі молотильного пристрою для підвищення продуктивності при компактних розмірах комбайна, що досягається завдяки багатобарабній або роторній системі обмолоту;
- Універсалізація комбайнів для збору різних сільськогосподарських культур (соняшник, кукурудза тощо) та покращення умов праці механізатора;
- Зростаюче використання бортових інформаційно-управлінських систем.

Також, сучасні комбайни впроваджують передові технології для забезпечення екологічних стандартів та дотримання вимог безпеки, відповідно до міжнародних норм і досягнень. Це включає тиск на ґрунт у межах 75–125 кПа, зменшення вмісту у вихлопних газах шкідливих домішок, а також зниження пилу під час роботи.

В конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів активно використовуються бортові інформаційно-керівні системи, які базуються на датчиках і виконавчих механізмах мехатронної системи. Окрім датчиків, що контролюють частоту обертання робочих органів і рівень втрат у сепараційних пристроях, все більш популярними стають датчики, що фіксують курсовий рух, облік зібраного врожаю, вологість та засміченість бункерного зерна. Використання системи глобального позиціонування дозволяє створювати карти врожайності зібраних полів. Датчики потоку матеріалу та електричні серворегулятори в похилій камері забезпечують автоматичну зміну швидкості руху комбайна на полі. Електромеханічне регулювання режимів роботи органів (решіт, деки, вентилятора, барабана тощо) дозволяє змінювати відповідні параметри без зупинки процесу обмолоту.

3.2 Дослідження показників якості роботи зернозбиральних комбайнів

В якості основних показників якості роботи зернозбиральних комбайнів враховують загальні втрати зерна під час обмолоту та чистота зерна в бункері.

Втрати зерна під час обмолоту та сепарації поділяються на прямі (неповоротні) та непрямі. Прямі втрати — це зерно, яке було втрачено без можливості збору, тоді як непрямі втрати стосуються зерна, що втратило свої посівні, продуктивні або хлібопекарські якості. Під час збору та післязбиральної обробки зерно піддається механічним впливам, що призводить до його травмування. Механічні пошкодження (мікропошкодження та макро-) негативно впливають як на насіннєве, так і на продовольче зерно. До макропошкоджень відносяться дроблені, сплющені та здавлені зерна. Мікропошкодження включають зерна з ушкодженими зародком, оболонкою та ендоспермом, а також зерна з прихованими внутрішніми дефектами, такими як вм'ятини, забиті місця та тріщини.

Зерна з макропошкодженнями зазвичай зустрічаються рідко, тоді як кількість зерен з мікропошкодженнями може досягати 60–75% і більше, що суттєво знижує їх посівні, хлібопекарські, товарні та інші якості. Використання травмованого насіння призводить до недобору врожаю: з 1 гектара недобирають 0,45 тон жита, 0,35 тон ярого ячменю, 0,25 тон ярої пшениці, 0,65 тон вівса та 0,75 тон кукурудзи. Кожні 12% травмованих насінин зменшують середню врожайність на 0,12 т/га.

Травмування зерна під час обмолоту, сепарації та транспортування залежить від багатьох факторів, таких як фізико-механічні властивості оброблюваної маси, конструкційні особливості молотильно-сепарувальних пристроїв (МСП) комбайна, технологічні налаштування та режими роботи основних механізмів, зокрема МСП, а також технічний стан деталей машин.

Молотильно-сепарувальний пристрій зернозбирального комбайна є ключовим робочим, і його ефективність впливає на виконання технологічного процесу та роботу інших елементів. Проведені дослідження, в ННЦ «ІМЕСГ», показали, що 65–75% травмування зернового матеріалу відбувається саме в МСП. Сучасні зернозбиральні комбайни поділяються на три основні типи залежно від конструкційних особливостей МСП: роторні комбайни, комбайни з класичною схемою МСП та комбіновані.

Комбайни з класичною схемою МСП є найбільш поширеними у світі. Їх особливістю є наявність бильного або штифтового молотильного барабана та клавішного соломотряса, що надає їм ще одну назву — «клавішні». Обмолочування зернової маси в таких комбайнах відбувається за рахунок ударів і тертя, коли маса рухається між барабаном і підбарабанням. Частина зерна разом з половиною та дрібними домішками проходить через ґратку підбарабання до системи очищення, тоді як обмолочена маса, що містить ще багато зерна, потрапляє на клавіші соломотряса, де відбувається її остаточна сепарація.

Схема роботи МСП по класичній схемі розроблена спеціально для збору зернових культур і використовується традиційно для цього процесу. Комбайни клавішного типу добре використовуються для роботи з пшеницею, ріпаком, ячменем тощо. Вони надійно працюють в складних умовах збору, таких як забур'янені поля та підвищена вологість. Ці комбайни є найпростішими в налаштуванні та найдешевшими.

Питома номінальна пропускна здатність для комбайнів з однобарабанними МСП класичного типу може коливатися від 4,9 до 5,8 кг/с на 1 метр ширини молотарки. Дослідження показують, що підвищена пропускна здатність може бути досягнута лише за сприятливих умов збору. У випадку збору вологих та забруднених культур сепарувальні поверхні можуть забиватися, що призводить до перевантаження системи очищення зерна. Це, в свою чергу, збільшує втрати зерна.

Комбайни з МСП класичного типу мають особливість: з ростом продуктивності значно зростають втрати зерна у соломі, навіть за оптимальних умов. При зборі високоврожайних полів або в складних умовах ці комбайни можуть зазнавати значних втрат зерна. Наприклад, за результатами випробувань, при перевантаженні молотарки на 8–11% втрати зерна у зернозбиральних комбайнах з МСП класичного типу подвоюються (з 1 відсотка до 2 відсотків), а при збільшенні подачі на 14–22% — зростають у чотири рази.

Для підвищення продуктивності клавішних комбайнів і зменшення втрат зерна провідні компанії постійно вдосконалюють системи обмолоту та сепарації зерна. Підвищення ефективності роботи МСП класичного типу досягається шляхом збільшення кута обхвату барабана декою, розширення площі сепарації, збільшення кількості барабанів (багатобарабанні МСП) та оптимізації параметрів робочих поверхонь деки.

Такі конструкційні нововведення спрямовуються на досягнення максимальної сепарації зерна під час його вимолочування, що, в свою чергу, зменшує відсоток зерна в соломі, що надходить на клавішний соломотряс з метою остаточної сепарації. Важливо зазначити, що для ефективної роботи молотильних систем класичного типу необхідно, щоб приблизно 92% зерна було відокремлено з хлібної маси через підбарабання молотильних пристроїв, оскільки клавішний соломотряс може відділити лише близько 8% зерна.

Процес інтенсифікації сепарації зерна у грубій купі на клавішному соломотрясі може досягатися за рахунок подовження клавіш до 4550–5100 мм, при збільшенні площі солomosепаратора до 7,6–7,8 м², а також впровадження різних пристроїв і механізмів (бітера-сепаратора, ворушилки над соломотрясом та ін.), які можуть забезпечувати більш якісну роботу системи з хлібним масивом, що містить велику кількість соломи та бур'янів.

Комбайни, які мають МСП аксіально-роторного типу. У комбайнах з МСП аксіально-роторного типу до основного робочого елемента відносять поздовжній ротор, розташований у циліндричній деці. Він виконує функції молотильного барабана, відбійного бітеру та соломотряса.

Роторні комбайни процес обмолочування та сепарації проводять одночасно в одному робочому органі. У передній частині ротора обмолочують хлібну масу, тоді як у задній — сепарують зерно. З метою аксіального переміщення маси вздовж осі на ротор встановлені бичі або лопатки, а на деці — напрямні, розміщені по гвинтовим лініям.

Більша частина зерна в роторній системі обмолочування виділяється завдяки витиранню та відцентровій силі, що зменшує пошкодження зерна і

покращує збереження його посівних та товарних якостей. Завдяки інтенсифікації в процесі сепарації в роторних робочих органах забезпечується мінімальна втрата зерна, навіть за високої урожайності культур та підвищеної вологості. Однак за таких умов кількість подрібненої соломи зростає, а сформовані з неї валки важко підбирає прес-підбирач, що може призводити до непродуктивних втрат соломи на полі.

Комбайни з аксіально-роторною системою обробки (МСП) привертають увагу фахівців з моменту їх виходу на ринок. Порівнюючи їх з класичними та комбінованими системами, можна виділити кілька переваг: висока ефективність вимолочування та сепарації зерна; менший рівень пошкодження зерна або насіння; стабільні показники якості роботи в умовах, що змінюються; компактність та простота конструкції.

Ці комбайни особливо ефективні при високих врожаях, зокрема в умовах низької вологості. Вони демонструють кращі результати при збиранні кукурудзи та соняшнику в порівнянні з клавішними моделями.

Серед основних недоліків аксіально-роторних комбайнів можна відзначити: залипання сепараційних поверхонь рослинною масою та ґрунтом; закручування соломи в джгути під час збирання перезволожених довгостеблових культур, особливо якщо вони забруднені бур'янами; а також підвищене споживання енергії в порівнянні з класичними моделями.

При збиранні зернових культур, де маса соломи перевищує масу зерна, а стебла залишаються міцними, витрати пального можуть зрости на 18–32%.

Під час роботи комбайна важливо уникати потрапляння сторонніх предметів, які можуть пошкодити ротор. У разі ремонту необхідно провести динамічне балансування ротора, що виконується на заводі.

Дослідження різних зернозбиральних комбайнів, включаючи ті, що мають роторну систему, в умовах лісостепу України Сумської області показали, що комбайни з роторною схемою забезпечують додатковий збір зерна в межах 2,1–3,2 ц/га. Рівень подрібнення зерен (0,35–0,55%) у таких комбайнів значно нижчий, ніж у моделей з класичною схемою (2,6–7,8%).

3.3 Дослідження умов зменшення втрат при збиранні зернових

Мінімізація втрат під час збору зернових є важливим питанням для сільськогосподарських виробників щороку. Зернові культури бажано збирати з меншими втратами та кращою якістю, а також з нижчими технічними та післязбиральними енергетичними витратами.

Основні причини втрат зерна під час збору включають:

- несвоєчасний початок та тривалість збору конкретної культури;
- недостатнє обслуговування збиральних агрегатів, що призводить до тривалих простоїв техніки;
- нерівність поверхні поля;
- загущеність або зрідженість посівів;
- засміченість полів;
- конструктивний недолік машини або її окремих робочих елементів, а також порушення оптимального технологічного налаштування.

Оптимальний термін збору та можливість гнучкості у зборі різних видів та сортів зернових залежить від термінів дозрівання, властивості соломи, схильностей до осипання, стійкостей до хвороби і проростання, а також чутливості зерна до механічних пошкоджень.

Пряме комбайнування на сьогоднішній день є стандартною технологією збору зернових. Його переваги включають незалежність від погодних умов, вищу якість обмолоту, зменшені витрати енергії та праці, а також нижчу собівартість продукції.

Сучасні самохідні комбайни оснащені жаткою, молотильним апаратом, соломотрясом, очищувачем та подрібнювачем соломи.

Жатка зрізає стебло та транспортує його до молотильного апарату. Рівномірне транспортування повинно забезпечуватися мотовилом з керованими підпружинними зубами, які обертаються. Частота обертання та

висота мотовила регулюються під час роботи, що забезпечує безперервну та рівномірну подачу хлібної маси до транспортного шнеку, навіть за різної довжини стебел або колосків. Зазвичай частота обертання мотовила із зубами трохи перевищує швидкість руху комбайну, щоб запобігти втратам зерен, вибитих із колосків. Для якісної роботи важливо правильно налаштувати стеблепідйомники відносно поверхні ґрунту, а також регулювати висоту ріжучого апарату з пульта управління.

Молотильний апарат у своєму складі має молотильний барабан (довжиною — 1,1-1,6 м), на якому закріплені рифлені паси різних форм, а також підбарабання. У процесі роботи зерна відокремлюються завдяки ударам і тертю колосків. Більшість зерен проходить через отвори решетовидного барабана і транспортується до очищувача, тоді як частину зерна разом з останками викидається через вихід підбарабання. Для відокремлення зерна від соломи необхідно використовувати соломотряс. Існують тангенційні та осьові (аксіально-роторні) молотильні апарати, причому більшість комбайнів обладнані тангенційними молотильними апаратами. У осьових молотильних апаратах хлібну масу транспортують підбарабанням паралельно осі барабану, тоді як у тангенційних — лише один раз по зерновіддільним поверхням підбарабання. Осьові молотильні апарати забезпечують кращу ефективність зерновідділення — 94-99,5%, у порівнянні з 75-87% у тангенційних, тому в комбайні з осьовими молотильними апаратами соломотряси не використовуються.

За вологих умов продуктивність комбайнів з осьовими молотильними апаратами може суттєво знижуватися. Регулювання молотильного апарату здійснюється шляхом зміни частот обертання молотильного барабану та відстані між підбарабанням й барабаном, яка повинна зменшуватися від входу до виходів. Зменшення відстані та підвищення частоти обертання барабана покращують намолот зерна, але водночас можуть призвести до його дроблення. Тому важливо знайти компроміс у виборі частоти обертання барабана, яка має становити 22-34 м/с. Чим вологіша солома, тим меншою

повинна бути відстань між барабаном і підбарабанням, а частота обертання — вищою.

Соломотряс у комбайнах з тангенційним молотильним апаратом, завдяки багаторазовому струшуванню, відокремлює залишкове зерно від соломи та одночасно транспортує соломі до задньої частини комбайна. Конструкція соломотряса складається з 4-9 клавійних хорд, які мають ситовидну поверхню і вібрують за допомогою кривошипів. Під час цього процесу солома переміщується до накопичувача або подрібнювача, а зерно й інші дрібні частинки через отвір соломотряса потрапляє на очищувач. Чим більша поверхня соломотряса, тим ефективніше відбувається відділення зерен. У сучасних комбайнах ця площа становить 1,1-1,6 м² на метр ширини захвату. Відділення зерен також залежить від розпушування шарів соломи, для чого на соломотрясі встановлюють розпушувальні зуби.

Очисна установка виконує функцію відокремлення полови, порожніх колосків, уламків соломи та інших дрібних частинок від зерна. Вона має в складі два решета (верхнє та нижнє жалюзійні решета) загальною площею від 3,9 до 6,4 м², через які проходить повітряний потік, який створюватиме вентилятор. Проходи через верхнє решето регулюють так, щоб половина, уламки соломи й порожні колоски затримувалися і виводилися повітряним потоком в задній частині комбайна. Зерно та уламки колосків спадають на нижнє решето, яке налаштовують на пропуск лише тільки зерен, які транспортуються по зерновому шнеку у бункер. Усі обмолочені частки, які не можуть виводитися повітряним потоком і не можуть проходити через нижнє решето, повинні потрапити на поворотний шнек. При вірному налаштуванні решета й повітряного потоку, то туди потраплятимуть лише необмолочені раніше колоски або їхні частини. Поворотний елеватор повинен перенести їх у молотильний апарат. Також дуже маленькі отвори у нижньому решеті повинні призвести до повторного процесу молотіння зерна, який збільшує ризики їхнього подріблення. Для недостатнього повітряного потоку поворотний

елеватор також зможе бути перевантаженим легкими частками соломи та колосків, це може викликати засмічення всієї системи.

Соломоподрібнювач повинен дозволяти або укласти соломі валками, або подрібнювати її в самому комбайні й рівномірно розподіляти по полях. Ширину розкидання можна досягти дев'яти та більше метрів. Рівномірно розподілена солома є особливо важлива для обробки ґрунту й прямого посіву.

Продуктивність комбайна та якість молотби необхідно постійно підвищувати завдяки вдосконаленням молотильної, видільної й очисної систем. При роботі комбайна розрізняють втрати до жнив, а також під час обмолоту, за соломотрясоми і при очищенні зерна.

Втрати в час молотіння оцінюють за необмолоченими колосками, що залишаються за комбайном. Зерно, яке падає після проходу комбайна, свідчить про втрати, пов'язані з роботою соломотряса або очисної установки. Щоб зменшити загальні втрати, важливо враховувати навіть незначні втрати під час обмолоту.

Сучасні сорти з високим індексом врожайності дозволяють здійснювати пряме комбайнування з підвищеною продуктивністю на одиницю площі та зменшенням втрати зерна до 1,5% й менше. Втрати під час збирання значною мірою залежать від стійкості сорту до вилягання.

З метою визначення втрат під час збирання використовують перевірочну чашу розмірами 1,0×0,25 метри, яку розміщують у стеблі перед проходом комбайна. Коли комбайн проїде, чашу витягують, коли вона опиниться між передніми та задніми колесами, та підраховують зерна, що залишилися в ній.

Втрати від недомолоту визначають за невимолоченими колосками у валках соломи. Для цього з валка соломи витягують 50 колосків та перевіряють їх на наявність зерна й порівнюють результати з допустимими граничними параметрами рис. 3.2. Такі вимірювання необхідно повторювати тричі.

	 Ячмінь	 Пшениця	 Жито	 Овес
	ЗЕРНА, ЩО ЗАЛИШИЛИСЬ В 50 КОЛОСКАХ			
УМОВИ ЗБИРАННЯ ВІД ДОБРИХ ДО СЕРЕДНІХ	3...7	5...10	1...15	6...12
ПОГАНІ УМОВИ ЗБИРАННЯ	7...15	10...16	15...25	12...18

Рисунок 3.2 – Орієнтовні втрати, які допускаються від недомолоту

Втрати під час роботи соломотрясів й очищення визначаються за допомогою спеціальної чаші, яку розмішують під падаючим валком соломи за комбайном. Солому необхідно витрушувати над перевіркою чашею, і потім підрахувати кількість зерен, що потрапило до неї, і порівнюють результати з установленими граничними параметрами. Такі заміри проводять тричі.

Особливу увагу слід приділяти збереженню якості зерна, особливо для пивоварного ячменю та насіння для посіву. Пошкодження зерна під час обмолоту можуть бути:

- макроскопічно помітними, такими як поздовжні або поперечні тріщини, дроблення, розчавлення, зламані або вибиті зародки;
- мікроскопічно помітними, наприклад, тонкі тріщини в епідермісі, зародку та ендоспермі. Пшениця є більш чутливою до обмолоту, ніж ячмінь.

Схожість зерна не визначають безпосередньо після завершення молотьби, навіть якщо вже завершився період спокою, тому що пошкодження під час збору можуть стимулювати проростання, що призводить до спотворених результатів. Згодом темпи проростання можуть знижуватися або навіть повністю втрачатися у деяких зерен.

При прямому комбайнуванні важливо правильно визначати оптимальний термін збору. Рекомендується почати огляд посівів, коли вони досягають фази жовтої або молочно-воскової стиглості. У цій фазі можна помітити різницю в стиглості, яка згодом стає менш очевидною. Спостереження слід продовжувати з двохденними інтервалами. В залежності від стану посівів визначається черговість уборки.

Збиральна стиглість залежить від схильності сортів до ламкості колосків й осипання зерен, а також від сортотипових термінів настання фаз повної стиглості зерна.

Оптимальний обмолот зернових необхідно проводити при врахуванні таких показників:

- максимальна вологість зерна — до 19%;
- зерно має характерне забарвлення і нормальний розмір для даного виду, його поверхня трішки зморшкувата;
- зерно має бути твердим і тріщати при надкушуванні;
- зерно можна легко витягти з колоска, але воно ще настільки міцно тримається, що без зовнішньої сили не випадає;
- колір зрілої соломи переходить від жовтого у брудно-сірий;
- вузли стебел мають бурий колір і є твердими;
- солома для ячменя легко ламається в верхній частині стеблаів;
- солома жита розпадеться на дрібненькі частки після обертання;
- стебла пшениці зачасту легше зламуються в основі.

При правильному виборі терміну збору втрати можуть бути мінімальними.

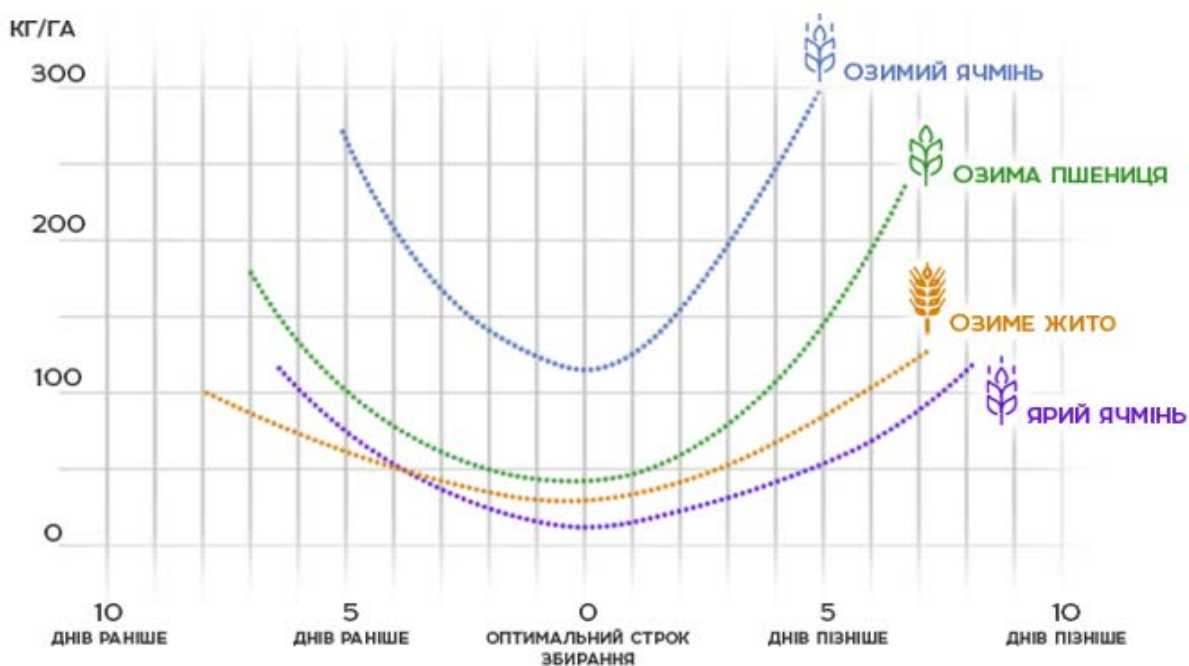


Рисунок 3.3 – Можливі втрати врожаю у залежності від термінів його збирання

Для попередньої оцінки ступеня зрілості та терміну збору врожаю можна використовувати еозинову пробу. З цією метою необхідно приготувати 1%-й розчин еозину. Далі необхідно вибрати 20 продуктивних стеблин, зрізати їх на висоті 25-32 см від колоса і помістити у розчин на 7-23 години. За ступенем забарвленості проводять оцінювання готовності до уборки.

Якщо після експозиції більшість колосків забарвилася, то збір врожаю можна очікувати приблизно через 7-11 днів. Якщо забарвлення охоплює стебла до основи колоса, це свідчить про можливість проведення пробного обмолоту для точнішого визначення терміну збору. У випадку, коли навіть стебла не мають червоного забарвлення, слід терміново розпочати уборку.

Кліматичні й погодні умови суттєво впливають на процес збору врожаю. Збирання комбайном слід організувати так, щоб уникнути технічної сушки, оскільки витрати на сушіння зерна зазвичай значно перевищують прибуток від збору в неоптимальних умовах. Особливо важливо враховувати вологість повітря й утворення роси та вологості на зернах.

При вологості повітря 80-99% комбайнування не можна проводити, при 50-79% — це є оптимальними умовами для збору, при 51-30% — можливий збір за відповідного налаштування комбайна, а при 29% і нижче — збір у щадному режимі з максимальною швидкістю руху комбайнів.

Під час продуктивного утворення роси вологість зерна може зростати до 3,3%, а при її відсутності — до 0,9%. Різні яруси стебел зернових висихають з різною швидкістю. Вологість зерна може суттєво варіюватися навіть на невеликій відстані в залежності від рельєфу поля, що також потрібно враховувати при відборі проб для визначення вологості і організації роботи комбайнів.

Перед збором врожаю необхідно контролювати втрати, особливо для культур і сортів, схильних до зламу колосків (ярий і озимий ячмінь), осипання зерна (деякі ранні сорти озимої пшениці, овес), вилягання (озимий ячмінь, жито,) або проростання (тритикале, жито).

За 2 дні до початку збору слід проводити перевірку обмолоту для вірного прийняття рішення по використанню комбайнів та організації робіт. При визначенні порядку збору комбайнами важливо враховувати терміновість, що залежить від площі збору, кількості комбайнів, ризику втрат, погодних умов, терміновості подальших польових робіт та напрямків використання зерна. Особливості для окремих видів зернових також слід враховувати під час збору.

3.4. Застосування сучасних комбайнів для збирання зернових

Завершальним етап вирощування зернових є збирання врожаю. Сучасні зернозбиральні комбайни представляють собою складні та високотехнологічні пристрої, які забезпечують високу якість при виконанні технологічної операції збирання. Проте комбайни одного класу або серії, як правило складаються з подібних основних компонентів, таких як жнивна частина, похила камера, молотарка, бункер, подрібнювач, двигун, трансмісія, ходова

система, гідросистема, кабіна, органи управління, електрообладнання та електронна система контролю технологічного процесу і стану агрегатів.

Більша кількість комбайнів оснащені системами автоматичного водіння та супутникової навігації, які дозволяють в автоматичному режимі підтримувати правильну траєкторію руху й налаштовувати оптимальні параметри і режими роботи комбайна в залежності від урожайності, вологості хлібостою та конфігурації поля.

У сучасних комбайнів технологічні схеми молотильно-сепарувальних пристроїв (МСП) діляться на три основні типи: роторний, класичний і комбінований. У класичних комбайнах обмолот і сепарація зернових культур здійснюються за допомогою бильного барабана та клавійного соломотрясу. У роторних комбайнах ці процеси відбуваються в одному пристрої, в якому одночасно обмолочується і сепарується зерно. Комбіновані МСП використовують класичну схему для обмолоту та сепарації рослинної маси, а сепарація грубого вороху виконується роторними солomosепараторами.

Однією з ключових техніко-технологічних характеристик зернозбирального комбайна є його пропускна здатність (кг/с). Цей показник відображає максимально кількісну величину хлібної маси, яку молотарка може обробити за одиницю часу по співвідношенням зерна до соломи 1:1,45, коефіцієнтом солостості 0,5, з втратами зерна не більше 1,45%, подрібненням зерна не більше 3% та чистотою бункерного зерна не менше 98%.

Сьогодні пропускна здатність комбайна є комплексним показником, оскільки враховує співвідношення між основними параметрами машини. Проведемо дослідження основних характеристик, які допомагають зорієнтуватися у різноманітних пропозиціях та вибрати машину, що відповідатиме потребам господарства. У огляді представлені деякі моделі зернозбиральних комбайнів, доступних на ринку України.

New Holland CR. Рівно 45 років в минулому, у 1975 році, компанія New Holland провела революцію на ринках технологій для збирання врожаю,

представивши свою унікальну двороторну технологію для обмолоту та сепарації зерна Twin Rotor™. Протягом чотирьох десятиліть поспіль ця технологія вдосконалювалася, і зараз комбайн останнього покоління – серія CR, забезпечує небачену продуктивність та високу якість обмолоту зерна і соломи.



Рисунок 3.4 - Комбайн зернозбиральний New Holland CR10.90

Один із найбільш потужних комбайн серії CR – передова модель CR10.90. Це єдиний у всьому світі зернозбиральний комбайн класа 10, який потрапив у “Книгу рекордів Гіннеса”, та зібрав рекордні 797,656 тонн пшениці за 8 годин. Комбайн CR10.90 обладнаний 653-сильним двигуном і зерновим бункером об'ємом 14 500 літрів, а також 13,7-метровою безшнековою жаткою із стрічковим транспортером, що відкриває нові горизонти у збиранні врожаю. В середньому продуктивність праці комбайна становить 99,7 т/год, а продуктивність максимальна – 135 т/год.

Дуже ефективна й водночас надзвичайно дбайлива двороторна система для обмолоту та сепарації Twin Rotor™ забезпечує неперевершену якість

зерна й соломи. Втрати під час подрібнення зерна складають лише 0,15%, що є найкращими серед показників на ринку.

Ротори Twin Pitch й Twin Pitch Plus для базової комплектації мають 44 молотильно-сепарувальних елементи, що забезпечує інтенсивну сепарацію навіть у складних умовах збирання. Це дуже корисно для культур з підвищеною вологістю, де такі ротори можуть підвищити продуктивність роботи до 11%.

Для покращення процесів обмолоту ротори TwinPitchPlus оснащені 75-міліметровими билами, які є більшими та вищими, ніж у попередній моделі, що значно збільшує площу обмолоту та пропускну здатність молотарки.

Для українського ринку комбайн CR7.80 та 7.90 із 2021 модельного року будуть оснащені ротором Twin Pitch з діаметром 432 мм, тоді як моделі CR8.90, та 9.90 й 10.90 отримають високопродуктивні ротори Twin Pitch Plus з діаметром 560 мм та посиленою конструкцією.

Системи автоматичного регулювання повітряним потоком в системі для очищення зерен Opti-Fan™ компенсують вплив сил тяжіння на потік скошених стебел маси під час збирання. Оператору потрібно лише встановити необхідну частоту обертання вентиляторів на рівній поверхні, і система в автоматичному режимі регулюватиме її під час рухів комбайна вгору або вниз, щоб підтримувати належну якість очищення. Під час підйому частота обертання вентилятора зменшуватиметься, щоб уникнути втрат зерна, а під час спуску – збільшується, щоб запобігти скупченню матеріалу на решетах.

Решітний стан з автоматичною системою вирівнювання компенсуватиме боковий нахил комбайну до 17% і запобігатиме скупченню зерна під час розвороту на краю поля, що забезпечуватиме рівномірний розподіл та відмінне очищення зерна.

У комбайні серії CR, в залежності від моделі, встановлюють базову автоматичну систему захистів від каменів ASP або опційно подавальний бітер Dynamic FeedRoll™ із вбудованим каменевловлювачем, який забезпечує повний захист в молотильному апараті. Це дозволяє продовжувати збирання

врожаю без зупинок, затримок і перерви, що підвищить продуктивність на 16%.

Всі моделі двороторної лінійки оснащені двигунами FPT Cursor з максимальною потужністю від 410 до 690 к.с.

У 2018 році компанія New Holland представила нову систему автоматизації для збирання врожаю Intelli Sense™. Ця проактивна система автоматично налаштовує всі параметри комбайна під час роботи в залежності від умов. IntelliSense™ зменшує вплив недосвідчених операторів на процес збирання зерна та значно підвищуючи добову продуктивність та ефективність використання цього потужного комбайна. Оператору потрібно лише вибрати одну із чотирьох стратегій (фіксована пропускна здатність, максимальна продуктивність, чисте зерно в бункері, обмежені втрати), тип культур, максимальна робоча швидкість і навантаження двигуна, провести активацію систему й почати збирання. Всі інші налаштування IntelliSense™ виконає автоматично.

Також New Holland планує представити на українському ринку нову модель комбайну – CH7.70 – з гібридною системою обмолотів-сепарації, що задовольнить потреби будь-якого сільськогосподарського виробника.

TORUM – комбайни із 3-точковою системою обмолоту. Комбайни VERSATILE TORUM є одним з найвищопродуктивним роторним зернозбиральним комбайном, представленим у двох модифікаціях: TORUM 750 відповідає 7 класу та TORUM 785 відповідає 8 класу.



Рисунок 3.5 - Комбайн зернозбиральний VERSATILE TORUM 750

Комбайн TORUM призначений для збору традиційних зернових та колосових культур як прямим, так і роздільним способом. Він ідеально підходить для господарств з великими посівними площами та високими врожайми.

Цей потужний комбайн здатний за один сезон зібрати понад 2000 гектарів різних культур, змолочуючи до 40 тонн зерна на годину, що становить більше 300 тонн за час восьмигодинної зміни.

Комбайни TORUM відрізняються своєю ефективністю в умовах засміченості та підвищеної вологості. Унікальна система обмолоту Advanced Rotor System (ARS) включає три інноваційних рішення:

- Похила бітерна камера забезпечуватиме високу пропускну спроможність та знижене енергоспоживання завдяки технології Feed & Boots (рівномірна подача та прискорення).
- Двозахідний ротор дозволяє проводити обмолоти у трьох точках, а самоочисна обертова дека – працювати з вологими посівами.
- Безступінчасті приводи ротора гарантують швидке та точне налаштування молотарки.

На інших комбайнах з ротором та із стаціонарною декою площі деки не повністю використовуються, що сприяє зниженню їх продуктивності. Під час збору вологих зернових дека можуть забиватися в верхній частині, утворюючи так звану «мертву зону». В комбайнах TORUM дека обертається на 360°, щоб запобігти виникненню «мертвих зон» і забивання ротора. Дека має також три молотильні секції, що дозволяє регулювати молотильний зазор в одному перерізі. Це забезпечує тричі обмолот за один оберт ротора, на відміну від одноразового обмолоту в традиційній роторній конструкції.

Компанія VERSATILE оснащує свої комбайни двигунами LA MTU (Mercedes) з потужністю 420 к.с. для TORUM 750 та 500 к.с. для TORUM 785. Ці потужні і компактні двигуни мають відмінні показники витрати палива й запас для крутного моменту біля 22%.

Жнивварки Power Stream у поєднанні з оригінальними ріжучими апаратами забезпечують підвищення продуктивності шляхом зменшення втрати зерна через осипання та стабільній подачі незалежно від умови роботи. Гідропривід для мотовила з функцією синхроприводу в автоматичному режимі регулює оберти мотовила в залежності від швидкості руху комбайну.

При роботі в складних умовах комбайни можуть бути оснащені повним приводом, а в умовах екстремальних доступні модифікації зі змінним напівгусеничним ходом.

Комбайни мають бункер об'ємом 10,5 тис літрів (для TORUM 750) та 12,3 тис.літрів (для TORUM 785). Швидкість вивантаження комбайна становить 106 л/с й 122 л/с відповідно моделі, а заповнений повністю бункер спустошується за не більше ніж 2 хвилини. Довжина вивантажувального шнека становить не менше 5,6 м, висота вивантаження – 5,1 м, а кут виносу – 106 градусів. Це легко дозволяє вивантажувати зерно до будь-якої вантажної машини та причепа, навіть з 11-метрової жнивварки. З метою економії пального під час вивантаження можна відключити привід молотарки.

Кабіни Comfort Cab II забезпечують комфорт і зручність, що допомагає оператору працювати ефективно, зменшуючи напругу і втому. Інформаційно-

голосова підсистема Adviser III постійно контролює процес обмолоту та роботу механізмів комбайна, що дозволяє підтримувати стабільність технологічного процесу та запобігати поломкам.

Комбайн **Massey Ferguson** спроектований для дуже складних умов. Комбайн Massey Ferguson 7370Beta є ідеальним поєднанням новітньої технології та передових конструктивних рішень, лідером у своєму класі за універсальністю та ефективністю експлуатації. Зручні та зрозумілі конструкції комбайна з сучасним функціоналом дозволяє отримати високу продуктивність роботи в полі.



Рисунок 3.6 – Комбайн зернозбиральний Massey Ferguson Beta

Подавальний бітер нахильної камери PRF забезпечує рівномірну подачу культури по всій ширині транспортеру, що сприяє високій продуктивності та відмінній якості обмолоту. Універсальна конструкція молотильно-сепараційного механізму дозволяє ефективно обмолочувати різні культури завдяки надійному, високоефективному барабану (ширина/діаметр – 1600/700 мм) та посиленому підбарабанню (12 балок та кут захвата – 121°). Для покращення якості обмолоту передбачено незалежне регулювання передніх та задніх частин підбарабання з кабіни комбайнера.

Подовжена очисна дошка з високим дільниками та продуктивні решета забезпечуватимуть отримання дуже чистого зерна. Відцентрові сепаратори

Multicrop Separator (шир/діам. – 1600/700 мм) надає значну додаткову площу для сепарації зерна (5,6 м²) перед його потраплянням на клавіші соломотряса.

Подрібнювач соломи з зубчастим ножем та різними варіантами регулювання забезпечуватиме високу якість розрізання соломи, споживаючи небагато енергії та рівномірно розподіляючи матеріали по всій робочій ширині жатки. Модернізовані решета й клавіші соломотрясу та новий шестирядний подрібнювач соломи додатково забезпечуватимуть якісну функціональність роботи.

Зерновий бункер з електроприводом кришки має великий об'єм – 9 тис. літрів, що дозволяє збільшити час безперервної роботи в полях. Довжина шнека становить 5 метрів й швидкість вивантаження зерна досягає 105 л/с.

MF 7370 Beta оснащений двигуном AGCO POWER з потужністю 370 к.с. та об'ємом 8,5 літрів, що використовує технології підвищеної економічності. Об'єм бака для палива складає 630 л.

Сучасна електроніка CANbus та новий сенсорний термінал TechTouch й багатофункціональний джойстик PowerGrip забезпечуватимуть автоматичне налаштування машин для 15 видів культур та ефективно автоматичне регулювання крутних моментів. Трансмісія є гідростатичною з чотирма передачами.

У комбайні MF 7370 Beta компанії Massey Ferguson реалізовано абсолютно нову концепцію. Постійно вирівнюється шасі, яке досягається шляхом зміни висоти передніх коліс, що дозволяє використовувати широкі шини, при цьому не виходити за межі дозволених габаритів під час руху по дорогам. Конструкція переднього мосту включає міцні паралелограмні механізми, які контролюються новою електронною системою.

Простора та зручна кабіна Skyline обладнана кермовою колонкою із трьома положеннями регулювання та терміналом TechTouch, розташованим на підлокітнику оператора для контролю та налаштування параметрів комбайну. Сидіння із пневматичною підвіскою, система кондиціонування, холодильник, обігрівач, двокомпонентні дзеркала для заднього виду із

електронним управлінням та камера заднього огляду – все це, разом із продуманими ергономічними розташуваннями системи управління, забезпечують максимальну продуктивність робочого часу комбайнера.

Компанія Massey Ferguson, спираючись на свій багаторічний досвід, пропонує для комбайнів MF 7370 Beta лінійку унікальних високопродуктивних жниварок з автоматичною системою контролю по висоті зрізу – PowerFlow (порядку 6,7 м) та FreeFlow (порядку 7,7 м).

Висновок по розділу.

Дослідження машиновикористання під час уборки зернових в умовах Лісостепу України показало:

1. В порівнянні із розвинутими сільськогосподарськими країнами (США, Франція, Німеччина, Великобританія) в Україні більше чим в 10 раз менше зернозбиральних комбайнів, які приходяться на 1000 гектарів площ посівів;

2. Встановлено, що основними показниками якості роботи зернозбирального комбайну є загальна втрата зерна під час обмолоту та чистота зерна в бункері комбайну;

3. Дослідження показали, що до 75 % зерна травмується в молотильно-сепарувальному пристрої комбайну;

4. Роторна система обмолочування у порівнянні із традиційною зменшує втрати зерна при високій урожайності і вологості. В умовах Лісостепу Сумської області додатковий збір зерна збільшується на 3,2 ц/га;

5. В умовах Лісостепу України раціональніше використовувати зернозбиральні комбайни New Holland, VERSATILE TORUM, Massey Ferguson.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Розроблення заходів з охорони праці спрямоване на запобігання нещасних випадків з обслуговуючим персоналом й запобігання пожеж при збиранні зерна за допомогою сучасних комбайнів.

Основні правила безпеки включають:

- особи, які не мають сертифіката управління комбайном і не пройшли інструктаж з техніки безпеки, не можуть на ньому працювати;
- під час роботи слід використовувати тільки справні інструменти та пристосування;
- працювати необхідно в зручному одязі, що виключає можливість його попадання в рухомі ланцюги, ремінні передачі та інші рухомі механізми;
- перед початком руху необхідно запустити двигун, запустити робочий орган, подати звуковий сигнал і переконатися, що виконання цих дій не представляє небезпеки для оточуючих робітників;
- необхідно систематично перевіряти надійність гальм і рульового управління;
- робітники повинні бути обережними, біля неогороджуваного шківів, рухомого ланцюга та пасу. Забороняється знімати захисний екран під час роботи механізму. Особливу обережність слід дотримуватися при пересуванні по перехідним платформам і даху комбайна. Забороняється працювати без установки перил. Необхідно триматися за поручень, який розташовується на капоті при обслуговуванні двигуна;
- при виконанні повороту швидкість комбайна повинна необхідно знижувати не більше 3 км/год;
- коли необхідно перетинати міст або дамбу, потрібно переконатися, що є можливість рухатися, і вже потім можна продовжити рух на першій передачі;
- допустима уклін при експлуатації й транспортуванні комбайна становить не більше 10°, але швидкість руху не повинна перевищувати 4 км/год, а також для зупинки на схилі потрібно включати передачу та використовувати стоянкове гальмо, щоб загальмувати комбайн;

- забороняється перебувати сторонній особі у комбайні коли він працює в польових умовах і під час транспортування;

- завжди необхідно поповнювати аптечку набором ліків, яка входить до складу комбайна;

Основні правила з охорони праці при роботі на комбайні:

- Якщо поблизу є люди, забороняється запускати двигун при відкритому копнувальному механізмі;

- забороняється буксирувати з включеною передачею комбайн;

- забороняється буксирувати комбайн за міст з керованими колесами;

- забороняється шляхом буксирування запускати двигун комбайна;

- забороняється перемикати передачу в комбайні під час його руху;

- забороняється без освітлення працювати на комбайні в нічний час;

- забороняється рухатися на вулиці і дорозі з включеним заднім ліхтарем;

- забороняється проводити обгон транспорту в денний час, якщо його швидкість перевищує або дорівнює максимальній швидкості комбайна;

- забороняється обганяти транспорт, що рухається вночі;

- забороняється везти товари в копнувачі комбайну;

- забороняється працювати під комбайном або його елементами, якщо вони у піднятому стані і не були вжиті запобіжні заходи. Н

При використанні домкрату необхідно встановити стійку опори (наприклад, підставку, дерев'яний брусок) і встановити упор під колеса. Жатку необхідно встановлювати на підставки і запобіжний упор правого гідроциліндра необхідно опустити. Якщо ґрунт слабкий, під домкрат кладуть міцну дошку.

Під час виконання роботи механізмів комбайну:

- не послабляйте гайки, фітинги та інші деталі гідравлічної системи;

- не змащуйте механізми;

- не проводьте заміни ременів або ланцюгів;

- не ремонтуйте та не регулюйте механізмів комбайну (за винятком випадків, дозволених правилами);

- не штовхайте бункер руками, ногами, лопатами або іншими предметами, щоб вивантажити зерно з бункера.

Правила пожежної безпеки при роботі на комбайні:

1. В необхідних місцях встановлюються вогнегасники, 2 лопати і 2 швабри (вогнегасник закріплюють на бункер, лопата знаходиться на драбині, швабри розміщують на жатку).

2. Своєчасно очищують вал, шків, шестерні та інші деталі комбайна від намотаної соломи.

3. Запобігають витоків із систем живлення, мащення та гідравлічної системи. Своєчасно проводять усунення виниклих витоків масла і палива.

4. Підшипники та інші обертові частини комбайна слід своєчасно змащувати, щоб уникнути перегріву.

5. Систематично перевіряйте електрообладнання та кабелі, очищайте їх від пилу та бруду. Щоразу, коли двигун зупиняється, використовуйте перемикач "маса", щоб від'єднати акумуляторну батарею від живлення комбайна.

6. Очищення паливопроводів і трубопроводів забитої гідравлічної системи повинно проводитися після виключення двигуна і охолодження інших частин двигуна і комбайна.

7. При прослизанні запобіжної муфти, необхідно терміново зупинити комбайн, вимкнути двигун та усунути причини, що викликала прослизання.

8. Якщо потрібен тривалий ремонт, комбайн слід відігнати від хлібного поля на відстані не менше 30 метрів та провести оранку смуги шириною не менше 4 метрів навколо комбайну.

9. Для видалення статичної електрики необхідно закріпити роликівий ланцюг довжиною до 600 мм на кронштейні з лівого боку корпусу молотильного вентилятора. Використовують ланцюг, який попередньо прийшов у не робочий стан і більше не використовується.

10. Заправка паливного бака повинна проводитися за допомогою дозаправної установки, коли двигун не працює. Дозаправка повинна проводитися на дорозі або на зораній ділянці поля.

11. Запаси паливно-мастильного матеріалу дозволяється зберігати на полях в закритих контейнерах на відстані не менше за 100 м від зернових масивів, тюків або скирд. Місця для зберігання повинні бути заорані смугою шириною не менше 4 метрів.

12. При загорянні бензину або дизельного палива вогонь слід засипати піском або землею і накривати вологою тканиною або брезентами.

Категорично забороняється заливати вогонь водою.

13. В часи роботи комбайна в польових умовах необхідно стежити за станом зернового масиву, щоб своєчасно виявляти пожежі.

14. При сильних вітрах, в разі небезпечного розповсюдження пожежі роботу комбайну слід тимчасово припинити.

15. Кожен оператор машини повинен бути навчений у разі пожежі і повинен знати, як викликати пожежну службу.

Правила пожежної безпеки, яких слід строго дотримуватися при роботі на комбайні:

- не палити, не проводити зварювальні роботи, не використовувати всі види відкритого вогню на комбайні, на хлібних полях і на ділянках ближче 30 метрів до них;

- не залишайте копнувач повним сіна під час тривалої зупинки;
- не спалюйте залишки врожаю ближче, ніж в 200 метрах від хлібного поля;

- не використовуйте відра та інші відкриті контейнери для заправки паливного бака;

- не починайте збирання великого поля врожаю, не розділивши його на секції добового виробництва (розділіть поля поздовжніми та поперечними проходами комбайна шириною не менше 8 м);

- не починайте збирати урожай, якщо у вас немає трактора з плугом, щоб швидко локалізувати несподіване джерело вогню;

- не працюйте, якщо комбайн має нерівномірну потужність і систему запуску двигуна, або якщо в двигуні немає витяжки або протипожежного екрану;

- не працює з невідрегульованим приводним пасом, який має пробуксовку;

- не проводьте відвантаження зерна з комбайна на автомобілі, вихлопні труби у яких не оснащені іскрогасниками.

Висновок по розділу.

Дотримання вищевказаних правил з охорони праці, техніки пожежної безпеки обслуговуючим персоналом, який експлуатуватиме комбайни, призведе до попередження травм або трагічних подій, запобіганню виникненню пожеж на робочому місці.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

У лісостепах України сільськогосподарське виробництво зернових культур завжди залишалося основним джерелом грошових доходів господарств. Однак в останні роки через високу ціну товаровиробники не змогли закупити необхідної кількості добрив, засобів захисту рослин, палива, й обладнання та задовольнити всі вимоги технологій вирощування. Це, призвело до знижених врожаїв, низької якості зерна і зниження прибутку від продажів. Також, ціна на зерно не стимулює ферми збільшувати виробництво.

Але при цьому в нинішній ситуації є можливість значно підвищити економічну ефективність виробляємих культур і поліпшити фінансове становище господарства. З цією метою необхідно створити систему з державним регулюванням розвитку зернових господарств і приступити до закупівель зерна. Впроваджувати технологію економії ресурсів. Використовувати ресурси більш ефективно. Провести розширення посівів зернових культур на чорному парі, багаторічній траві, просі й інші посівах із накопиченням азоту. Використання сортів, які не є вимогливими до умов вирощування і стійкими до хвороби. Проводити продаж не самого зерна, а його продуктів переробки. Проводити удосконалення технологій, машин і, зокрема збиральних машин - комбайнів.

Сьогодні багато українських компаній пропонують високоякісну зернозбиральну техніку від великих зарубіжних компаній. Основним недоліком цього методу є висока вартість такої техніки, і більшість сільськогосподарських підприємств не мають можливості придбати цю техніку. Тому питання поліпшення існуючого техніки є дуже важливим. Розглянемо можливість заміни існуючого в господарстві комбайну ДОН1500Б на комбайн New Holahd TC5.90.

Для проведення економічних розрахунків вихідні дані наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Вихідні показники для розрахунків економічної ефективності прийнятих технічних рішень

Показник	Базовий комбайн ДОН1500Б	Модернізований комбайн New Holahd TC5.90
Продуктивність, га/год.	3,38	4,5
Питомі витрати палива, кг/га	28	7
Вартість комбайна, грн.	900000	1200000
Врожайність пшениці, ц/га	49	49

Розглянутими економічними показниками технологічного процесу проведення збирання зернових культур за допомогою базового і модернізованого комбайна є витрати на робочу силу, прямі експлуатаційні витрати, річний та питомий економічний ефект, а також період окупності витрат на проведену модернізацію комбайна.

Трудовитрати на збирання пшениці комбайном визначаємо по формулі:

$$Z_{\text{п}} = \frac{M}{W_{\Gamma}},$$

де M – кіл-сть персоналу, який обслуговує комбайн, чол.;

W_{Γ} – продуктивність комбайну за одну годину, га/год.

Витрати праця для збирання озимої пшениці для базового комбайна:

$$Z_{\text{п.б.}} = 1/3,38 = 0,3 \text{ люд.год./га.}$$

Витрати праці для виконання тієї ж самої роботи на удосконаленому комбайні

$$Z_{\text{п.б.}} = 1/4,5 = 0,22 \text{ люд.год./га.}$$

Пониження рівня витрат на працю для збирання озимої пшениці комбайном з проведеною модернізацією дорівнює 0,08 люд.год./га.

Розрахунки прямих експлуатаційних витрат для проведення процесу збирання пшениці проводиться по формулі:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}$$

де C_o – зарплата працівників з нарахуваннями, гривень за гектар;

C_a – відрахування на амортизацію, гривень за гектар;

C_p – затрати на проведення ремонтів і технічних обслуговувань, гривень за гектар;

$C_{\text{пмм}}$ – затрати на дизельне паливо і матеріали, гривень за гектар.

При оплаті роботи механізаторам за виконані норми проводять по 6-му розряду згідно тарифної сітки. Враховують, що з першого січня 2024 р. мінімальну заробітну плату встановили на рівні 8000 грн., оплата за виконану норму виробітку буде становити 333 грн. [25].

За один гектар по уборці поля основну оплату праці розраховують:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{\text{зм}}}$$

де C^T – рівень оплати праці за виконану норму виробітку згідно тарифної сітки.

Для виконання робіт на базовій комплектації комбайну оплату праці для механізатора за один гектар зібраного лану становитиме:

$$C'_{o.б} = 333/13,3 = 25,04 \text{ гривень за гектар}$$

Також на основну оплату праці для механізатора проводиться нарахування:

- за інтенсивність роботи –12 % до окладу;
- за високу профмайстерність –22 % до окладу;
- за здійснення особливо складних робіт –50 %;
- за класність для 1-го класу –20 % до окладу .

Для робітника, який буде працювати на базовій комплектації комбайну, такі доплати будуть становити: 3,01; 5,51; 12,52 і 5,01 гривень за гектар. Загальну зарплату з доплатами для робітника при збиранні пшениці на комбайні із базовою комплектацією можна розрахувати:

$$C''_{o.б} = 25,04 + 3,01 + 5,51 + 12,52 + 5,01 = 51,09 \text{ грн./га.}$$

На таку суму нараховуються 22 % соцстрахування, що становитиме 11,24 грн./га. Загальну зарплату з нарахуванням для механізатора, який буде працювати на комбайні із базовою комплектацією, становитиме:

$$C_{o.б} = 51,09 + 11,24 = 62,33 \text{ грн./га}$$

Для роботи на комбайні з модернізованою комплектацією оплату праці механізаторів за один гектар можна розрахувати:

$$C'_{o.м} = 333/15,4 = 21,62 \text{ гривні за гектар.}$$

Указані вище доплати механізатору будуть відповідати наступному: 2,59; 4,76; 10,81 і 4,32. Розраховуємо основну оплату праці із доплатами:

$$C''_{o.м} = 21,62 + 2,59 + 4,76 + 10,81 + 4,32 = 44,1 \text{ грн./га.}$$

Нарахування для соцстрахування становитиме 9,7 гривень на гектарі. Загальну оплату праці із нарахуванням для роботи на комбайні з проведеною модернізацією конструкції, розраховуємо:

$$C_{o.м} = 44,1 + 9,7 = 53,8 \text{ гривень за гектар.}$$

Питомі витрати для проведення амортизації комбайну проводять по формулі:

$$C_a = \frac{S_m \cdot j}{100 \cdot T_K \cdot W_T},$$

де S_m – величина вартості комбайну (балансова), в гривнях

j – нормативні річні відрахування на амортизацію комбайну, у %;

T_k – норма річного навантаження на комбайн, в годинах (згідно нормативів 160 годин).

Згідно нормативів [25] річну норму для відрахування на амортизацію зернозбирального комбайну приймають 21,93%. Витрату на амортизацію для розглянутого варіанту використання базової комплектації комбайна розраховують:

$$C_{a.б.} = (900000 \cdot 21,93) / (100 \cdot 160 \cdot 3,38) = 364,96 \text{ грн/га}$$

Витрати на амортизацію для модернізованої комплектації комбайна будуть розраховані наступним чином:

$$C_{a.м.} = (1200000 \cdot 21,93) / (100 \cdot 160 \cdot 4,5) = 365,5 \text{ грн/га}$$

Витрати для проведення ремонтних робіт і технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів визначають аналогічно, при використанні норми річних відрахувань у 10 % від вартості комбайну. Для базової комплектації машини вони становитимуть:

$$C_{a.б.} = (900000 \cdot 10) / (100 \cdot 160 \cdot 3,38) = 166,42 \text{ грн/га}$$

Для модернізованої конструкції комбайну витрата на ремонти й технічне обслуговування буде розраховуватися наступним чином:

$$C_{a.м.} = (1200000 \cdot 10) / (100 \cdot 160 \cdot 4,5) = 166,66 \text{ грн/га}$$

Питомі витрати для закупівлі палива й мастила розраховують по формулі:

$$C_{пмм} = g_{га} Ц_{г},$$

де $g_{га}$ – витрата палива під час збирання 1 гектара зернових, в кілограмах на гектар;

$Ц_{г}$ – загальна вартість 1 кілограма палива, в гривнях.

Загальна вартість палива повинна включити витрату на основне та пускове паливо, і також на мастила в залежності від типу двигуна, комбайна та вартості на ринку палива. Норма витрати мастильного матеріалу у відсотках до основного палива у зернозбиральному комбайні становить: дизмастило – 5

відсотків; автомастило – 3,7 відсотків; солідол – 0,5 відсотків; мастило трансмісійне – 0,8 відсотків.

Вартість мастила та палива мають певну розбіжність на ринку та залежатимуть від об'ємів закупки, постачальників та інших факторів. Враховуючі сьогоднішні ціни, приймаємо комплексну вартість ПММ 29,8 гривень за кілограм. Питома витрата палива на 1 гектар зібраних площ беруть з технічних характеристик комбайну. Таким чином питома витрата на паливомастильні матеріали для комбайну з базовою комплектацією розраховуємо:

$$C_{\text{ПММ.б}} = 28 \cdot 29,8 = 834,4 \text{ грн/га}$$

Для комбайну з проведеною модернізацією:

$$C_{\text{ПММ.б}} = 7 \cdot 29,8 = 208,6 \text{ грн/га}$$

Загальні прямі витрати при збиранні зернових комбайном із базовою комплектацією будуть становити:

$$C_{\text{б}} = 62,33 + 364,96 + 166,42 + 834,4 = 1428,11 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно витрати при збиранні комбайном з проведеною модернізацією:

$$C_{\text{м}} = 53,8 + 365,5 + 166,66 + 208,6 = 794,56 \text{ грн./га.}$$

Економічний ефект в результаті впровадження модернізації комбайна у виробництво для порівняння із базовою комплектацією розраховуємо наступним чином:

$$E = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 1428,11 - 794,56 = 633,55 \text{ грн/га}$$

Якщо впровадження відбувається на площах полів у 800 гектарів, то річний економічний ефект буде становити:

$$E_{\text{р.1}} = 633,55 \cdot 800 = 506840 \text{ грн.}$$

Використання у господарстві вдосконаленої технології при збиранні зернових та модернізованого комбайна для збирання зернових дозволяє провести зниження втрат і пошкоджень зерна на 8 % у порівнянні із базовим комбайном. Це становитиме для врожайності озимої пшениці у 49 центнерів з гектару 3,92 ц/га. Якщо врахувати вартість пшениці для 4-го класу у розмірі

8700 грн/т, то економічна ефективність від запобігання втрати зерна становитиме 3410,4 грн/га. При впровадженні за рік модернізованого комбайна на площі 800 гектарів, економічний ефект буде становити:

$$E_{p.2} = 3410,4 \cdot 800 = 2728320 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники роботи наведено в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Основні техніко-економічні показники

Назва показників	Базовий комбайн ДОН1500Б	Модернізований комбайн New Holahd TC5.90
1. Продуктивність, га/год.	3,38	4,5
2. Затрати праці, люд.год./га	0,3	0,22
3. Економія затрат праці, люд.год./га	-	0,08
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га:	1428	795
в т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	62,33	53,8
амортизаційні відрахування	364,96	365,5
витрати на ремонт і ТО	166,42	166,66
витрати на паливо і мастила	834,4	208,6
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	634
6. Економічний ефект від зменшення втрат зерна при збиранні, грн./га	-	1347,5
7. Річний економічний ефект в результаті модернізації комбайна, грн	-	506840
7. Річний економічний ефект в результаті зменшення втрат зерна, грн.	-	2728320
8. Затрати на модернізацію машини, грн.	-	300000
9. Загальний річний економічний ефект, грн.	-	3235160
9. Строк окупності затрат, років	-	0,09

Загальний за рік економічний ефект при впровадженні у виробництво комбайна з проведеною модернізацією становитиме:

$$E = 506840 + 2728320 = 3235160 \text{ грн.}$$

Термін окупності витрат при модернізації зернозбирального комбайну знаходимо по формулі:

$$O_3 = \frac{C_m}{E}$$

$$O_3 = 300000/3235160 = 0,09 \text{ року}$$

Висновки по розділу.

Проведені у розділі розрахунки показують, що використання сучасного комбайну New Holahd TC5.90 дозволяє отримати позитивний економічний ефект у розмірі 3,2 млн грн. на площі збирання озимої пшениці 800 га. Затрати на придбання модернізованого комбайна окупаються протягом першого року використання комбайна.

ВИСНОВКИ

По результатам виконаної роботи зроблені наступні висновки:

1. У результаті дослідження технологічного процесу вирощування озимої пшениці встановлено:

- у лісостеповій зоні, яка притаманна Сумській області при вирощуванні озимої пшениці попередником може бути чисті пари, насадження силосної кукурудзи, бобові, ріпак і гречка;
- збирання врожаю озимою пшениці проводять, коли її фаза стиглості – воскова.

2. За результатами дослідження технологічної операції збирання озимої пшениці можна зробити наступні висновки:

- прямий обмолот озимої пшениці необхідно проводити при максимальній вологості зерна 19%;
- роздільне збирання проводять при максимальній вологості зерна 29%;
- обмолот зерна необхідно починати за 5 днів до оптимального терміну збирання і закінчувати на 5 днів пізніше цього терміну;
- пряме комбайнування проводять при дозріванні не менше 90% зерна.

3. Дослідження машиновикористання під час уборки зернових в умовах Лісостепу України показало:

- у порівнянні із розвинутими сільськогосподарськими країнами (США, Франція, Німеччина, Великобританія) в Україні більше чим в 10 раз менше зернозбиральних комбайнів, які приходяться на 1000 гектарів площ посівів;
- встановлено, що основними показниками якості роботи зернозбирального комбайну є загальна втрата зерна під час обмолоту та чистота зерна в бункері комбайну;
- дослідження показали, що до 75 % зерна травмується в молотильно-сепарувальному пристрої комбайну;

- роторна система обмолочування у порівнянні із традиційною зменшує втрати зерна при високій урожайності і вологості. В умовах Лісостепу Сумської області додатковий збір зерна збільшується на 3,2 ц/га;

- в умовах Лісостепу України раціональніше використовувати зернозбиральні комбайни New Holland, VERSATILE TORUM, Massey Ferguson.

4. Дотримання правил з охорони праці, техніки пожежної безпеки обслуговуючим персоналом, який експлуатуватиме комбайни, призведе до попередження травм або трагічних подій, запобіганню виникненню пожеж на робочому місці.

5. Проведені економічні розрахунки показують, що використання сучасного комбайну New Holland TC5.90 дозволяє отримати позитивний економічний ефект у розмірі 3,2 млн грн. на площі збирання озимої пшениці 800 га. Затрати на придбання модернізованого комбайна окупаються протягом першого року використання комбайна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 2021. – 448 с.
2. Dr. Beatriz Bernardo, Prof. Yuan Huang, Zolotariov Petru, Victor Akoa Reshaping Agriculture for the 21st Century. *America Journal of Agriculture* Vol 5 No 2 (2023).- 56p.
3. [Jack Atkinson](#) *Agricultural Machinery and Technologies*.- Larsen and Keller Education, 2020.- 456p.
4. V. Adamchuk, V. Bulgakov, Hr. Beloev, M. Korenko. Mineral fertilisation theory and working tools of fertiliser spreading machines. Sofia : Prof. Marin Drinov Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2017. 165 p.
5. Technological equipment predpriyatiy otryasli (grain processing enterprises): a textbook / L.A.Glebov, A.B. Demsky, VF Vedenev and others - М .: DeLi print, 2016. 816.
6. Technological equipment of flour and cereal enterprises: a textbook / О.І.Гапонюк, Л.С. Soldatenko, LG Grosul et al. - Kherson: Oldi-plus, 2018. 752.
7. Saban Kumar K.C. Corn Seeding Robot. *NCE Journal of Engineering*, Volume 1, Issue 1, 2019.
8. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. - Львів: НВФ Українські технології, 2018. - 800 с.
10. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю. Ільченко, В.П. Карасьов, А.С. Лімонт та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. –К.: Урожай, 2013. 224с.
11. Типові норми виробітку і витрачання палива на механізовані польові роботи. /Держагропром УРСР. – К.: Урожай, 2011. – 472 с.
12. Довідник з експлуатації машино-тракторного парку / В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін. – К.: Урожай, 1987. – 368 с.

- 13.Господаренко Г.М., Єщенко В.О. Система технологій в рослинництві. – Умань, 2018.
- 14.Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. Машиновикористання та екологія довкілля. – Київ : Грамота, 2017. –360 с.
- 15.Ільченко В.Ю. та ін. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. – Київ : Урожай, 2013.
- 16.Експлуатація машин і обладнання : навч. посіб. / М.А. Ружицький, В.І. Рябець, В.М. Кіяшко та ін. – Київ : Аграрна освіта, 2016
- 17.Квашук О.В. Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2018.
- 18.Левицька Ю. О. та ін. Основи агрономії. – Київ : Аграрна освіта, 2018.
- 19.Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – Київ : Вища школа, 2013.
- 20.Типові норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні і догляді за посівами. – Київ : НДІ Укראгропромпродуктивність, 2015.
- 21.Типові норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. – Київ : НДІ Укראгропромпродуктивність, 2015.
- 22.Типові норми продуктивності і витрати палива на транспортних роботах. – Київ : НДІ Укראгропромпродуктивність, 2015.
- 23.Пастухов В. І Довідник з машиновикористання в землеробстві : навч. посіб. – Харків : Веста, 2021. – 344 с.
- 24.Саблук П. Т. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. – ННЦ Інститут аграрної економіки, 2015.
- 25.Фортуна В.І. та ін. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – Київ : Вища школа, 2015.

ДОДАТКИ