

Луцький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет аграрних технологій та екології
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
Кафедра аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу сівби ячменю з удосконаленням посівної секції»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІмз- 21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною
програмою «Агроінженерія»

Оксенюк О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Цизь І.Є.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП

Сацюк В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дацюк Л.М.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2023

**ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет	<i>аграрних технологій та екології</i>
Кафедра	<i>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</i>
Галузь знань	<i>20 Аграрні науки та продовольство</i>
Освітній ступінь	<i>магістр</i>
Спеціальність	<i>208 Агроінженерія</i>
Освітньо-професійна програма	<i>Агроінженерія</i>

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса

доцент, к.т.н. _____ В.В. Сацюк
«10» січня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ**

Оксенюку Олегу Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу сівби ячменю з удосконаленням посівної секції

керівник роботи Цизь Ігор Євгенович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом ЛНТУ від «10» січня 2023 р. № 11/01-02

2. Термін здачі студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки

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

	к-сть листів
1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Методика експериментальних досліджень	1 лист
5. Результати експериментальних досліджень	1 лист
6. Схема функціональна	1 лист
7. Креслення розроблюваного вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	15.06. – 01.07.2023 р.	
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	22.08 – 31.08.2023 р.	
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2023 р.	
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2023 р.	
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2023 р.	
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2023 р.	
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2023 р.	
10	Нормоконтроль	до 09.12.2023 р.	
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	09.12.– 19.12.2023 р.	

Студент

_____ (підпис)

Оксенюк О.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Цизь І.Є.

_____ (прізвище та ініціали)

Гарант ОПШ

_____ (підпис)

Сацюк В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Оксенюк О.І. Дослідження процесу сівби ячменю з удосконаленням посівної секції. Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Агроінженерія» спеціальності 208 Агроінженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

У роботі наведено результати комплексних теоретичних та експериментальних досліджень, які дозволили розробити конструкцію посівної секції для посіву зернових культур загалом та ярого ячменю зокрема за смуговою технологією.

Ключові слова:

Ячмінь, смуга, посів, спосіб, органічна продукція, колесо, сошник, врожайність, маса насінин.

ABSTRACT

Oksenyuk O.I. Study of the barley sowing process with the improvement of the sowing section. Manuscript.

Master's qualification work of EP "Agricultural engineering" specialty 208 Agricultural engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The master's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions and proposals, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The paper presents the results of comprehensive theoretical and experimental research, which made it possible to develop the design of the seeding section for sowing grain crops in general and spring barley in particular by strip technology.

Keywords:

Barley, strip, sowing, method, organic production, wheel, coulter, productivity, seed weight.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	2
АНОТАЦІЯ.....	3
ABSTRACT.....	4
ЗМІСТ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	10
1.1. Загальна характеристика ячменю та технології його вирощування..	10
1.2. Аналіз робочого процесу та конструкцій машин для посіву ярого ячменю.....	20
1.3. Огляд сучасних досліджень у галузі посіву зернових культур.....	30
1.4. Постановка проблеми, мета та завдання дослідження.....	32
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ	35
2.1. Опис запропонованої конструкції машини для смугового посіву зернових культур.....	35
2.2. Розрахунок параметрів опорних коліс посівної секції.....	37
2.3. Обґрунтування параметрів пружини довантаження посівних секцій.....	41
2.4. Теоретичне дослідження тягового опору посівної секції.....	45
2.5. Висновок.....	48
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	49
3.1. Програма експериментальних досліджень.....	49
3.2. Опис лабораторного обладнання, що використовувалось під час проведення дослідів.....	50

3.3. Методика експерименту з дослідження впливу схеми розташування рядків за смугового посіву ячменю на його врожайність.....	52
3.4. Методика визначення врожайності та маси тисячі насінин.....	55
3.5. Методика визначення вологості зерна ярого ячменю.....	57
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
4.1. Результати дослідження вологості зібраного врожаю ярого ячменю.....	59
4.2. Результати дослідження врожайності та маси 1000 насінин ярого ячменю.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	67
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна цінова політика на ринку сільськогосподарської продукції змушує аграріїв шукати нішеві культури, які забезпечили прибуток за умов військового часу. Особливу увагу тут слід зважати на логістичні витрати. Тому виробництво зернових культур за органічними технологіями слід вважати одним із перспективних напрямів за умов, що склалися. На особливу увагу тут заслуговує ярий ячмінь. Зважаючи на його біологічні особливості, цінність як корму для відгодівлі тварин, виробництва продуктів здорового харчування та особливо пивоваріння.

Аналіз технології вирощування ярого ячменю показує, що у теперішніх умовах практично не реалізуються агротехнічні та механічні заходи боротьби із бур'янами, шкідниками та хворобами. Не достатньо уваги приділяється використанню сидератів для забезпечення поживними елементами. При розробці комплексу механізованих робіт з вирощування ярого ячменю треба враховувати, що дана культура має короткий вегетаційний період і слабку, порівняно з вівсом та іншими хлібними злаками, кореневу систему.

У той же час зразки технологічних рішень провідних вітчизняних та світових виробників для посіву зернових культур вказує на перехід до ґрунтозберігаючих, екстенсивних технологій. Це проявляється у переході до ширини міжряддя у 25 чи 33,3 см для посіву зернових культур або використання смугового посіву.

Наведені факти створюють передумови до запровадження органічної технології вирощування ярого ячменю, яка передбачає впровадження відповідного чергування культур у сівозміні, застосування поживних посівів та соломи для удобрення, здійснення широкорядного посіву із наступним міжрядним обробітком для боротьби із бур'янами.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування схеми машини, яка забезпечує посів зернових культур загалом та ярого ячменю зокрема за смуговою технологією, і встановлення закономірностей впливу

схеми розташування рядків у смузі на кількісні та якісні показники врожайності культури.

Для реалізації поставленої мети були сформульовані завдання досліджень:

1. Обґрунтувати схему машини для посіву зернових культур за смуговою технологією.

2. Теоретично обґрунтувати параметри машини для посіву зернових культур за смуговою технологією.

3. Розробити методику та провести дослідження впливу схеми розташування рядків ярого ячменю за смугового його посіву на кількість та якість врожаю.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес посіву зернових культур за смуговою технологією.

Предмет дослідження. Залежність кількісних та якісних показників врожайності ярого ячменю від схеми розташування рядків під час посіву.

Методи та способи вирішення поставлених завдань. У роботі були застосовані методи теоретичних та експериментальних досліджень. Так теоретичне обґрунтування параметрів стабілізуючих коліс проведено на основі методів теоретичної механіки та опору ґрунтів. Реалізація експериментальних досліджень базувалась на використанні сучасного вимірювального обладнання та статистичних методів опрацювання результатів.

Науково-технічна новизна одержаних результатів:

1. Обґрунтувати схему машини для посіву зернових культур за смуговою технологією.

2. Теоретично обґрунтувати параметри машини для посіву зернових культур за смуговою технологією.

2. Розробити методику та провести дослідження впливу схеми розташування рядків ярого ячменю за смугового його посіву на кількість та якість врожаю.

Практичне значення одержаних результатів. Комплекс теоретичних та експериментальних досліджень дозволив розробити конструкцію посівної секції для посіву зернових культур загалом та ярого ячменю зокрема за смуговою технологією.

Апробація роботи. Основні положення наукових досліджень, що містяться в роботі, доповідались й обговорювались на III студентській науково-технічній конференції факультету АТЕ „Сучасні технології у агровиробництві та природокористуванні” (Луцьк, 2023 р.)

Публікації. Основні дослідження магістерської роботи опубліковано у тезах студентської наукової конференції.

Положення що виносяться на захист. Конструкція робочого посівної секції сівалки та теоретично і експериментально обґрунтовані конструкційні та технологічні її параметри.

Структура і обсяг магістерської роботи. Необхідність розв’язання поставлених задач зумовила наступну структурно-логічну будову роботи: вступ, чотири розділів, висновки, список джерел посилання з 15 назв та 1 додатка. Основна частина магістерської роботи розміщена на 66 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Загальна характеристика ячменю та технології його вирощування

Ячмінь має важливе значення для годівлі тварин, виготовлення круп та варіння пива. Важливість, як кормової культури, визначається хімічним складом зерна ячменю. Завдяки високими кормовими якостями використовується як корм для всіх видів сільськогосподарських тварин. Але є особливі моменте. Це використання для беконної відгодівлі свиней коли до комбікорму включають 30-50% подрібненого ячменю. При відгодівлі свиней отримується сало щільне, зернистої будови, приємне на смак. За рахунок включення ячменю у раціон годівлі дійних корів у результаті переробки отриманого молока отримуємо масло особливо високої якості [1, 2].

Зерно ячменю багате на білок (9-12%) та вуглеводи (70-75%), а також містить ферменти, вітаміни (групи В, В, Е, каротин). Кормові властивості у ячменю значно кращі у порівнянні із пшеницею. Для збалансованої годівлі тварин у білку ячменю нестача лізину складає 20% лізину, а от у білку пшениці - 43% [1, 2].

Із скловидних крупнозернистих дворядних сортів ячменю виготовляють перлову та ячмінну крупу котра має 9-11% білка та 82-85% крохмалю. Борошно виготовлене із зерна ячменю містить клейковину низької якості, а тому малопридатне для випікання хлібно-булочних виробів. Зерно ячменю використовують для виготовлення сурогатних кавових напоїв та екстракту солоду. Окрім цього білок ячменю містить такі речовини, як тригліцерид і токотриенол, котрі сприяють значному зниженню рівень холестерину в крові людини [2].

Велике значення має ячмінь у пивоваріння, а саме для отримання солоду. Найбільш цінні у такому випадку сорти дворядного ячменю із виповненими і

однорідно крупними зернами. Для одержання якісного солоду та у подальшому пива необхідне зерно визначеного біохімічного складу. Такий склад формується поєднанням трьох обов'язкових чинників: насіння пивоварного сорту, належні ґрунтово-кліматичні умови та відповідна технологія вирощування [2].

До основних вимог якості зерна ячменю яке використовується на пивоварні належать такі: однорідність, чистота, приємний запах свіжої соломи, світло-жовтий або жовтий колір. Наявність сірих, червонувато-жовтих, жовтувато-коричневих та жовтих з чорним кінчиком зерна вказує, що збирання ячменю проводилось у період опадів. Коли колір зерен ячменю темний і коричневі кінчики то це ознака його зберігання в сирому місці. Незрілий врожай зерна ячменю має зеленуватий відтінок. Пліснява спричинює сіроматовий та синюватий колір зерен. Зібраний за несприятливих погодніх умов та погано збережений ячмінь має запах плісняви, затхлості із відтінком солоду і тому не придатний для використання у пивоварінні [2].

Біологічні особливості. У ярого ячменю невисокі вимоги до тепла і його насіння проростає навіть за температури 1-2°C, хоча оптимальна температура до проростання - 15-20°C. Молоді сходи можуть витримують приморозки - 3-4°C, і навіть до - 6°C. Мінімальною температурою появи сходів є 4-5°C, а для формування генеративних органів 10-12°C. У період від з'явлення сходів до виходу в трубку (формується коренева система, колос тощо) необхідна помірна температура у 12-20°C. оптимум температури росту і розвитку рослин складає 18°C. У той же час ячмінь має найвищу, серед ярих зернових культур першої групи, стійкість до високих температур та легко витримує її підвищення до 38°C. Саме завдяки такому широкому температурному діапазону посіви ярого ячменю поширені в Україні від північних областей до південних [2].

Хорошими є характеристики ярого ячменю серед злаків першої групи по відношенню до потреби у волозі. Дана культура володіє високопродуктивною витратою вологи для створення одиниці маси органічної речовини. Але у початковий період вегетації через недостатньо розвинену кореневу систему

рослини погано ячменю чутливі до посухи. Тому пісні терміни сівби і особливо у сучасних умовах глобальної зміни клімату, можуть спричинити зрідження сходів і сповільнення росту і розвитку рослин у наступних фазах росту. Від виходу в трубку і до початку формування зерна ярий ячмінь інтенсивно споживає вологу, але і її надлишок опадів за високих температур та родючих ґрунтів спричинює надмірне кущіння, інтенсивний ріст стебла і як результат вилягання. Також на ґрунтах з високою водоутримуючою здатністю формуються вищі врожаї [2].

Також особливістю ярого ячменю є його скоростиглість, адже деякі його сорти досягають за 75 днів [3].

Ґрунтові вимоги. Зважаючи на те, що ярий ячмінь має слаборозвинену кореневу систему, тому вищі врожаї формує на родючих, добре удобрених легкодоступними поживними речовинами ґрунтах. Різко знижується його врожайність на заболочених ґрунтах з близьким заляганням ґрунтових вод та надмірно ущільнених. Слабко росте на ґрунтах легкого механічного складу та на кислих торфовищах (при $\text{pH} < 6$). За реакції ґрунтового розчину $\text{pH} < 4,5$ спостерігається в частина рослин після сходів, а в умовах $\text{pH} < 3,5$ сходи не з'являються. Оптимальним значенням pH ґрунту для ячменю є 6,0-7,3.

Технологія вирощування. Через недостатньо розвинену кореневу систему, короткий вегетаційний період, підвищені вимоги до структури ґрунту ярий ячмінь серед злаків є найбільш вимогливим до попередників. Основною вимогою у цьому плані є його посів на родючих та з мінімальним запасом насіння бур'янів у ґрунті. Тому у Лісостеповій зоні високі якісні та кількісні показники врожайності ячменю маємо за його розміщення по багаторічних бобових травах, зернобобових культурах, ріпаку та однорічних травах. Оскільки терміни збирання цих культур роблять їх кращими попередниками для озимих зернових. Тому за наявності у сівозміні просапних культур (цукровий буряк, картопля, кукурудза) вони також будуть кращими попередниками для ярого ячменю. Оскільки просапні культур не ущільнюють ґрунт, а ячмінь погано росте на щільних ґрунтах [3].

У випадку надмірного насичення сівозміни культурами зернової групи допускається вирощування ярого ячменю після озимої пшениці. Проте позитивний результат буде на родючих ґрунтах та за умови використання сидератів або пожнивних культур, які відіграють роль фітосанітарів. У іншому випадку буде надмірна потреба у хімічних засобах захисту [2].

Ярий ячмінь через наведені вище біологічні особливості має підвищені вимоги до якості обробітку ґрунту. Ґрунт для нього має бути пухким та чистим від бур'янів. Тому за класичною схемою для ячменю рекомендується зяблева оранка. За його розміщенні після зернових культур обов'язковим заходом є лущення стерні. Даний захід провокує проростання бур'янів, а наступна оранка знищує ці сходи. Глибина оранки на полях після лущення складає 20-22 см. На глинистих та перезволожених ґрунтах рекомендується глибоке чизелювання або щілювання на 40-50 см. Після цукрових буряків чи картоплі, також рекомендується оранка на глибину 20-22 см. На піщаних ґрунтах оранку можна замінити поверхневим обробітком. У той же час за даними досліджень, оранка, плоскорізний чи поверхневий обробіток є «майже рівноцінні» за впливом на врожайність ячменю. Це стосується як просапних попередників, так і інших попередників. Заміна обробітку на 20-22 см, мілким на 12-14 см, не забезпечує збереження рівня врожайності ячменю [2].

У той же час недопустимо проводити оранку навесні. Це спричинює втрату вологи та втрату оптимальних термінів посіву. У випадку, коли через несприятливі погодні умови тощо, поле восени лишилось необробленим, з економічної точки зору доцільно провести поверхневу культивуацію та сівбу спеціальними сівалками.

У якості першого заходу передпосівного обробітку слід розглядати закриття вологи боронами. Якщо ж з точки зору термінів та технічного забезпечення це допустимо то закриття волого поєднують із передпосівним обробітком комбінованим знаряддями. Передпосівний обробіток повинен сприяти формуванню такої структури ґрунту коли насінини вкладаються на ущільнене ложе і вкриваються структурованим шаром ґрунту. Часовий

проміжок між передпосівним обробітком і сівбою не повинен перевищувати 0,5-1 год.

Реалізацію потенційних сортових характеристик можна забезпечити лише насінням високих репродукцій. При цьому використовують насіння з масою 1000 зерен 40-50 г та силою росту не менше 80% [2].

Вирівняне за розміром, здорове та однорідне насіння забезпечує одержання потужних сходів та рівномірний розвиток рослин протягом вегетації. З точки зору посівних якостей велике значення має маса 1000 насінин адже це необхідний запас поживних речовин під час проростання та надійний старт біологічному розвитку рослин.

Розробляючи систему удобрення ярого ячменю слід враховувати, що він має цінну здатність раціонально використовувати післядію органічних і мінеральних добрив які були внесені під попередник. Так, наприклад, якщо ячмінь висівається після добре удобрених просапних культур, під які було внесено 40-50 т/га гною і мінеральні добрива в межах $N_{80}P_{80}K_{80} - M_{120}P_{120}K_{20}$, то під ячмінь добрива не варто вносити взагалі адже може відбутись його вилягання [3].

Що не отримати такого негативного явища під час удобрення ячменю враховувати такі правила [2]:

- на родючих чорноземах, темно-сірих тощо ґрунтах для врожайності на рівні 40-50 ц/га зерна після добрих попередників доцільно вносити $N_{45-60}P_{45-60}K_{45-60}$;
- на бідніших дерново-підзолистих, світло-сірих тощо ґрунтах норму добрив збільшують до $K_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$;
- за вирощування культури після малоудобрених попередників дозу добрив збільшують на 25-30%;
- для сортів стійких до вилягання можна підвищувати дозу добрив до показника $N_{90-120}P_{90}K_{90}$;
- після просапних культур добре удобрених органічними і мінеральними добривами під ярий ячмінь добрива не вносять;

- за вирощування ячменю на пивоварні цілі дозу азотних добрив зменшують на 25-30%.

Висока вартість класичних мінеральних добрив та катастрофічне зниження цін на зернові культури спричинене агресією рф не сприяє отриманню господарствами прибутків від вирощування ярого ячменю. культур. Недотримання схеми чергування культур у сівозмінах стало в останні роки поширеним явищем та спричинює деградацію ґрунтів через втрати гумусу. У умовах коли більшість аграрних підприємств не розвиває напрямок тваринництва виникає потреба у пошуку альтернативних видів добрив. Такою альтернативою для ярого ячменю можна вважати післяжнивні посіви сидератів, раціональне використання удобрюючого потенціалу соломи та гички цукрового буряка.

Вирощування сидератів окрім безпосередньої удобрюючої дії забезпечує згладжування несприятливого впливу поганого попередника через фітосанітарний ефект. До найкращих сидератів звичайно належать обові. Але їх вирощування можливе лише у випадку коли поле під них буде звільнене у липні. Такі умови у більшості випадків не виконуються. Значно перспективнішими тут є капустияні, які можна висівати ще і у вересні. Культури даної родини забезпечують урожай зеленої маси на одному гектарі понад 200 ц/га. Для умов Волинської області такими культурами є редька олійна, гірчиця, у окремих випадках ріпак. Заробка у ґрунт сидератів поповнює його органікою, забезпечує фітосанітарне очищення ґрунту і, як результат, підвищує врожайність. Суттєво значення сидератів зростає у випадку вирощування органічного врожаю ячменю. І сільгоспвиробникам варто звернути увагу саме на таку спрямованість діяльності. Оскільки це дозволить суттєво підвищити рівень рентабельності культури. Особливо це стосується пивоварного ячменю.

Зважаючи на занепад тваринництва сьогодні уся солома лишається на полях. Через нехтування заборонами та суцільну необізнаність невеликі приватні власники систематично спалюють пожнивні рештки соломи. Такі дії призводять до вигорання гумусу із ґрунту та втрати потенціального органічного

добрива, яке можна отримати із соломи. Адже вона є енергетичним ресурсом для процесу ґрунтотворення і повинна бути повернена в ґрунт. Такий підхід створює умови для формування замкнутого малого біологічного кругообігу речовин. Системне вилучення з поля більшої частини біологічної маси рослин порушує цей кругообіг [2].

Позитивний ефект від внесення соломи проявляється у збільшенні вмісту гумусу, покращенні структуру ґрунту, зниженні проявів ерозії, стимулюванні процесу фіксації азоту [2].

Проте переведення соломи в органічне добриво не є простим агрозаходом. Що якраз і спонукає населення до його спалювання. Окрім цього за нестачі вологи та низьких температур зароблена у ґрунт солома спричинює втрати врожаю наступної культури. Таке явище спостерігається у випадку коли солону подрібнюють подрібнювачем зернозбирального комбайна лишають її на довго на поверхні ґрунту. Заробляють її у ґрунт не раніше як за тиждень. Протягом цього часу швидко пересихає ґрунт та сама солома. А розклад соломи при нестачі вологи не відбувається. Також не вноситься азоту для розкладання органічних решток. Адже перетворення соломи у дійсно цінне органічне добривом, а не у домішку що заважає обробітку ґрунту, вона має швидко розкластись [2].

Для якісного перетворення соломи у добриво 75 % різки повинно мати довжину менше 10 см, а довжиною понад 15 см не більше 5%. Для якісного розкладу слід вносити 10-12 кг д.р. азоту на 1 тону соломи. Далі солону заробляють у ґрунт дисковою бороною.

Найкращим способом сівби ярого ячменю, як і будь-якої сільськогосподарської культури є такий, що забезпечує рівні площі живлення рослини. За рядкового способу посіву звуження міжряддя сприяє досягненню рівномірнішого розподілу площі живлення через збільшення віддалі між рослинами у рядку. Класичні агрономічні твердження засвідчують, що з «підвищенням рівномірності розподілу насіння по площі зростає врожайність». З цієї точки зору звичайний рядковий спосіб посіву є не раціональним через

високу густота насіння в рядку. Так мінімально допустимою віддаллю між рослинами в рядку є 1,4 см. За норми висіву у 5-6 млн. насінин на одному гектарі та міжряддя у 15 мм віддаль між насінинами у рядку становить 1,1-1,3 см і таким чином є меншою від допустимої [2].

Застосування вузькорядного способу сівби дозволяє вдвічі зменшити міжряддя а отже і вдвічі збільшити віддаль між насінинами до 2,2-2,6 см. Але сучасні конструкції сівалок з дводисковими сошниками не можуть рівномірно розмістити насіння за глибиною. З точки зору підвищення польової схожості насіння шведських дослідниками обґрунтовано зменшення ширини міжрядь з 19 до 10 см через підвищення польової схожості ярого ячменю з 81,9 до 96,8%. Проте реалізації такого посіву обмежена відсутністю ефективних технічних рішень для реалізації на практиці такого способу посіву. Результати досліджень німецьких вчених вказують, стрічковий і розкидний способи сівби забезпечують вищу врожайність у порівнянні із рядковим. Проте наразі відсутнє технічне рішення машини для стрічкового посіву зернових культур загалом і ячменю зокрема. На теперішній час у аграрних підприємствах найчастіше використовують рядковий із міжряддям 15 см спосіб сівби [2].

Оптимальна глибина зароблення насіння за сприятливих умова 2-4 см. На піщаних ґрунтах висівають на 1-2 см глибше. Важливим заходом для отримання дружніх сходів є прикотковування рядків після загортання борозенки.

Під час встановлення норми висіву враховують цілу низку умов, котрі змінюються з року в рік. Це час коли ґрунту стає фізично стиглим, вологозабезпеченість, рекомендації по сорту, технологія, що застосовується тощо. У 2000 роках вважалось, що найбільша продуктивні рослини ячменю має місце при нормі висіву в межах 4,0-5,0 млн. насінин на га. У зоні лісостепу та полісся оптимальною вважалась норма 4,5 млн/га. Зважаючи на ці показники на висівають орієнтовно 160-220 кг/га насіння. У той же час у країнах ЄС оптимальною нормою висіву ярого ячменю є 2,5-4,0 млн/га. Очевидно що тут основний вплив мають сорти що використовуються. Тому і вітчизняні аграрії у

останні роки коригують показники норми висіву у напрямку їх зменшення активно при цьому використовуючи сорти європейської селекції [2].

Як уже зазначалось терміни посіву ячменю мають бути максимально ранніми. Сівбу даної культури слід необхідно завершити не пізніше другої декади квітня навіть за умов пізньої весни. Особливо чутливим до запізнення з термінами сівби є пивоварний ячмінь. Тут маємо зниження врожаю та значне зниження якості зерна. Зростає показник плівчастості, зерно буде меншим та з меншим вмістом у ньому крохмалю [1].

Забур'яненість ярих зернових культур є більшою у порівнянні з озимими через те що ранні терміни посіву не дають час для проведення боротьби з ними механічним способом. Особливо дошкуляє лисохвіст польовий, вівсюг звичайний, різні види жабрію котрі рано навесні проростають та інтенсивно розвиваються. Також проблемою є коротке стебло яке не створює конкуренції високорослим бур'янам.

Ярий ячмінь засмічують також ранні ярі редька дика, гірчиця польова, лобода біла і пізні ярі амброзія полинолиста, мишій, і звичайно багаторічні коренепаростковий осот, берізка польова, гірчак [2].

Зважаючи на викладене особливої шкоди завдають високорослі бур'яни такі як осоти, лобода, гірчиця. Їх шкода проявляється у забиванні робочих органів зернозбиральних комбайнів полумок комбайнів, збільшенні плівчастості зібраного зерна [1].

У сьогоденних умовах ведення аграрного виробництва нажаль основним методом боротьби з бур'янами є хімічний. Виробники ЗЗР пропонують широкий вибір препаратів, які рекомендують застосовувати у певні фази росту рослини ячменю. Проте дія більшості з них проявляється найкраще, коли рослини бур'яни перебувають у фазі сім'ядоль. Далі ефект обробітку знижується а дози внесення гербіцидів доводиться доводити до максимально допустимих. Хімічний метод боротьби слід застосовують тільки у випадку перевищення економічно обґрунтованого порогу шкодочинності бур'янів. За

основу беремо прогнозовані втрати врожаю та затрати на боротьбу з бур'янами [2].

Визначення забур'яненості поля здійснюють з допомогою квадратної рамки зі сторонами $31,6 \times 31,6 \text{ см} = 0,1 \text{ м}^2$, яку накладають на 30 випадково розподілених ділянках по діагоналі поля у різних його частинах. Далі рахуємо кількість бур'янів що потрапила у виділену площу та встановлюємо видовий склад [2].

До найбільш поширених хвороб, якими вражається ячмінь належать борошниста роса, смугаста і сітчаста плямистість, іржа, кореневі гнилі, ринхоспоріоз тощо. Проти грибкових хвороб типу сажки, плямистості, кореневої гнилі тощо, де джерелом інфекції є насіння, найбільш ефективним є застосовують протруювання. Для хвороб типу борошнистої роси, офіобольоз, септоріоз, ринхоспоріоз, котрі поширюються через рослинні рештки, важливим заходом є зароблення і розклад решток та дотримання чергування культур у сівозміні. Для знищення хвороб рослин в період вегетації обприскують посіви фунгіцидами. Доцільність обробок визначається економічним порогом шкодочинності [1].

У попередні десятиріччя практикувався роздільний спосіб збирання ярого ячменю. При цьому скошування здійснюють валковими самохідними або причіпними жатками. Лану операцію проводять пізніше кінця воскової стиглості тобто коли пожовтіє більше 80% колосся, а вологість зерна при цьому складатиме 30-33% . Підбір та обмолот валків здійснюють зернозбиральним комбайном обладнаним підбирачем не пізніше ніж через 3-4 дні за умови, що вологість зерна складає до 14-18% [3].

Проте у сучасних умовах завдяки активному використанню хімічного методу боротьби з бур'янами та вартості паливно-мастильних матеріалів зазвичай використовують пряме комбайнування. У такому випадку збирають ячмінь при настанні повної його стиглості. Найкращі якісні показники зерна спостерігаються до 5 дів після досягнення повної стиглості. На 7-й день після досягнення повної стиглості фізіологічний зв'язок між рослиною та зерном

втрачається, крохмаль трансформується у розчинні форми вуглеводів і витрачається на дихання зерна. Таким чином втрачаються якісні показники зерна [2].

Зібране зерно від зернозбирального комбайну транспортується до місць зберігання та первинної обробки. Тут проводиться очищення зерна від домішок та за потреби зниження вологості до 14 %.

1.2. Аналіз робочого процесу та конструкцій машин для посіву ярого ячменю

Для реалізації рядкового способу посіву вітчизняне підприємство сільськогосподарського машинобудування ПАТ «Ельворті» випускає лінійку сівалок із різною шириною захвату. Так сівалка зерно-тукова звичайна «ALFA-б» призначена для рядкової сівби насіння пшениці, жита, ячменю, вівса.

Сівалка змонтована на рамі 1 (рис. 1.1). На ній зверху встановлений зерно-туковий бункер 3, котрий містить відділення для насіння і мінеральних добрив [4].



Рисунок 1.1 Сівалка ALFA 6 [4]: 1 – рама; 2 – причіпний пристрій; 3 – зерно-туковий бункер; 4 – варіатори; 5 – сошник; 6 – маркер; 7 – опорно-приводне колесо; 8 – колесо для транспортування; 9 – висівний апарат; 10 – підніжна дошка; 11 – ланцюговий загортач

У нижній частині зерно-тукового бункера прикріплені висівні апарати 9 насіння і мінеральних добрив. З'єднання сівалки з енергетичним засобом здійснюється поворотним причіпним пристроєм 2.

Для безступеневої зміни передатного відношення передачі крутного моменту від опорно-привідних коліс 7 до висівних апаратів на рамі встановлені два варіатори 4. Правий варіатор - здійснюється привід зернових висівних апаратів, а лівий - здійснюється привід тукових висівних апаратів [4].

До сошникового бруса рами кріпляться повідці із сошниками 5 які піднімаються та опускаються за допомогою гідроциліндрів. Дана сівалка обладнана дводисковими сошниками з ущільнюючими колесами 1 (рис. 1.2).

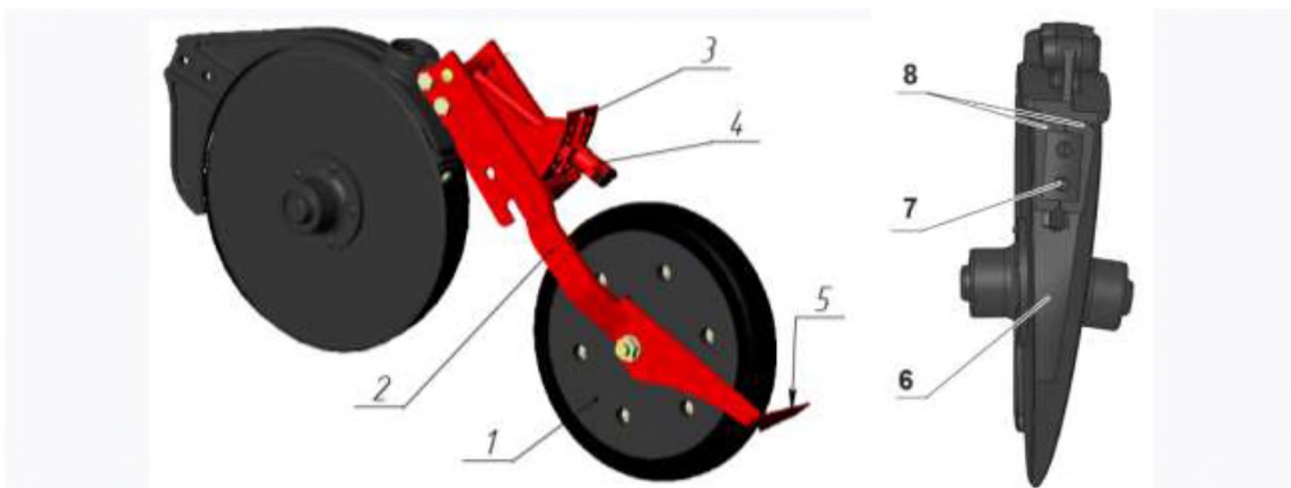


Рисунок 1.2 Дводисковий сошник сівалки ALFA 6 [4]: 1 – колесо; 2 – повідець; 3 – сектор; 4 – важіль; 5 – чистик колеса 6 – направляючий клин; 7 – болт; 8 – чистики

Скерування потоку насіння до борозенки в задній частині сошника прикріплений направляючий клин 6. Для очищення внутрішніх поверхонь дисків від налиплого ґрунту Між дисками сошника до корпусу кріпляться чистики 3.

Під час роботи робочі кромки чистиків можуть зношуватися, що призводить до збільшення зазору між диском сошника і чистиком. Для регулювань положення чистиків необхідно трохи викрутити два болти 2 після чого чистики потрібно трохи посунути до поверхні дисків. При цьому

мінімальний зазор між кромкою чистиків і бічною поверхнею диска повинен бути не більшим за 3 мм [4].

За допомогою повідця 2 прикочуюче колесо 1 шарнірно кріпиться до сектора 3 регулювання глибини який у свою чергу закріплений на корпусі дводискового сошника. Регулювання величини входження у ґрунт сошника здійснюють переставлянням важеля 4 по сектору 3. Оснащення сошників важелем 4 та сектором 3 забезпечує індивідуальне регулювання глибини ходу сошників. Очищення поверхні ущільнюючого колеса від налиплого ґрунту робить чистик 5 [4].

Застосування у конструкції прикочуючого колеса 1 забезпечує щільний контакт ґрунту з насінням, що у свою чергу сприяє живленню насіння вологою з нижніх шарів та гарантує рівномірне проростання насіння та наступне формування об'єму врожаю. А оснащення сошників механізмом індивідуального регулювання величини їх заглиблення сошників забезпечує рівномірність глибин укладання насіння

Іншим типом сошників та висівючих апаратів обладнання сівалка ПАТ «Ельворті» ALCOR 7,5. Дана широкозахватна сівалка призначена для сівби зернових, дрібно- і середньонасінневих зернобобових та інших культур за одночасного внесення в рядки гранульованих мінеральних добрив. Дана сівалка пневматична та забезпечує сівбу зернових культур смугами шириною 120-260 мм на глибину від 40 до 120 мм. Сівалка ALCOR 7,5 (рис. 1.3), складається з трьох основних частин: посівної, культиваторної та пневматичної [4].

Основою посівної частини є одновісний напівпричіп, на рамі якого змонтовано дві секції бункера. Один – для мінеральних добрив, а інший для насіння культури, що висівється. У нижній частині бункерів встановлено висівні апарати із спіральними ребрами.

Пневматична система культиватора містить вентилятор, розподільник потоку повітря, пневмопроводи, насіннепровід і горизонтальні ділильні головки.

Культиваторна частина сівалки-культиватора ALCOR 7,5 поєднує у собі систему сошників і машину для поверхневого обробітку ґрунту [4].



Рисунок 1.3 Загальний вигляд пневматичної сівалки ALCOR 7,5 [4]:

1 – культиваторна частина; 2 – посівна частина; 3 – пневматична частина

Основним робочим органом культиваторної частини є лапи-сошники (рис. 1.4, а), які у процесі переміщення агрегату полем виконують суцільну культивуацію ґрунту на визначену опорними колесами глибину та формують посівне ложе в яке здійснюють внесення посівного матеріалу (насіння і добриво) з шириною засіяної смуги від 120 до 200 мм. Лапа-сошник має захисний пружинний механізм 1, який спрацьовує при зустрічі із перешкодою. У задньої частини стійки 3 змонтовано патрубки 4 і 5 для під'єднання трубопроводів пневматичної частини через які у зону дії лапи-сошника подаються відповідно насіння і добрива [4].

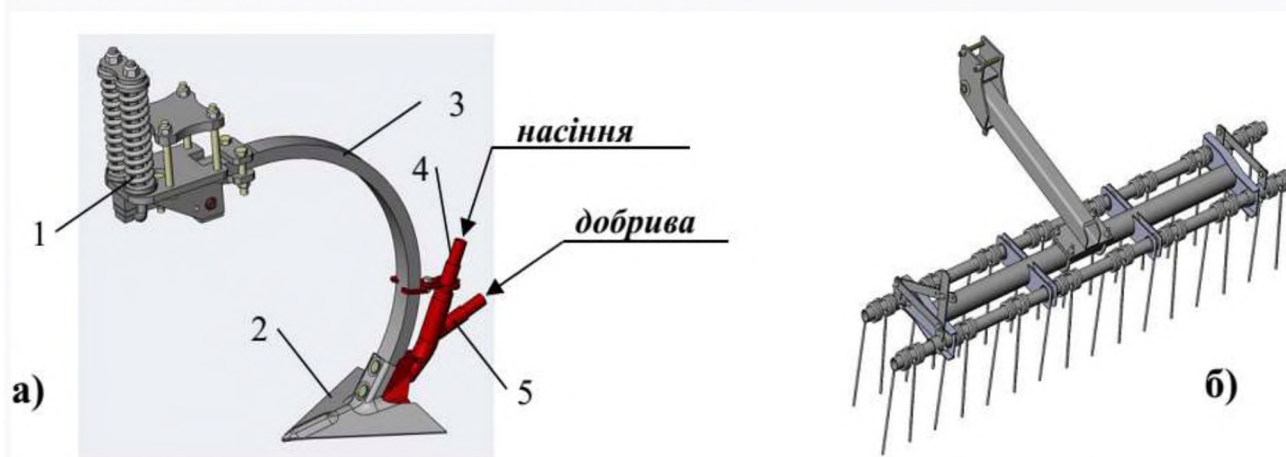


Рисунок 1.4 Схема лапи-сошника (а) та пружинна борона (б) [4]

Наступним рядом після лап-сошників ідуть пружинні вичісувальні борони (див. рис. 1.4, б), які розподіляють рослинні рештки по поверхні поля. Вони обладнуються пружинними граблинами, розміщеними у два ряди. На завершення поверхня поля прикочується опорно-прикочувальними колесами [4]. У результаті роботи такої сівалки-культиватора формується суцільна засіяна площа за усією шириною захвату культиватора (рис. 1.5)



Рисунок 1.5 Схема роботи лап-сошників сівалки ALCOR 7,5

Впровадження інновацій у конструкцію машин для обробітку ґрунту, посіву та внесення добрив характеризується вітчизняна фірма «Велес-агро». У галузі виробництва техніки для посіву зернових культур загалом та ярого ячменю зокрема дана фірма пропонує інноваційну посівну систему для смугового землеробства STS Magia (рис. 1.6).

Дана посівна система, як і сівалка ALCOR 7,5 складається із трьох основних частин: системи бункерів із висіваючими апаратами 1 або як її називають виробники «носій»; робочих секцій 2 та пневматичної системи 3. Носій 1, як зображено на рис 1.6 містить напівпричіпну платформу, що опирається на два блоки спарених коліс. На даній платформі змонтовано три бункери у які завантажуються насіння та різні види мінеральних добрив.

Бункери є універсальними і у них можуть завантажуватись як рідкі мінеральні добрива так і тверді. Окрім цього дані бункери можуть бути використані для внесення гранульованого курячого посліду. У нижній частині кожного бункера встановлено висіваючі апарати із електричним приводом. Також на даній платформі розміщено нагнітальний вентилятор пневматичної системи із розподільниками потоку.

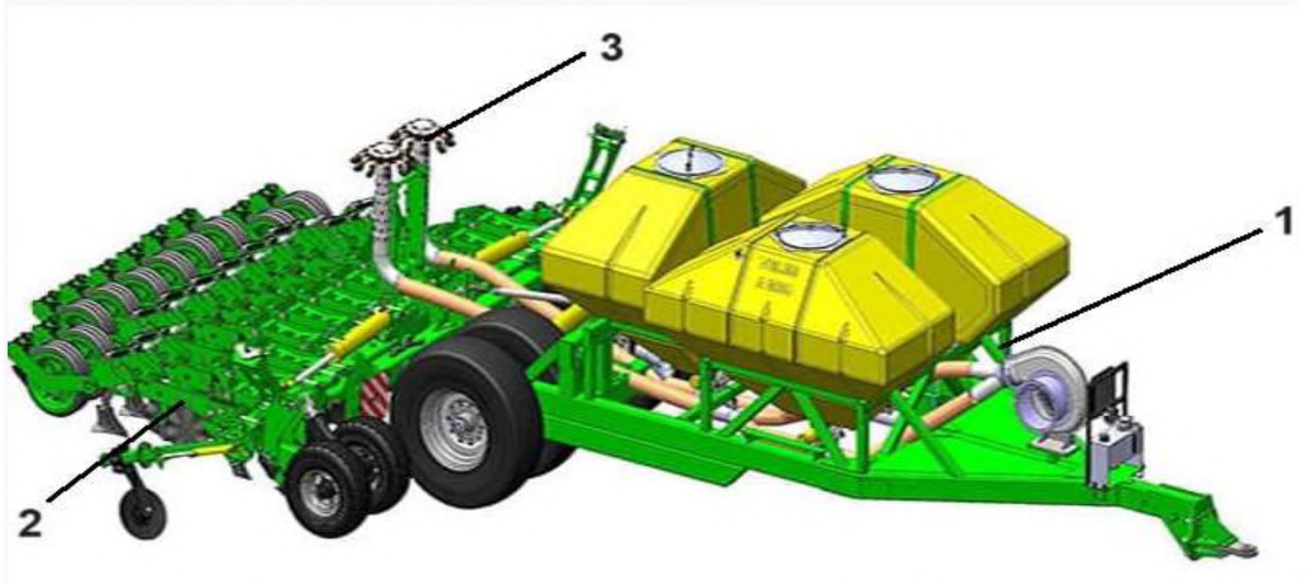


Рисунок 1.6 Комп'ютерна модель посівної системи STS Magia [5]: 1 – носій; 2 – робочі секції; 3 – пневматична система

Робочі секції (рис.1.7) даної сівалки виконують обробіток смуги ґрунту завширшки 20 см та на глибину 15 см, внесення мінеральних добрив та посів насіння. При цьому посів насіння зернових культур здійснюється за схемою 12-28-12 см. Тобто висівається смуга із 2 рядків між якими віддаль у 12 см. А віддаль між крайніми рядками у кожній смузі 28 см. Хоча таке розташування рядків суперечить певною мірою наведеній у попередньому пункті вимозі про максимальну рівномірність розподілу насіння зернових культур за площею живлення. Проте виробник зазначає, що у даному випадку спрацьовує ефект так званого «крайнього рядка». Тобто рядка який отримує максимум сонячного освітлення, поживних елементів та площі для куштиння. У той же час міжряддя є не обробленим із збереженням поживними рештками, що забезпечує

накопичення вологи та інтенсифікацію життєдіяльності мікроорганізмів (рис. 1.8).

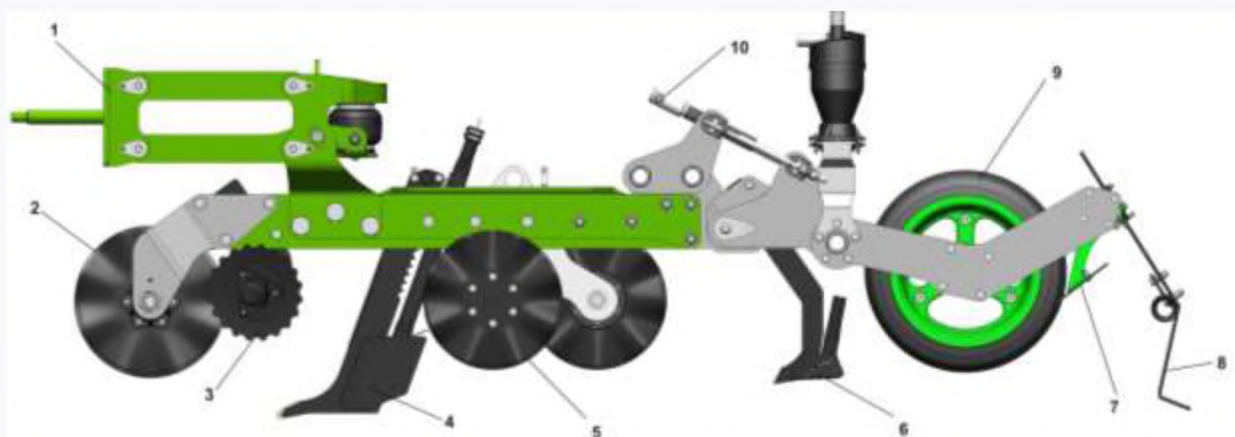


Рисунок 1.7 Робоча секція [5]: 1 – паралелограмний механізм; 2 – прорізний диск; 3 – очисний диск; 4 – сошник мінеральних добрив; 5 – розпушуючі турбодиски; 6 – сошник насіння, 7 – читсик; 8 – загортач; 9 – прикочуюче колесо; 10 – механізм регулювання глибини ходу сошника

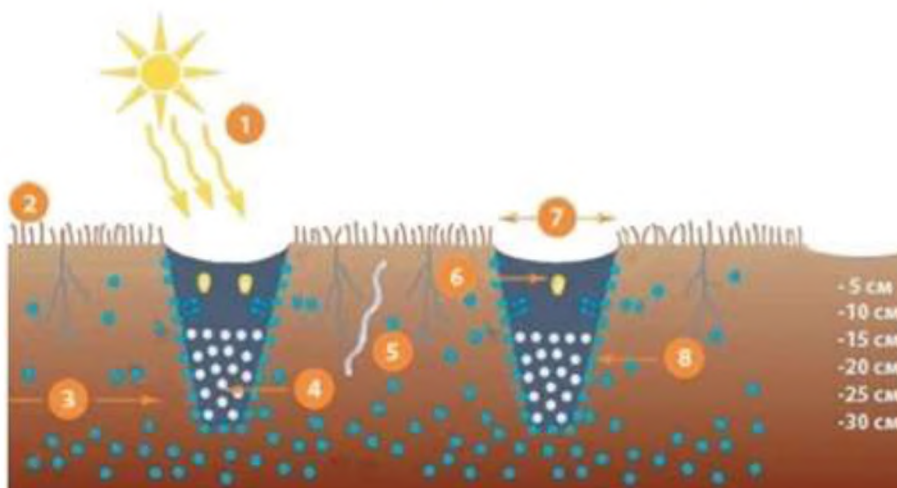


Рисунок 1.8 Технологічна схема обробітку ґрунту та посіву зернових за смугової технології: 1 – сонячні промені; 2 – рослинні рештки; 3 – смуги ґрунту, що не обробляються, 4 – добрива; 5 – біота ґрунту; 6 – насіння; 7 оброблена смуга ґрунту; 8 - волога

Кожна секція робочих органів посівної системи STS Magia кріпиться до балки рами через паралелограмний механізм 1, що забезпечує можливість максимального копіювання мікрорельєфу поля. Першим взаємодіє із ґрунтом прорізний диск 2, котрий розрізає пожнивні решти забезпечуючи таким чином

наступне проходження сошника мінеральних добрив 4. Для очищення смуги, що обробляється, від рослинних решток встановлені два очисних диски 3. Сошник мінеральних добрив окрім власне внесення добрив забезпечує ще й розпушення ґрунту на глибину до 15 см. Бічні сторони смуги обробляють два вертикальні турбодиски 5. Сошник насіння 6 має конструкцію подібну до універсальної стрільчатої лапи завдяки чому утворює рівне горизонтальне ложе для насіння. Проте сама лапа має внутрішню порожнину та два задніх вихідних отвори. Через ці отвори і виходять підведені насіннепроводами потоки повітря із насінням. Віддаль між осями цих отворів складає 12 см.

Ущільнення ґрунту над рядком та дотримання визначеної глибини посіву відбувається завдяки прикочуючому колесу 9. А вирівнювання поверхні здійснює загортач 8. Регулювання глибини посіву кожної індивідуальної секції здійснюють гвинтовим механізмом 10. Для очищення прикочуючого колеса 9 від налиплого ґрунту передбачено чистик 7.

Для зменшення кінематичної довжини агрегату та зменшення його металомісткості передбачена можливість навішування бункерів на передню навіску трактора. У такому випадку носій відсутній (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 Фото сівалки STS Magia із бункерами навішеним на передню навіску трактора [5]

Одним із світових лідерів з виробництва посівної техніки і у тому числі для зернових культур є фірма AMAZONE. До новинок посівних комплексів для зернових культур належить причіпна сівалка KONDOR (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 Схема сівалки KONDOR фірми AMAZONE [6]: 1 – система буркерів; посівна секція; 3 – пневматична система

Завдяки трисекційному бункеру сівалка KONDOR може реалізовувати посів зернових культур за схемами наведеними на рис. 1.14

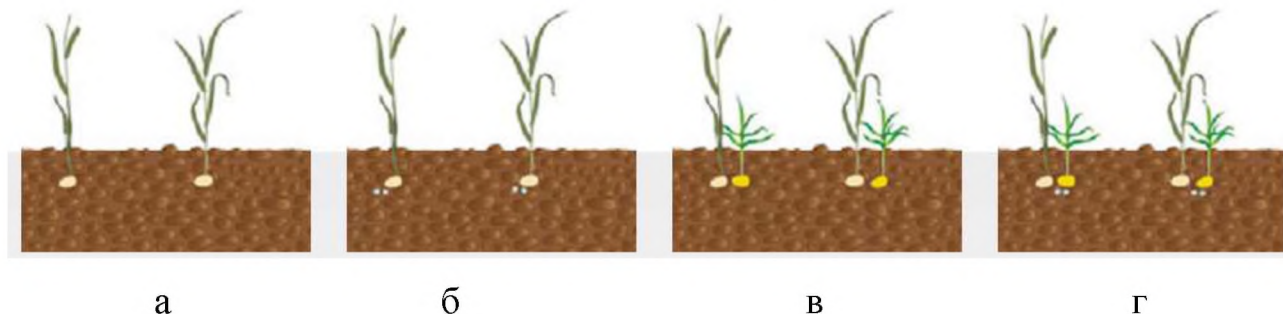


Рисунок 1.11 Схема варіантів використання технологічних можливостей сівалки KONDOR [6]: а – лише посів насіння; б – посів насіння та мінеральних добрив у одному горизонті; в – висів двох видів насіння у одному горизонті; г – висів двох видів насіння та мінеральних добрив в одному горизонті.

При цьому висів здійснюється із міжряддям 25 см або 31,3/33,3 см. Висів із шириною міжряддя у 31,3/33,3 см рекомендується для умов коли є значний дефіцит вологи у ґрунті. Окрім цього сівалка обладнується посівними секціями які дозволяють здійснювати посів за мінімального обробітку ґрунту при

збережених на поверхні рослинних рештках (рис. 1.12). Завдяки чому створюються передумови до вкладання насіння у вологий шар ґрунту та вкривання поживним решками

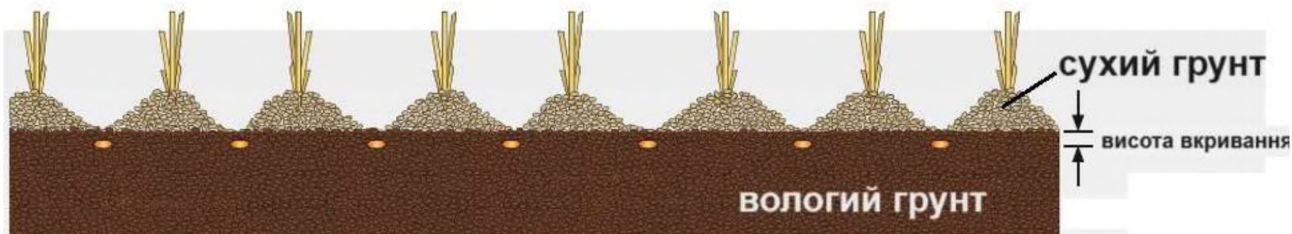


Рисунок 1.12 Схема зароблення насіння у вологий ґрунт посівними секціями сівалки KONDOR [6]

Основою посівної секції даної сівалки є анкерний сошник 1 (рис.1.13), який опирається на прикочуюче колесо 2. Подавання насіння та мінеральних добрив здійснюється потоком повітря через насіннепровід 3. Для зменшення впливу тиску повітря на розкид особливо дрібного насіння передбачено клапан скидання повітря 4. Регулювання глибини висіву кожної індивідуальної секції здійснюється зубчастим регулювальним механізмом 5.

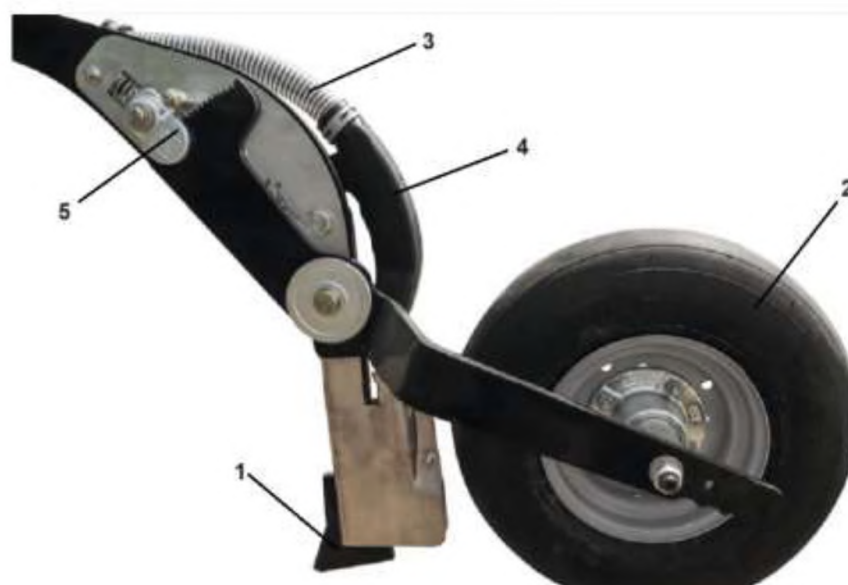


Рисунок 1.13 Фото посівної секції сівалки KONDOR [6]: 1 – сошник, 2 – прикочуюче колесо; 3 – насіннепровід; 4 – клапан скидання повітря; 5 – механізм регулювання глибини висіву

Проведений аналіз технічних та технологічних рішень для посіву зернових культур вказує на перехід до ґрунтозберігаючих, екстенсивних технологій. Такими прикладами технологічних рішень є:

- збільшення ширини міжряддя до 25 чи 33,3 см у сівалці KONDOR фірми AMAZONE або використання смугового посіву за схемою 12-28-12 см у сівалці STS Magia фірма «Велес-агро» з метою ефективного використання вологи
- використання ефекту «крайнього рядка»;
- здійснення посіву за мінімального, вертикального або смугового обробітку ґрунту.

З точки зору конструктивних рішень слід відмітити використання анкерних сошників, які за вказаних ширин міжрядь та способів обробітку забезпечують високу якість посіву. Окрім цього завдяки модифікації таких сошників за аналогом із універсальною стрільчатою лапою створює умови для смугового посіву зернових культур.

1.3. Огляд сучасних досліджень техніки у галузі посіву зернових культур

Значний доробок у дослідження та розробку сівалок для зернових колосових культур здійснив доцент кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса Шведик М.С. Так ним проведено аналіз робочого процесу сошникових систем сівалок та запропоновано використовувати у сівалках для роботи по щойно виораному полю нової ґрунтообробно-посівної секції (рис 1.14) [7].

Запропонована автором схема дозволяє стабілізувати у свіжообробленому ґрунту водно-повітряний режим через дію кільчатих котків та забезпечити якісні сходи зернових. На основі аналітичних досліджень залежності заглиблення даних котків від вертикального навантаження отримана залежність для встановлення такого навантаження.

Також науковцем синтезовано структурно-технологічну схему чотрипотокowego гравітаційного подільника насінневого потоку, яка дозволяє

розділити потік насінневого матеріалу на чотири складові. Проведено теоретичне обґрунтування максимально допустимого кута нахилу такого розподільника з точки зору рівномірності поділу основного насінневого потоку на підпотоки. Та встановлено, що даний кут не повинен перевищувати 28° [7].

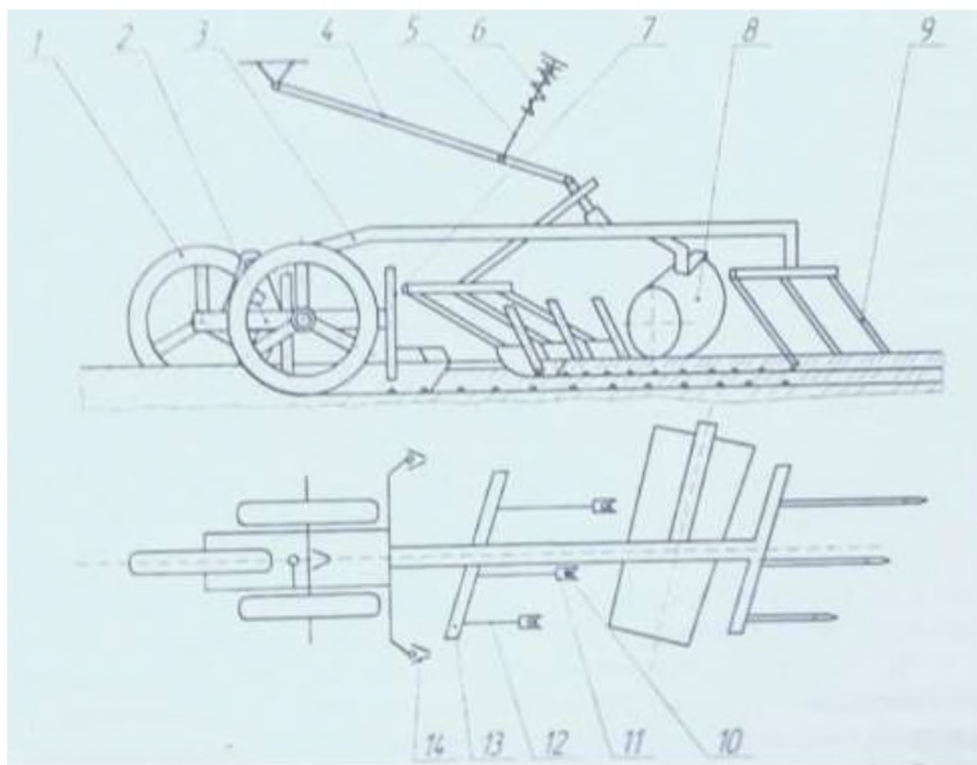


Рисунок 1.14 Схема ґрунтообробно-посівної секції для висіву насіння у щойно оброблений ґрунт [7]: 1 – кільчатий коток; 2 – рамка; 3 – штаба; 4 – повідець; натискна штанга; 6 – пружина; 7 – тукопровід; 8 – конічний коток; 9 – зубовий загортач; 10 – насіннепровід; 11 – кілевидний сошник; 12 – повідець; 13 – траверса; 14 – загортач

Велику увагу підготовці насінневого ложа для ярих зернових надають у Швеції. Про це свідчить огляд досліджень даного спрямування наведений у праці [8]. У підсумку авторами зазначено, що на глинистих ґрунтах мілке посівне ложе збільшило як кількість рослин, так і врожайність на 5% порівняно з глибоким посівним ложем. Також встановлено, що на більшості ґрунтів коткування після посіву покращувало кінцеві сходи зернових на 4 % і врожайність зерна на 2 %. А дуже ранній посів у вологих ґрунтах без будь-якої

попередньої підготовки посівного ложа підвищував урожай приблизно на 20% на піщаних ґрунтах і часто був вигідним навіть на глинистих ґрунтах.

Результати дослідження швидкості руху на рівномірність зароблення насіння однодисковим сошником сівалки наведено у праці [9]. Дослідниками був проведений польовий експеримент для вимірювання глибини окремих сошників на трьох різних робочих швидкостях. Встановлена глибина посіву становила – 30 мм. Проте виміряна у результаті дослідження середня глибина сошника мала тенденцію до зменшення зі збільшенням швидкості. Так для швидкості 4 км/год. глибина складала –22,1 мм, а для 12 км/год. – 19,0 мм. Однак опір ґрунту вплинув на глибину сошників, про що свідчить значний блоковий ефект. Крім того, були виявлені значні коливання глибини між окремими сошниками, яка варіювалася від –14,2 до –25,9 мм для одинадцяти сошників. Авторами встановлено, що найменша глибина у 14,2 мм була виміряна для сошника, що рухався колією трактора.

Дослідження ротаційного сошника для сівалки, що здійснює посів рису за мінімальної обробки ґрунту наведена у праці [10]. Польові дослідження розробленої сівалки з нульовою обробкою показали, вищий ККД, нижчу витрату палива, нижчий коефіцієнт ковзання коліс. Результати також показали вищу врожайність рису за допомогою сівалки з нульовою обробкою порівняно з комбінованою ґрунтообробною та посівною технікою, яка перевірялась в дослідженні.

1.4. Постановка проблеми, мета та завдання дослідження

Постановка проблеми. Сучасна цінова політика на ринку сільськогосподарської продукції змушує аграріїв шукати нішеві культури, які забезпечили прибуток за умов військового часу. Особливу увагу тут слід зважати на логістичні витрати. Тому виробництво зернових культур за органічними технологіями слід вважати одним із перспективних напрямів за умов, що склалися. На особливу увагу тут заслуговує ярий ячмінь. Зважаючи на

його біологічні особливості, цінність як корму для відгодівлі тварин, виробництва продуктів здорового харчування та особливо пивоваріння. Таке рішення має особливу перспективу до впровадження для господарств із невеликими розмірами земельних.

Аналіз технології вирощування ярого ячменю показує, що у теперішніх умовах практично не реалізуються агротехнічні та механічні заходи боротьби із бур'янами, шкідниками та хворобами. Не достатньо уваги приділяється використанню сидератів для забезпечення поживними елементами. При розробці комплексу механізованих робіт з вирощування ярого ячменю треба враховувати, що дана культура має короткий вегетаційний період і слабку, порівняно з вівсом та іншими хлібними злаками, кореневу систему. Тому розміщувати його рекомендується на родючих структурних ґрунтах і після кращих попередників.

У той же час зразки технологічних рішень провідних вітчизняних та світових виробників для посіву зернових культур вказує на перехід до ґрунтозберігаючих, екстенсивних технологій. Це проявляється у переході до ширини міжряддя у 25 чи 33,3 см для посіву зернових культур або використання смугового посіву.

Наведені факти створюють передумови до запровадження органічної технології вирощування ярого ячменю, яка передбачає впровадження відповідного чергування культур у сівозміні, застосування поживних посівів та соломи для удобрення, здійснення широкорядного посіву із наступним міжрядним обробітком для боротьби із бур'янами.

Метою даного дослідження є обґрунтування схеми машини, яка забезпечує посів зернових культур загалом та ярого ячменю зокрема за смуговою технологією, і встановлення закономірностей впливу схеми розташування рядків у смузі на кількісні та якісні показники врожайності культури. Об'єкт досліджень – технологічний процес посіву зернових культур за смуговою технологією. Предмет досліджень – залежність кількісних та

якісних показників врожайності ярого ячменю від схеми розташування рядків під час посіву.

Для реалізації поставленої мети були сформульовані *завдання досліджень*:

4. Обґрунтувати схему машини для посіву зернових культур за смуговою технологією.

5. Теоретично обґрунтувати параметри машини для посіву зернових культур за смуговою технологією.

6. Розробити методику та провести дослідження впливу схеми розташування рядків ярого ячменю за смугового його посіву на кількість та якість врожаю.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ

2.1. Опис запропонованої конструкції машини для смугового посіву зернових культур

Розроблювана машина призначена смугового посіву зернових культур за схемою 8-37-8 см. Тобто висіватиметься смуга із двох рядків між якими міжряддя складає 8 см а віддаль до першого рядка сусідньої смуги складе 37 см. При цьому віддаль між осями двох суміжних смуг складатиме 45 см (рис. 2.1).

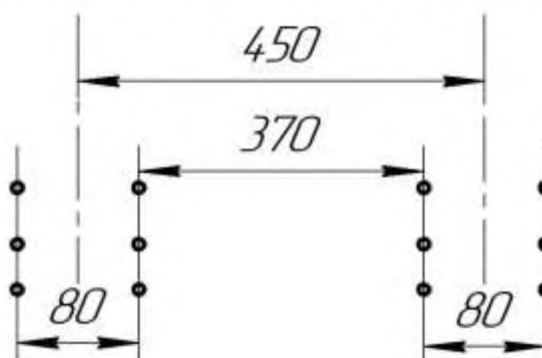


Рисунок 2.1 Схема розташування рядків за запропонованого смугового способу посіву

Базовою машиною для нашої розробки було вирішено взяти сівалку Astra 4 ПАТ «Elvorti». Дана сівалка обладнана 26-а висіваючими апаратами та забезпечує посів зернових звичайним рядковим способом із шириною міжряддя 15 см. Модернізація даної сівалки полягатиме у встановленні розробленої нами посівної секції для смугового обробітку. Встановлення 9 посівних секцій забезпечить сумарну ширину захвату у 4,05 м. При цьому у бункері сівалки буде залишено лише 9 висіваючих апаратів на відміну від існуючої сівалки. Завдяки існуючим висіваючим апаратам відбуватиметься дозування насінневого матеріалу та подача до висівної секції (рис. 2.2)

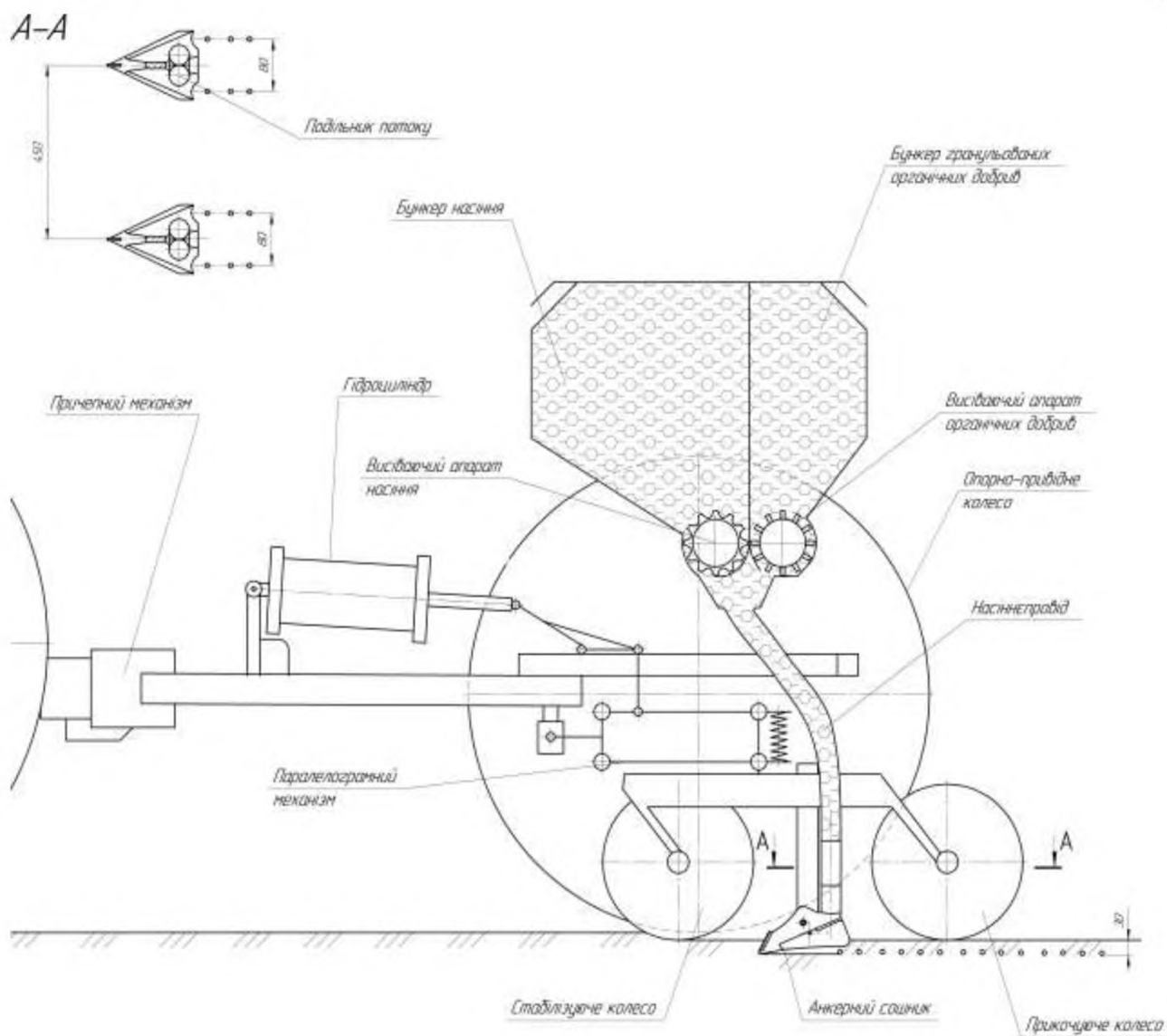


Рисунок 2.2 Схема модернізованої сівалки із розробленої посівною секцією

Подавання насіння до секції здійснюється існуючим насіннепроводом. Безпосередньо у посівній секції насіння потрапляє у подільник потоків, який утворює два потоки. Ці два потоки потрапляють у праву та ліву порожнину анкерного сошника. Далі насінини потрапляють у борозенку сформовану сошником. При цьому віддаль між осями вихідних отворів сошника складає 8 мм.

З метою чіткої стабілізації положення посівної секції відносно поверхні ґрунту вона обладнана двома опорними колесами, які зв'язані між собою поздовжньою рамкою. У цій рамці виконано пристосування для регулювання глибини ходу у ґрунті анкерного сошника. У передній частині рамки

змонтований паралелограмний механізм через який секція шарнірно кріпиться до рами сівалки. До верхнього важеля паралелограмного механізму шарнірно приєднана тяга механізму підймання та опускання секцій. У паралелограмному механізмі встановлено пружину та механізм регулювання ступеня її стиску. Завдяки даній пружині здійснюється регулювання ступеня довантаження кожної індивідуальної посівної секції.

Опорні колеса окрім стабілізації положення посівної секції виконують такі функції. Переднє колесо ущільнює та подрібнює грантові агрегати чим забезпечує стабілізацію водно-повітряного режиму поверхневого шару ґрунту. Заднє опорне колесо здійснює загортання борозенки та ущільнення ґрунту над смугами насіння чим сприяє швидкому його проростанню.

2.2. Розрахунок параметрів опорних коліс посівної секції

Основними параметрами опорних коліс посівної секції є радіус та ширина ободу. Мінімальний діаметр опорних коліс визначимо з умови їх прокручування під час руху з формуванням сліду певної глибини. Для цього використаємо схему зображену на рис.2.3.

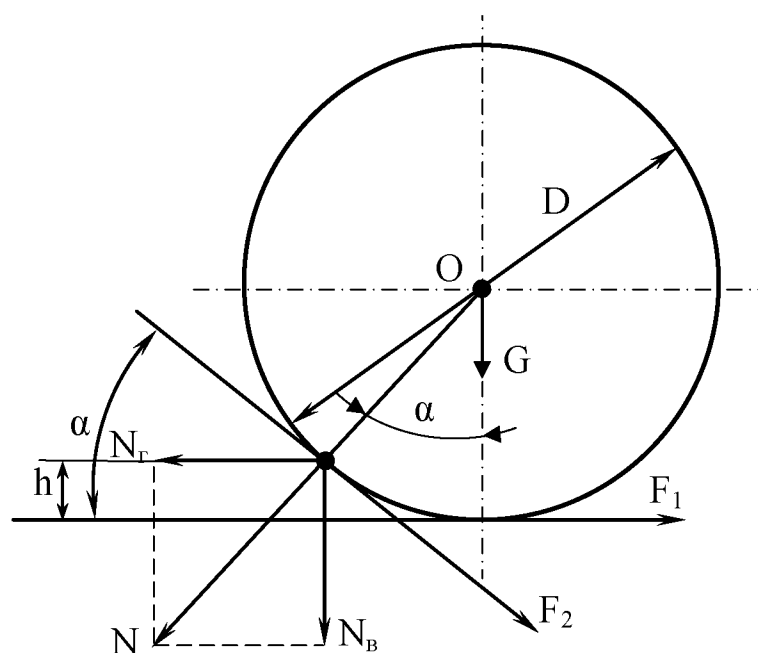


Рисунок 2.3 Схема руху опорного колеса із утворенням сліду глибиною h

Для нормального виконання функцій опорними колесами та зменшення енергетичних затрат на їх перекочування, вони повинні защемлювати шар ґрунту висотою h і підминати під обід. У такому випадку повинна виконуватись умова

$$F_1 + F_2 \cdot \cos \alpha > N_z, \quad (2.1)$$

де F_1 і F_2 - сила тертя у зоні контакту колеса відповідно із горизонтальною та фронтальною частиною ґрунту утворюваного сліду

На основі відомих залежностей

$$N_z = N \sin \alpha, \quad F_2 = N \operatorname{tg} \varphi, \quad F_1 = G \operatorname{tg} \varphi.$$

де α - половина центрального кута дуги охоплення колеса ґрунтом;

φ - кут тертя між ободом та ґрунтом,

Оскільки за рис. 2.3

$$G = N_e + F_2 \sin \alpha = N \cos \alpha + N \operatorname{tg} \varphi \sin \alpha.$$

То підставивши у (2.1) маємо

$$(N \cos \alpha + N \operatorname{tg} \varphi \sin \alpha) \cdot \operatorname{tg} \varphi + N \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \alpha > N \sin \alpha.$$

Або

$$2 \operatorname{tg} \varphi > \operatorname{tg} \alpha (1 - \operatorname{tg}^2 \varphi).$$

$$\frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi} > \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.2)$$

Тому отримаємо

$$\operatorname{tg} \alpha < \operatorname{tg}(2\varphi). \quad (2.3)$$

Оскільки

$$\cos \alpha = \frac{r - h}{r} = \frac{D - 2h}{D} = 1 - \frac{2h}{D},$$

а

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = \frac{2\sqrt{hD - h^2}}{D - 2h}$$

Тому

$$\operatorname{tg}(2\varphi) \geq \frac{2\sqrt{hD - h^2}}{D - 2h}. \quad (2.3)$$

Визначимо із (2.3) граничне (мінімальне) значення діаметру колеса

$$D^2 \operatorname{tg}^2(2\varphi) - D(4htg^2(2\varphi) + 4h) + 4h^2 \operatorname{tg}^2(2\varphi) + 4h^2 = 0$$

Для проектних розрахунків приймемо, що $\varphi = 30^\circ$. Тому отримаємо

$$3 \cdot D^2 - 16h \cdot D + 16h^2 = 0.$$

Для даного квадратного рівняння

$$D = (16 \cdot h)^2 - 12 \cdot 16 \cdot h^2 = 64 \cdot h^2;$$

Звідки

$$D = \frac{16 \cdot h \pm \sqrt{64 \cdot h^2}}{2 \cdot 3} = \frac{16 \cdot h \pm 8 \cdot h}{6}$$

Використавши більше значення розв'язку отримаємо

$$D = 4 \cdot h.$$

Зважаючи на екстремальність окремих випадків приймемо для розрахунків $h = 0,06$ м. У такому випадку діаметр колеса складе $D = 0,24$ м.

Ширину обода колеса визначимо із залежності для розрахунку глибини колії [14]

$$h = \frac{1.3 \cdot G^{2/3}}{b^{2/3} \cdot q^{2/3} D^{1/3}}, \quad (2.4)$$

де h - глибина сліду колеса, м;

G - вага посівної секції, та зусилля довантаження від пружини, яке припадає на дане колесо, Н;

b - ширина ободу колеса, м;

q - коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, Н/м³

Для теоретичного дослідження зміни ширини обода на глибину сліду вважатимемо, що вага посівної секції та зусилля довантаження рівномірно розподілене між двома колесами та за зміни ступеня стиску пружини може змінюватись у межах 600-1800 Н. При цьому коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту залежно від механічного його складу та вологості знаходитиметься у

межах $(1...3) \cdot 10^6$ Н/м³. За наведеними значеннями було проведено теоретичне дослідження шляхом побудови графічних залежностей за формулою (2.4) при змінній ширині обода у межах 0,10-0,20 м. Результати таких досліджень наведено на рис. 2.4

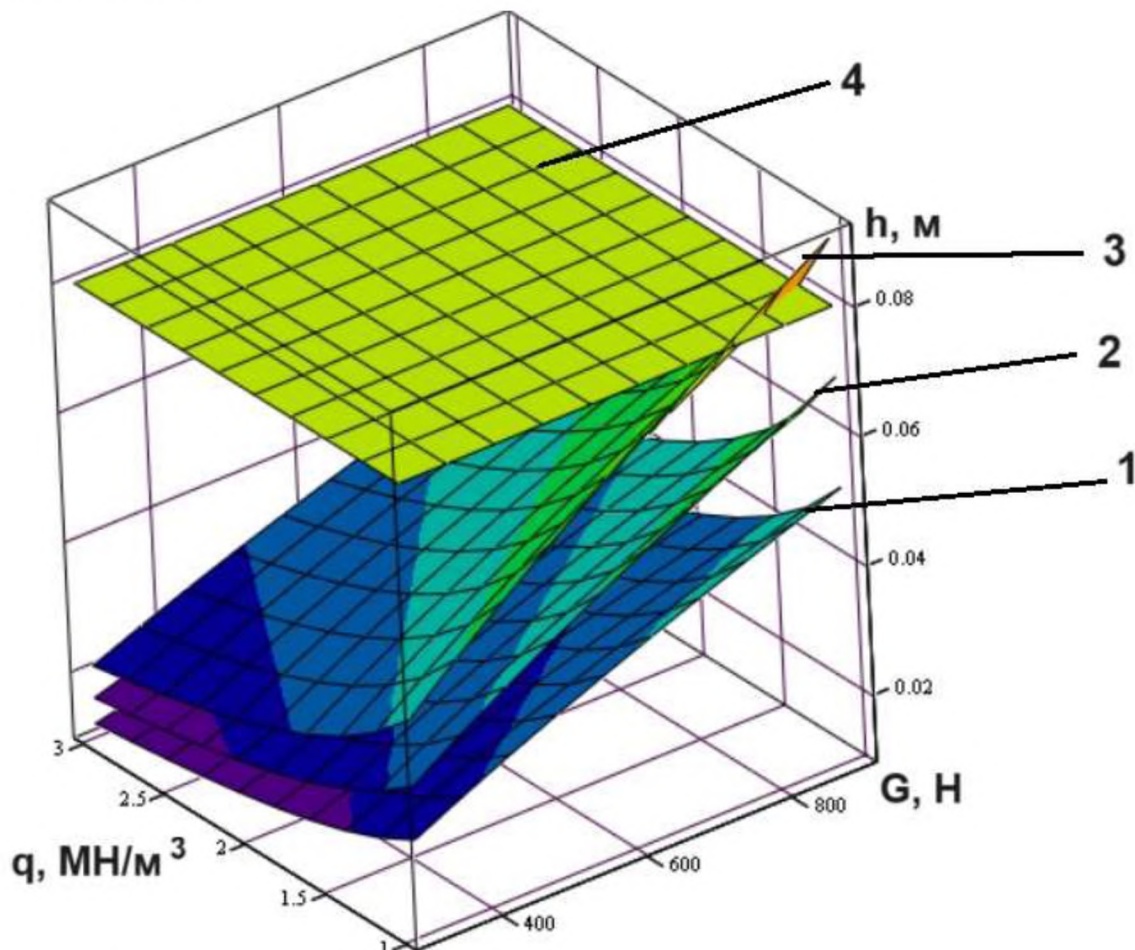


Рисунок 2.4 Результати теоретичного дослідження впливу ваги посівної секції G , об'ємного зминання ґрунту q на глибину сліду опорного колеса за ширини його обода: 1 - $b=0,10$ м; 2 - $b=0,15$ м; 3 - $b=0,20$ м

Аналіз отриманого результату у вигляді графіку показує, що за ширини обода колеса 0,1 м спостерігається зростання глибини сліду понад допустиме значення у 0,04 м (позначено на рис. 2.4 площиною 4). Але таке зростання відбувається за максимального довантаження посівної секції та роботі на пухкому ґрунті із коефіцієнтом об'ємного зминання менше $1,25 \cdot 10^6$ Н/м³. Тому опорні колеса із шириною обода 0,01 м цілком задовільняють умови роботи

посівної секції за відповідного регулювання довантаження силою притискання секції.

Таким чином у посівній секції будем використовувати колеса діаметром $D = 0,24$ м та шириною обода $b = 0,10$ м.

2.3. Обґрунтування параметрів пружини довантаження посівних секцій

Для забезпечення руху сошника посівної секції сівалки у ґрунті за різних показників його твердості та механічного складу необхідним заходом є її довантаження. Аналіз конструкцій існуючих посівних секцій показує, що таке довантаження здійснюється за допомогою пружинного механізму. Тому для визначення необхідного зусилля розглянемо розрахункову схему наведену на рис. 2.5.

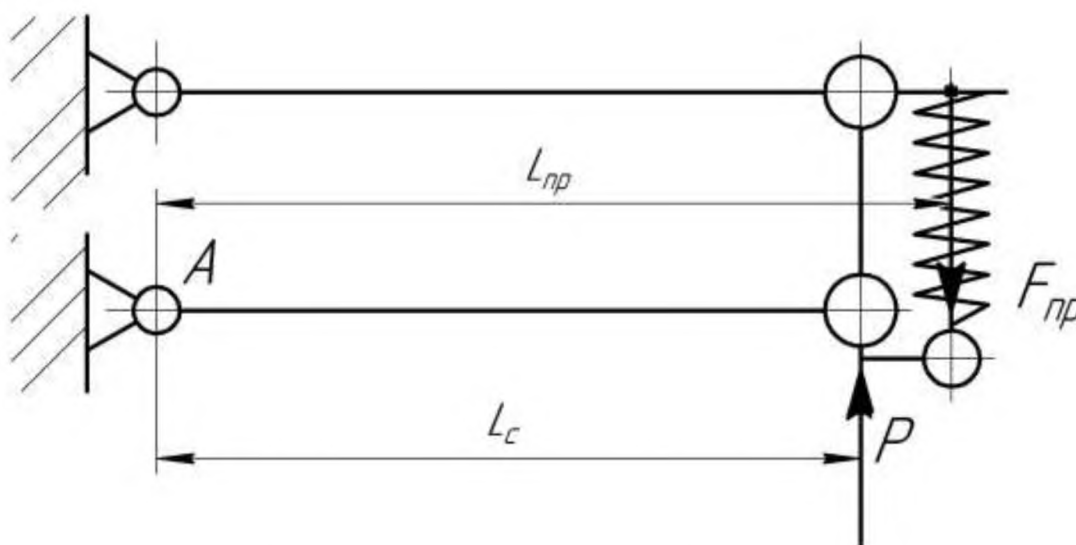


Рисунок 2.5 Схема до розрахунку зусилля пружини довантаження посівної секції

На наведеній схемі зображений паралелограмний важільний механізм, який кріпиться у лівій частині до рами сівалки. Нижній важіль механізму сприймає навантаження від реакції секції P на зусилля притискання (довантаження). Пружина, яка створює зусилля довантаження одним кінцем

опирається верхній важіль паралелограмного механізму, а нижнім на раму посівної секції.

Для визначення зусилля пружини запишемо умову рівноваги моментів прикладених сил відносно точки А

$$\sum M_A = F_{np} \cdot l_{np} - P \cdot l_c = 0. \quad (2.5)$$

За умовою (2.5) отримаємо

$$F_{np} = P \frac{l_c}{l_{np}}. \quad (2.6)$$

Зважаючи на вказаний вище діапазон зміни зусилля притискання посівної у 600-1800 Н вважатимемо, що значення у 400 Н забезпечуватиметься вагою самої секції. У такому випадку мінімальне зусилля довантаження складатиме $P_{min} = 200$ Н, а максимальне $P_{max} = 1400$ Н. Також згідно аналізу конструкції паралелограмних механізмів посівних секцій та ескізного компонування прийmemo $l_c = 0,4$ м, а $l_{np} = 0,5$ м.

У такому випадку зусилля яке повинна розвивати пружина буде складати:

- мінімальне $F_{np} = 200 \frac{0,4}{0,5} = 160$ Н;

- максимальне $F_{np} = 1400 \frac{0,4}{0,5} = 1120$ Н.

На основі отриманих зусиль розрахуємо конструктивні параметри циліндричної пружини. Для цього за нормативними документами встановлюємо, що за видом навантаження циклічним та статичним і видом пружини стиску проектуватимемо пружину II класу. Для таких пружин межа витривалості $N_F = 1 \cdot 10^5$.

Встановлюємо зусилля пружини за максимальної деформації

$$F_{max} = \frac{F_2}{1 - 0,05} \dots \frac{F_2}{1 - 0,05}, \quad (2.7)$$

де F_2 - максимальне робоче зусилля пружини, яке для нашого випадку рівне максимальному значенню F_{np} , Н.

Тому

$$F_{max} = \frac{1120}{1-0,05} \dots \frac{1120}{1-0,25} = 1179 \dots 1493 \text{ Н.}$$

За таблицею стандартизованих розмірів пружин II класу 3 розряду обираємо пружину із зусиллям $F_{max} = 1250$ Н, діаметром дроту $d = 5$ мм, зовнішнім діаметром $D_1 = 36$ мм, жорсткістю одного витка $c_1 = 251,4$ Н/мм, та найбільшим прогином одного витка $s'_3 = 6,073$ мм. Також згідно довідкових джерел розрахункове зсуваюче напруження $\tau_3 = 960$ МПа.

Розраховуємо критичну швидкість стискання за формулою

$$v_k = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{F_2}{F_{max}} \right)}{\sqrt{2G\rho \cdot 10^{-3}}}, \quad (2.8)$$

де $G = 7,85 \cdot 10^4$ МПа – модуль зсуву пружинної сталі;

$\rho = 8 \cdot 10^3$ Н·с²/м⁴ - динамічна щільність матеріалу.

$$v_k = \frac{960 \cdot \left(1 - \frac{1120}{1250} \right)}{\sqrt{2 \cdot 7,85 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}} = 2,85 \text{ м/с.}$$

Тоді жорсткість пружини розраховуємо за формулою

$$c = \frac{F_2 - F_1}{h}, \quad (2.9)$$

де $F_1 = 160$ Н – мінімальне зусилля пружини, яке рівне мінімальному зусиллю довантаження секції;

h - конструктивна висота пружини, яку для проектного розрахунку приймемо рівною 8 мм.

$$c = \frac{1120 - 160}{80} = 12 \text{ Н/мм.}$$

У такому випадку кількість робочих витків пружини складе

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{251}{12} \approx 21 \text{ виток.}$$

Уточнена жорсткість складе

$$c = \frac{c_1}{n} = \frac{251}{21} = 11,95 \approx 12 \text{ Н/мм.}$$

Для забезпечення опорної поверхні торців пружини передбачено $n_2 = 1,5$ неробочих витки пружини. У такому випадку повна кількість витків пружини

$$n_1 = n + n_2 = 21 + 1,5 = 22,5 \text{ витки.}$$

Середній діаметр пружини становить

$$D = D_1 - d = 36 - 5 = 31 \text{ мм.}$$

Мінімальна деформація пружини складатиме

$$s_1 = \frac{F_1}{c} = \frac{160}{12} = 13,3 \text{ мм.}$$

Деформація пружини за максимального зусилля довантаження посівної секції

$$s_2 = \frac{F_2}{c} = \frac{1120}{12} = 93,3 \text{ мм.}$$

Максимально можлива деформація пружини

$$s_3 = \frac{F_{max}}{c} = \frac{1250}{12} = 104,2 \text{ мм.}$$

Довжина пружини за максимальної можливої деформації

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_2) \cdot d = (22,5 + 1 - 1,5) \cdot 5 = 110 \text{ мм.}$$

Довжина пружини у вільному стані

$$l_0 = l_3 + s_3 = 110 + 104,2 = 214,2 \text{ мм.}$$

Довжина пружини при мінімальному зусиллі довантаження (монтажна довжина) складатиме

$$l_0 = l_0 - s_1 = 214,2 - 13,3 = 200,9 \text{ мм.}$$

Довжина пружини за максимального зусилля довантаження посівної секції складатиме

$$l_2 = l_0 - s_2 = 214,2 - 93,3 = 120,9 \text{ мм.}$$

Крок пружини у вільному стані складе

$$t = s'_3 + d = 6,073 + 5 = 11,073 \text{ мм.}$$

Напруження у пружині за мінімального зусилля довантаження

$$\tau_1 = \frac{F_1}{F_{max}} \cdot \tau_3 = \frac{160}{1250} \cdot 960 = 122,88 \text{ МПа.}$$

Напруження у пружині за максимального зусилля довантаження посівної секції

$$\tau_1 = \frac{F_2}{F_{max}} \cdot \tau_3 = \frac{1120}{1250} \cdot 960 = 860,16 \text{ МПа.}$$

2.4. Теоретичне дослідження тягового опору посівної секції

Тяговий опір розроблюваної посівної секції можна розділити на такі складові залежно від органів які встановлені на даній секції

$$R_c = R_{c.k.} + R_{n.k.} + R_c, \quad (2.10)$$

де $R_{c.k.}$ і $R_{n.k.}$ - опір на перекочування відповідно стабілізуючого та прикочуючого коліс, Н;

R_c - опір від деформації ґрунту анкерним сошником, Н.

Опір на перекочування коліс можна визначити за формулою Грандвуане [14]

$$R_k = \frac{0,86 \cdot G^{4/3}}{b^{1/3} \cdot q^{1/3} D^{2/3}}, \quad (2.11)$$

де G - вага посівної секції, та зусилля довантаження від пружини, яке припадає на дане колесо, Н;

b - ширина ободу колеса, м;

q - коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, Н/м³

D - діаметр обода колеса, м.

Тяговий опір анкерного сошника встановимо за формулою для розрахунку тягового опору ґрунтообробного знаряддя

$$R_c = k \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2, \quad (2.12)$$

де k - питомий опір деформації ґрунту, Па;

a та b - відповідно глибина обробітку та ширина захвату ґрунтообробного знаряддя, м;

ε - коефіцієнт швидкісного опору знаряддя, $\text{Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^3$;

v - швидкість руху знаряддя, м/с.

Із певним наближенням можемо рахувати, що обидва колеса працюють в однакових умовах, а оскільки їх конструктивні параметри однакові то враховуватимемо опір коліс, як подвоєний доданок. У той же час величину G прийматимемо такою як наведена у п. 2.2.

У формулі (2.12) глибина обробітку відповідатиме глибині висіву насіння, а ширина захвату ширині анкерного сошника, яка відповідно для забезпечення ширини смуги у 80 мм складатиме 100 мм. У такому випадку формула для розрахунку тягового опору посівної секції матиме вигляд

$$R_c = \frac{17,2 \cdot G^{4/3}}{b^{1/3} \cdot q^{1/3} D^{2/3}} + k \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2. \quad (2.13)$$

Для теоретичного дослідження зміни тягового опору посівної секції вважатимемо, що вага посівної секції та зусилля довантаження рівномірно розподілене між двома колесами та за зміни ступеня стиску пружини може змінюватись у межах 600-1800 Н. При цьому коефіцієнт питомого опору ґрунту приймемо $k=20$ кПа, коефіцієнт швидкісного опору $\varepsilon=1,5 \cdot 10^3$ $\text{Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^3$. Досліджували вплив глибини посіву насіння, який залежно від вимог культури, запасів вологи у ґрунті та термінів посіву може змінюватись у межах 0,03...0,05 м, а також швидкості руху посівного агрегату у межах від 5 до 15 км/год. За результатами теоретичного дослідження було побудовано графічні залежності, які наведено на рис. 2.6.

Аналіз отриманої поверхонь вказує, що максимальний тяговий опір посівної секції лише не значно перевищує 300 Н за робочої швидкості руху сівалки у 15 км/год, максимального довантаження секції та глибини зароблення насіння 50 мм. Що у випадку обладнання сівалки дев'ятьма такими посівними секціями складе сумарний тяговий опір у межах 2700-3000 Н. Дане значення не враховує опір від опорно-привідних коліс сівалки.

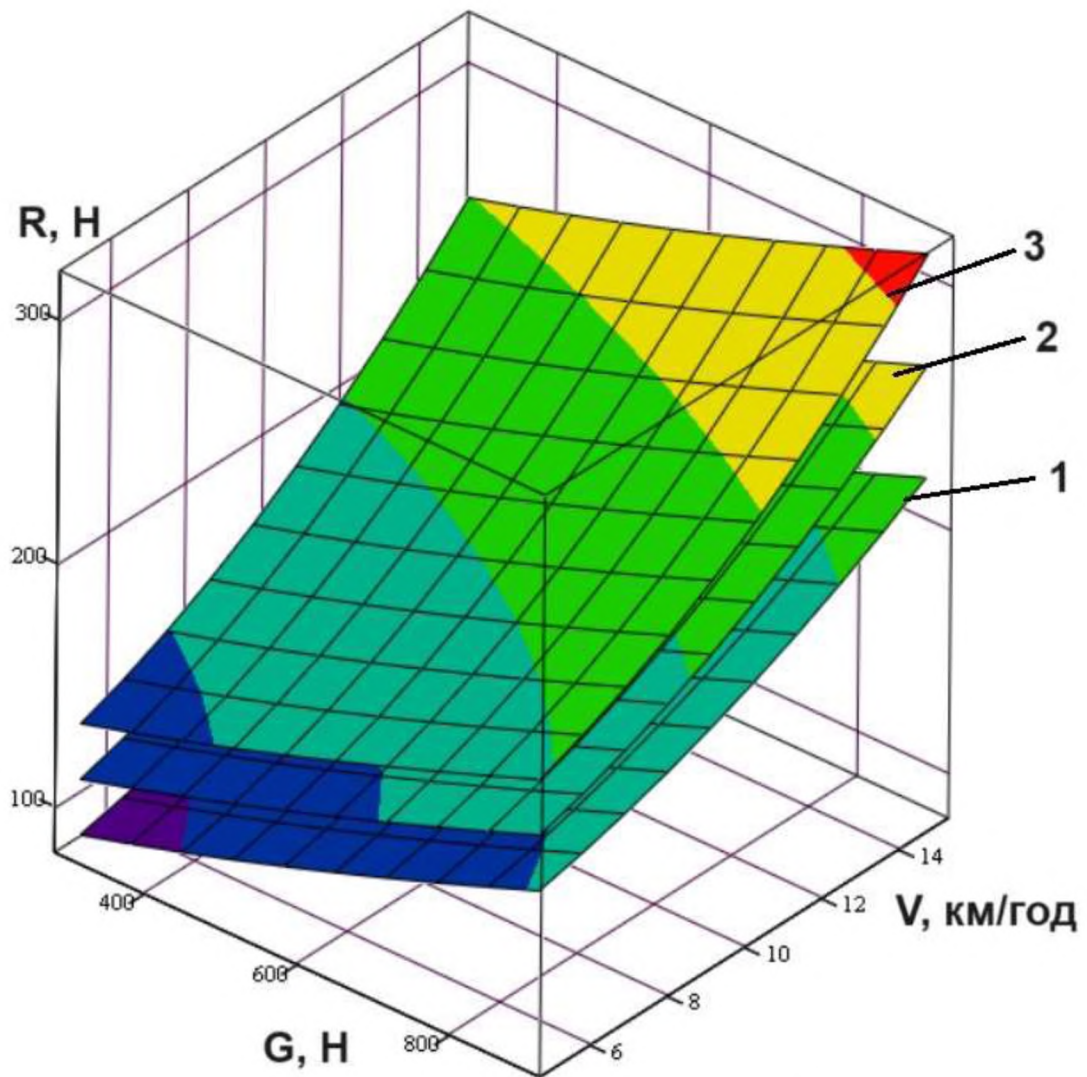


Рисунок 2.6 Графічна залежність тягового опору розроблюваної посівної секції від зусилля довантаження G , робочої швидкості сівалки V за глибини посіву насіння: 1 - $a=30$ мм; 2 - $a=40$ мм; 3 - $a=50$ мм

Проте за умов посіву на глибину $a=30$ мм та робочої швидкості сівалки у межах 10 км/год, довантаження посівної секції у 600 Н тяговий опір секції не перевищує 150 Н. Також слід відмітити що отримані значення відповідають умовам роботи секції по ґрунту із мінімальним коефіцієнтом об'ємного зминання, що відповідає умовам підвищеного опору при русі по щойно обробленому полю. Таким чином можна констатувати, що розроблена секція окрім забезпечення можливості вирощування зернових культур за органічними технологіями ще і забезпечуватиме значну економію енергії на процес посіву.

Оскільки машина аналог вимагає агрегування із трактором з тяговим зусиллям у 14 кН.

2.5 Висновок

Проведені теоретичні дослідження та обґрунтування раціональних параметрів посівної секції для смугового посів ярого ячменю дозволили встановити такі конструктивні її параметри:

- діаметр стабілізуючих коліс – 0,24 м;
- шири ободу стабілізуючих коліс – 0,12 м;
- мінімальне зусилля пружини довантаження секції – 160 Н;
- максимальне зусилля пружини довантаження секції – 1120 Н;
- діаметр дроту витків пружини довантаження секції – 0,05 мм;
- жорсткість пружини довантаження секції - **251,4** Н/мм;
- довжина пружини за мінімального зусилля довантаження (монтажна довжина) – 200,9 мм.

Теоретичне дослідження тягового опору посівної секції виявило, що максимальний тяговий опір посівної секції лише не значно перевищує 300 Н за робочої швидкості руху сівалки у 15 км/год, максимального довантаження секції та глибини зароблення насіння 50 мм. Що у випадку обладнання сівалки дев'ятьма такими посівними секціями складе сумарний тяговий опір у межах 2700-3000 Н. Дане значення не враховує опір від опорно-привідних коліс сівалки. Проте за умов посіву на глибину $a=30$ мм та робочої швидкості сівалки у межах 10 км/год та довантаження посівної секції у 600 Н тяговий опір секції не перевищує 150 Н. Також слід відмітити що отримані значення відповідають роботі секції по ґрунту із мінімальним коефіцієнтом об'ємного зминання, що відповідає умовам підвищеного опору при русі по щойно обробленому полю. Таким чином розроблена секція забезпечуватиме значну економію енергії на процес посіву. Оскільки машина аналог вимагає агрегування із трактором з тяговим зусиллям у 14 кН. **РОЗДІЛ 3**

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма експериментальних досліджень

Під час вивчення літературних джерел за темою роботи встановлено, що є актуальним питання запровадження органічної технології вирощування ярого ячменю, яка передбачено смуговий його посів та наступний механічний обробіток міжрядь з метою знищення бур'янів та покращення водно-повітряного режиму ґрунту. Для цього потрібна посівна секція здатна висівати насіння ячменю смугою у 2 або 3 рядки із вузьким міжряддям.

Для встановлення впливу схеми розташування рядків у смузі на кількісні та якісні показники врожайності було вирішено провести польові дослідження в умовах дослідної ділянки агрополігону кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса ЛНТУ. Для здійснення такого польового дослідження була розроблена програма, яка містила наступний перелік робіт:

- а) посів ячменю за схемою 8-37-8см та 7-7-31-7-7 см.
- б) догляд за посівом шляхом міжрядного обробітку;
- в) збирання врожаю із визначенням врожайності та маси 1000 насінин.

З метою реалізації в умовах дослідної ділянки наведеної вище програми нами було вирішено такі завдання:

- розробити методику посіву ярого ячменю за схемою 8-37-8см та 7-7-31-7-7 см з використанням ручної однорядної сівалки;
- розробити методику визначення врожайності ярого ячменю за досліджуваних схем посіву;
- розробити методику визначення маси 1000 насінин врожаю ярого ячменю за досліджуваних схем посіву;
- налагодити культиватор для суцільного поверхневого обробітку ґрунту КУ-1,6 на обробіток міжрядь ячменю та реалізувати такий обробіток;
- підібрати необхідне обладнання та вимірювальні пристрої.

3.2. Опис лабораторного обладнання, що використовувалось під час проведення дослідів

Для реалізації процесу смугового посіву ярого ячменю було використано ручну однорядну сівалку рис. 3.1.

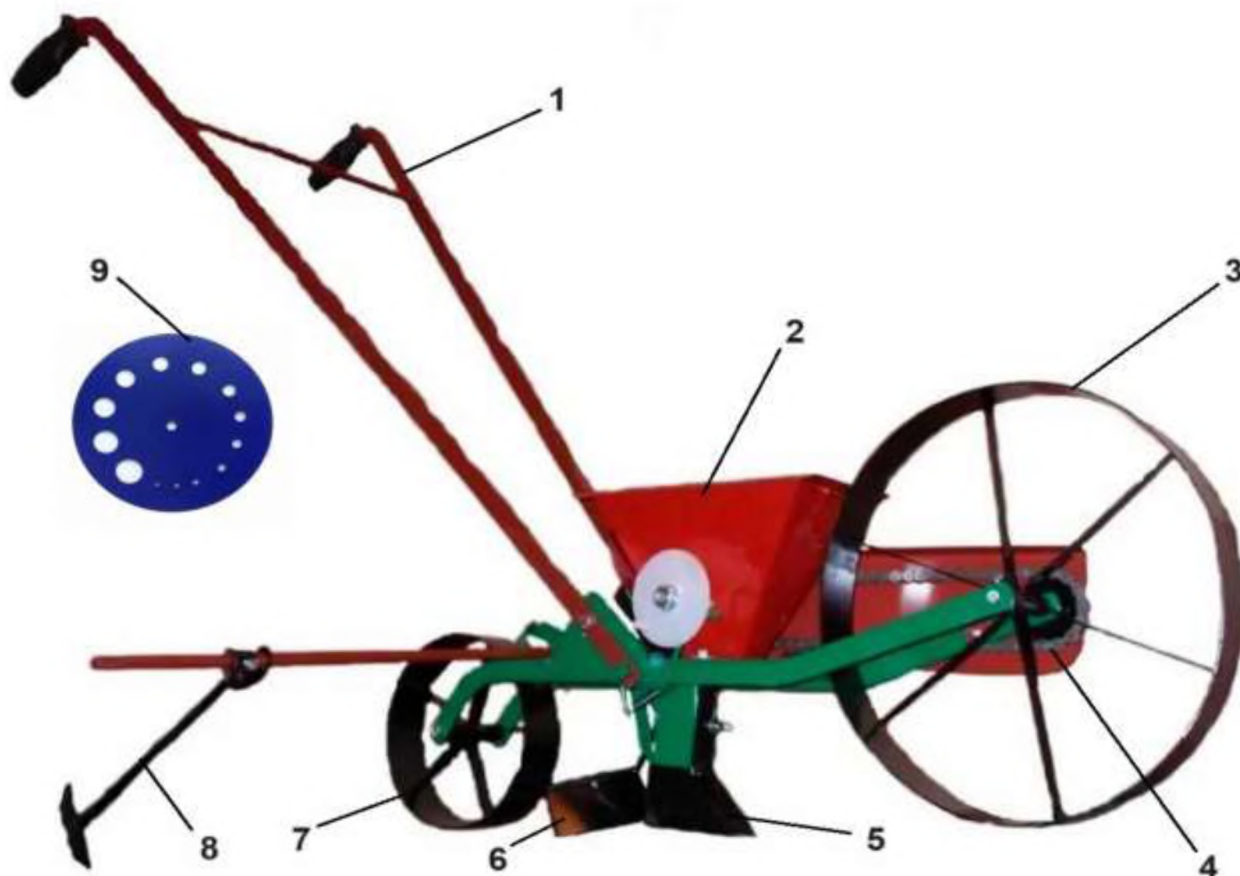


Рисунок 3.1 Фото ручної сівалки: 1 – рукоятки; 2 – бункер з висівальним апаратом; 3 – опорно-привідне колесо; 4 – привідний ланцюг; 5 – сошник; 6 – загортач; 7 – ущільнюоче колесо; 8 – маркер; 9 – диск висівний

Дана сівалка призначена для посіву широкого спектру насіння сільськогосподарських культур за різних норм висіву. Така універсальність забезпечується використанням висівних дисків із різним отворами 9. Для переміщення сівалки по полю використовується зусилля людини яке прикладається через ручки 1. Привід виштовхуючої котушки розташованої у бункері 2 здійснюється від опорно-привідного колеса 3 через ланцюгову

передачу 4. Формування борозенки здійснюється сошником 5, а її закриття загортачем 6. Для ущільнення ґрунту над висіяним рядком передбачено ущільнююче колесо 7. Для веденні сівалки із вибраним міжряддям передбачено маркер 8.

Для проведення міжрядного обробітку ячменю використовували культиватор КУ-1,6 (рис. 3.2). Для забезпечення обробки лапами міжрядь послаблювали їх кріплення до рами та зсували вздовж гряділів таким чином, щоб між їх стійками була віддаль у 45 см.



Рисунок 3.2 Фото культиватора КУ-1,6

Під час визначення врожайності ярого ячменю використовували рулеткурулетка для визначення площі ділянки (довжинаи смуги) та вага електронна ТВЛ-05 (рис. 3.3, а). Для визначення вологості зібраного зерна додатково використовували бюкси (рис 3.3, б), ексікатор (рис 3.3, в) та сушильну шафу (рис 3.3, г).



а



б



в



г

Рисунок 3.3 Лабораторне обладнання для визначення врожайності та вологості зібраного врожаю

3.3. Методика експерименту з дослідження впливу схеми розташування рядків за смугового посіву ячменю на його врожайність

Експериментальне дослідження закладалось на дослідній ділянці агрополігону кафедри аграрної інженерії ім. проф. Г.А. Хайліса ЛНТУ. На

даній ділянці восени попереднього року була проведена оранка, якою було зароблено у ґрунту зелену масу гірчиці за врожайності 30 т/га. Весною, перед посівом ярого ячменю, проведено передпосівний обробіток комбінованим знаряддям у складі культиватора КУ-1,6 та легких борін на глибину 10 см.

Далі за допомогою підбору отворів висівних дисків 9 ручної сівалки (рис. 3.1) добивались рекомендованої норми висіву у 300 насінин на м². Для посіву використовували сорт RGT PLANET французької селекції для якого маса 1000 насінин складає 45 гр. Для налаштування сівалки масу насіння, яка має висіватись за один оберт опорно привідного колеса, розраховували за формулою

$$m_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot B \cdot q}{n}, \quad (3.1)$$

де D - діаметр опорно-привідного колеса, м;

B - віддаль між осями смуг насіння, що висівалися, м;

q - норма висіву насіння у гр./м².

n - кількість рядків що висівались у смугі.

Норма висіву насіння у гр./м² встановлювалась так

$$q = \frac{n_1 \cdot m_{1000}}{1000}, \quad (3.2)$$

де n_1 - рекомендована норма висіву для даної культури у шт. на м², яка у нашому випадку складала $n_1 = 300$ шт./м²;

m_{1000} - маса 1000 насінини, яка для сорту ярого ячменю RGT PLANET $m_{1000} = 45$ гр.

$$q = \frac{300 \cdot 45}{1000} = 13,5 \text{ гр/м}^2.$$

Тому

Оскільки діаметр опорно привідного колеса сівалки становить $D = 0,32$ м, а віддаль між осями смуг насіння, що висівалися $B = 0,45$ м то

- для дворядкової смуги

$$m_1 = \frac{3,14 \cdot 0,32 \cdot 0,45 \cdot 13,5}{2} = 3,05 \text{ гр.}$$

- для трирядкової смуги

$$m_1 = \frac{3,14 \cdot 0,32 \cdot 0,45 \cdot 13,5}{3} = 2,04 \text{ гр.}$$

Для отримання усередненого значення налаштування проводили для 10 обертів опорно-привідного колеса.

Далі після налаштування сівалки натягували шпагат по якому вели опорно-привідне колесо сівалки та здійснювали посів трьох смуг за схемою 8-37-8 см та двох смуг за схемою 7-7-29-7-7 см (рис. 3.5)



Рисунок 3.5 Фото посіву рядків смуг ярого ячменю

У процесі вегетації було проведено одноразове розпушення міжрядь культиватором КУ-1,6 (рис. 3.6). Після досягнення повної стиглості провели визначення врожайності та маси 1000 насінини, а також вологості зібраного врожаю за описаними нижче методиками.



Рисунок 3.6 Фото міжрядного обробітку смугового посіву ячменю культиватором КУ-1,6

3.4. Методика визначення врожайності та маси тисячі насінини

Для визначення врожайності досягнутої у процесі вирощування ячменю за описаним вище схемами посіву за допомогою рулетки відміряли 1 м довжини смуги посіву та за допомогою ножиць зрізали колосся та поміщали у поліетиленовий кульок (рис. 3.7). Збір колосся здійснювали на кожній із трьох смуг посіву відповідного варіанту таким чином, що для першої смуги це був один край поля, для іншої смуги – середина поля, а для третьої – інший край поля. Таким чином отримували три повторності у визначенні врожайності.

Після цього зібране колосся доставлялось у лабораторію де здійснювався його обмолот та відокремлення домішок на початковому етапі за допомогою сит а у подальшому шляхом ручного відокремлення (рис.3.8). Потім отримані зразки очищеного насіння зважували на електронній вазі ТВЛ 0,5 описаній у п.3.2 з точністю до 0,01 гр. Та визначали врожайність у т/га за формулою

$$Q = \frac{10^{-2} \cdot m_3}{B}, \quad (3.3)$$

де m_3 - маса очищеного зерна зібраного з 1 м смуги посіву, г;

$B = 0,45$ м - віддаль між осями смуг рядків, що збиралися, м;



Рисунок 3.7 Процес визначення розміру смуги ячменю для визначення врожайності



а



б



в

Рисунок 3.8 Фото зразка зібраного колосся (а) і результат його обмолоту (б) та очищення (в)

Таку методику застосовували для кожного зібраного зразка.

Далі із кожної проби відраховували 1000 насінин та зважували їх на вагах ТВЛ 0,5 з точністю до 0,01 г та отримували характеристику якості зерна – масу 1000 насінини.

3.5. Методика визначення вологості зерна ярого ячменю

Після очищення зібраного зерна ярого ячменю відбирали проби для встановлення його вологості.

Брали наважки зерна ячменю масою 3-5 г в алюмінієві бюкси, попередньо просушені і таровані, та важили з точністю до 0,01г відповідно до рекомендацій джерела [15].

Після цього поміщали їх у нагріту сушильну шафу. Сушильну шафу нагрівали до 110 ± 5 °С; підтримували цю температуру на протязі усього періоду висушування. Після 1 год 20 хв сушіння бюкси з матеріалом виймали з шафи, охолоджували до кімнатної температури. Охолоджені бюкси зважували і знову повертали у сушильну шафу. Наступні зважування проводили через 20 хв, тобто через 2 год після поміщення в шафу, оскільки бюкси охолоджувались при кімнатній температурі приблизно 20 хв що здійснювали відповідно до джерела [15].

Якщо різниця в масі зразка ячменю не перевищувала 1 % від початкової маси проби, дослід припиняли. При збільшенні маси наважки для розрахунків приймали її мінімальне значення. Значення заносили у журнал та проводили розрахунок відповідно до рекомендацій з джерела[15].

Вміст води розраховували по наступній залежності:

$$W = \frac{(m - m_1) \cdot 100}{m}, \quad (3.4)$$

де W – вологість матеріалу, %;

m – маса наважки до сушіння, г;

m_1 – маса наважки після сушіння, г.

Дослідження проводились одночасно для трьох наважок (матеріал брали з трьох відібраних зон стрічки) і остаточним результатом приймали середньоарифметичне значення цих результатів відповідно до інформації з літературних джерел [15].

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Результати дослідження вологості зібраного врожаю ярого ячменю

Дослідження вологості зібраного врожаю ярого ячменю проводили з використанням обладнання описаного у п. 3.2 за методикою описаною у п. 3.5.

Для отримання досліджуваних зразків змішували усе зерно ячменю з усіх рядків після визначення врожайності там маси 1000 насінини. Після цього відбирали із загальної маси проби у 3-5 г та поміщали у алюмінієві бюкси (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 Фото відібраних проб зерна ярого ячменю

Отримані у результаті експерименту числові значення наведені у табл. 4.1. Таким чином вологість зерна на момент збирання врожаю склало 11 %, що є нижчим від допустимого значення під час закладання на зберігання майже на 3%. Отже наведені нижче значення врожайності та маси 1000 насінин є адекватними та відповідають реальним значенням.

Таблиця 4.1. – Результати експериментального дослідження вологості зерна ярого ячменю

№ бюкса	Маса, г							Вологість, %
	бюкса	бюкса із зерном	бюкса із зерном через			вологого зерна	сухого зерна	
			60 хв.	90 хв.	120 хв.			
096	20,06	23,82	23,38	23,41	23,42	3,76	3,35	10,9
176	19,68	23,98	23,49	23,53	23,51	4,30	3,85	10,4
250	19,14	23,49	22,99	23,02	23,02	4,35	3,88	10,8
Середнє значення								10,7

4.2. Результати дослідження врожайності та маси 1000 насінин ярого ячменю

У процесі реалізації експерименту з визначення впливу схеми посіву на врожайність та масу 1000 насінин ярого ячменю також здійснювали візуальне спостереження за станом посіву у процесі вегетації. Так поява сходів відбулась на 12 день після посіву. Не зважаючи на відсутність опадів сходи були рівномірними за обох схем розташування рядків у смугах (рис.4.2).



Рисунок 4.2 Фото сходів ярого ячменю на дослідній ділянці

У подальшому відбувалась активна вегетація за мінімальної забур'яненості та ураження хворобами та шкідниками. Проте за схеми посіву 8-39-8 см значно чіткіше відслідковувались міжряддя смуг у порівнянні із схемою 7-7-31-7-7 см (рис. 4.3). Що у подальшому забезпечило покращені умови для міжрядного обробітку. Міжрядний обробіток було проведено на початку фази колосіння (рис. 4.4)



Рисунок 4.3 Стан посіву та міжрядь на різних етапах розвитку

Проте не зважаючи на утруднений процес міжрядного обробітку для трирядної смуги протягом тижня після обробітку рослини повністю відновили свою вегетацію. У той же час покращення водно-повітряного режиму ґрунту міжрядь лише інтенсифікував біологічні процеси у рослинах рис. 4.5.

Нажаль на період збирання мало місце ураження посіву популяцією голубів, що спричинено розташуванням ділянки в межах міської забудови та є не типовим для польових умов. Також на період збирання у посіві з'явилися рослини коренепаросткового буряна – берізки польової (див. рис. 3.7).



Рисунок 4.4 Фото стану посіву ярого ячменю одразу після міжрядного обробітку (01.07.2023)



Рисунок 4.5 Фото стану посіву ярого ячменю після міжрядного обробітку на (13.07.2023)

Проведений збір врожаю та обробка результатів проведена за методикою описаною у п.3.4 дозволив отримати результати наведені у табл. 4.2 та 4.3.

Таблиця 4.2. – Результати дослідження врожайності ярого ячменю

Схема посіву	повторності			Середнє значення
	1	2	3	
8-39-8 см	37,0	39,52	38,75	38,72
7-7-31-7-7 см	38,48	39,39	38,68	38,85

Отримані у результаті експериментального дослідження значення врожайності відповідають рівню характеристик сорту RGT PLANET для умов Полісся (41,2 ц/га). Відхилення у значеннях для досліджуваних схем посіву знаходяться в межах статистичної похибки, що засвідчує відсутність впливу вищої рівномірності розподілу рослин по площі живлення у способі 7-7-31-7-7 см. У той же час покращення умов для міжрядного обробітку вказує саме на доцільність застосування у виробничих умовах семи посіву 8-39-8 см.

Таблиця 4.2. – Результати дослідження маси 1000 насінин ярого ячменю

Схема посіву	Повторності			Середнє значення
	1	2	3	
8-39-8 см	68,06	59,27	58,83	62,05
7-7-31-7-7 см	59,26	57,46	60,93	59,22

Аналогічні результати за впливом схеми посіву виявлені на масі 1000 насінин. Проте отримані значення є вищими від значення для сорту RGT PLANET для умов Полісся (за довідковою літературою це 50,9 г). Тому можна констатувати зростання якісних показників врожаю у порівнянні із звичайним рядковим способом посіву. Що очевидно спричинене явищем яке описується як вплив «крайнього рядка» про що було нами зазначено у розділі 1.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Сучасна цінова політика на ринку сільськогосподарської продукції змушує аграріїв шукати нішеві культури, які забезпечили прибуток за умов військового часу. Особливу увагу тут слід зважати на логістичні витрати. Тому виробництво зернових культур за органічними технологіями слід вважати одним із перспективних напрямів за умов, що склалися. На особливу увагу тут заслуговує ярий ячмінь. Зважаючи на його біологічні особливості, цінність як корму для відгодівлі тварин, виробництва продуктів здорового харчування та особливо пивоваріння. Таке рішення має особливу перспективу до впровадження для господарств із невеликими розмірами земельних площ.

Аналіз технології вирощування ярого ячменю показує, що у теперішніх умовах практично не реалізуються агротехнічні та механічні заходи боротьби із бур'янами, шкідниками та хворобами. Не достатньо уваги приділяється використанню сидератів для забезпечення поживними елементами. При розробці комплексу механізованих робіт з вирощування ярого ячменю треба враховувати, що дана культура має короткий вегетаційний період і слабку, порівняно з вівсом та іншими хлібними злаками, кореневу систему. Тому розміщувати його рекомендується на родючих структурних ґрунтах і після кращих попередників.

У той же час зразки технологічних рішень провідних вітчизняних та світових виробників для посіву зернових культур вказує на перехід до ґрунтозберігаючих, екстенсивних технологій. Це проявляється у переході до ширини міжряддя у 25 чи 33,3 см для посіву зернових культур або використання смугового посіву. Таким чином створені передумови до запровадження органічної технології вирощування ярого ячменю, яка передбачає впровадження відповідного чергування культур у сівозміні, застосування поживних посівів та соломи для удобрення, здійснення широкорядного посіву із наступним міжрядним обробітком для боротьби із бур'янами.

Проведені теоретичні дослідження та обґрунтування раціональних параметрів посівної секції для смугового посів ярого ячменю дозволили встановити такі конструктивні її параметри:

- діаметр стабілізуючих коліс – 0,24 м;
- шири ободу стабілізуючих коліс – 0,12 м;
- мінімальне зусилля пружини довантаження секції – 160 Н;
- максимальне зусилля пружини довантаження секції – 1120 Н;
- діаметр дроту витків пружини довантаження секції – 0,05 мм;
- жорсткість пружини довантаження секції - **251,4** Н/мм;
- довжина пружини за мінімального зусилля довантаження (монтажна довжина) – 200,9 мм.

Теоретичне дослідження тягового опору посівної секції виявило, що максимальний тяговий опір посівної секції лише не значно перевищує 300 Н за робочої швидкості руху сівалки у 15 км/год, максимального довантаження секції та глибини зароблення насіння 50 мм. Що у випадку обладнання сівалки дев'ятьма такими посівними секціями складе сумарний тяговий опір у межах 2700-3000 Н. Дане значення не враховує опір від опорно-привідних коліс сівалки. Проте за умов посіву на глибину $a=30$ мм та робочої швидкості сівалки у межах 10 км/год та довантаження посівної секції у 600 Н тяговий опір секції не перевищує 150 Н. Також слід відмітити що отримані значення відповідають роботі секції по ґрунту із мінімальним коефіцієнтом об'ємного зминання, що відповідає умовам підвищеного опору при русі по щойно обробленому полю. Таким чином розроблена секція забезпечуватиме значну економію енергії на процес посіву. Оскільки машина аналог вимагає агрегування із трактором з тяговим зусиллям у 14 кН.

У результаті польових випробувань встановлено, що смугові схеми посіву ярого ячменю дозволяють отримати врожай органічного зерна ярого ячменю сорту RGT PLANET на рівні показників цього сорту наведених у характеристиці для умов Полісся. Вплив схеми посіву 7-7-31-7-7 см порівняно із схемою 8-39-8 см у сторону зростання врожайності знаходиться у межах

статистичної похибки, що засвідчує відсутність впливу вищої рівномірності розподілу рослин по площі живлення у способі 7-7-31-7-7 см. У той же час покращення умов для міжрядного обробітку вказує саме на доцільність застосування у виробничих умовах схеми посіву 8-39-8 см.

Отримані значення маси 1000 насінин у даному дослідженні є вищими від значення наведеного у характеристиці сорту RGT PLANET для умов Полісся. Тому можна констатувати зростання якісних показників врожаю у порівнянні із звичайним рядковим способом посіву, що очевидно спричинене явищем яке описується як вплив «крайнього рядка».

Таким чином запровадження смугового посіву ярого ячменю сорту RGT PLANET із схемою 8-39-8 см забезпечує можливість отримання врожаю органічного зерна на рівні із звичайним рядковим способом посіву та з підвищеним показником маси 1000 насінини, що вказує на доцільність використання такої схеми у виробничих умовах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Рослинництво: Підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак, О.М. Козяр, Г.І. Демидась; За редакцією О.Я. Шевчука. К.: НАУУ, 2005, 502 с.
2. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ Українські технології, 2002. – 800 с.
3. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
4. Elvorti [Електронний ресурс]: офіційний сайт. – [URL: https://elvorti.com/catalog/](https://elvorti.com/catalog/).
5. Velesagro [Електронний ресурс]: офіційний сайт. – [URL: https://www.velesagro.com](https://www.velesagro.com).
6. Amazone [Електронний ресурс]: офіційний сайт. – [URL: https://amazone.de](https://amazone.de).
7. Шведик М.С. Ресурсоощадна технологія виробництва зерна і технічні засоби для її реалізації. – Луцьк: Вежа-друк, 2016. – 192 с.
8. Håkansson I, Myrbeck Å., Etana A. A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. Soil and Tillage Research, Volume 64, Issues 1–2, 2002. P. 23-40.
9. Nielsen S.K., Munkholm L.J., Lamandé M., I Norremark M., Skou-Nielsen N., Edwards G. T.C., Green O. Seed drill instrumentation for spatial coulter depth measurements. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 141, 2017. P 207-214.
10. Quasim M., Shrivastava A.K., Rautaray S.K., Gautam A.K.. Comparative evaluation of zero-till-slit seed drill and combined tillage and seeding equipment in rice. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. Volume 8(6), 2019. P. 132-149.
11. Kargwal, R. et al. (2022). A review on global energy use patterns in major crop production systems. Environmental Science: Advances 1.5, 662-679.

12. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.

13. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с

14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. –К.: Урожай, 2001. – 384 с.

15. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник, – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.

16. Оксенюк О. Дослідження широкорядного способу посіву ярого ячменю // Тези ІІІ студентської науково-технічної конференції «Сучасні технології у агровиробництві та природокористуванні». Луцьк: Факультет аграрних технологій та екології, Луцький НТУ. С. 16-18

ДОДАТКИ

Код	Назва	К-сть	Одиниця							
	<u>Документація</u>									
	<i>КАІ.СНС.01.00.0000. СК</i>		<i>Складальне креслення</i>							
			<u>Складальні одиниці</u>							
1	<i>КАІ.СНС.01.01.0000</i>	2	<i>Колесо</i>							
2	<i>КАІ.СНС.01.02.0000</i>	1	<i>Сашник</i>							
3	<i>КАІ.СНС.01.03.0000</i>	1	<i>Добантажівка</i>							
			<u>Деталі</u>							
4	<i>КАІ.СНС.01.00.0001</i>	1	<i>Плита передня</i>							
5	<i>КАІ.СНС.01.00.0002</i>	1	<i>Тяга верхня</i>							
6	<i>КАІ.СНС.01.00.0003</i>	2	<i>Тяга нижня</i>							
7	<i>КАІ.СНС.01.00.0004</i>	1	<i>Стойка</i>							
8	<i>КАІ.СНС.01.00.0005</i>	2	<i>Розпірка</i>							
9	<i>КАІ.СНС.01.00.0006</i>	1	<i>Палець</i>							
10	<i>КАІ.СНС.01.00.0007</i>	2	<i>Плита бічна</i>							
11	<i>КАІ.СНС.01.00.0008</i>	8	<i>Палець</i>							
			<u>Стандартні вироби</u>							
			<i>Шпінти ГОСТ397-79</i>							
12		8	<i>25x30</i>							
13		1	<i>2x26</i>							
<i>КАІ.СНС.01.00.0000</i>										
№	Док.	№ докум.	Підпис	Дата						
Заврабий	Оксеняк									
Звербовий	Циць									
Ч. контр.	Оксеняк									
Заврабий	Соняк									
<i>Секція посівна</i> <i>Складальне креслення</i>				<table border="1"> <tr> <td>К</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Луцький НТУ, каф. АІ ім.</i> <i>проф. Г.А. Хайваса</i> <i>зр. АІМ-21</i></td> </tr> </table>	К	1	2		<i>Луцький НТУ, каф. АІ ім.</i> <i>проф. Г.А. Хайваса</i> <i>зр. АІМ-21</i>	
К	1	2								
	<i>Луцький НТУ, каф. АІ ім.</i> <i>проф. Г.А. Хайваса</i> <i>зр. АІМ-21</i>									

