

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 розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном і якість забезпечення її рівномірності автоматизованою системою»

Виконав:

(підпис)
ініціали)

Бортун В.А.
(Прізвище,

Група:

СТЗ 2301-1 ВН

(Науковий) керівник:

(підпис)
ініціали)

Зубко В.М.
(Прізвище,

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Рівень вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“15” травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Бортуну Віталію Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном і якість забезпечення її рівномірності автоматизованою системою»,

керівник роботи: Зубко Владислав Миколайович, д.т.н., професор

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 202_ року №_____.

2. Строк подання здобувачем роботи: “19” липня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: річні звіти господарства, нормативно-технічна документація по розробці механізованих технологічних процесів у рослинництві; Науково-технічна література; Літературні джерела інформації та інтернет ресурси; Монографії, тощо за темою наукового дослідження.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Виробнича характеристика господарства, Розрахунок складу і планування використання МТП господарства, Стан питання і задачі дослідження, Експериментальна частина.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “15” травня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	до 12.04.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та	до 16.04.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	до 19.04.2024 р.	
4.	Написання вступу	до 22.04.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Виробнича характеристика господарства»	до 26.04.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Розрахунок складу і планування використання МТП господарства»	до 17.05.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Стан питання і задачі дослідження»	до 31.05.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Експериментальна частина»	до 28.06.2024 р.	
9.	Написання висновків та пропозицій	до 05.07.2024 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 08.07.2024 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 15.07.2024 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 19.07.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Бортун В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

(підпис)

Зубко В.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Виробнича характеристика господарства.....	8
1.1 Географічне розташування господарства.....	8
1.2 Природно-кліматичні умови.....	9
1.3 Коротка характеристика рослинництва.....	10
1.4 Стан і перспективи розвитку тваринництва.....	15
1.5 Характеристика ферми.....	16
1.6 Аналіз показників складу та використання МТП.....	17
2 Розрахунок складу і планування використання МТП господарства.....	19
2.1 Визначення складу МТП і кількості робочої сили.....	21
2.2 Розрахунок технологічних карт.....	21
2.3 Організація використання МТП підрозділу.....	25
2.3.1 Обґрунтування режимів роботи агрегатів.....	27
2.3.2 Агрегаткування причіпних, напівнавісних і навісних машин.....	29
2.3.3 Побудова графіків машиновикористання.....	29
2.3.4 Розробка структурної схеми механізованих робіт.....	30
2.3.5 Технологія вирощування сільськогосподарських культур.....	32
2.3.6 Агротехнічні вимоги до обробітку і збиранні зернових.....	33
3 Стан питання і задачі дослідження.....	38
3.1 Роль рослинних решток у сільському господарстві.....	38
3.2 Важливість рівномірного розподілу подрібненої маси для ефективного використання ресурсів та підвищення врожайності.....	41
3.2.1 Проблема обробітку та посіву.....	43
3.2.2 Проблема контролю бур'янів і падалиці.....	44
4 Експериментальна частина.....	45
4.1 Програма та методика досліджень.....	45
4.2 Агровимоги при збиранні врожаю зернових.....	45

4.3 Характеристика зернозбиральної машини, яка використовувалась у дослідженнях.....	52
4.4 Результати досліджень розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном.....	57
Загальні висновки.....	66
Список використаних джерел.....	67
Додатки.....	71

ВСТУП

Метою роботи є визначення характеру розподілу подрібненої маси за комбайном і забезпечення рівномірності такого розподілу автоматизованою системою як складової частини точного землеробства.

Поставлена мета дослідження досягається шляхом виконання наступних завдань:

- вивчення проблеми нерівномірного розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном та її вплив на ефективне використання ресурсів і врожайність;

- визначення сучасних технологій та способів (методів) розподілу подрібненої маси за комбайнами;

- використання сучасних методів дослідження та аналізу розподілу незернової частини врожаю за зернозбиральними комбайнами;

- обґрунтування вибору параметрів для оцінки рівномірності розподілу;

- дослідження та аналіз розподілу подрібненої маси;

- представлення результатів експерименту та визначення переваг використання автоматизованих систем розподілу.

Об'єкт дослідження виступає розподіл подрібненої маси (незернової частини врожаю) за зернозбиральним комбайном.

Предмет дослідження є характер та рівномірність розподілу подрібненої маси (незернової частини врожаю) за зернозбиральним комбайном.

Для досягнення поставленої мети використані такі методи дослідження: аналіз та синтез, експеримент, зокрема польовий експеримент, вимірювання, порівняння, статистичний (кореляційно-регресивний аналіз, інтерполяція тощо) та графічний методи.

Практичне значення одержаних результатів полягає у визначенні ролі і місця рослинних решток у точному землеробстві та підвищенні економічної

ефективності сільськогосподарських підприємств будь-якої форми власності за рахунок рівномірного розподілу подрібненої маси автоматизованими і не автоматизованими системами подрібнення та розподілу незернової частини врожаю за зернозбиральним комбайном.

1 ВИРОБНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1 Географічне розташування господарства

ФГ «Маяк» розташоване в Баштанському районі Миколаївської області.

Територія господарства розміщена на досить рівнинній місцевості, яка пересікається балками, дорогами, лісосмугами, каналами, пагорбами.

Пунктами здачі сільськогосподарської продукції є прийомні бази, розташовані в районному центрі, з якими господарство пов'язано автодорогами з твердим покриттям. Вся ремонтна база знаходиться в центральній садибі.

Таблиця 1.1 – Структура земельних угідь ФГ «Маяк»

Вид земельних угідь	Площа земельних угідь					
	2021		2022		2023	
	га	%	га	%	га	%
Загальна площа угідь	5261	100	5261	100	5265	100
Всього с.-г. угідь	4137	78,6	4137	78,6	4137	78,6
В тому числі: орна земля	1440	27,4	1440	27,4	1440	27,4
сінокоси	1381	26,2	1381	26,2	1245	23,6
пасовища	1233	23,4	1233	23,4	1370	26
Площа садів	3	0,1	3	0,1	3	0,1
Інші землі	80	1,5	80	1,5	79	1,5
Осушувані землі	3012	57,3	3012	57,3	3012	57,2
Зрошувальні землі	-	-	-	-	-	-

Як видно з таблиці 1.1, істотних змін в структурі земельних угідь за аналізований період не відбувалося. Загальна земельна площа в 2023 році збільшилася на 4 га. Це сталося за рахунок освоєння прилеглих земель. За рахунок трансформації сінокосів в пасовища збільшилася площа останніх на 134 га. Освоєність території залишилася незмінною і складає 78,6%, розораність с.г. угідь зменшилася на 0,1% і в 2023 р склала 27,3%. У

господарстві досить високий відсоток осушених земель, які віддані під сінокоси і пасовища. Він становить 57,2% від загальної земельної площі.

На території господарства є досить розвинена дорожня мережа. Всі населені пункти зв'язані між собою ґрунтовими дорогами. Орні масиви і сінокісні ділянки забезпечені польовими дорогами і під'їзними шляхами. Всі ґрунтові дороги в осінньо-весняний період стають слабо проїзними або зовсім непроїжджими, що призводить до псування с.г. машин. Тому перед господарством стоїть завдання проводити поліпшення проїжджого полотна на існуючих дорогах.

Наявна дорожня мережа дозволяє повністю задовольняти транспортні перевезення вантажів. Для прогону худоби до ґрунтових ділянок запроектовані скотопрогони шириною 10 м.

Виробничий напрямок ФГ «Маяк» – м'ясо-молочне. Господарство займається виробництвом молока, м'яса яловичини, вирощуванням зернових, картоплі, ріпаку, цукрових буряків, овочів і ін.

1.2 Природно-кліматичні умови

Територія ФГ «Маяк» розташована в південній теплій області. Найбільш теплим місяцем є липень із середньомісячною температурою 37,4°C, найбільш холодний – лютий, із середньомісячною температурою -15,1°C.

Середньорічна кількість опадів становить 620 мм. Розподіл опадів протягом вегетаційного періоду нерівномірний. Більша їх кількість випадає в теплий період з максимумом в липні 86 мм. Найменше опадів випадає в лютому і березні – близько 23 мм.

Стійкий сніговий покрив встановлюється в третій декаді грудня. Максимальна висота снігового покриву припадає на першу декаду березня (16-18 мм).

Глибина промерзання ґрунту становить 25-30 см. В найбільш суворі малосніжні зими глибина промерзання ґрунту досягає 35-40 см. Тривалість

теплого періоду (з температурою вище 0°C) становить 252-254 днів, вегетаційного – 202 днів. Пасовищний період зазвичай починається в квітні і закінчується в жовтні.

Наведені дані вказують, що природно-кліматичні умови господарства цілком сприятливі для обробітки районованих с.г. культур.

Рельєф території господарства неоднорідний. Центральна частина господарства має рівнинно-хвилястий рельєф, на інших частинах є височини і порізаності.

Значну площу займають дерново-підзолисті і торф'яно-болотні ґрунти.

Теплий і вологий клімат сприяє зростанню в господарстві різноманітної рослинності. Заліснені площі становлять 1,2% від усієї площі земель, переважає дуб, сосна, береза, осика. У лісах зустрічається різноманітна рослинність. З бур'янів, на орних землях ростуть: пирій повзучий, осот польовий, редька довга, хвощ польовий, волошка синя тощо.

Основними джерелами забезпечення населення і худоби питною водою служать на фермах – свердловини, в населених пунктах – водопровідні та шахтні колодязі.

1.3 Коротка характеристика рослинництва

Виробничий напрямок ФГ «Маяк» в рослинництві – вирощування зернових і кормових культур, картоплі, цукрових буряків, ріпаку та овочів.

Перелік вирощуваних культур і структуру посівних площ за останні три роки наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ ФГ «Маяк»

Назва с.-г. культури	Роки					
	2021		2022		2023	
	га	%	га	%	га	%
1	2	3	4	5	6	7
Озимі культури	520	26	540	26,9	530	26,5
в т.ч. жито	250	12,5	260	13	250	12,5
тритікале	270	13,5	280	13,9	280	14
Ярові культури	360	18	400	20	390	19,5
в т.ч. пшениця	100	5	100	5	100	5
ячмінь	170	8,5	200	10	200	10
овес	50	2,5	55	2,7	50	2,5
гречка	20	1	25	1,2	20	1
просо	20	1	20	0,1	20	1
Зернобобові культури	180	9	160	8	160	8
в. т.ч. овес+горох	30	1,5	30	1,5	30	1,5
віка+овес	150	7,5	130	6,5	130	6,5
Загально по зерновим	1060	53	1080	53,9	1080	54
Ріпак озимий	60	3	60	3	60	3
Цукровий буряк	80	4	70	3,5	80	4
Картопля	60	3	60	3	50	2,5
Коренеплоди	50	2,5	55	2,7	40	2
Овочі	15	0,8	10	0,5	15	0,8
Кукурудза на силос	230	11,5	220	11	250	12,5
Однолітні трави - всього	370	18,5	380	19	350	17,5
в т.ч. на з/корм	300	15	300	15	300	15
на насіння	70	3,5	80	4	50	2,5
Багаторічні трави	70	3,5	70	3,3	73	3,6
Всього посівів:	1995	100	2005	100	1998	100
Оз. жито на з/корм	230		250		259	
Оз. жито на випас	260		250		250	
Пожнивні	100		90		101	
Сінокоси: на сіно	580		600		600	
на насіння	30		40		45	
на з/масу	320		300		300	
Пасовища на випас	1100		1110		1112	

З таблиці 1.2 видно, що структура посівних площ за аналізований період істотно не змінювалася. У структурі посівів за 2023 р зернові займають 54%, ріпак озимий 3%, цукрові буряки 4%, картопля 2,5%, овочі 0,8%, коренеплоди 2%, кукурудза на силос 12,5%, однорічні трави 17,5%, багаторічні 3,6%. Загальна площа посівів зменшилася в порівнянні з 2021 роком на 7 га. В цілому структура посівних площ відповідає спеціалізації господарства.

Врожайність і валовий збір с.г. культур наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Врожайність і валовий збір сільськогосподарських культур ФГ «Маяк»

Назва с.-г. культури	2021		2022		2023	
	Врожайність, ц/га	Валовий збір, т	Врожайність, ц/га	Валовий збір, т	Врожайність, ц/га	Валовий збір, т
1	2	3	4	5	6	7
Озимі культури	26	1352	28	1512	29	1537
в т.ч. жито	25	625	26	676	29	725
тритікале	27	729	30	840	29	812
Ярі культури	28	1008	29	1160	28	1099
в т.ч. пшениця	28	280	28	280	29	290
ячмінь	27	459	28	560	29	580
овес	29	145	26	143	30	150
гречка	15	30	16	40	14,5	29
просо	22	44	26	52	25	50
Зернобобов і культури	31	558	28	448	29	464
в т.ч. овес+горох	30	90	28	84	29	87
віка+овес	32	480	28	364	29	377
Загально по зерновим	28,3	2999	28,3	3056	28,7	3100
Ріпак озимий	9	54	10	60	8	48

Цукровий буряк	345	2760	332	2324	320	2560
Картопля	230	1380	215	1290	220	1100
Коренеплоди	320	1600	312	1716	280	1120
Овочі	80	120	86	86	90	135
Кукурудза на силос	280	6440	268	5896	250	6250
Однолітні трави - всього						
в т.ч. на з/корм	250	7500	254	7620	240	7200
на насіння	11,3	79,1	10,2	81,6	14,6	73
Багаторічні трави	330	2310	324	2268	350	2520
Всього посівів:						
Оз. жито на з/корм	55	1265	63	1575	60	1555
Оз. жито на випас	55	1430	63	1575	60	1500
Пожнивні	124	1240	123	1107	120	1210
Сінокоси: на сіно	32	1856	27	1620	25	1500
на насіння	1,8	5,4	1,9	7,6	2,4	11
на з/масу	62	1984	58	1740	60	1800
Пасовища на випас	60	6600	63	6993	65	7230

Дані таблиці 1.3 по валовому збору свідчать, що господарство недостатньо повністю забезпечує себе кормами.

З урахуванням сформованої спеціалізації в господарстві першорядну роль у створенні міцної кормової бази належить зерну. Зростання виробництва зерна виступає необхідною умовою інтенсифікації тваринництва, поліпшення структури кормів і забезпечення сприятливого кормового балансу. Так в 2017

році на корм громадського поголів'я було виділено 359 тон зерна, в 2018 – 566 тон, в 2021 – 843 тони, у 2020 році виділено 1240 тон концентратів при річній потребі в 2265 тон.

Аналіз останніх п'яти років дозволяє зробити висновок, що зниження врожайності зернових культур пов'язано з недостатнім внесенням мінеральних добрив і отрутохімікатів для боротьби з бур'янами зокрема на торф'яно-болотних ґрунтах. Так в 2021 році на ріллі внесено 193,1 тон добрив, що становить 90 кг на 1 га посівів. Тому для збільшення виходу кількості кормових одиниць з 1 га ріллі в 2023 році планується внести 316 тон добрив, що складе 220 кг на 1 га ріллі.

Порівняльна оцінка обробітку в господарстві зернових культур дозволяє зробити висновок про велике значення в підвищенні екологічної ефективності виробництва. Найбільш високі показники за останні роки спостерігаються при вирощуванні озимого тритікале, а якщо врахувати порівняно непогані закупівельні ціни на цю культуру, невибагливість обробітку і великий вміст перетравного протеїну в 1 кг зерна (106 грам), то в господарстві намічено значно збільшити частку цієї культури в структурі зернових.

Однією з найважливіших завдань в галузі кормовиробництва в майбутні роки є забезпечення тваринництва кормовими білком і на цій основі значного скорочення витрат кормів на одиницю тваринницької продукції.

Проблему білка в ФГ «Маяк» мають намір вирішувати за допомогою належного ставлення до зернобобових. Тому в 2023 році під горохо-вівсяні суміші планується відвести 200 га, що становить понад 10% в структурі зернових. Планується придбати насіння віки ярої, частина якого буде посіяно на насіння, а решта в суміші з вівсом для зеленого корму. У минулі роки на посів однорічних трав використовувалися зернові культури з низькими відсотковими складом бобових в них, що дає тільки 87 грам перетравного протеїну на 1 к.од. зернофуражу, тому в господарстві в 2023 році посіви ріпаку озимого складуть 80 га. Планується продати 30 тон олійного насіння ріпаку в

обмін на шрот для досягнення 105 грамів перетравного протеїну в 1 к.од. зернофуражу.

1.4 Стан і перспективи розвитку тваринництва

Виробничий напрямок ФГ «Маяк» в тваринництві – виробництво молока і м'яса яловичини. На території господарства є дві молочні ферми і чотири ферми з відгодівлі молодняка.

Таблиця 1.4 – Склад і структура стада ФГ «Маяк»

Вид тварин	2021	2022	2023
ВРХ: основне стадо молочного скота, гол.	730	730	735
тварини на випасі і відгодівлі, гол.	1760	1789	1831
надій молока, т.	3360	3389	3880
приплід, гол.	902	905	910
приріст, т.	321	332	340

З таблиці 1.4 видно, що поступово в господарстві спостерігається збільшення поголів'я великої рогатої худоби як молочного стада так і тварин на вирощуванні та відгодівлі.

Також з таблиці 1.4 видно, що збільшився валовий надій молока, приплід і приріст тварин на вирощуванні та відгодівлі.

Для того, щоб більш наочно показати продуктивність тваринництва наведемо середні показники продуктивності.

За 2023 рік валове виробництво молока зросло на 7% в порівнянні з 2021 роком, а виробництво м'яса на 3,2%, але це не відповідає потенційним можливостям галузі. На сьогоднішній день перед господарством стоїть гнучке завдання: на ряду зі збереженням наявного поголів'я домогтися підвищення продуктивності тварин шляхом переходу на інтенсивні методи ведення господарства, як в тваринництві, так і в рослинництві.

Готова продукція поставляється господарством на заводи району. Так, зокрема, молоко вивозиться один раз на добу на транспорті заводів.

1.5 Характеристика ферми

Молочно-товарна ферма розрахована на 600 голів. В даний час, після вибракування, дійне стадо налічує 545 голів.

Все поголів'я тварин розміщується в трьох корівниках. Стіни корівника викладені з цегли.

Всередині приміщення корови розташовані в чотири ряди, що дає можливість виділити три гнойових проходи і два кормових. Ширина кормових проходів дозволяє використовувати мобільні кормороздавачі.

Корми в корівник доставляють з сховищ, розташованих на території ферми. Як корм для тварин використовують силос, сінаж, коренеплоди в цілому і подрібненому вигляді і комбікорм.

Напування тварин здійснюється за допомогою автонапувачів ПА-1. Вони підключені до водопровідної мережі, яка заповнюється з водонапірної башти, розташованої на території ферми.

Для видалення гною використовуються два скребкових транспортера ТСН-160А, які переміщують гній від стійла до похилого скребкового транспортеру. Виведений з приміщення гній переміщається і згрібається на гноєприймальному майданчику за допомогою бульдозера. З майданчика гній забирається два рази на рік навесні і восени.

Доїння корів на фермі проводиться 2 рази. Для цього використовується доїльна установка ДАС-2Б з доїнням у відра. Облік молока проводиться на вагах. Зберігання та первинна обробка відбувається в молочному блоці. Для цього в ньому є резервуар-охолоджувач молока РПО-2,5 в комплекті з холодильною установкою ТХУ-14.

Мікроклімат в приміщенні не створюється. Обмін повітря здійснюється природним шляхом через ворота і вікна. Приміщення досить тепле і сухе. Освітлення штучне в поєднанні з природним.

1.6 Аналіз показників складу та використання МТП

Для виконання різних технологічних операцій при виробництві продукції рослинництва і тваринництва господарство має в своєму розпорядженні машинно-тракторний парк. Якщо уявити МТП господарства у вигляді системи взаємопов'язаних машин, то протягом року ця система буде багаторазово змінюватися, як за кількістю тракторних агрегатів, що одночасно беруть участь в роботі, так і за складом використовуваних сільгоспмашин, не кажучи вже про зміну режимів їх роботи. Тому склад МТП визначається типовим і кількісним складом енергетичних засобів (в першу чергу тракторів). При цьому необхідно, щоб забезпечувалось виконання всіх механізованих робіт високоякісно, в термін з якомога меншими витратами праці і коштів. У господарстві є 45 тракторів, 17 автомобілів і 11 зернозбиральних комбайнів.

Марки і кількість машин наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Марки і наявність машин в ФГ «Маяк»

Назва и марка машин	Наявність	Справних
1	2	3
Трактори, всього:	45	43
CLAAS	2	2
MTЗ 920	4	4
Беларус 3022 ДЦ	5	5
MTЗ 820	11	11
Беларус 1221	12	11
Беларус 820	11	10
Вантажні автомобілі, всього:	13	12
МАЗ-555	8	8
ГАЗ-53Б	5	4
Легкові автомобілі, всього:	4	4
Навантажувачі, всього:	8	7
ТО-18Б АМКАДОР	5	5
ППК-6	3	2
Зернозбиральні комбайни, всього:	11	10
CLAAS-TUCANO 580	2	2
Лида 1300	2	2
Полесьє GS 12	5	5
КЗР-10	2	1

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
Кормозбиральні комбайни, всього:	3	3
CLAAS Jaguar 980	2	2
КГ-6 Полесьє	1	1
Бурякозбиральні комбайни, всього:	3	3
KLEANE	1	1
КСН-6	2	2
Картопелезбиральні комбайни, всього:	1	1
ПКК-2-02	1	1
Картопелесаджалки, всього:	2	2
Картопелекопачі, всього:	4	3
Самохідні косилки, всього:	4	3
Е-301/303	4	3
Косилки тракторі, всього:	5	5
Граблі тракторні, всього:	4	3
Прес-підбирачі, всього:	5	5
Паковач сінажно-силосної маси УСМ-1	2	5
Роздавач кормів, всього:	7	7
Тракторні причепи, всього:	30	35
Плуги, всього:	15	10
7-8-корпусні	6	5
4-корпусні	9	5
Культиватори, всього:	8	7
Чизельні	2	2
Дискові борони	6	5
Комбіновані ґрунтообробні агрегати, всього:	5	3
АКШ	5	3
Комбіновані ґрунтообробні-посівні агрегати, всього:	3	3
Сівалки, всього:	11	10
Сівалки зернові	4	4
Сівалки для цукрового буряку	5	4
Сівалки для висіву кукурудзи	2	2
Протруювачі	3	2
Оприскувачі	4	3
Зерноочисні сушильні комплекси	8	7
Зерносушарки	5	5
Зерноочисні комплекси	8	8

Аналіз таблиці 1.5 показує, що активна частина основних фондів має велику ступінь фізичного зносу, що негативно впливає на терміни і якість проведення найважливіших видів сільськогосподарських робіт.

2 РОЗРАХУНОК СКЛАДУ І ПЛАНУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МТП ГОСПОДАРСТВА

Машинно-тракторний парк господарства являє собою сукупність мобільних енергетичних засобів (тракторів, самохідних шасі і машин) і робочих машин і зчіпок, які агрегатуються з ними. Автомобільний парк господарства в залежності від розв'язуваних задач можна розглядати в складі МТП або окремо.

Під структурою МТП мають на увазі його якісний склад з урахуванням типів і типорозмірів, а також конкретних марок мобільних енергетичних засобів і робочих машин. Складом МТП визначаються чисельні співвідношення між різними мобільними енергетичними засобами і робочими машинами.

Оптимальна (найкраща) структура і склад МТП забезпечують своєчасне виконання всіх робіт в господарстві з високою якістю при найменшій витраті ресурсів (трудових, матеріальних, фінансових тощо) на одиницю врожаю з дотриманням екологічних вимог.

Обґрунтування оптимальної структури і складу МТП з урахуванням природно-кліматичних і виробничих умов кожного господарства – одна з найактуальніших і складних завдань в області механізації сільського господарства. Від правильності її рішення залежать практично всі основні показники сільськогосподарського виробництва як в окремих господарствах, так і в масштабі всієї країни, включаючи врожайність сільськогосподарських культур, собівартість продукції, прибуток тощо.

При недостатній чисельності складу МТП порушуються агротехнічні строки виконання польових робіт і відповідно зменшується врожайність сільськогосподарських культур при одночасному зниженні якості продукції.

Зайві машини в складі МТП також вимагають додаткових витрат і збільшують вартість сільськогосподарської продукції при одночасному зниженні її конкурентоспроможності в ринкових умовах.

Важливо також, щоб типорозміри машин і конкретні їх марки повною мірою відповідали б умовам роботи, включаючи розміри полів, довжину гону, врожайність тощо.

Природно, що чим більше типорозмірів і марок тракторів і робочих машин, тим більше можливостей для складання найбільш пристосованих до конкретних умов роботи агрегатів. Однак велика кількість марок тракторів і робочих машин ускладнює і збільшує вартість робіт, пов'язаних з їх технічним обслуговуванням, постачанням запасних частин і інших експлуатаційних матеріалів.

Типи енергетичних засобів і робочих машин вибирають з урахуванням наступних основних вимог:

- висока якість виконання робіт відповідно до агротехнічних вимогам;
- висока продуктивність при найменшій витраті ресурсів (трудових, паливно-енергетичних, матеріальних, фінансових);
- забезпечення безпечних умов роботи механізаторів (ергономічні вимоги);
- найменший негативний вплив на навколишнє середовище (грунт, повітря, воду, культурні рослини тощо);
- екологічні вимоги.

Повний облік всіх цих вимог також складний, і для його виконання необхідний комплекс конструктивних і експлуатаційних заходів.

Однак для виконання кожної операції з урахуванням довжини гону неможливо утримувати окремих трактор з відповідними робочими машинами, так як це веде до багатомарочного МТП і загального збільшення вартості робіт. Тому енергетичні засоби і робочі машини повинні бути по можливості універсальними щоб виконувати різні роботи протягом усього року. При цьому скорочується число марок МТП і збільшується річне завантаження енергетичних засобів і робочих машин.

Основний економічний показник правильності вибору типів і числа енергетичних засобів і робочих машин – мінімум суми приведених витрат на

виконання всіх робіт в господарстві за рік. Ця найважливіше завдання і вирішується при обґрунтуванні оптимальної структури і складу МТП.

2.1 Визначення складу МТП і кількості робочої сили

Для визначення необхідної кількості техніки, механізаторів, підсобних робітників, паливно-мастильних матеріалів, планування їх використання в рослинництві протягом року, а також для економічних розрахунків і прогнозів використовуються технологічні карти, на обробіток і збирання сільськогосподарських культур, графіки завантаження тракторів, сільськогосподарських машин і графіки використання робочої сили. Ці планові матеріали дозволяють встановлювати основні напрямки розвитку галузі, об'єктивно судити про витрати коштів і праці, планованого прибутку. Для оперативного і чіткого керівництва роботою МТП, особливо в напружені періоди виконання робіт в рослинництві, складаються робочі плани використання технічних засобів, трудових ресурсів. У цих планах більш детально, ніж в технологічних картах, встановлюється потреба в техніці і людей для якісного і своєчасного виконання необхідного обсягу робіт в найбільш напружені періоди часу.

2.2 Розрахунок технологічних карт

Визначення складу МТП і потреби в робочій силі починають з розрахунку технологічних карт по культурам.

В таблиці, названої фрагментом технологічної карти, заповнюють графи 1...11 в суворій календарної послідовності виконання операції на заданий період. Номер операції, її найменування береться з переліку механізованих робіт. Кожна операція шифрується буквами і цифрами.

Зазвичай для шифру використовується дві початкові літери назви культури з цифровим індексом, який відповідає порядковому номеру операції

в технологічній карті (фрагменті технологічної карти). При складанні технологічних карт для конкретного господарства вибір складу агрегату проводиться виходячи з конкретних умов господарства: наявності агрегатів в господарстві, розмірів робочих ділянок, їх рельєфу, наявності перешкод на них, стану доріг і під'їзних шляхів для переїзду агрегатів від місць нічної стоянки на робочій ділянці, переїзди з однієї робочої ділянки на іншу. При цьому швидкісні широкозахватні агрегати планується використовувати на полях, що мають більші розміри, агрегати з малою шириною захвату, але з більшою маневреністю, на малих робочих ділянках. Так само приймаються конкретні, встановлені багаторічними спостереженнями, календарні терміни і робочі дні виконання робіт і операцій.

Обсяг роботи визначається по кожній технологічній операції і кожного агрегату окремо, виходячи з площі обробітку культури, планованих норм висіву насіння, добрив, збору основної та побічної продукції по залежності:

$$\Omega = S \cdot U, \text{ т (м}^3\text{)} \quad (2.1)$$

де S – площа під культуру, га;

U – норма висіву насіння, добрив, збирання продукції, ц/га.

Якщо роботу планується виконувати різними агрегатами, тоді загальний обсяг робіт розписується для кожного виду агрегатів окремо.

Змінна продуктивність розраховувалася за формулою:

$$W_{зм} = W_e \cdot T_{зм}, \text{ га/зм} \quad (2.2)$$

де $W_{зм}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год; т/год; м³/год; ткм/год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Число нормозмін на виконання заданої роботи визначається:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \text{ га/зм} \quad (2.3)$$

Потрібна кількість агрегатів визначається за залежністю:

$$n_a = \frac{\Omega}{D_p \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}}, \text{ шт.} \quad (2.4)$$

де D_p – кількість робочих днів по агрострокам, днів;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

Коефіцієнт змінності розраховується по формулі:

$$K_{зм} = \frac{T_\partial}{T_{зм}} = \frac{T_\partial}{7}, \quad (2.5)$$

де T_∂ – тривалість робочого дня, днів.

Отримане значення округляємо до найближчого більшого цілого числа і коригуємо число робочих днів за залежністю:

$$D_p^\phi = \frac{\Omega}{n_a^\phi \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}}, \text{ днів} \quad (2.6)$$

Фактична кількість календарних днів знаходимо за формулою:

$$D_{\kappa}^{\phi} = \frac{D_{\kappa}}{\alpha}, \text{ днів} \quad (2.7)$$

де $\alpha = 0,7 \dots 0,9$ – коефіцієнт використання календарного часу, який враховує погану погоду, вихідні дні та ін.

Отримане значення округляємо до найближчого більшого цілого числа.

Витрата палива на весь обсяг роботи визначається по залежності:

$$Q = \theta \cdot \Omega, \text{ кг} \quad (2.8)$$

де θ – витрата палива на одиницю роботи, кг/га (т, ткм).

Витрати праці визначаються за кожною операцією окремо:

- для механізаторів:

$$Z_{\text{м}} = 7 \cdot N_{\text{зм}} \cdot n, \text{ люд} \cdot \text{год} \quad (2.9)$$

- для допоміжного персоналу:

$$Z_{\text{в}} = 7 \cdot N_{\text{зм}} \cdot m, \text{ люд} \cdot \text{год} \quad (2.10)$$

де n, m – число людей, що обслуговують один агрегат.

Потрібне число людей по роботах розраховується за формулами:

$$\sum n = n_a^{\phi} \cdot K_{\text{зм}} \cdot n, \text{ люд.} \quad (2.11)$$

$$\sum m = n_a^{\phi} \cdot K_{zm} \cdot m, \text{ люд.} \quad (2.12)$$

Обсяг виконаної роботи в ум.ет.га визначається за формулою:

$$U_{em.za} = 7 \cdot N_{zm} \cdot \lambda_i, \text{ ум.ет.га} \quad (2.13)$$

де λ_i – годинний еталонний виробіток i -го трактора, ум.ет.га/год.

2.3 Організація використання МТП підрозділу

Основні принципи побудови і проектування технологічних процесів і організації механізованих робіт обумовлені особливостями сільськогосподарських виробничих процесів.

До основоположних принципів належать: комплексна механізація виконання всіх робіт, що входять в технологічний процес; виконання кожного технологічного процесу в оптимальні календарні терміни з високою якістю; ефективна робота агрегатів при високій продуктивності і мінімальному питомій витраті відповідних ресурсів в розрахунку на одиницю об'єму роботи і продукції; зменшення негативного впливу агрегатів на навколишнє середовище (грунт, повітря, воду, культурні рослини); забезпечення умов для тривалої і ефективної роботи механізаторів, а також допоміжних робочих.

Комплексна механізація – основна організаційна форма машинного виробництва рослинницької продукції в необхідних кількостях і передбачає якісне виконання за допомогою машин як основних, так і допоміжних операцій (транспортних, вантажно-розвантажувальних і ін.).

Матеріально-технічною базою комплексної механізації є система машин, що представляє собою сукупність відповідних машин, взаємопов'язаних як за технологічним процесом, так і по продуктивності з урахуванням конкретних природно-виробничих умов.

Оптимальні терміни виконання окремих робіт, що входять в технологічний процес, обумовлені природними циклами, а також місцевими ґрунтово-кліматичними та біологічними особливостями вирощуваних сільськогосподарських культур. Порушення встановлених агротехнічних термінів виконання сільськогосподарських робіт веде до неминучих якісних і кількісних втрат врожаю.

Від календарних термінів виконання робіт технологічного процесу в значній мірі залежать і використовуються принципи організації відповідних робіт. Якщо всі операції технологічного процесу виконувати без технологічних інтервалів, то необхідно дотримуватися принципу безперервності оброблюваного матеріалу (наприклад, при прямому комбайнуванні зернових колосових культур).

Зменшення негативного впливу агрегатів на навколишнє середовище є актуальною проблемою в області механізації сільськогосподарського виробництва. Багаторазові проходи агрегатів по полю в процесі вирощування сільськогосподарських культур призводять до переущільнення ґрунту і суттєвого зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Зменшення ущільнення може бути досягнуто багатьма способами, включаючи зменшення вантажообігу машин і технологічних матеріалів; застосування комбінованих агрегатів; використання шин низького тиску; використання єдиної технологічної колії при вирощуванні сільськогосподарських культур та ін.

Забезпечення умов для тривалої ефективної роботи механізаторів має найважливіше значення для ефективного функціонування всієї системи механізації сільськогосподарського виробництва.

Через важкі умови роботи на агрегатах (вібрація, високий рівень шуму, підвищена забрудненість повітря в кабінах і ін.) Переважна більшість механізаторів у віці 50...55 років змушені переходити на інші види робіт, що пов'язано не тільки з великими моральними, але і матеріальними витратами.

Щоб уникнути всіх вище перерахованих принципів необхідно прийняти такі режими роботи, які змогли б допомогти уникнути негативний вплив агрегату на ґрунт.

2.3.1 Обґрунтування режимів роботи агрегатів

Під режимом роботи МТА мається на увазі таке поєднання правил і обмежень, при яких забезпечується виконання роботи відповідно до раніше викладеними вимогами – режим завантаження двигуна, швидкісний режим агрегату, режим допустимого буксування. Одне з основних умов високопродуктивної і економічної роботи МТА – повне ефективне використання потужності двигуна, що характеризується коефіцієнтом завантаження. Раціональне значення, залежить від конструктивних особливостей самого двигуна, а також від виду виконуваної роботи. Значення швидкості вибирають за наявними нормативним, довідковими даними. Бажаної завантаження двигуна досягають за рахунок зміни числа машин, а також швидкості руху в процесі робочого ходу агрегату.

На тракторах, обладнаних тахоспідометрами, оперативно контролювати ступінь завантаження двигуна може тракторист по частоті обертання валу двигуна. В процесі роботи МТА мають місце два швидкісних режиму – робоча швидкість руху і швидкість холостого ходу на поворотах і переїздах при вимкнених робочих органах. Основним з цих режимів є робоча швидкість, зміна якої залежить, перш за все, від якості виконання технологічного процесу відповідно до агротехнічними вимогами. Рекомендовані діапазони зміни робочих швидкостей для основних видів польових робіт наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Рекомендовані діапазони зміни робочих швидкостей для основних видів польових робіт

Види робіт	Швидкість, км/год
1	2
Суцільна культивуація: плоскоріжучими культиваторами	6,0...12,0

пружинними лапами	6,0...7,0
Прикочування	6,0... 12,0
Посів:	
зернових культур	6,0...10,0
багаторічних трав	5,0...8,5
Внесення добрив туковими сівалками	6,0...12,0
Посадка картоплі (рядкова)	6,0...9,0
Підгортання картоплі	4,9...9,0
Збирання	
зернових комбайном:	4,0...9,0
багаторічних трав	3,0...10,0
картоплі	2,0...6,0

Крім наведених узагальнених даних для кожної окремої марки машини наводяться точніші діапазони швидкостей, отримані в процесі випробувань. Будь-які зміни робочих швидкостей руху МТА, включаючи оперативне маневрування при робочому ході, можливі тільки в межах, визначених агротехнічними вимогами. Зазвичай вихідну робочу швидкість в заданих межах встановлюють спільно з шириною захвату. Швидкісний режим МТА при холостому ході обмежується в основному вимогами безпеки і надійності. Внаслідок порівняно малої тривалості більшості неодружених поворотів МТА відповідна швидкість руху часто близька до робочої.

Режим допустимого буксування – одне з основних агротехнічних вимог дотримання допустимих меж буксування:

- 0,05 – для гусеничних тракторів;
- 0,15 – для колісних тракторів 4К4;
- до 0,18 – для колісних тракторів 4К2.

Комплектування МТА і вибір швидкісного режиму здійснюють в межах допустимого буксування. Підвищений буксування рушіїв трактора призводить до руйнування структурних частинок ґрунту з подальшим розвитком процесів вітрової та водної ерозій.

2.3.2 Агрегаткування причіпних, напівнавісних і навісних машин

Під агрегатуванням мається на увазі з'єднання робочих машин і зчіпки з трактором для освіти МТА, що відповідає викладеним вимогам. При цьому розрізняють агрегаткування навісних, напівнавісних і причіпних машин.

Агрегаткування навісних і напівнавісних машин з трактором здійснюють за допомогою навісного механізму, що піднімається і опускається гідроциліндром. Напівнавісні машини відрізняються лише наявністю опорних коліс, які частіше використовують при робочому ході агрегату.

Агрегаткування причіпних машин з трактором здійснюють за допомогою різних приєднувальних пристроїв, включаючи причіпну скобу з сережкою, тяговий крюк, в тому числі гідрофікований тощо. При двох і більшій кількості машин використовують різні види зчіпок. Основні недоліки причіпних агрегатів: необхідність причіплювача для окремих типів агрегатів, велика маса і невисока маневреність внаслідок чого істотно зростають втрати часу зміни на холості повороти і переїзди.

2.3.3 Побудова графіків машиновикористання

Для організації використання МТП необхідно скласти графік машиновикористання і графік використання сільськогосподарських машин.

Метою побудови графіків машиновикористання є виявлення максимальної потреби в тракторах кожної марки і шляхом коригування графіків встановити їх максимальну необхідну кількість, яке дозволить виконати заплановані роботи в оптимальні агротехнічні терміни.

Графік машиновикористання тракторів для кожної марки окремо будується на підставі даних, взятих із зведеного плану механізованих робіт.

За вертикальної осі прямокутної системи координат будується шкала, на якій в масштабі відкладається кількість тракторів, взяті з графіка 14 зведеного плану.

Поруч з вертикальною віссю будується шкала витрати палива, на якій відкладається витрата палива за операціями методом наростаючого підсумку.

По горизонтальній осі відкладаються робочі дні, протягом яких використовувалися трактори кожної марки.

Графік машиновикористання будується наступним чином. У прямокутних осях координат по осі (OX) відкладається час проведення операцій, а по осі (OY) кількість тракторів. Для кожної операції отримуємо прямокутник, в якому вказуємо номер операції і витрата палива.

Таким чином, завдаючи на графік машиновикористання операції для кожної марки тракторів, представляються дані із зведеного плану механізованих робіт в графічній формі, в результаті чого можна визначити завантаженість тракторів кожної марки в конкретний період робіт і витрату палива в будь-який день календарного терміну.

Потреба в тракторах кожної марки визначається по максимальному завантаженні тракторів в напружені періоди робіт. Для зниження навантаження на кожну з марок тракторів потрібне коригування графіків, яка проводиться одним з наступних способів:

- збільшенням коефіцієнта змінності тракторів;
- зміною агротехнічних термінів виконання робіт;
- перенесенням операцій на іншу марку трактора.

А графік використання сільськогосподарських машин показує кількість і завантаженість сільськогосподарських машин в певний період, і дає можливість більш точного планування механізованих робіт.

2.3.4 Розробка структурної схеми механізованих робіт

Для розробки структурної схеми механізованих робіт необхідно проводити комплектування виробничих ланок, які об'єднуються однотипними або різнотипними агрегатами, призначеними для виконання як окремих, так і взаємопов'язаних операцій. Ланка може об'єднувати не тільки технологічні,

але і обслуговуючі агрегати, в залежності від виду виконуваних сільськогосподарських робіт.

Сумарна добова продуктивність технологічних агрегатів не повинна бути вище середньозваженої площі контуру поля сівозміни (при розосередженому розташуванні контурів) або поля сівозміни (при близькому розташуванні контурів, видалення не більше 0,5 км), щоб до мінімуму скоротити переїзди техніка з поля на поле протягом робочого дня.

У мехзагону об'єднуються виробничі ланки, які виконують технологічно пов'язані між собою сільськогосподарські роботи і операції. На планований період виконання робіт в рослинництві можуть комплектуватися один або кілька мехзагонів в залежності від зазначених вище умов.

В даному випадку для розробки структурної схеми механізованих робіт необхідно враховувати агротехнічні вимоги на посів зернових і посадку картоплі.

Зернові культури, що вирощуються за високою технологією, висівають комбінованими агрегатами з одночасним внесенням стартової дози азотних добрив і гербіцидів ґрунтової дії, залишаючи технологічну колію 1800 мм, яка необхідна для виконання операцій по догляду за посівами. Для цього залишають незасіяними рядки насіння з двома смугами шириною 450 або 600 мм в залежності від наявного комплексу машин через 10,8 або 14,4 м.

При посіві важливо забезпечити прямолінійність ходу агрегату, тому для першого проходу агрегату. Наступні проходи агрегату орієнтують по сліду маркера. Відхилення ширини стикових міжрядь двох суміжних проходів – не більше 5 см.

Для заданої норми висіву вибирають довжину робочої частини котушки (L , мм). Якщо нерівномірність висіву більше 3%, то за допомогою регулювальних прокладок змінюють положення котушок на осі валу приводу.

Якість висіву перевіряють в полі. Глибину загортання насіння перевіряють при першому проході агрегату, потім 2...3 рази в зміну вимірюють

лінійкою в розкопаних 5...6 рядках. Відхилення глибини від заданої не більше ± 1 см.

Спосіб руху посівних агрегатів вибирають з урахуванням довжини гону і ширини захвату агрегату.

Заправляють сівалки насінням і добривами в кінці гону після повного повороту агрегату автозавантажувачами. Для визначення складу посівного комплексу машин використовують раніше наведені математичні моделі.

2.3.5 Технологія вирощування сільськогосподарських культур

Під технологією в загальному випадку мають на увазі обґрунтовану для заданих умов закономірність виконання відповідних операцій або робіт.

Важливу роль в організації та використанні відіграють строки збирання і забираються культури. Для того щоб правильно організувати робочий процес необхідно знати технологію збирання сільськогосподарських культур.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур – науково обґрунтовані для конкретних ґрунтово-кліматичних умов перелік операцій або робіт по вирощуванню кожної сільськогосподарської культури – від підготовки насіння і ґрунту до збирання врожаю і закладки його на зберігання. При цьому передбачають отримання найбільшого можливого врожаю в заданих умовах з найменшими витратами відповідних ресурсів. Технології вирощування сільськогосподарських культур розробляють для кожної ґрунтово-кліматичної зони відповідні науково-дослідні інститути на основі результатів багаторічних польових дослідів з урахуванням передового виробничого досвіду і видають у вигляді зональних типових (зразкових) технологічних карт.

Рекомендовані технології обробітку сільськогосподарських культур з урахуванням ґрунтово-кліматичних і виробничих умов кожної зони і господарства підрозділяють на три групи, включаючи високі, інтенсивні і нормальні.

Високі технології – система отримання в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах (агроландшафтах) найвищої врожайності відповідних сільськогосподарських культур високої якості, яка в достатній мірі окупає витрати ресурсів на її отримання. При цьому забезпечується реалізація потенціалу кожного сорту сільськогосподарської культури більш ніж на 80% з мінімальними витратами ресурсів на одиницю продукції.

Інтенсивні технології – система отримання високоефективного врожаю сільськогосподарських культур при компенсації відповідних витрат і виносу з ґрунту поживних речовин в поєднанні із заходами щодо захисту культурних рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Рівень реалізації потенціалу кожного сорту при цьому повинен перевищувати 60%.

Нормальні технології – система отримання врожаю з використанням біологічних ресурсів агроландшафту, що забезпечує реалізацію потенціалу кожного сорту сільськогосподарської культури більш ніж на 40%.

2.3.6 Агротехнічні вимоги до обробітку і збиранні зернових

Ярі зернові хліба представлені великою різноманітністю видів і провідна роль належить ярої пшениці, яка складає в валовому зборі зерна приблизно 23%. Зерно багате білком – 16-24%, і клейковиною – 28-40%, відмінними хлібопекарськими якостями. Найбільша кількість білка міститься в зерні твердої пшениці, з неї виробляють манну крупу, макарони, локшину, вермішель, а також борошно, яку використовують в хлібопеченні. Відходи борошномельної промисловості (висівки) – цінний концентрований корм для тварин. Соломою і половою також годують худобу.

Біологія культури є основою побудови її технології обробітку – комплекс агротехнічних прийомів, які виконуються в певній послідовності, спрямований на задоволення вимог біології культури та отримання високого врожаю заданої якості. З огляду на це необхідно знати біологічні особливості

оброблюваної культури, тобто ставлення її до факторів життя (світло, тепло, вологість, їжа, повітря).

Яра пшениця – самозапилюється рослина довгого дня, в процесі росту і розвитку вона проходить ті ж фази і етапи органогенезу, що й озима пшениця. Після сходів (1 і 2 етапи) яра пшениця розвивається повільно і сильніше пригнічується бур'янами, ніж озима. Коренева система характеризується більш слабким розвитком (особливо у твердої пшениці) і зниженою засвоєю здатністю. Середня продуктивна кущистість коливається в межах 1,22-2. Маса 1000 зерен у м'якої пшениці – 35-45г, у твердої – 40-45г.

Яра пшениця не пред'являє високих вимог до температури. М'яка озима пшениця більш стійка до низьких температур, ніж тверда. Насіння проростає при 1-2°C, а сходи з'являються при 4-5°C, найбільш сприятлива температура для проростання – 12-15°C. При температурі ґрунту на глибині загортання насіння 5°C, сходи з'являються на 20 день, при 8°C – на 10, а при 15°C – на 7. Ярова пшениця переносить нетривалі заморозки (в період проростання зерна -13°C, а в фазу кушіння -8...-9°C). Однак, під час цвітіння і наливу зерна рослини ярої пшениці можуть пошкодити заморозки -1...-2°C. Кушіння проходить добре при 10-12°C, а в фазі колосіння і молочно-воскової стиглості при 16-23°C. До високих температур ярова пшениця досить стійка, особливо при наявності вологи в ґрунті. Температура -35-40°C і сухі вітри несприятливо позначаються на рослинах і ведуть до зниження врожайності і якості зерна. Сума активних температур за період сходів – дозрівання становить -1500-1750°C. Тривалість від сходів до кушіння – 15-22 днів, до цього часу первинні (зародкові) коріння заглиблюються на 50-55см. Вторинні (вузлові) корені з'являються у фазі 3-4 листків тільки при наявності вологи в ґрунті в зоні вузла кущення (3-4 етапи органогенезу). Залежно від умов, тривалість періоду від кушіння до виходу до виходу в трубку становить – 11-25 днів, від виходу в трубку до колосіння – 15-20 днів. Вегетаційний період ярої пшениці, в залежності від сорту, районів обробітку і погодних умов, коливається в межах – 85-115 днів.

Для проростання насіння ярої м'якої пшениці потрібно води 60-70% від маси сухого зерна. Насіння ярої твердої пшениці вимагають води на 5-7% більше, тому що вони містять більше білка. Транспіраційний коефіцієнт ярої м'якої пшениці = 415 од., ярої твердої пшениці = 406 од. Найбільш сприятлива вологість ґрунту для ярої пшениці – 70-75% НВ.

Споживання води ярою пшеницею протягом вегетаційного періоду нерівномірно-мірно і розподіляється наступним чином:

- в період сходів – 5-7% загального споживання вод за вегетаційний період;
- у фазі кущіння – 15-20%;
- в фазах виходу в трубку і колосіння – 50-60%;
- молочного стану зерна – 20-30%;
- воскової стиглості – 3-5%.

Критичним періодом в споживанні води вважається фаза виходу в трубку і колосіння, тобто період освіти репродуктивних органів.

При наявності достатньої кількості вологи на глибині вузла кущіння добре розвиваються зародкові і вузлові корені. В основних районах вирощування ярої пшениці, ранньовесняні посухи висушують верхній шар ґрунту, в результаті слабо розвиваються не тільки вузлові, але і зародкові корені, що веде до різкого зниження врожайності.

До ґрунтів яра пшениця пред'являє високі вимоги, особливо на початку вегетації до мінерального складу. У ярої пшениці короткий вегетаційний період і знижена засвоюється здатність кореневої системи, тому найбільш сприятливими ґрунтами для неї є: чорноземи, каштанові. А для м'якої ярої пшениці – всі види чорноземів, каштанових ґрунтів і сірих слабоопідзолених темноколірних суглинків. На важких глинистих і легких піщаних ґрунтах без внесення високих норм добрив яра пшениця росте погано. На опідзолених ґрунтах необхідно вносити вапно, органічні та мінеральні добрива. Сприятлива рН = 6-7,5.

Тверда пшениця пред'являє більш високі вимоги до родючості, чистоті і структурі ґрунту, ніж м'яка. У перший період життя коріння твердої пшениці швидше проникають всередину, а у м'якій – енергійніше поширюються в ширину.

З особливостей біології ярої пшениці слід зазначити недружні і зрідженість її сходів. Причинами цих явищ в південних і південно-східних районах можуть бути недостатня вологість і швидке висихання верхнього шару ґрунту, пошкодження проростків і сходів шкідниками (проволочником, блошками, шведської і гесенської мухами), а в північних районах – підвищена кислотність ґрунту і ураження хворобами (фузаріозом та ін.). Яра пшениця, особливо тверда, в перший період (в фазі сходів) розвивається повільно, тому її посіви часто пригнічують бур'яни.

Яра пшениця більш вимоглива до родючості ґрунтів, ніж інші ярові хліба. На формування 1 т зерна і відповідної кількості побічної продукції вона ви-носить з ґрунту: азоту – 35-45кг, фосфору – 9-12кг, калію – 18-24кг.

Споживання азоту йде протягом усієї вегетації. У перший період воно значною але і різко зростає на час виходу в трубку і колосіння, а потім знижується і продовжується аж до молочної стиглості. Достатнє забезпечення азотом в перший період сприяє утворенню вузлових коренів, квіток і колосків у колосі. Норму мінеральних добрив встановлюють з урахуванням агрохімічного обстеження ґрунту, запланованого врожаю і коефіцієнтів використання елементів живлення з ґрунту і добрив.

Добрива вносять під час другої або третьої обробки пара на глибину 12-16 см. При посіві в рядки вносять гранульований суперфосфат в дозі – 10-15кг в д.р./га, при розміщенні ярої пшениці по зернових і просапних попередникам, в зоні достатнього зволоження, фосфор вносять в складі комплексних добрив (амофос, діаммофос). На врожайність ярої пшениці добре впливають органічні добрива, особливо, на ґрунтах з низьким вмістом гумусу.

Обробка ґрунту включає зяблеву (основну або осінню оранку) і припускає-писаря (весняну) обробки. Велике значення в підвищенні енергії

проростання і схожості насіння ярої пшениці має повітряно-тепловий обігрів їх на сонці протягом 3-5 днів або в сушарках з активним вентиляванням протягом 2-3 годин при температурі теплоносія до 50°C.

Яру пшеницю висівають в ранні терміни, в перші дні дозрівання ґрунту. При запізненні з посівом на 7-10 днів, урожайність її знижується на 25-30% і більше. Це пов'язано з тим, що при пізніх термінах посіву скорочується період проходження 1-5 етапів органогенезу, коли йде закладка генеративних органів, більш швидко проходить світлова стадія, що веде до слабкого розвитку колоса, пізні посіви сильніше пошкоджує шведська муха. В першу чергу слід висівати найбільш вимогливу до термінів посіву тверду, а потім м'яку яру пшеницю.

Яру пшеницю прибирають переважно прямим комбайнуванням. Двофазне прибирання застосовують на високостебельних, нерівномірно дозріваючих посівах і при значній засміченості. Застосування цього способу дає можливість, почавши збиральні роботи на 4-5 днів раніше, отримати сухе зерно. Скошування починають в фазі воскової стиглості при вологості зерна – 36-40%, висоту зрізу встановлюють в межах – 15-25см, з тим, щоб утворився валок міцно тримався на стерні і добре продувається. Для скошування у валки використовують жатки.

3 СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Роль рослинних решток у сільському господарстві

Рослинництво, як провідна галузь сільського господарства України, займається вирощуванням культурних рослин з метою забезпечення населення продуктами харчування, тваринництва – кормами, а цілого ряду галузей промисловості – сировиною. Серед усіх галузей сільське господарство має найбільший вплив на природне середовище [1], зокрема через те, що у більшості випадків основним засобом виробництва у ньому виступає земля.

Виробництво продукції рослинництва завершується, як правило, збиранням основної продукції, тоді як побічна – рослинні рештки в одних випадках збираються з поля, в інших залишаються на ньому.

Зважаючи на обсяги виробництва основної продукції рослинництва в Україні, обсяги побічної продукції за оцінками [2-4] складають понад 160 млн тон на рік, а в окремі роки можуть сягати до 180 млн тон. Основну частку цієї продукції – 90-130 млн. тон щорічно – складає солома зернових колосових та зернобобових культур, стебла кукурудзи, соняшнику і ріпаку.

Як показує світова практика рослинні рештки сільськогосподарських культур використовуються переважно:

- у рослинництві для підтримання та відтворення родючості ґрунтів,
- у тваринництві як підстилка та наповнювач грубих кормів,
- у теплоенергетиці як джерело теплової енергії при спалюванні.

До речі перший варіант використання рослинних решток набуває усе більшого розповсюдження зокрема завдяки інтенсивному розвитку концепцій сталого і ресурсозберігаючого сільського господарства [5, 6, 7].

Рослинні рештки, які залишаються на полі після збирання врожаю, мають критично важливе значення для сталого розвитку сільського

господарства, адже є невід'ємною частиною агроєкосистеми [5]. Цінність рослинних решток можна виміряти щонайменше на трьох рівнях: екологічному, агрономічному та економічному. При правильному управлінні, вони покращують якість ґрунту, сприяють збереженню родючості, збільшують утримання вологи, захищають від ерозії, здатні підвищувати врожайність та позитивно впливати на зменшення технологічних операцій, зокрема з підготовки поля до наступної культури, контролю бур'янів, хвороб та шкідників тощо.

Однією з ключових екологічних функцій рослинних решток є збереження структури ґрунту і підвищення його родючості. Вони поступово розкладаються (мінералізуються), збагачуючи ґрунт органічною речовиною та поживними елементами, такими як азот, фосфор і калій, а також сірка, кальцій, магній та інші мікроелементи (табл. 3.1). Процес мінералізації значно покращує структуру ґрунту, сприяючи його аерації та водопроникності. Крім того, рештки на поверхні поля зменшують випаровування вологи, що є надзвичайно важливим у посушливих регіонах та регіонах з дефіцитом вологи, де збереження води у ґрунті протягом сезону активного розвитку рослин є ключовим фактором для підтримання врожайності.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад наземної частини рослинних решток деяких культур

Культура	Суша речовина, %	Органічна речовина, %	Вміст у повітряно-сухій речовині, %							Співвідношення C:N (N=1)
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	зола	
Пшениця	86	81	1	0,2	0,9	0,3	0,1	0	4,9	80
Кукурудза	86	81	1	0,3	1,6	0,5	0,3	0,2	4,4	50
Ріпак	86	80	1	0,2	1	2	0,2	0,3	4,8	55
Гречка	86	80	1	0,6	2,4	1	0,2	0,1	5,2	50
Горох	86	81	1	0,3	0,5	1,8	0,3	0,3	3,9	30
Соя	86	82	1	0,3	0,5	1,5	0,5	0,3	3,2	30

Рослинні рештки також виконують важливу роль у запобіганні ерозії ґрунту. Вони створюють природний бар'єр, який захищає ґрунт від руйнівної дії вітру та води. Таким чином, верхній, найродючіший шар ґрунту залишається під захистом.

Агрономічні функції рослинних решток також заслуговують на увагу. Використання решток як мульчі допомагає контролювати бур'яни, підтримувати стабільну температуру ґрунту та зменшувати випаровування вологи. Мульчування є ефективним методом збереження ґрунтової вологи та запобігання росту бур'янів, що значно знижує потребу в хімічних гербіцидах.

З економічної точки зору, рослинні рештки можуть значно знизити витрати на добрива. Використання органічних решток рослин для збагачення ґрунту дозволяє скоротити потребу в мінеральних добривах, що є економічно вигідним та екологічно стійким рішенням. Залишені та рівномірно

розподілені на полі 5-6 тон соломи на гектар еквівалентні 30–35 кг/га азоту, 10 кг фосфору, до 90 кг калію, 40 кг кальцію і 5–6 кг магнею [9].

Таким чином, рослинні рештки – це інструмент з вирішення цілого ряду завдань: поліпшення структурного стану ґрунту, посилення кругообігу поживних речовин, захист ґрунту від перегрівання, вітрової та водної ерозії, запобігання втратам поживних речовин та вологи, пригнічення проростання падалиці та бур'янів, зменшення хімічного та механічного навантаження на ґрунт. Тож, ефективне управління таким цінним ресурсом є критично важливим для підтримання сталого і ресурсозберігаючого сільгоспвиробництва.

3.2 Важливість рівномірного розподілу подрібненої маси для ефективного використання ресурсів та підвищення врожайності

Відомо, що основними формуючими факторами майбутнього врожаю є: підготовка ґрунту, строки сівби, достатня кількість поживних речовин, посів насіння (строки та норма), боротьба з бур'янами та шкідниками, насіннєвий матеріал тощо (рис. 2.1).



Рисунок 3.1 – Фактори формування майбутнього врожаю

Цілком очікувано, що підготовка ґрунту стоїть на чільному місці, адже вона, по суті, слугує базою усіх послідуєчих технологічних операцій та управлінських рішень. Однак тут варто зазначити, що підготовка ґрунту починається не з моменту безпосереднього механічного впливу ґрунтообробних знарядь на родючий шар, а трохи раніше, – зі збирання врожаю. Так, саме процес збирання врожаю є першопочатковим фактором, який визначатиме наступний комплекс операцій, зокрема з підготовки ґрунту.

Готуючи ґрунт до майбутнього урожаю, дуже важливо рівномірно розподілити по його поверхні рослинні рештки попередника [10]. І рівномірність тут виступає основним фактором впливу, адже вона визначає подальший обробіток, баланс мінеральних речовин і води у ґрунті, умови формування посівного шару, отримання сходів і їх рівномірність, наступний розвиток рослин, а також застосування гербіцидів та добрив.

У сучасному сільському господарстві, де точне землеробство стає невід'ємною частиною аграрного виробництва, рівномірний розподіл подрібненої маси рослинних решток набуває особливого значення. Адже знання характеру розподілу рослинних решток та вміння вплинути на цей характер, дозволяє більш точно планувати технологічні операції, економніше та ефективніше використовувати наявні ресурси, зокрема посівний матеріал, гербіциди, мінеральні добрива та паливо.

Нерівномірний розподіл рослинних решток за зернозбиральним комбайном зазвичай призводить до трьох основних проблем:

- нерівномірна, часто затягнута мінералізація органічної маси, а отже, її доступність поживних речовин, зокрема азоту;
- проблеми з послідуєчим обробітком ґрунту та посівом;
- проблеми з наступним контролем бур'янів, зокрема падалиці;
- проблема мінералізації та азоту.

Ефективність використання добрив, зокрема азоту, значно підвищується за рахунок рівномірного розподілу подрібненої маси. Органічна маса, що рівномірно розподілена по полю, забезпечує краще повернення

поживних речовин у ґрунт, зменшує потребу в мінеральних добривах та дозволяє рослинам ефективніше використовувати доступні елементи живлення, що зрештою знижує загальні витрати на виробництво сільськогосподарської продукції.

3.2.1 Проблема обробітку та посіву

Важливою економічною перевагою є зменшення витрат на обробіток ґрунту. Рівномірний розподіл подрібненої маси знижує потребу в додаткових обробках ґрунту, таких як культивація та дискування. Це зменшує витрати на паливо та технічне обслуговування обладнання. Рівномірний розподіл подрібненої маси також покращує умови для сівби. Поле стає рівнішим, що полегшує проведення сівби та забезпечує рівномірне проростання культур.

3.2.2 Проблема контролю бур'янів і падалиці

Контроль бур'янів є ще однією значною агрономічною перевагою. Подрібнена маса створює фізичний бар'єр, що перешкоджає проростанню бур'янів, зменшуючи таким чином потребу в хімічних гербіцидах. Це не тільки знижує витрати на засоби захисту рослин, але й сприяє екологічній стійкості.

Рівномірний розподіл подрібненої маси рослинних решток є ключовим елементом ефективного використання ресурсів та підвищення врожайності в сучасному сільському господарстві. Він забезпечує низку екологічних, агрономічних та економічних переваг, таких як покращення мінералізації рослинних решток, рівномірне та ефективне використання мінеральних добрив, зниження витрат на обробіток і підготовку ґрунту до сівби, контроль бур'янів і ефективнішу боротьбу з ними.

Одним з головних викликів у забезпеченні рівномірного розподілу подрібненої маси є технологічні обмеження. Сучасні комбайни повинні бути

оснащені не лише спеціалізованими половорозкидачами та розподільниками соломи, але й системами автоматизації, які враховують напрямок вітру, положення комбайна на схилі та ширину захоплення жниварки, щоб досягти цієї мети. Звичайно, що впровадження інноваційних рішень вимагає значних інвестицій. Проте, ці витрати окупаються за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів та виконання послідуєчих технологічних операцій.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Програма та методика досліджень

Програма та методика експериментальних досліджень розроблялась з врахуванням положень, що стосуються сільськогосподарської техніки, а саме комбайнів зернозбиральних. Зокрема це ДСТУ ISO 8210:2012 «Збиральне устаткування. Комбайни зернозбиральні. Методика випробовування» та ISO 8210:2021 «Equipment for harvesting – Combine harvesters – Test procedure and performance assessment».

Враховуючи завдання дослідження та основні положення вищезгаданих документів програма дослідження передбачає:

- визначення умов дослідження;
- визначення характеристик культури, збирання якої проводиться, зокрема її незернової частини;
- визначення показників якості роботи.

При проведенні експериментальних досліджень були використані напрацювання і методи досліджень Булгакова В.М., Адамчука В.В., Войтюка Д.Г, Барановського В.М. тощо.

4.2 Агровимоги при збиранні врожаю зернових

Таблиця 4.1 – Агровимоги при збиранні врожаю зернових та сої

№	Агровимоги	Показники якості
1	Висота зрізу при прямому комбайнуванні повинна бути 10-20 см, а при роздільному 12-25 см. Висота зрізу стебел сої -7-8 см	Середня висота зрізу, см
2	Загальні втрати зерна по відношенню до біологічної врожайності не повинні	Загальні втрати в т.ч. за жаткою у вигляді колосків,

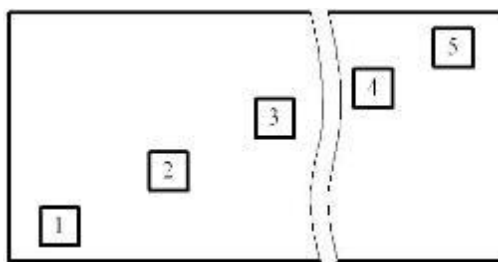
перевищувати 1,5 %. Загальні втрати зерна при збиранні сої-2,5 %	вільним зерном, також зерном в соломі і полові
--	--

Таблиця 4.2 – Контроль якості збирання зернових та сої

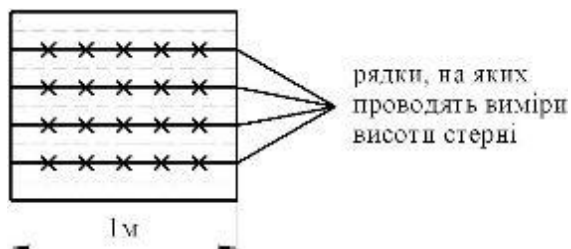
№	Показники якості збирання зернових	Методики визначення показників якості	Прилади та пристосування
1	2	3	4
1	Висота зрізування стебел	Висота зрізу визначається шляхом вимірів висоти стерні на 5 залікових ділянках шириною рівною ширині захвату жатки і довжиною 1 м. На кожній заліковій ділянці проводиться виміри висоти стерні по рядкам (через 1). На кожному рядку проводиться по 5 вимірів. (рис. 4.2.)	Лінійка 0-50 см. Рулетка 5 м
2	Загальні втрати по відношенню до біологічної врожайності в %	В день збирання на полі визначається біологічна врожайність зерна, а при необхідності і соломи. Біологічна врожайність визначається на 10 залікових ділянках площею 1 м ² кожна, рівномірно розміщених по діагоналі поля. (рис. 4.3.) На кожній заліковій ділянці зрізуються стебла і вимолочується зерно і	Рулетка 10 м, Ваги, Рамка 1м×1м

	<p>зважується. З 10 ділянок визначається середня вага зерна, а потім перераховується на 1 га (середня вага в грм. помножується на 10 000 м²). Після визначення біологічної врожайності та початку збирання визначаються загальні втрати зерна. На 5-ти залікових ділянках, рівномірно розміщених по діагоналі поля на якому проводиться збирання визначаються втрати зерна в колосках, (бобах для сої) зрізаних та не зрізаних, а також вільним зерном на поверхні поля і всоломі.. Ширина кожної ділянки рівна ширині захвату жатки довжина 10 м. На кожній ділянці збираються колоски, боби сої, потім з них вимолочується зерно і зважується (рис. 4.4.). Втрати вільним зерном визначається на тих же залікових ділянках шириною рівною захвату жатки, але довжиною 1 м.(Див.рис. 4.3.б) На кожній заліковій ділянці підбирається вільне зерно (в</p>	
--	---	--

		<p>т.ч. і під валком соломи та полови) Зібране зерно зважується. Сума зерна з колосків (з бобів) та вільним зерном складає загальні втрати зерна на ділянці. З 5-ти залікових ділянок визначаються середні загальні втрати і перераховуються втрати на 1 га в т/га. Відношення ваги загальних втрат до ваги біологічної врожайності виражене в %, дає величину загальних втрат.</p>	
--	--	---	--



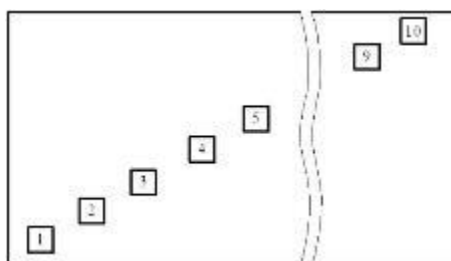
а)



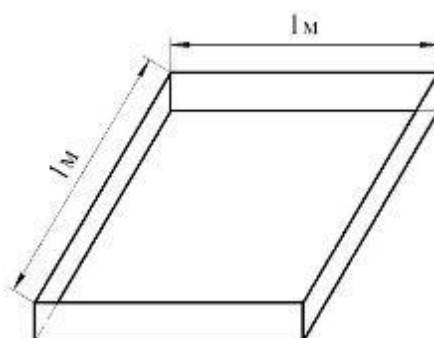
б)

- а) розміщення залікових ділянок на полі;
 б) рядки на заліковій ділянці, на яких проводяться виміри висоти стерні і місця вимірів в рядках.

Рисунок 4.1 – Виміри висоти зрізання при збиранні зернових



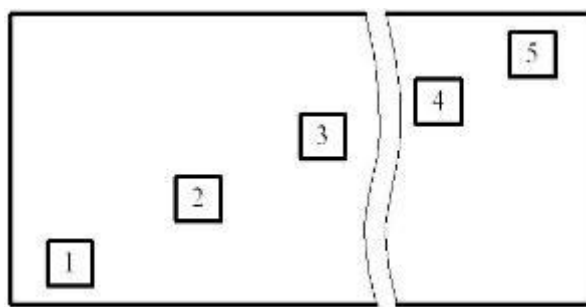
а)



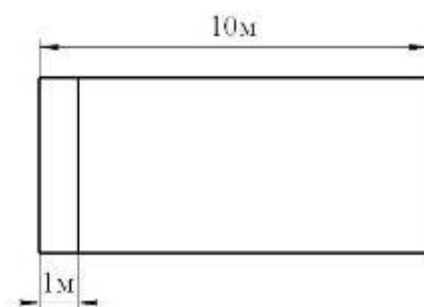
б)

- а) розміщення залікових ділянок на полі;
 б) рамка площею 1.0 м².

Рисунок 4.2 – Визначення біологічної врожайності зернових



а)



б)

а) розміщення залікових ділянок на полі для визначення втрат зерна;

б) залікові ділянки для визначення втрат в колосках і вільним зерном.

Рисунок 4.3 – Визначення втрат зерна при збиранні зернових



Рисунок 4.4 – Позначки для визначення контрольних ділянок



Рисунок 4.5 – Уточнення позиції позначок для визначення контрольних ділянок



Рисунок 4.6 – Забір висоти стерні після проходу комбайну

4.3 Характеристика зернозбиральної машини, яка використовувалась у дослідженнях

Схема зернозбиральної машини представлена на (рис. 4.7). Основні технічні характеристики представлені в табл. 4.1, 4.2, 4.3.

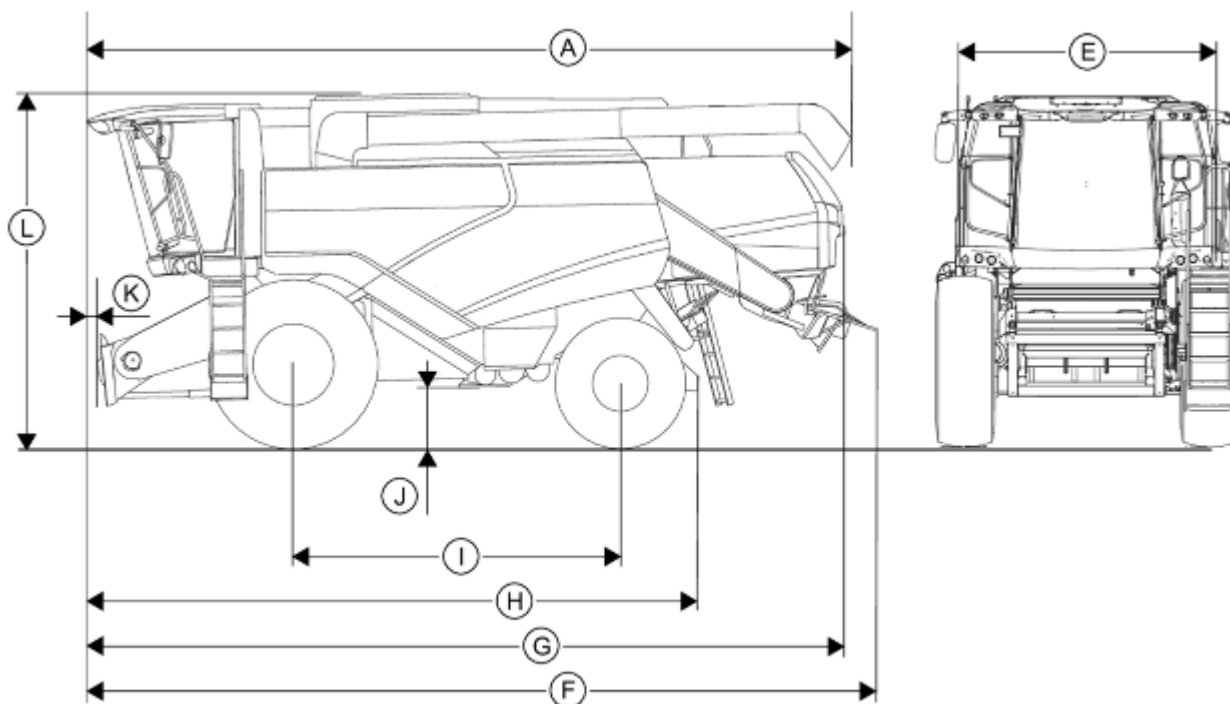


Рисунок 4.7 – Схема комбайну TUCANO 580

Таблиця 4.1 – Габаритні розміри комбайну TUCANO 580

Позначення	Показник	Розмір, мм
A	Довжина з вивантажувальною трубою XL* (двосекційна)	9325
E	Ширина корпусу комбайна без шин	3000
F	Довжина включно із захисним огородженням розподільника подрібнювача соломи	9067
G	Довжина до задньої кришки	8845

H	Довжина до причіпного пристрою	6933
I	Колісна база	3808
J	Кліренс (до днища елеваторів)	510
K	Зазор між переднім краєм кабіни та корпусом похилої камери	24
L	Висота з закритим зерновим бункером	3965
L	Висота з відкритим зерновим бункером	4912

Таблиця 4.2 – Вага комбайну TUCANO 580

Модель	Вага, кг
TUCANO 580	14 720*
VARIO 770	2 557

*вага зернозбирального комбайна без жнивarki, з порожнім зерновим бункером, повним паливним баком та без оператора у кабіні

Таблиця 4.3 – Основні технічні показники TUCANO 580

Назва показника	Значення показника
1	2
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН	
Марка	CLAAS
Модель	TUCANO 580
Країна (місце виробництва)	Німеччина
Рік виготовлення	2017
Ідентифікаційний номер	L0700266
Тип комбайна	гібридний (з комбінованою МСС)
СИСТЕМА ОБМОЛОТУ	
Тип	барабанна з тангенціальною подачею

БАРАБАН-ПРИСКОРЮВАЧ	
- ширина, мм	1580
- діаметр, мм	450
Вхідне підбарабання	
- тип	дротяне
- розмір комірки, мм	10x35
- кут охоплення, град	57
- площа, м ²	0,38
Барабан молотильний	
- ширина, мм	1580
- діаметр, мм	450
- частота обертання, об/хв	650-1500 (300-600)
- кількість бичів, шт.	6
Основне підбарабання	
- тип	дротяне
- розмір комірки, мм	18x40
- кут охоплення, град	151
- площа, м ²	0.94
Розподільчий бітер	
- ширина, мм	1580
- діаметр, мм	380
СИСТЕМА СЕПАРАЦІЇ	
Тип	Роторна
К-ть роторів, шт	1
Діаметр ротора, мм	570
Довжина ротора, мм	4400
Частота обертання ротора, об/хв	480 – 920
Дека ротора	
- тип	дротяна

- розмір комірки, мм	16x50
- площа сепарації, м ²	2.58
СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ	
Довжина стрясної дошки, мм	1958
Тип решіт	Жалюзійні з електрорегулюванням
Максимальний зазор верхніх решіт, мм	20
Максимальний зазор нижніх решіт, мм	15
Площа решіт, м ²	5,65
Тип вентилятора очистки	Відцентровий з турбінними лопатями
Частота обертання вентилятора, об/хв	760-1400
ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА	
- об'єм зернового бункера, л	10 000
- швидкість вивантаження бункера, л/с	105
- продуктивність зернового елеватора, л/с	50
- продуктивність колосового елеватора, л/с	11,5
ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОБОТИ З НЕЗЕРНОВОЮ ЧАСТИНОЮ ВРОЖАЮ	
Підрбінюючий барабан	
- ширина, мм	1550
- діаметр з ножами, мм	495
- к-ть ножів, шт.	80
- частота обертання, об/хв	3 450 (2 000)
Кількість ножів протиризальних	61

Тип розподільника	Інерційний з ручним регулюванням дефлекторних пластин
Половорозкидач	
- тип	Барабанний
- привод	Механічний
- частота обертання, об/хв	680 (530)
ЖНИВАРКА	
Марка	CLAAS
Модель	VARION 770
Країна (місце виробництва)	Німеччина
Рік виготовлення	2017
Ідентифікаційний номер	52806216
Тип	Жниварка для збирання зернових колосових та ріпаку з регульованим за глибиною робочим столом
Система копіювання рельєфу поля	гідравлічна у поздовжньому і поперечному напрямках
Різальний апарат	Класичний сегментно-пальцевий зі здвоєними пальцями
Сегмент	Класичний зерновий, 14 зубів на дюйм
Ширина зрізу, мм	7 696
Привод різального апарата	Планетарний редуктор
Діаметр шнека (циліндр / витки), мм	420 / 660
Частота обертання шнека, об/хв	178
Діаметр мотовила, мм	1 172
Кількість пальців мотовила	252
Привод мотовила	Гідравлічний
Частота обертання мотовил, об/хв	8-68

4.4 Результати досліджень розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном

Таблиця 4.4 – Результати розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном, т/га

2exp	1exp	№
1,526	0,936	3845
9,123	3,181	3653
3,229	2,392	3461
19,17	6,291	3268
11,56	3,024	3076
12,93	3,765	2884
2,35	5,217	2692
1,7861	3,2708	2499,2
4,877	4,733	2307
15,06	5,169	2115
2,838	4,364	1923
3,194	1,206	1730
4,066	1,562	1538
9,117	3,598	1346
3,316	2,716	1154
3,229	4,746	961,3
4,153	4,81	769
3,034	4,361	576,8
20,98	2,54	384,5
5,102	4,826	192,3
1,985	2,982	0
1,895	6,08	192,3
1,684	7,574	384,5
1,581	9,489	576,8
1,674	8,469	769
4,06	2,742	961,3
2,104	2,299	1154
1,53	2,681	1346
1,828	1,401	1538
3,187	2,771	1730
4,246	2,851	1923
5,929	3,271	2115
5,182	2,152	2307
9,235	7,366	2499
4,537	10,04	2692
4,48	9,306	2884
1,664	22,57	3076
1,02	8,838	3268
1,244	6,375	3461
1,276	7,305	3653
0,638	4,133	3845

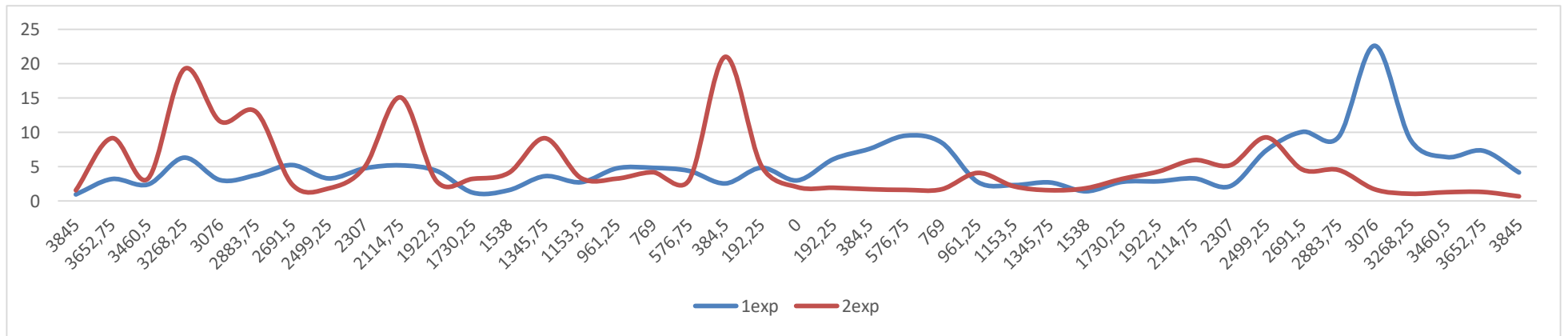


Рисунок 4.8 – Діаграма розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном, т/га



Рисунок 4.8 – Забір висоти стебел



Рисунок 4.9 – Відбір уточнюючих проб

Таблиця 4.5 – Уточнення результатів розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном, т/га

#6	#5	#4	#3	#2	#1	№
0,8127	0,7464	0,5198	0,333	0,8178	0,9363	3845
2,801571	2,475279	2,290942	0,353442	0,289978	3,181016	3652,75
2,251371	2,02779	0,232552	0,742161	1,776874	2,392176	3460,5
0,779432	5,101782	4,224713	3,086679	1,351614	6,291486	3268,25
0,4063	0,8033	2,0866	2,7107	1,0225	3,0239	3076
1,456072	2,506728	0,022489	0,956872	0,818882	3,764630	2883,75
4,666134	2,507224	1,987351	4,686614	0,589163	5,217252	2691,5
1,062280	0,423959	1,767260	3,080188	0,412786	3,270803	2499,25
4,012	2,3458	2,8814	2,053	2,8341	4,733	2307
4,014078	3,690862	0,482970	3,653843	1,94331	5,169151	2114,75
2,963422	0,672983	3,071927	1,104281	2,351201	4,364278	1922,5
0,745063	0,555354	0,834948	0,303245	0,437609	1,205707	1730,25
0,3297	0,2854	0,7105	0,4002	0,9754	1,5616	1538
0,299932	2,604089	1,913599	2,123797	2,522469	3,597883	1345,75
0,893009	2,077765	1,18008	1,385313	1,776843	2,716049	1153,5
1,030822	0,537273	0,301811	2,055619	2,889342	4,745871	961,25
1,527	2,435	1,12	3,152	2,272	4,81	769
2,673811	3,553607	0,164659	3,890427	0,263646	4,361071	576,75
0,27853	2,39915	0,75737	2,2099	0,45817	2,53968	384,5
3,773095	1,947875	3,342281	4,456792	3,69848	4,826038	192,25
0,876	1,19	2,891	0,44	1,86	2,982	0
0,433207	4,900882	2,384321	2,638244	2,576032	6,079846	192,25
1,114508	1,4191	7,353486	0,340575	7,10652	7,574154	384,5
6,278331	2,175431	0,797573	1,009368	6,692791	9,488536	576,75
6,3567	0,5778	5,2382	6,8556	7,8065	8,4688	769
0,793670	0,465064	2,607428	2,561208	1,568159	2,741702	961,25
0,427212	0,793585	1,765190	1,740444	0,623615	2,299182	1153,5
1,369485	1,967317	0,650807	2,174282	2,055662	2,680776	1345,75
0,89692	0,27772	1,07965	0,89333	0,19144	1,40131	1538
0,949783	1,037176	1,016211	1,968737	1,581285	2,770562	1730,25
0,243160	0,018727	1,397113	0,766610	1,230513	2,850729	1922,5
1,530474	0,016713	2,436118	0,567750	2,429670	3,270803	2114,75
0,094867	1,202276	1,777373	1,251013	1,928139	2,151675	2307
0,581694	0,722092	5,974129	7,144742	4,680790	7,365720	2499,25
4,812277	6,859590	6,623642	4,177209	7,636304	10,04329	2691,5
0,079071	7,786484	7,810746	3,714335	5,877161	9,305755	2883,75
15,60443	18,4948	3,770556	14,08359	11,16155	22,56854	3076
1,867214	0,098507	0,984460	0,802487	4,413938	8,837582	3268,25
2,098154	0,369465	0,292439	4,700408	3,213987	6,374859	3460,5
4,117623	6,219443	6,795068	4,742277	7,265330	7,304793	3652,75
1,791814	1,980323	1,097149	3,812561	2,961869	4,133397	3845

#13	#12	#11	#10	#9	#8	#7	1
0,83	0,2189	0,2049	0,7205	0,564	0,3904	0,3759	2
1,389270	0,824534	0,476993	1,353925	3,045538	2,197497	0,006759	3
1,847328	0,006624	1,354322	1,327781	1,533789	0,440847	2,003542	4
0,333089	3,956810	3,868780	0,757092	1,781599	2,635582	1,624252	5
0,3118	1,4795	2,4804	2,1693	1,1979	0,0603	0,1649	6
1,487645	0,294493	2,362809	3,600817	1,146946	2,315375	1,375460	7
4,103429	1,361596	0,993445	0,150531	0,366446	4,009134	4,03016	8
0,268183	0,294769	3,075271	1,625409	0,957051	1,905052	0,214033	9
1,405	4,1399	3,6987	0,7251	1,8518	2,8485	1,6671	10
2,160712	0,411502	0,441014	0,978609	3,550458	4,639515	3,812714	11
3,109682	4,015015	1,89233	0,313944	1,575832	0,94047	2,660554	12
0,710241	0,229639	0,194182	0,884380	0,392619	0,918320	0,359195	13
1,1181	0,8664	0,5528	0,4062	0,1124	0,6494	1,1038	14
0,868510	0,408267	0,383945	2,048504	0,627752	2,085738	0,516879	15
1,706656	0,647309	0,650213	2,270172	0,637629	0,531165	1,899848	16
0,656642	4,151113	3,660312	1,491943	3,239184	1,99355	3,080595	17
0,309	3,643	4,144	1,323	4,444	4,575	4,778	18
0,281817	1,25177	3,023897	0,754849	1,355677	3,166516	2,749442	19
1,79712	0,28294	0,91331	1,55929	1,64527	0,45009	0,9554	20
1,497767	1,959641	0,082474	3,737633	0,960956	1,839797	3,671208	21
2,741	2,747	2,474	1,183	2,214	0,067	0,613	22
0,547045	3,538893	0,553043	4,568695	1,470425	2,03872	2,157625	23
3,785048	6,119422	4,343551	3,490151	4,894481	6,018665	2,210355	24
4,449640	8,808925	0,409837	2,311966	6,120215	9,061181	0,408012	25
2,3443	1,274	8,18	5,8692	7,3583	4,6884	0,3496	26
1,753357	0,434063	0,799668	0,521105	0,856166	1,398319	2,419411	27
0,788148	0,383198	0,721265	0,636650	0,411436	1,296304	1,742791	28
1,420436	0,431340	1,300666	2,542248	1,415475	1,149203	2,270023	29
0,07273	0,01515	1,10551	0,51683	1,05673	0,86766	0,64798	30
1,461486	1,412368	0,231544	1,631945	0,675022	1,694880	2,753999	31
2,242193	0,754683	0,717116	0,159745	0,450589	1,676245	1,213487	32
0,740321	1,144010	2,140339	0,629441	2,246188	2,736381	1,076718	33
1,342885	0,096757	2,01196	1,850323	0,665835	1,19636	1,347133	34
4,552454	7,007675	6,757561	4,795630	2,362789	2,159722	0,838844	35
0,577843	6,278526	4,683187	7,428517	3,999977	7,025578	6,156918	36
2,197251	5,754606	4,355974	2,718974	6,757566	7,111034	6,685869	37
10,02754	15,03576	4,184954	18,01712	22,06246	11,73397	7,215511	38
2,302479	2,004259	4,547569	7,956627	3,456784	1,140479	6,206248	39
2,461311	0,713182	3,763098	0,652313	1,527608	4,399088	2,846774	40
6,177534	4,710162	3,073504	4,797441	5,682114	6,842145	1,469335	41
3,768724	2,443953	2,782576	3,071078	2,467606	3,06878	2,835753	42

#15	#14	1
0,7956	0,8863	2
2,652487	0,000890	3
1,458486	1,018654	4
5,896512	5,636339	5
1,0628	1,1632	6
3,434261	0,598142	7
0,038529	2,534943	8
2,861597	0,608059	9
1,5166	1,9216	10
0,383208	1,320857	11
3,242783	1,64181	12
0,284679	0,931773	13
0,7818	0,9281	14
2,904571	0,413319	15
1,614421	0,465272	16
3,600246	4,646766	17
4,029	4,207	18
1,182236	3,498992	19
1,60111	0,8638	20
4,518882	2,871602	21
2,165	2,44	22
3,094826	3,557367	23
2,23637	0,484748	24
0,392126	0,349881	25
1,8794	4,5689	26
1,272465	0,456827	27
0,241721	2,101435	28
2,216642	0,998364	29
0,78476	0,08482	30
2,196050	0,598825	31
0,664397	2,006553	32
1,917908	2,863571	33
1,591849	0,991878	34
4,097248	5,262389	35
5,652968	1,821325	36
1,836670	1,064236	37
20,46648	19,57673	38
7,616838	1,571642	39
1,237131	5,540082	40
4,073798	6,591051	41
2,814083	1,607324	42

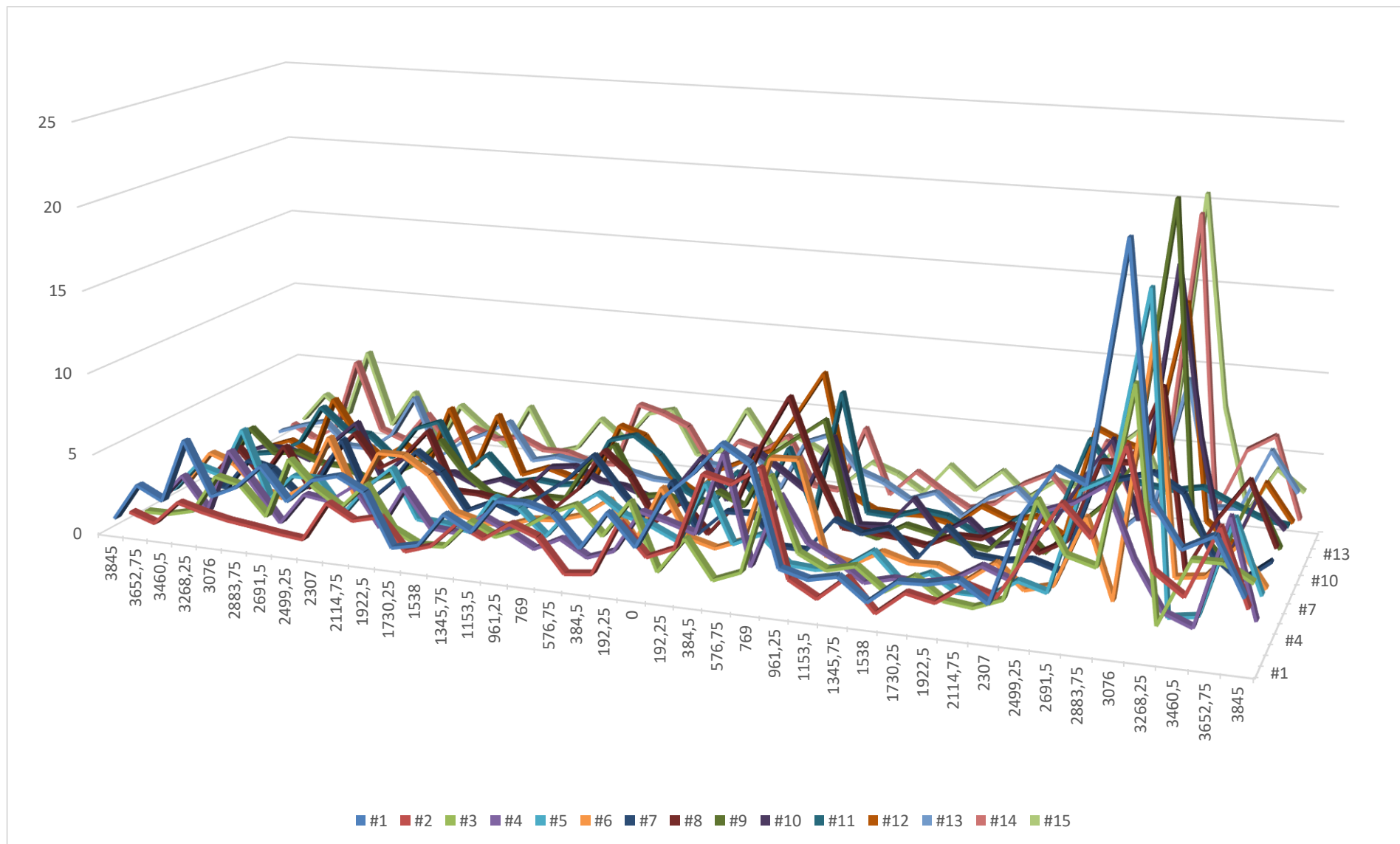


Рисунок 4.10 – Діаграма розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном, т/га (після уточнення)



Рисунок 4.11 – Контрольне зважування проб



Рисунок 4.12 – Загальні показники роботи комбайну при використанні автоматизованої системи CLAAS TELEMATICS Pro в процесі досліджень

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі проведено виробничу характеристику господарства, на основі проведених розрахунків визначено об'єм механізованих робіт, обґрунтовано склад машинно-тракторного парку, розроблено план технічного обслуговування машинно-тракторного парку, визначено експлуатаційні показники використання машинно-тракторного парку.

В результаті проведених досліджень було вивчено проблеми нерівномірного розподілу подрібненої маси за зернозбиральним комбайном та її вплив на ефективне використання ресурсів і врожайність, визначено сучасні технології та способи (методи) розподілу подрібненої маси за комбайнами. Використані сучасні методи дослідження та аналізу розподілу незернової частини врожаю за зернозбиральними комбайнами дозволили обґрунтувати вибір параметрів для оцінки рівномірності розподілу та дослідити і аналізувати розподіл подрібненої маси. Представлені результати експерименту визначили переваги використання автоматизованих систем розподілу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сонько С.П. Екологічні проблеми сучасного сільського господарства та шляхи їх вирішення [Електронний ресурс] / Сергій Петрович Сонько // ResearchGate. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/327862269_EKOLOGICNI_PROBLEM_I_SUCASNOGO_SILSKOGO_GOSPODARSTVA_TA_SLAHI_IH_VIRISENN_A.
2. Ткачук О. П. Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту [Електронний ресурс] / Ткачук О. П., Овчарук В. В. // Scientific achievements of modern society. Abstracts of IX international scientific and practical conference. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://repository.vsau.org/getfile.php/24787.pdf>.
3. Аналітична записка БАУ №25 (2020) Перспективи енергетичного використання побічної продукції від вирощування соняшнику [Електронний ресурс] // Біоенергетична асоціація України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/10/uabio-position-paper-25-ua.pdf>.
4. Статистичний збірник "Сільське господарство України" 2022. // Державна служба статистики України. – 2023. – С. 162.
5. Lal, R. (1995). The Role of Residues Management in Sustainable Agricultural Systems. Journal of Sustainable Agriculture, 5(4), 51–78. https://doi.org/10.1300/J064v05n04_06
6. Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2009). Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality. Critical Reviews in Plant Sciences, 28(3), 139–163. <https://doi.org/10.1080/07352680902776507>.
7. Conservation Agriculture [Електронний ресурс] // FAO – Режим доступу до ресурсу: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>.
8. Бортун В.А. Як комбайн піклується про ваш майбутній врожай? / Віталій Бортун. // Пропозиція. – 2017. – №5. – С. 54–56.

9. Шувар І. Використання соломи як органічних добрив [Електронний ресурс] / Іван Шувар // Агрономія сьогодні. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://agronomy.com.ua/statti/800-vykorystannia-solomy-ia-orhanichnykh-dobryv.html>.

10. Turmel, M.-S., et al. (2015) Crop Residue Management and Soil Health: A Systems Analysis. *Agricultural Systems*, 134, 6-16.

11. Основи методології та організації наукових досліджень: Навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів / за ред. А. Є. Конверського. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 352 с.

12. Smith J. G86-782 Distribution of Crop Residue A Requirement for Conservation Tillage [Електронний ресурс] / John A. Smith // Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension.721. – 1986. – Режим доступу до ресурсу:

https://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/721?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fextensionhist%2F721&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages.

13. Artiomov N., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Ayubov A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. pp. 692-698.

14. Blundell M., Harty D. The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics. ButterworthHeinemann, 288, 2004. DOI: 10.1016/b978-0-7506-5112-7.x5000-3. (In German).

15. Bulgakov V., Antoshchenkov R., Adamchuk V., Halych I., Ihnatiev Y., Beloev I., Ivanovs S. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. pp. 533-542.

16. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.

17. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.

18. Збірник наукових праць. Випуск 28 (42). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського господарства України. Дослідницьке 2021.

19. Зінько, Р., Шуляк, М., Скварок, Ю. і Глобчак, М. (2021) «Аналіз методик проектування сільськогосподарських машин», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (1(19), с. 75-85. doi: 10.5281/zenodo.6902711.

20. Ковтун Ю. І. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.

21. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.

22. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

23. Kharchenko, S.; Kharchenko, F.; Samborski, S.; Paśnik, J.; Kovalyshyn, S.; Sirovitskiy, K. Influence of Physical and Constructive Parameters on Durability of Sieves of Grain Cleaning Machines. Adv. Sci. Technol. Res. J. 2022, 16, 156–165.

24. Комплектування оптимальних агрегатів в системах рослинництва. Експлуатація машин і обладнання: метод. вказівки № 4 до виконання практичних робіт студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч. ОПП «Агроінженерія» спец. 208 Агроінженерія; ДБТУ ; уклад.: В. І. Мельник, М. П. Артёмов, О. І. Анікеєв, К. Г. Сировицький, С. А. Чигрина, О. А. Романащенко. Харків, 2022. 60 с.

25. Оцінка якості виконання технологічних операцій при вирощуванні провідних польових культур. Методичні рекомендації. ХНТУСГ ; уклад.: М.П. Артьомов та ін. Харків, 2020. 96 с.

ДОДАТКИ