

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

МАКІЄВСЬКИЙ АНДРІЙ СТАНІСЛАВОВИЧ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА
ЗЕРНО З ОБҐРУНТУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ДО ПОСІВУ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ А. С. Макієвський

Науковий керівник – _____ д-р.х.н., професор, Е. В. Потапенко
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

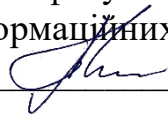
Зав. кафедри – _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
 «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
 РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

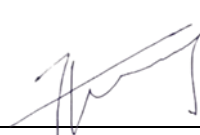
Затверджую:

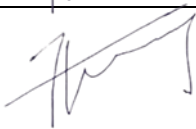
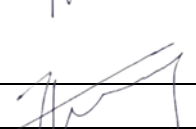
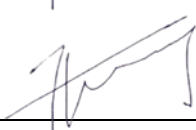
Декан факультету технологій та
 інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
 щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Макієвський Андрій Станіславович
 (прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Потапенко Едуард Володимирович, д-р.х.н., професор
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно з обґрунтуванням технологічного процесу підготовки ґрунту до посіву
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Макієвський А. С.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Потапенко Е. В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «АГРО ЗЕМ»	8
1.1. Актуальність теми та її науково-практичне значення	8
1.2. Загальна характеристика господарства.....	10
1.3. Аналіз техніко-економічних показників господарства по вирощуванню сільськогосподарських культур	12
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	16
2.1. Біологічні особливості кукурудзи	16
2.2. Огляд варіантів технології вирощування кукурудзи	19
2.3. Проектування технології вирощування кукурудзи на зерно	29
2.4. Порядок складання технологічної карти на вирощування кукурудзи на зерно і розрахунок по карті	37
2.5. Опис розробленого пристрою для стискання натискних пружин культиватора КПС-4	41
РОЗДІЛ 3. МЕХАНІЧНІ РОЗРАХУНКИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН.....	44
3.1. Основи теорії і розрахунку робочих органів культиваторів для суцільної обробки ґрунту	44
3.2. Силевий розрахунок зубової борони	52
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА: ОРГАНІЗАЦІЯ МАШИННОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОГЛЯДУ ЗА ПОСІВАМИ.....	56
4.1. Агротехнічні вимоги до машин для передпосівного обробітку ґрунту та догляду за посівами	57
4.2. Підготовка культиваторів та зубових борін до роботи на полі	59
4.3. Організація роботи агрегату в загінці.....	64
РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИТРАТ НА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ.....	67
5.1. Розрахунок економічної ефективності впровадження нової технології та системи машин	67
5.2. Розрахунок собівартості продукції	72
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	74
ДОДАТКИ.....	76

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво є основою життя людей. Але вона дієва у тому випадку, коли механізатори акціонерних товариств, фермери, орендатори добре володіють технікою і застосовують нові технології вирощування та збирання сільськогосподарських культур.

В нинішніх економічних умовах з погляду на підвищення цін на енергоносії, добрива і засоби захисту виникають потреби у здешевленні виробленої рослинницької продукції через удосконалення існуючих елементів агротехніки, підвищення рівня інженерного мислення при розробленні та впровадженні науково обґрунтованих систем машин. Також для вирішення цих проблем необхідно збільшити поставку в сільське господарство нових і модернізованих енергонасичених тракторів з відповідним комплектом машин, високопродуктивних ґрунтообробних, посівних і збиральних машин, а також іншої сільськогосподарської техніки для підготування, внесення і захисту рослин, малогабаритної техніки для фермерських господарств.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур - це система науково обґрунтованих, економічно ефективних, взаємозв'язаних способів технологічних операцій та прийомів, спрямованих на одержання високих врожаїв культур, при виконанні їх сучасною технікою. Застосовуються вони у тісному поєднанні й відповідності з фізіологічними потребами фазами її розвитку і спрямовані насамперед на підвищення ефективності використанні біокліматичного потенціалу, можливостей високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур, дозованого внесення збалансованих мінеральних і органічних добрив та інших засобів механізації.

Кукурудза – одна з найцінніших кормових культур. За врожайністю зерна вона перевищує всі зернові культури. Зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15-20%) і на фуражні (60-65%). За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито [1, 2]. Кукурудза, як просапна культура має важливе агротехнічне значення. При

дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Повертається значна частина органіки у вигляді коренів і стеблових решток.

З вище вказаної характеристики даної культури можна зробити висновок, що кукурудза є важливою культурою в суспільному житті, тому це веде за собою необхідністю впровадження у виробництво нових сортів, вивчення та вдосконалення технологій вирощувань.

Метою роботи є вивчення технології вирощування кукурудзи з найменшими затратами праці і більшою продуктивністю.

Об'єкт дослідження: процес вирощування кукурудзи на зерно в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

Предмет дослідження: технологія вирощування кукурудзи на зерно, зокрема технологічний процес підготовки ґрунту до посіву та удосконалення технічних засобів його виконання.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати виробничо-господарську діяльність господарства та умови вирощування кукурудзи.
2. Дослідити біологічні особливості кукурудзи та вимоги культури до умов вирощування.
3. Проаналізувати існуючі технології вирощування кукурудзи на зерно та визначити їх переваги і недоліки.
4. Обґрунтувати та спроектувати раціональну технологію вирощування кукурудзи на зерно з акцентом на передпосівний обробіток ґрунту.
5. Розробити та описати конструктивні рішення удосконаленого пристрою для роботи ґрунтообробних машин (пружин культиватора КПС-4 тощо).
6. Провести теоретичні розрахунки роботи ґрунтообробних робочих органів і силових показників агрегатів.

7. Встановити агротехнічні вимоги та технологічні умови ефективного функціонування машинного комплексу.

8. Оцінити економічну ефективність запропонованої технології та технічних рішень.

9. Визначити заходи з енергозбереження, охорони праці та навколишнього середовища при вирощуванні кукурудзи.

Методи дослідження:

- **теоретичні:** аналіз, синтез, узагальнення та систематизація наукових джерел; порівняльний аналіз технологій; теоретичні інженерні розрахунки робочих органів машин;

- **практичні:** аналіз виробничих показників господарства, вивчення існуючої технології, використання статистичних даних і виробничих матеріалів;

- **статистичні:** для обробки результатів розрахунків та економічних показників.

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «АГРОЗЕМ»

1.1. Актуальність теми та її науково-практичне значення

Багаторічний досвід вирощування кукурудзи в Україні, зокрема в умовах господарства ТОВ «Агро Зем», свідчить про високий потенціал культури завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам регіону. Ці умови забезпечують можливість отримання високопродуктивних сортів кукурудзи з стабільною та високою врожайністю, що є важливим фактором для забезпечення продовольчої та кормової безпеки господарства. Кукурудза є універсальною сільськогосподарською культурою, яку вирощують як для продовольчих, так і для кормових, а також для промислово-технологічних цілей. Вміст білка в зерні кукурудзи коливається в межах 9–12%, а мінеральних речовин — близько 1,5%, що робить її цінним компонентом у раціоні тварин і людей [3].

Зерно кукурудзи є важливою сировиною для харчової та переробної промисловості. Воно використовується для виробництва крохмалю, цукру, штучного меду, гліцерину, органічних кислот, кормових сумішей та інших продуктів харчової і біохімічної промисловості. Завдяки універсальності застосування кукурудза займає важливе місце в агропромисловому комплексі України. Її вирощування забезпечує високий рівень рентабельності сільськогосподарського виробництва, що є особливо актуальним у сучасних економічних умовах, коли зростають ціни на енергоносії, мінеральні добрива та засоби захисту рослин.

Актуальність теми визначається також необхідністю удосконалення технологічних процесів вирощування кукурудзи для підвищення ефективності використання ресурсів господарства. Сучасна аграрна практика ставить перед спеціалістами завдання не лише отримати високу врожайність,

а й оптимізувати витрати праці, пального, добрив і засобів захисту рослин. Раціонально підібрані комплекси машин для обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання кукурудзи дозволяють значно підвищити продуктивність, мінімізувати ручну працю та забезпечити комфортні умови для механізаторів, що безпосередньо впливає на ефективність виробництва.

Науково обґрунтоване планування технологічних операцій на кожному етапі вирощування кукурудзи є ключовим чинником для досягнення високих результатів. Особливу увагу слід приділяти передпосівній підготовці ґрунту, яка забезпечує формування оптимальної структури ґрунту, покращення аерації, водоутримуючої здатності та створення сприятливих умов для проростання насіння і розвитку кореневої системи. Раціональна технологія дозволяє підвищити ефективність використання добрив, знизити енергетичні та матеріальні витрати, зберегти родючість ґрунту та зменшити негативний вплив на довкілля.

Особливу актуальність тема набуває в умовах впровадження сучасних агротехнологій та нових сортів кукурудзи, які характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до посухи, шкідників і хвороб, а також оптимізованим вмістом поживних речовин. Вирощування таких сортів потребує застосування комплексного підходу до обробітку ґрунту, точного внесення добрив, систематичного догляду за посівами та використання високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів. Використання сучасної техніки, зокрема культиваторів, борін, сівалок та комбайнів, дозволяє зменшити трудові витрати, підвищити ефективність роботи механізаторів та забезпечити більш рівномірне виконання технологічних операцій, що сприяє одержанню стабільного та високого врожаю.

Науково-практичне значення теми полягає у можливості розробки та впровадження комплексної технології вирощування кукурудзи на зерно, яка забезпечує: економічну ефективність виробництва; підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів; оптимізацію трудових, матеріальних і енергетичних ресурсів; дотримання агротехнічних вимог до

посівів; збереження родючості ґрунту та підвищення екологічної безпеки виробництва.

Крім того, актуальність теми підтверджується постійним підвищенням вимог до якості сільськогосподарської продукції, необхідністю відповідності міжнародним стандартам та впровадженням інноваційних технологій у рослинництві. Удосконалення технології вирощування кукурудзи дозволяє зменшити собівартість виробництва, підвищити конкурентоспроможність продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках, сприяє сталому розвитку господарства та підвищенню його економічної стабільності.

У зв'язку з цим перед нами постає комплексна задача: провести детальний аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи, оцінити ефективність використання машинних агрегатів, розрахувати трудові, матеріальні та енергетичні затрати, розробити удосконалену технологію вирощування кукурудзи на зерно з обґрунтуванням технологічного процесу підготовки ґрунту до посіву. Тема кваліфікаційної роботи «Удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно з обґрунтуванням технологічного процесу підготовки ґрунту до посіву» є надзвичайно актуальною, оскільки забезпечує підвищення врожайності, зменшення виробничих витрат, впровадження сучасних технологій, ефективне використання ресурсів та економічну і екологічну стабільність сільськогосподарського виробництва.

1.2. Загальна характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю ТОВ «АГРО ЗЕМ» створене 11 червня 2007 року. Господарство ТОВ «АГРО ЗЕМ» знаходиться в центральній частині Полтавської області. Свою діяльність ТОВ «АГРО ЗЕМ» здійснює на території шести сіл.

Центральний офіс знаходиться в центрі міста. З економічної точки зору господарство має дуже вигідне географічне положення, невелика відстань до

автошляху, залізничної колії та пунктів реалізації продукції, що дозволяють зменшити витрати на транспортування продукції, цим самим зменшити собівартість одиниці продукції. Середня чисельність працівників в 2025 році склала 96 осіб. Із загальної кількості працюючих у господарстві 46% складають громадяни віком від 18 до 35 років, 54 % - громадяни віком від 35 до 60 років. ТОВ «АГРО ЗЕМ» розташоване в помірно континентальній зоні України. Клімат помірний, теплий, добре зволожений і характеризується такими показниками: сумами активних температур більше $+18^{\circ}\text{C}$, річною кількістю опадів $-265\ldots 870\text{мм}$. Найбільш холодний місяць – лютий, коли середня температура складає мінус 14°C . Весняний період починається, коли дата стійкого переходу середньодобових температур складає $+13^{\circ}\text{C}$. Літо тепле, не дощове з найбільш теплими місяцями серпнем, коли максимальна температура сягає $+40,2^{\circ}\text{C}$ і серпнем з середньодобовою температурою $+20\ldots 23^{\circ}\text{C}$. Довгота без морозного періоду становить $130\ldots 194$ днів.

Рослинність зони характеризується листяними лісами а також хвойними лісами і трав'яною рослинністю лучних степів.

Зональний тип ґрунтів – сірі лісові, а також невелика кількість чорнозему, поширені також дерново-підзолисті. Сірі опідзолені ґрунти на відміну від дерново-підзолистих мають більш виражений гумусний горизонт глибиною $18\ldots 38$ см, слабко-кислою реакцією ($\text{pH } 4,5\ldots 8,3$) і грудкувату структуру, міститься значно більше органічних речовин і вміст гумусу становить $2\ldots 3,5\%$. Основним напрямком підвищення родючості сірих лісових ґрунтів є поглиблення орного шару, систематичне застосування органічних і мінеральних добрив, вапнування, травосіяння і боротьба з ерозією.

Взагалі на території господарства склалися дуже вигідні природо-кліматичні умови для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема зерново-бобових, а саме озимої пшениці, сої, ріпак. Але іноді, в окремих випадках, при великій кількості опадів складаються несприятливі умови для збирання врожаю сільськогосподарських культур.

ТОВ «АГРО ЗЕМ» порівняно з іншими господарствами заборгованостей відносно держави не має. Відрегульований механізм продажу продукції, також налагоджено постачання ПММ і деталей. Господарство починає купувати зарубіжну та вітчизняну більш продуктивну і ефективнішу техніку для покращення своїх виробничо-економічних показників. На сьогоднішній день ТОВ «АГРО ЗЕМ» є нормально функціонуючим господарством, яке збільшує земельні ресурси, а також зменшує економічні показники, незважаючи на складну економічну ситуацію, з сільського господарства в Україні.

1.3. Аналіз техніко-економічних показників господарства по вирощуванню сільськогосподарських культур

За ТОВ «АГРО ЗЕМ» на 2025 рік закріплено 5036 га землі, яка придатна для вирощування сільськогосподарських культур. Для виконання запланованих планів господарства та реалізації вирощеної продукції важливе значення має наявність земельних угідь і структура посівних площ. (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1.

Структура земельних угідь

№ з/п	Назва угідь	Площа, га	Структура, %
1	Загальна площа	5036	100
2	рілля	4326	91,3
3	пасовища	710	8,7

Усі культури вирощуються за прогресивними технологіями, що дає можливість збільшити врожайність культур. Якщо правильно використовувати всю землю, то можна одержати великий прибуток у

сільському господарстві. Структура посівних площ за 2025 р представлена в (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2.

Структура посівних площ за 2025 рік

№ з/п	Культура	Площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий збір, т	Собівартість, грн./т
1	соя	1918	11,4	21865,2	384,7
2	озима пшениця	1554	26,7	41491,8	357,8
3	ярий ріпак	854	18,2	15542,8	335,0

Ефективне використання машини у сільському господарстві значною мірою залежать від оптимальної структури і кількісного складу МТП, для нашого досліджуваного товариства склад МТП представлений в таблиці 1.3

Таблиця 1.3.

Склад МТП і сільськогосподарських машин на 2025 рік

№ з/п	Марка	Кількість	Коефіцієнт готовності
1	2	3	4
1	<u>Трактори:</u>	9	0,91
2	Т-150К	2	0,87
3	МТЗ-80	1	0,95
4	МТЗ-82	2	0,98
5	ЮМЗ-6Л	2	0,76
6	Case magnum 310	2	0,99
7	<u>Комбайни:</u>	2	0,97
8	Case 2388 AF	2	0,97
9	<u>Автомобілі:</u>	14	0,83
10	ГАЗ-53	3	0,76
11	КАМАЗ-5320	2	1,00
12	УАЗ-4711	2	0,67
13	ВАЗ 2123	1	0,87

14	Нива 2121	1	0,77
15	ЗАЗ 1105	2	0,88
16	ГАЗ 3307	2	0,78
17	ВАЗ 2199	1	0,97
18	<u>Сівалки:</u>	4	0,70
19	ССТ-12Б	2	0,45
20	СУПН-8	1	0,77
21	Vanderstand	2	0,89
22	СЗ-3,6	1	0,92
23	<u>Котки:</u>	3	0,92
24	ККШ-6	3	0,92
25	<u>Культиватори:</u>	5	0,83
26	КПС-4	3	0,84
27	УСМК-5,4	2	0,83
28	<u>Борони:</u>	6	0,98
29	БДЛП-8,0	2	1,00
30	БЗСС-1,0	2	0,96
31	Борона БГР 4,2	2	1,00
32	<u>Жатки:</u>	4	0,71
33	ЖРБ-4,2	2	0,65
34	ЖФН-6	2	0,78
35	<u>Плуги:</u>	4	0,81
36	ПЛН-4-35	2	0,74
37	ПЛН-5-35	2	0,88
38	<u>Оприскувачі:</u>	2	0,76
39	ОПВ-1200	2	0,76
40	<u>Луцильники:</u>	5	1,00
41	ЛДГ-15	2	1,00
42	ЛДГ-10 М	3	1,00

ТОВ «АГРО ЗЕМ» у порівнянні з іншими господарствами має майже необхідну кількість техніки, але більша частина її відпрацювала свій ресурс, тому необхідно замінити стару низькопродуктивну техніку на нову більш ефективну.

Таблиця 1.4.

Ремонтно-обслуговуюча база «Кролевець -Агро»

Назва техніки	Періодичність обслуговування		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
Трактори, мото-год	125	500	1000
Самохідні комбайни і машини, мото-год	60	240	-
Несамохідні машини і комбайни, мото-год.	60	-	-
Легкові автомобілі, км	3000	12000	-
Вантажні автомобілі, км	2500	10000	-

Ремонтно-обслуговуюча база господарства призначена для запобігання відмов, усунення несправностей та підтримання техніки в робочому стані. Ремонтно-обслуговуюча база в основному складається з центральної ремонтної майстерні, яка знаходиться на базі ТОВ «АГРО ЗЕМ».

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Біологічні особливості кукурудзи

Зерно кукурудзи використовується на продовольчі цілі. З нього виготовляють понад 150 харчових і технічних продуктів: борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу, спирт. Із 100 кг зерна одержують 37-40 л спирту, що на 3-5 л більше, ніж із зерна інших культур. Із зародків зерна добувають цінну харчову олію, яка має лікувальні властивості (зменшує вміст холестерину в крові і запобігає захворюванню на атеросклероз). Із стрижнів качанів виготовляють фурфурол, лігнін, ксилозу, одержують целюлозу і папір. З 1 ц зерна можна одержати 56 кг крохмалю (або 60 кг фруктози чи 38 л спирту), 22,4 кг корму з вмістом протеїну 21%, 5,2 кг глютенowego борошна і 2,7 кг кукурудзяної олії [3,4].

Кукурудза, як просапна культура має важливе агротехнічне значення. При дотриманні вимог агротехніки вона залишає поле чистим від бур'янів з розпушеним ґрунтом. Повертається значна частина органіки у вигляді коренів і стеблових решток. Важливим елементом біологізації рослинництва є заорювання листостеблової маси при збиранні і вивезенні з поля лише зерна кукурудзи. На кожен тону приораної кукурудзи в ґрунт повертається $N_{16-17}P_{47}K_{30-37}Mg_4$. Приорювання 7 т листостеблової маси рівноцінно за надходженням елементів живлення внесенню 20-25 т гною. Кукурудза - добрий попередник для зернобобових, ярих зернових культур; гірший для озимих зернових, оскільки після неї важче якісно підготувати ґрунт до сівби.

Кукурудза – теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння - 8-10°C, сходи з'являються за 10-12°C. При висіванні в холодний ґрунт (< 8°C) насіння проростає дуже повільно, набубнявіле насіння не сходить, різко знижується польова схожість. У фазі 2-3 листків витримує приморозки до -2°C. Сходи кукурудзи гинуть за -3°C. Небезпека

повернення весняних приморозків в Україні існує і припадає один раз на 5-6 років. Якщо зниження температури (нижче -5°C) триває кілька годин, то кукурудза вимерзає незалежно від фази розвитку. Перспективними є виведені селекціонерами біотиби кукурудзи, що здатні проростати за температури $5-6^{\circ}\text{C}$. Найменші ранні осінні приморозки пошкоджують листки і рослину в цілому. Необхідно зазначити, що в останні роки, в зв'язку з поширенням кукурудзи у північні регіони, створено нові ранньостиглі гібриди. Вони відзначаються високою холодостійкістю. При зниженні температури інкрустоване насіння може лежати в ґрунті 25-30 днів і здатне прорости після потепління. У літній період вегетації за температури $14-15^{\circ}\text{C}$ ріст рослин сповільнюється, а за 10°C вони не ростуть [1,5,6].

У фазах сходи – викидання волотей оптимальна температура для росту і розвитку - $20-23^{\circ}\text{C}$. До появи генеративних органів підвищення температури до $25-30^{\circ}\text{C}$ не шкодить кукурудзі. У фазі цвітіння підвищення температури понад 25°C негативно впливає на запліднення рослин. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить $45-47^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур, за яких досягають ранньостиглі гібриди, становить $2100-2200^{\circ}\text{C}$, середньоранні і середньостиглі - $2400-2600^{\circ}\text{C}$ і пізньостиглі - $2800-3200^{\circ}\text{C}$. Є декілька варіантів поділу гібридів за групами стиглості

Кукурудза (рис.2.1) — одна з давніх землеробських культур. Вона є однією з найбільш продуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного призначення. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20% зерна кукурудзи, для технічних 15-20%, на корм худобі 60 - 65% [8,9].



Рис. 2.1. Загальний вигляд качану кукурудзи

У нашій країні кукурудза є найважливішою кормовою культурою. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою.

Найбільш цінний корм — зерно кукурудзи, яке містить 9 — 12% білків, 65-70% вуглеводів, 4 —8% олії, 1,5% мінеральних речовин. У 100 кг його міститься 134 корм, од., до 8 кг перетравного протеїну [1,2,9].

Кукурудзяне борошно (рис. 2.2) широко використовують у кондитерській промисловості — для виготовлення бісквітів, печива, запіканок. Із зерна виробляють харчові пластівці, повітряну кукурудзу, крупу. Причому за вмістом білків (12,5%) кукурудзяна крупа переважає інші крупи (пшоно, ячмінну, гречану) [2].



Рис. 2.2. Кукурудзяне борошно

Із зерна виробляють харчовий крохмаль, сироп, цукор, мед. Вживають у їжу недостигле зерно, особливо цукрової кукурудзи, у вигляді варених качанів. Із зародків зерна добувають рослинну олію, яка є не тільки висококалорійним продуктом харчування, а й має лікувальні властивості: містить лецитин, який знижує вміст холестерину в крові і запобігає атеросклерозу.

Зерно кукурудзи використовують для виробництва різних прохолодних напоїв, піностійких сортів пива, етилового спирту, гліцерину, органічних кислот (молочної, лимонної, оцтової та ін.), із стебел та стрижнів качанів виробляють папір, целюлозу, ацетон, метиловий спирт та ін. Із стовпчиків маточок незрілих качанів готують відвари, які вживають при гострих захворюваннях і хронічних запаленнях печінки, нирок та сечового міхура.

Підраховано, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних виробів, значна частина яких, у свою чергу, є сировиною для виготовлення іншої продукції. Наприклад, з кукурудзяного сиропу виробляють каучук, фарби, різні антисептики, розчинники олії та ін. [3].

2.2. Огляд варіантів технології вирощування кукурудзи

Кукурудза найкраще росте після озимини, зернобобових, цукрового і кормового буряка, гречки, картоплі. В зоні Полісся кукурудзу розміщують після люпину, багаторічних трав, льону, зернобобових, озимих, картоплі. Кукурудза не належить до культур, дуже вимогливих до попередників.

Кукурудзу можна вирощувати як монокультуру. На чорноземах беззмінне вирощування, за умови щорічного внесення органічних добрив, можливе впродовж 6-10 років, а на менш родючих ґрунтах - 3-5 років.

У районах достатнього зволоження лісостепової та поліської зон кукурудза на силос більше реагує на добрива, ніж на попередники.

У районах недостатнього зволоження не рекомендується висівати кукурудзу після культур, які висушують ґрунт на значну глибину, зокрема

після цукрового буряку, суданської трави, соняшнику. Не варто сіяти після проса, щоб запобігти поширенню спільного шкідника - кукурудзяного метелика.

При безгербіцидній технології вирощування кукурудзи велике значення має основний обробіток ґрунту. Його проводять з урахуванням попередника, типу ґрунту, рельєфу, ступеня і особливості забур'янення поля.

У зоні достатнього зволоження на забур'янених полях ефективний напівпаровий обробіток ґрунту. Після ранніх попередників (зернових, зернобобових) ґрунт слідом за збиранням дискують на глибину 6-8 см. Вносять мінеральні і органічні добрива і проводять оранку на глибину 27-30 см, щоб забезпечити добрий розвиток кореневої системи. Краще орати оборотними плугами.

Через два-три тижні проводять поверхневий обробіток для знищення сходів бур'янів за допомогою культиватора, дискової борони, важких борін чи інших знарядь. Обробітки повторюють в міру появи другої, третьої хвиль сходів бур'янів.

Після пізніх попередників (буряк, багаторічні трави, кукурудза) важливо задискувати поля важкими боронами БДТ-7,0 для доброго подрібнення рослинних решток. Потім вносять добрива і орють ярусними плугами ПЯ-3-35; ПНЯ-4-40 на глибину 27-30 см. За умов достатнього зволоження у другій половині літа зяблевий, зокрема напівпаровий, обробіток ґрунту можна замінити сівбою післяжнивних сидеральних культур - гірчиці білої, редьки олійної. В жовтні зелену масу їх заорюють на глибину 27-30 см. Після пізніх попередників, як сидеральну культуру можна висівати озиму суріпицю і приорювати її зелену масу навесні.

Основним завданням передпосівного обробітку ґрунту є збереження вологи в ґрунті, очищення від бур'янів, створення сприятливих умов для проростання насіння і одержання своєчасних сходів.

Загальноприйнятим обов'язковим прийомом є ранньовесняне боронування і вирівнювання поверхні фізично стиглого і ґрунту за

допомогою важких борін і волокуш-вирівнювачів, які рухаються по полю під кутом 45° до напрямку оранки. Після появи сходів бур'янів проводять першу культивуацію на глибину 10-12 см. Другу хвилю пророслих бур'янів знищують передпосівним обробітком, який найкраще провести за допомогою комбінованих агрегатів типу РВК-3,6, Європак, ЛК-4. Передпосівний обробіток проводять на глибину загортання насіння. Якщо строки сівби пізніші, проводять 2-3 культивації, знищуючи при цьому нові хвилі пророслих бур'янів. Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою повинен бути мінімальним – не більше півгодини.

Кукурудза потребує значно вищих норм добрив, ніж інші зернові культури. З органічних добрив найчастіше використовують підстилковий гній, який вносять під оранку. Норма внесення залежить від зони і родючості ґрунту. У західному Лісостепу вона становить 30-40 т/га, на Поліссі - 40-60 т/га. Рідкий гній слід вносити до 80-100 т/га і негайно заробляти в ґрунт.

У світовому рослинництві і, зокрема, найширше у країнах Західної Європи, використовується зелене добриво. Для сидерації слід використовувати люпин, суріпицю, ріпак, гірчицю білу, редьку олійну та ін. Приорювання зеленої маси післяукісного люпину можна прирівняти до внесення 20-30 т/га гною.

На формування 1 т зерна з відповідною кількістю стебел і листя використовується 24-30 кг азоту, 10-12 кг фосфору, 25-30 кг калію, по 6-10 кг магнію і кальцію. Залежно від рівня врожайності засвоюється різна кількість поживних речовин.

При нестачі азоту формуються низькорослі рослини з дрібними світло-зеленими листками. Критичний період засвоєння азоту цвітіння і формування зерна.

Гостру потребу у фосфорі кукурудза має у початковій фазі росту. При його нестачі листки набувають фіолетово-вишневого кольору, затримуються фази цвітіння і достигання. Важливо враховувати, що нестачу фосфору в ранні фази росту не можливо компенсувати внесенням його у пізніші строки.

Якщо в ґрунті не вистачає калію, то молоді рослини сповільнюють ріст, листки спочатку стають жовтуватими-зеленими по краях, а потім жовтими. Верхівки і краї листків засихають, ніби від опіків. Калій підвищує стійкість до вилягання і до стеблової гнилі, важливий для формування качанів.

Норма мінеральних добрив розраховується на запланований урожай і змінюється залежно від типу ґрунту, попередника, наявності органічних добрив. Для Лісостепу вона становить N80-140P80-100K70-120. Всю норму фосфорних і калійних добрив необхідно внести восени під оранку, азотні вносять під весняну культивуацію (80-90%), решту використовують для підживлення під час вегетації. Кукурудзу за інтенсивної технології вирощування здебільшого не підживлюють. Для забезпечення рослин кукурудзи магнієм рекомендується використовувати калійне добриво калімагnezію, в якому міститься 6-8% магнію і 28% калію. Складні добрива (нітроамофоска) вносять навесні під культивуацію.

Рослини кукурудзи потребують для свого живлення мікроелементи. У процесі вегетації вони поглинають до 800 г/га марганцю, 350-400 г/га цинку, 70 г/га бору, 50-60 г/га міді. Найкраще застосовувати мікроелементи при проведенні інкрустації насіння.

Значним резервом підвищення урожайності та поліпшення якості зерна є регулятори росту рослин, які підвищують урожай зерна та зеленої маси на 10-20%, або на 5-9 ц/га зерна і 30-90 ц/га зеленої маси. Ними обробляють насіння перед сівбою, або обприскують посіви під час вегетації рослин у фазі 8-10 листків (табл. 2).

Обробку насіння регуляторами росту поєднують з протруєнням, обробкою мікроелементами. Посіви обприскують з витратою робочого розчину 250-300 л/га. При розміщенні кукурудзи на бідніших ґрунтах та на нижчих фонах мінерального живлення оптимальна доза внесення Емістиму С та Зеастимуліну становить 10 мл/га, а на полях з високими агрофонами її збільшують до 15 мл/га.

Ефективність регуляторів росту при допосівній обробці насіння і обприскуванні посівів майже однакова. Встановлено, що регулятори росту прискорюють ріст і розвиток рослин, зростає їх стійкість до високих температур та посушливої погоди.

Згідно Реєстру сортів України на 2022 рік зареєстровано 240 гібридів. В умовах Лісостепу і Полісся можна висівати значну кількість ранньостиглих гібридів. Вони вчасно досягають, і витрачається значно менше коштів на сушіння зерна [12].

Насіння кукурудзи до сівби найбільш якісно готують на насінневих заводах. Воно повинно мати високу схожість - 95%, і енергію проростання 90%, що особливо важливо для одержання дружних сходів, формування вирівняних посівів. Його висушують до вологості 13-14%, калібрують, протруюють препаратами фунгіцидної та інсектицидної дії.

Сіють кукурудзу пунктирним способом з міжряддями 70 см з допомогою сівалок СУПН-8, СПЧ-6М. При збільшенні норми висіву в умовах достатнього зволоження при вирощуванні кукурудзи на силос ширину міжрядь можна зменшити до 50 чи 45 см, що забезпечує рівномірніше розміщення рослин на площі. У надмірно загущених посівах пригнічується ріст і розвиток качанів.

Глибина сівби У Лісостепу і на Поліссі насіння кукурудзи загортають на глибину 4-6 см, на легких ґрунтах і при підсиханні посівного шару - на 5-8 см. На вологих ґрунтах глибину сівби зменшують до 3-4 см. В умовах Західної України при сівбі ранньостиглих холодостійких гібридів у пізніші строки рекомендується сіяти на глибину 2-3 см. У степових районах з дефіцитом вологи у верхньому шарі ґрунту насіння загортають на глибину 6-10 см.

Важливе значення для одержання дружних, вирівняних сходів має дотримання рівномірної глибини загортання насіння, що забезпечується ретельним вирівнюванням ґрунту і правильним регулюванням сівалки на задану глибину.

У Лісостепу і на Поліссі насіння кукурудзи загортають на глибину 4-6 см, на легких ґрунтах і при підсиханні посівного шару - на 5-8 см. На вологих ґрунтах глибину сівби зменшують до 3-4 см. В умовах Західної України при сівбі ранньостиглих холодостійких гібридів у пізніші строки рекомендується сіяти на глибину 2-3 см. У степових районах з дефіцитом вологи у верхньому шарі ґрунту насіння загортають на глибину 6-10 см.

Важливе значення для одержання дружних, вирівняних сходів має дотримання рівномірної глибини загортання насіння, що забезпечується ретельним вирівнюванням ґрунту і правильним регулюванням сівалки на задану глибину.

При оптимальних умовах сходи з'являються за 7-8 днів. За холодної погоди кукурудза може зійти через 3 тижні. Інкрустоване насіння може знаходитись у ґрунті один місяць і після цього дати сходи. Кукурудзу на зерно і силос сіють, коли температура ґрунту на глибині 10 см становить 10-12°C. Холодостійкі гібриди можна висівати раніше, при температурі ґрунту 8-10°C впродовж трьох днів. У недостатньо прогрітий ґрунт сіяти ризиковано [13,14,17].

В умовах Західного Лісостепу і Полісся календарні строки сівби кукурудзи припадають на період з 1 по 15 травня.

Швидше на 6-10 днів можна висівати інкрустоване насіння.

Заданими фірми "Піонер", ранньостиглі гібриди характеризуються високою холодостійкістю. У роки з ранньою весною їх можна сіяти 10-20 квітня, а в умовах пізньої весни - з 20-25 квітня.

Рекомендована густина посіву для умов України коливається в значних межах 25-80 тис. рослин на 1 га перед збиранням (табл. 5). Для ранньостиглих сортів і гібридів густина рослин може зростати до 85-90 тис./га і більше [16].

Щоб забезпечити передзбиральну густоту рослин, встановлюють страхові надбавки насіння. У Лісостепу і Поліссі вона може становити 30-40%. Вагова норма висіву насіння становить 15-25 кг/га. При вирощуванні

кукурудзи на силос і зменшенні ширини міжрядь вона може зрости до 30-40 кг/га.

Дуже важливе значення має не тільки оптимальна кількість рослин, а й рівномірне розміщення їх на площі. Зменшення ширини міжрядь понад 70 см при вирощуванні кукурудзи на зерно приводить до рівномірного стояння рослин, але негативно впливає на ріст качанів і особливо на формування зерна в них після цвітіння. Тому необхідно рівномірно, на однаковій відстані розміщувати насіння (рослини) в рядку. Для забезпечення рівномірного розміщення насіння в рядку потрібно сіяти зі швидкістю 4-6 км/год. Швидкість руху при сівбі можна легко встановити. Для цього відміряють 50 м і фіксують час, необхідних посівному агрегату для проходження цієї відстані. Якщо витрачено 45 секунд - швидкість руху становить 4,5 км/год, 30 секунд - швидкість становить 6,0 км/год. Тому тривалість проходження посівним агрегатом 50 м повинна бути не менше півхвилини.

На 1 м довжини рядка при ширині міжрядь 70 см повинно висіватись орієнтовно 5,6 насінин, що забезпечить густоту 80 тис/га, 6,3 насінин (90 тис./га), 7 насінин (100 тис/га).

За даними табл. 6. для висіву 80 тис. насінин/га відстань між насінинами повинна становити 17,9 см. Знаючи оптимальну густоту стояння рослин для гібриду, лабораторну і

Зразу ж після сівби поле необхідно закоткувати. Це покращує контакт насіння з ґрунтом, підвищує польову схожість кукурудзи і забезпечує дружне проростання насіння бур'янів. Досходове боронування проводять через 5-6 днів після сівби, коли бур'яни проросли і знаходяться у фазі "білої ниточки". Боронують впоперек рядків легкими (ЗБП-0,6) або середніми боронами (БЗСС-1). При проведенні 2-3 досходових боронувань можна знищити 70-80% проростків бур'янів. Післясходове боронування проводять у фазах 2-3-х і 4-5 листків у кукурудзи. Швидкість руху агрегату 4,5-5,5 км/год.

Інтенсивне боронування (3-4 рази) на чистих мало забор'яненних полях дає змогу обійтись без внесення гербіцидів.

Бур'яни знищують також міжрядними обробітками з допомогою культиваторів КРН-4,2; КРН-5,6. Для першого міжрядного розпушування використовують лапи-бритви і стрільчасту лапу. Глибина першого міжрядного обробітку становить 4-5 см. Друге і третє розпушування (6-8 см) проводять з лапами підгортальниками для присипання бур'янів у рядках. При цьому швидкість руху агрегату має бути не менша 8-9 км/год, інакше не буде присипання бур'янів у рядках ґрунтом. Підгортання стимулює утворення додаткових коренів, знищує бур'яни у захисній зоні рядка. При необхідності кукурудзу підживлюють азотними добривами, коли висота рослин не більше 30-40 см [19].

На сильнозабур'янених полях, де не завжди агротехнічними методами досягається очищення посівів від бур'янів, застосовують гербіциди.

Гербіциди суцільної дії (глісол, гліфос, гліфосат, гліфоган, раундап, утал) можна використовувати для обприскування вегетуючих бур'янів восени після збирання попередника. Можна вносити їх весною по вегетуючих бур'янах за 2 тижні до сівби кукурудзи. До обприскування виключити всі механічні обробки, крім ранньовесняного закриття вологи. Норма внесення - 3-6 літа.

Гербіциди ґрунтової дії вносять перед сівбою і до появи сходів. До "Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні" занесені наступні препарати: аценіт, гвардіан, гезагард, дуал, ерадікан, мерлін, пріmekстра, стомп, трофі, фронт'єр, харнес.

Ефективні на кукурудзі післясходові гербіциди: базис, базагран, бромотрил, дезормон, діален, дікопур, крос, ладдок, лонтрел, лонтрім, тітус, хармоні, 2,4Д.

Порівняно з іншими культурами, кукурудза уражається хворобами значно менше. Проте вони можуть завдати значної шкоди посівам. Кукурудза може пошкоджуватись такими хворобами: хвороби проростків і сходів, кореневі і стеблові гнилі, нігроспороз, гельмінтоспориоз листя, пухирчаста сажка, летюча сажка, вірусні хвороби. Захист від більшості хвороб

здійснюється за допомогою агрозаходів - чергування культур у сівозміні, якісна сівба в оптимальні строки, застосування добрив у нормативному співвідношенні, своєчасне збирання. Хімічні препарати застосовуються під час протруєння насіння одночасно з мікроелементами і плівкоутворюючими речовинами.

Шкідники Кукурудза може уражатися багатьма шкідниками, що кукурудзи призводить до значного зменшення врожайності. Основні з них наступні: кукурудзяний стебловий метелик, дротяники (ковалики), чорниші, західний кукурудзяний жук, шведська муха.

Для знищення шкідників (дротяники, кукурудзяний метелик, шведська муха, озима совка) на кукурудзі дозволено застосовувати децис, маврік, шерпа і штефесін.

Кукурудзу на зерно збирають при фізіологічній стиглості за вологості зерна не більшої за 35-40% зернозбиральними комбайнами "Херсонець" та ін. До цієї фази нагромадження асимілянтів закінчується, про що свідчить чорний прошарок (чорна точка) між зерном і місцем прикріплення його до серцевини качана. Якщо вологість зерна не перевищує 30%, то качани відразу обмолочують зерновими комбайнами з пристосуваннями. Качани з вологістю зерна, меншою за 28%, добре зберігаються в сапетках, на горищах, і за 6-8 тижнів їх вологість може знизитись до 20%. Качани з вологим зерном необхідно підсушити. Проте, для зниження вологості з 35% до 14% на кожному тону зерна витрачають близько 30-50 кг рідкого палива. Тому в практиці широко використовується приготування корнажу, що являє собою високопоживну консервовану масу із подрібненого зерна (вологість 24-35%) або подрібнених качанів кукурудзи підвищеної вологості (35-40%). Це цінний корм для відгодівлі свиней.

Качани подрібнюють дробарками і масу закладають в траншею. Подрібнена маса трамбується, герметизується плівкою. При заготівлі корнажу важливо добре подрібнити масу, не менш 80% повинно мати діаметр частинок близько 3 мм. Найвищу якість корму одержують при

вологості зерна 38% (36-40%). При такій вологості вміст цукру в зерні найвищий. За вищої вологості зерна, із засилосованої маси витікає багато соку, а разом з ним втрачається цукор, тому корм стає кислим, менш поживним.

За допомогою кормозбирального комбайна при вологості зерна 40-45% подрібнюють зерно і стрижні разом з листовою обгорткою і силосують. У тваринництві такий корм використовується як концентрований.

Листостеблову масу зернової кукурудзи силосують разом з зеленою масою поукісних посівів, гичкою буряків тощо у співвідношенні 2-1.

При біологічному рослинництві, після збирання зерна, подрібнену листостеблову масу розстеляють на поверхні ґрунту. Пізніше її придисковують важкими боролами БДТ-7,0 і приорюють. З допомогою оборотних плугів і трактора К-700 можна приорати кукурудзиння без попереднього дискування, при умові, що глибина оранки становитиме більше 30 см, а плуг обладнаний спеціальними обтікаючими передплужниками. Така технологія збирання забезпечує повернення значної кількості органіки у ґрунт.

Наприкінці молочно-воскової стиглості, коли вологість зеленої маси не перевищує 65-70%, а вміст сухих речовин становить 25-30%, кукурудзу збирають пасилос комбайнами КС-2,6; КСК-100, Е-281, Марал, Ягуар. Подрібнену до 2-3 мм (не більше 4 мм) масу силосують з наступним інтенсивним трамбуванням у траншеях та вкривають плівкою, соломою. При якісному трамбуванні зменшується вміст повітря і відбувається кисломолочне бродіння, якщо є більше повітря - у силосній масі проходить оцтове бродіння, якість силосу низька. Важливо також подрібнити зерно для кращого його засвоєння організмом тварин. Вологість силосу не повинна перевищувати 75%.

Для стабільного виробництва зерна слід усю силосну кукурудзу (2 млн. га) вирощувати за зерновою технологією. У світі немає посівів кукурудзи на

силос, вся вона вирощується на зерно і різниться лише за характером використання врожаю.

Щоб збалансувати кукурудзяний корм за ущільнених посівах з бобовими (соя, горох, кормові боби, буркун), капустяними, соняшником, вівсом, гарбузами. Такі посіви дають високий врожай зерна чи зеленої маси кращої якості. Кукурудзу і сою висівають здебільшого в один рядок, або рядки чергують. Норма висіву кукурудзи така сама, як і в чистих посівах. Сої висівають до 80-100 тис. зерен на 1 га. Використовують гербіцид дуал, що не пошкоджує рослини кукурудзи і сої [1,17].

Урожайність від ущільнення кукурудзи буркуном зростає на 50 ц/га, а вміст перетравного протеїну на 23 г. Сіють кукурудзу сівалкою СЗТ-3,6 з шириною міжрядь 60 см, насіння знаходиться у зерновому ящику. Норма висіву 40-45 кг/га. Буркун висівається рядковим способом з трав'яного ящика, норма висіву - 20 кг/га.

Особливо часто висівають кукурудзу в суміші з іншими культурами у післяукісних та післяжнивних посівах.

2.3. Проектування технології вирощування кукурудзи на зерно

Кукурудзу на зерно в основному розміщують після наступних попередників: кукурудза, цукрові буряки, ярий ячмінь.

Частина господарств застосовує оранку, деякі проводять поверхневий обробіток з ґрунтопоглибленням до 45 см.

У зв'язку зі зменшенням кількості опадів за останні 5 років виробники обирають більш холодостійкі гібриди кукурудзи і починають посів з 10-15 квітня, залежно від погодних умов та температури ґрунту. Густота стояння рослин кукурудзи на час збирання становить 75-80 тис. рослин/га.



Рис. 2.3 Кукурудза

З осені вносять 1-2 ц/га тукосуміші (8-26-26), а після основного обробітку ґрунту (ґрунтопоглиблення або оранки) — аміачну воду в нормі 200-500 л/га. При посіві вносять від 0,5 до 5 ц/га аміачної селітри або карбаміду. Позакоренево практично всі господарства використовують добрива, які містять цинк у нормі до 2 л (кг)/га у фізичній вазі переважно у фазі 8-10 листка у кукурудзи.

Понад 80% господарств західного регіону застосовують дворазове внесення гербіцидів. Перше внесення проводять відразу після посіву або через 1-3 дні, використовуючи ґрунтові гербіциди на основі ацетохлору. При другому внесенні застосовують страхові гербіциди у фазі від 3-4 до 8-10 листків кукурудзи. Така схема застосування гербіцидів дає можливість дуже добре захистити посіви кукурудзи від бур'янів (практично аж до збирання посіви залишаються чистими).

Фунгіциди на посівах кукурудзи практично ніхто не використовує.

Близько 10-15% господарств проводять інсектицидні обробки посівів кукурудзи проти кукурудзяного метелика. В основному застосовують авіаційний метод, деякі господарства користуються обприскувачами з високим кліренсом. Майже 60% господарств проти кукурудзяного метелика застосовують трихограму. Зазвичай орієнтуються на початок масового льоту метелика. Перша обробка припадає орієнтовно на початок викидання волоті, другу проводять через 10-14 днів.

Окремі господарства з метою зменшення вологості зерна орієнтовно за 1 місяць до планового збирання кукурудзи (при вологості зерна не більше 32%) проводять десикацію посівів переважно препаратами на основі гліфосату. Норма витрати гербіциду становить 2-3 л/га. Цей захід дає можливість знизити вологість зерна на 4-8% (у порівнянні з необробленими посівами) і раніше розпочати початок збирання. Але слід враховувати, що проведення десикації посівів при вологості зерна більше 32% призведе до зменшення урожайності зерна кукурудзи.

Деякі рекомендації щодо покращення технології вирощування кукурудзи:

- ранні строки посіву холодостійкими гібридами за температури ґрунту на глибині загортання насіння 6-8°C;
- повноцінне мінеральне живлення рослин кукурудзи (удобрення та підживлення комплексними видами добрив, а не лише однокорисного застосування азотних). З метою більш ефективного використання добрив їх норми необхідно встановлювати на основі ґрунтових аналізів та листкової діагностики рослин;
- глибока оранка до 32 см, після якої урожай, як правило, вищий (у регіоні важкі ґрунти, а також після оранки краще розвивається коренева система);
- ґрунтова і страхова схема застосування гербіцидів;
- для ефективної профілактики сажкових хвороб необхідно кукурудзу розміщувати в сівоzmіні, уникаючи повторних посівів. Для більш ефективної боротьби зі стебловим метеликом необхідно застосовувати хімічні методи захисту, використовуючи сучасні інсектициди.

В Україні зареєстровані та пропонуються сільгоспвиробникам понад 20 висококонкурентних гібридів кукурудзи селекції ЗААТБАУ (Австрія) з ФАО від 220 до 370. Гібриди кукурудзи від ЗААТБАУ здатні задовольнити вимоги практично будь-якого виробника (в асортименті є універсальні, зернові,

силосні гібриди, з відмінною, з гарною вологовіддачею, з максимальною урожайністю, для різних технологій вирощування) [14].

На графіку, розміщеному нижче, наведена середня урожайність гібридів кукурудзи ЗААТБАУ (в перерахунку на стандартну вологість зерна 14%), яку вони продемонстрували на 22 випробувально-демонстраційних ділянках господарств Західної України в 2014 році.

Нині кукурудза належить до культур, що стали найвигіднішими у агровиробництві. Запровадивши нові агротехнології, виробники можуть отримувати високі врожаї та валові збори зерна. Та варто наголосити: поряд зі збільшенням урожайності культури та площі посіву, технологія вирощування культури залишається енергомісткою. Тому одним із напрямків економії ресурсів є правильний підбір гібридів.

Внаслідок глобальних змін клімату, коли в південній частині України дедалі частіше складаються посушливі умови під час вегетації кукурудзи, відмічено стрімку тенденцію до збільшення посівних площ під цією культурою в Лісостепу України. Ареал вирощування культури зміщується в зону стійкого вологозабезпечення. Так, площа посіву кукурудзи на зерно в Рівненській області становила торік близько 61,7 тис. га (майже в 5 разів більше порівняно з 1990 р.), урожайність – 6,92 т/га (у 1990 р. – 39,5 ц/га). Це пов'язано насамперед з удосконаленням та оптимізацією окремих елементів технології вирощування зернової кукурудзи в умовах Західного Лісостепу та ціною на її зерно, яка в останні роки стабільно висока порівняно з іншими зерновими культурами.



Рис. 2.4. Дозрівання початків кукурудзи

Результати вітчизняних наукових досліджень свідчать, що рівень виробництва зерна до 20% і більше залежить від вдалого вибору гібридів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов. Зарубіжні науковці стверджують: вплив правильного вибору гібрида на урожайність культури сягає 50%, агротехнічних заходів – 30%, кліматичних умов – 20%. Однак на сьогодні урожайність кукурудзи в Україні порівняно із країнами Європи і Америки є нижчою.

У нас потенційна врожайність гібридів кукурудзи реалізовується в середньому на 40-45%, а в окремі роки – до 34-36%. Тому тільки за правильного підбору гібридів, використання якісного насіння та відповідного технологічного супроводу в основних зонах вирощування кукурудзи в Україні можна одержати 8-10 т/га зерна і більше з вологістю 18-25%.

В сучасних умовах виробництва гібриди кукурудзи виступають як самостійний фактор регулювання виробничих витрат, у зв'язку з чим доцільно дотримуватись оптимального співвідношення гібридів різних груп стиглості, яке забезпечує стабільність виробництва продукції, послідовність збирального конвеєра й оптимізацію затрат на після збиральну доробку вологого зерна.

Численні наукові дослідження доводять, що загальний успіх у виробництві залежить від того, наскільки фінансово забезпеченим буде освоєння інноваційних моделей. Зокрема, високий потенціал продуктивності та прибутковості гектару землі за використання кукурудзи забезпечують науково обґрунтовані інтенсивні технології. Вони надійно забезпечують високоефективне використання зростаючих на одиницю площі матеріально-технічних і грошових ресурсів.

Таблиця 2.1

Морфологічні показники гібридів різних груп стиглості кукурудзи
дані за 2024-2025 рр.

№ з/п	Гібриди	Група стиглості	ФАО	Істота рослин (перед збиранням), тис. шт./га	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Вологість зерна (в період збирання), %
1.	Маріін 190СВ (контроль)	Ранньостиглий	190	78,0	141	22,2
2.	Ушицький 167 СВ	Ранньостиглий	160	78,0	141	22,3
3.	Почаївський 190 СВ	Ранньостиглий	190	78,0	141	22,3
4.	Смотрич МВ	Ранньостиглий	190	78,0	141	22,3
5.	ДКС 2870	Середньоранній	210	79,8	146	25,7
6.	ДКС 3472	Середньоранній	270	80,0	146	26,0
7.	Кіцманський 215 СВ	Середньоранній	220	78,8	144	24,1
8.	Оржиця 237 МВ	Середньоранній	240	79,6	146	24,5
9.	Батурин 278 МВ	Середньоранній	280	79,7	146	24,9

Отже, в сучасних умовах господарювання раціональне застосування інтенсивних технологій, гербіцидів та їх комбінацій, а також оптимізація гібридного складу за вирощування кукурудзи на зерно є одним із резервів підвищення продуктивності та конкурентоспроможності виробництва зерна цієї культури.

Обробіток ґрунту включає: луцення стерні на глибину 6-8 см, оранку на зяб глибиною 27 см, ранньовесняне закриття вологи та передпосівний обробіток весною комплексними агрегатами.

Мінеральні добрива в дозі Р90К120 вносили восени під оранку та N120 – під весняну культивуацію [19].

Сівбу проводили в оптимальні строки (І декада травня). Глибина заробки насіння 4-5 см, з нормою висіву 80 тис./га схожих насінин.

У догляд за посівами входили:

- внесення досходового гербіциду (Дуал Голд 1,6 л/га);
- внесення гербіциду проти дводольних та злакових гербіцидів у фазу 3-7 листків (Таск 380 г/га);
- внесення фунгіциду у фазу 3-9 листків (Ретенго 0,5 л/га);
- внесення мікродобрива – 3-7 листків (Нутривант кукурудзяний 2,5 кг/га).

Густота стеблостою перед збиранням у всіх гібридів склала 78-80 тис. шт./га

Вологість зерна кукурудзи в період збирання у дев'яти гібридів коливається в межах від 22,2 до 26,0%.

Зерно гібридів ранньостиглої групи було менш вологим у порівнянні з цими показниками на варіантах із середньоранніми гібридами і становить 22,2-23,2%. У гібридів середньоранньої групи вологість зерна складає 24,1-26,0%.

Найвища вологість зерна кукурудзи при збиранні відмічається за вирощування середньораннього гібриду ДКС 3472 – 26%, за вологості зерна на контролі має (ранньостиглий гібрид Маріїн 190 СВ) 22,2%.

У розв'язанні проблеми кормовиробництва одне з провідних місць належить кукурудзі. Ця культура за своїми біологічними можливостями порівняно з іншими зернофуражними культурами є найбільш врожайною.

В середньому за роки досліджень найвищий урожай зерна сформовано гібридами ДКС 2870 та ДКС 3472, відповідно 9,90 та 10,11 т/га, що на 1,94 та 2,15 більше контрольного варіанту (7,96 т/га).

Істотний приріст врожаю порівняно з контролем (7,56 т/га) забезпечило вирощування середньоранніх гібридів Оржиця 237 МВ і Батурин 278 МВ, відповідно 1,19 і 1,50 т/га.

Розрахунки економічної оцінки вирощування гібридів кукурудзи виявили, що показники її ефективності визначили: вологість зерна при збиранні, величина врожаю та реалізаційна ціна товарної продукції.

Найбільша сума витрат на 1 га площі поля – 23251 грн – була за вирощування гібриду ДКС 3472. Для вирощування і отримання кондиційного зерна гібридів ранньостиглої групи витрати склали 20533- 21382 грн/га, середньоранніх гібридів – 21682-23251 грн/га.



Рис. 2.5 Стеблості кукурудзи

Проте вартість вирощеної продукції була найвищою також за застосування гібриду ДКС3472 у порівнянні з вартістю вирощеної продукції гібриду Маріїн 190 СВ (контроль) – 23880 грн і становила 30330 грн завдяки найвищій врожайності (10,11 т/га).

Тому умовно-чистий дохід за використання середньораннього гібриду компанії «Монсанто» ДКС був найбільшим – 7079 грн/га, за контролю (Маріїн 190 СВ) – 3205 грн/га. Високими ці показники були і у середньоранніх гібридів Батурин 278 МВ, Оржиця 237 МВ селекції Інституту сільського господарства степової зони, відповідно 5842 та 5308 грн/га.

За збільшення величини умовночистого доходу гібридів збільшувався їх рівень рентабельності. Найбільш рентабельним виявилось вирощування кукурудзи на зерно гібриду ДКС 3472, яке склало 30,4%. Встановлено, що економічно вигідним для вирощування за інтенсивною технологією є

застосування гібридів Батурин 278 МВ і Оржиця 237 МВ, де рівень їх рентабельності становив 26,0 і 24,0%.

Таким чином, економічно доцільним в умовах Західного Лісостепу є вирощування гібридів кукурудзи скоростиглих груп. При розрахунках економічної ефективності застосування цих гібридів за роки досліджень визначальними були такі її фактори як вологість зерна при збиранні, величина врожаю та реалізаційна ціна продукції.

Найвищий умовно-чистий дохід отримано за вирощування зернової кукурудзи середньораннього гібриду ДКС 3472 – 7079 грн/ га, в зоні Західного Лісостепу на чорноземі типовому слабгумусованому легкосуглинковому, при цьому його рівень рентабельності був найбільшим і склав 30,4%.

Економічно вигідним було використання гібридів Батурин 278 МВ, Оржиця 237 МВ, де умовно-чистий дохід становив 5842 і 5308 грн/га, за рівня їх рентабельності 26,0 і 24,0%

Кукурудзу на зерно збирають при фізіологічній стиглості за вологості зерна не більшій за 35-40% зернозбиральними комбайнами. До цієї фази нагромадження асимілянтів закінчується, про що свідчить чорний прошарок (чорна точка) між зерном і місцем прикріплення його до серцевини качана. "Чорна точка" з'являється через 55-60 днів після появи стовпчиків з приймочками (волосся) на качані. Якщо вологість зерна не перевищує 30%, то качани відразу обмолочують зерновими комбайнами з пристосуваннями.

Качани з вологістю зерна, меншою за 28%, добре зберігаються в сапетках, на горищах, і за 6-8 тижнів їх вологість може знизитись до 20%. Качани з вологим зерном необхідно підсушити.

2.4. Порядок складання технологічної карти на вирощування кукурудзи на зерно і розрахунок по карті

Основою планування механізованих робіт по виробництву сільськогосподарської продукції є технологічна карта вирощування сільськогосподарських культур

Технологічна карта – технічний проект отримання урожаю з детальною вказівкою переліку заходів.

Технологічні карти включають послідовний перелік робіт, агротехнічні вимоги, нормативи і терміни проведення робіт, склад агрегатів, зразкові норми вироблення і витрати палива, кількість агрегатів, необхідних для виконання певного об'єму роботи, технічно економічні показники.

На основі технологічних карт обчислюють ліміти прямих витрат праці і матеріально-грошових коштів по культурах, складають робочі плани по періодах робіт, графіки технічних доглядів і ремонту техніки. Технічні карти є первинними документами при розробці госпрозрахункових завдань виробничим бригадам і механізованим ланкам, при складанні виробничо-фінансових планів підприємств.

В кожній технологічній карті можна умовно виділити п'ять частин:

- У вступній частині вказано попередник, оброблювана культура, площа посіву, врожайність, валовий збір основної і побічної продукції, норма висіву насіння.
- Технологічна частина включає перелік і об'єми робіт по обробітку культури, якісні характеристики і терміни виконання робіт.
- Технічна частина визначає склад машинно-тракторних агрегатів, кількість робітників для їх обслуговування.
- Розрахункова частина дає уявлення про витрати праці і матеріальних засобів по видах робіт і по культурі в цілому, а також про потребу в робочій силі і техніці.
- В заключній частині розраховується собівартість по культурі(по прямих витратах).

Розрахунок технологічної карти в вирощування кукурудзи на зерно

Графи технологічної карти заповнюють наступним чином (розрахунок приводимо за операцією посів):

Графа 1. Номер технологічної операції; (8)

Графа 2. Назва технологічної операції: даємо перелік технологічних операцій по вирощуванню даної культури. Операції записуємо у хронологічній послідовності їх виконання;

- культивация

Графа 3. Одиниця виміру (га, т, т/км);

- га

Графа 4. Обсяг робіт у фізичних одиницях виміру;

- 100

Графа 5. Енергомашина. Записуємо трактор або енергетичний засіб;
МТЗ-1221

Графа 6. Марка сільськогосподарської машини. Вказується марка сільськогосподарської машини та іншого обладнання, яке використовується.

- КПС-4

Графа 7. Кількість сільськогосподарських машин. Вказується кількість сільськогосподарських машин та іншого обладнання;

- 1

Графа 8. Механізатори. Записується кількість механізаторів, чол.;

- 1

Графа 9. Інші робітники. Вказується кількість додаткових робітників, чол.;

Графа 10. Норма виробітку. Приймаємо змінну норму виробітку з довідника «Типові норми механізованих робіт» або за даним технічних характеристик;

- 25,0

Графа 11. Кількість нормо-змін : визначаємо відношенням об'єму робіт (графа 4) на змінну норму виробітку (графа 10) за формулою:

$$n_{зм} = Q / W_{зм} \quad (2.1)$$

Q- обсяг робіт, га, т, т/км

$W_{зм}$ -змінна норма виробітку, га, т, т/км.

$$n_{зм}=100/25=4$$

Графа 12. Затрати праці на весь обсяг робіт, люд-год. Визначаємо множенням кількості нормозмін (графа 11) на тривалість зміни (7 год):

$$З_{п}=7 \cdot n_{зм} \quad (2.2)$$

$$З_{п}=7 \cdot 4=28 \text{ люд год}$$

Графа 13. Тарифна ставка за нормозміну механізаторам, грн. Вибираємо згідно розрядів на види робіт, які встановлюються відповідно до мінімальної заробітної плати.

- 252,96 грн.

Графа 14. Тарифна ставка за нормозміну іншим працівникам, грн. Вибираємо також згідно розрядів

- 220,15 грн.

Графа 15. Заробітна плата на весь обсяг робіт механізаторам, грн. Визначається добутком тарифної ставки механізатора на кількість нормозмін:

$$З_{м}=T_{см} \cdot n_{зм} \quad (2.3)$$

де $T_{см}$ - тарифна ставка механізатора за нормозіну, грн.

$$З_{м}=230,16 \times 4=920,64 \text{ грн.}$$

Графа 16. заробітна плата на весь обсяг робіт інших робітників, грн. Визначається добутком тарифної робітника на кількість нормозмін:

$$З_{р}=T_{ср} \cdot n_{зм} \quad (2.4)$$

де $T_{ср}$ - тарифна ставка робітника за нормозіну, грн.

-

Графа 17. Заробітна плата на весь обсяг робіт разом, грн. Визначається додаванням заробітної плати механізатора та заробітної плати інших робітників:

$$З_{п}=З_{м}+З_{р} \quad (2.5)$$

$$З_{п}=920,64 \text{ грн.}$$

Графа 18. Витрати пального на одиницю роботи, кг. Вибираємо з довідника «Типові норми на механізовані роботи» або по даним технічних характеристик.

- 15,0 кг.

Графа 19. Всього витрат пального на весь обсяг робіт, кг: визначаємо, шляхом множення обсягу робіт (графа 4) на витрату пального на одиницю роботи (графа 18), за формулою:

$$Q_{oc}=Q \cdot Q_{op} \quad (2.6)$$

де Q_{op} - витрати пального на одиницю роботи, кг

$$Q_{oc}=100 \cdot 15,0=1500 \text{ кг.}$$

Після проведених розрахунків формуємо технологічну карту вирощування льону довгунця на площі 100 га (додатки).

При виборі складу агрегатів для виконання технологічних операцій слід керуватись наступним: продуктивність агрегату, кількість обслуговуючого персоналу, витрати пального, балансова вартість трактора та сільськогосподарських машин в агрегаті, експлуатаційні витрати з розрахунку на одиницю роботи, питомі капіталовкладення, які розраховуються в економічній частині.

2.5. Опис розробленого пристрою для стискання натискних пружин культиватора КПС-4

Культиватор паровий швидкісний КПС-4 (К — культиватор, П — паровий, С — швидкісний, 4 — ширина захвату, м) призначений для передпосівного суцільного розпушення ґрунту на глибину до 12 см та очищення ґрунту на чорних парах від бур'янів з одночасним боронуванням. Робоча швидкість до 3 м/с. Випускається у причіпній або начіпній модифікаціях. Один культиватор агрегатується з тракторами класу 0,9 і 1,4. Два культиватори зчіпкою СГ-11У з'єднують з тракторами тягових класів 3. Чотири культиватори зчіпкою СГ-16 агрегатують з тракторами класу 5.

Причіпний культиватор КПС-4 (рис. 2.6) складається з рами 4, коліс 3 з пневматичними шинами, сніці І, робочих органів 6, приєднаних до гряділів 5 та 9, начіпного механізму 8 для приєднання борін та механізму регулювання заглиблення робочих

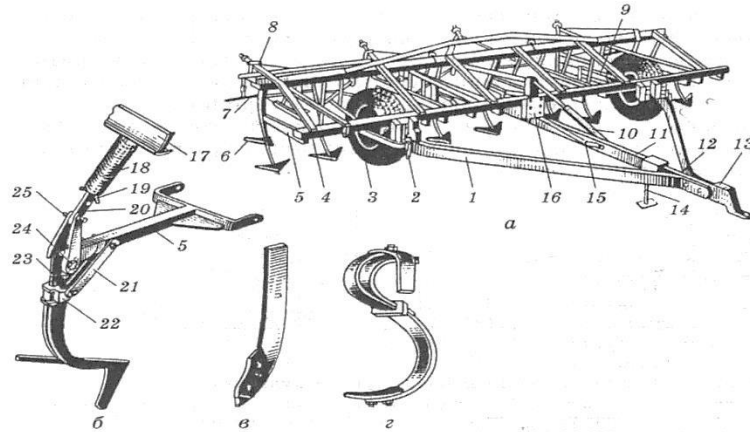


Рис. 2.6. – Культиватор причіпний для суцільного обробітку ґрунту КПС-4: а — загальний вигляд; б — стрілчаста лапа; в, г — розпушувальні лапи; 1 і 12 — бічні бруси сніці; 2 — регулятор глибини; 3 — опорне колесо; 4 — рама; 5 і 9 — гряділі; 6 — лапа; 7 — повідець; 8 — начіпний механізм для борін; 10 — гідроциліндр 11 — сніця; 13 — причіпний пристрій; 14 — підставка; 15 — транспортна тяга; 16 — стовпа; 17 — кутик рами; 18 — пружина; 19 — шплінт; 20 — штанга; 21 — планка; 22 — утримувач; 23 — 25 — болтові з'єднанняєорганів 2.

Рама культиватора зварна чотирикутної рами. На передньому брусі, виготовленому з квадратної труби, приварені скоби, до яких шарнірно приєднані гряділі з робочими органами. До комплекту культиватора належать шість довгих, два обвідних, три коротких і п'ять побічних гряділів. Із заднім брусом рами гряділя з'єднані через натискні штанги. До переднього бруса шарнірно приєднана сніця і ходові колеса. Для регулювання глибини ходу робочих органів є механізми гвинтового типу. Гвинт кожного механізму з'єднаний з кронштейном колеса і бічним променем сніці. Цими механізмами можна змінювати положення ходових коліс відносно рами. Культиватор

комплектують універсальними стрілочастими лапами з шириною захвату 270 і 330 мм або розпушувальними лапами з пружинними стояками. Пристрій для зачіплювання борін складається з чотирьох штанг, приєднаних до рами культиватора і попарно з'єднаних між собою поперечними брусами. Кожний поперечний брус має по чотири знижувачі, до яких приєднують борони. До культиватора додається спеціальний шарнір, яким з'єднують культиватори при шеренговому агрегуванні.

У націпному культиваторі КПС-4 замість причіпної сніці до рами скобами і болтами кріпиться механізм навішування на трактор. Цей культиватор комплектують укороченими гряділями.

Для стискання притискних пружин стійок лап культиваторів нами пропонується спеціальне пристосування рис. 2.7

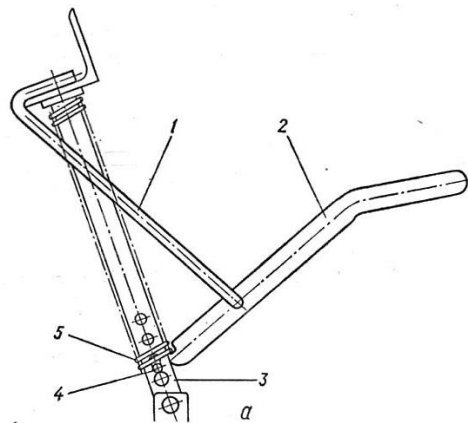


Рис. 2.7 Пристосування для стискання пружин:

1 – тяга; 2 – ричаг; 3 – штанга, 4 – переставний упор пружин; 5 – пружина.

РОЗДІЛ 3

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ І МЕХАНІЧНІ РОЗРАХУНКИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

3.1. Основи теорії і розрахунку робочих органів культиваторів для суцільної обробки ґрунту

На культиваторах встановлюють такі робочі органи рис.3.1 лапи - однобічні плоскорізальні бритви, стрілчасті плоскорізальні й універсальні, зуби - розпушувальні (долотоподібні лапи), оборотні, списоподібні й пружинні, сталі стержні - штанги, голчасті диски, лапи-полички, підживлювальні лапи або ножі для сухого і рідинного підживлення, корпуси підгортальні і борознонарізувальні аричніки, ротаційні боронки.

Однобічні плоскорізальні лапи (рис. 3 1.) призначені для підрізання бур'янів, проріджування культурних рослин, розпушування ґрунту на глибину до 6 см у міжряддях. Завдяки вертикальній частині лапи, яка запобігає присипанню рядка ґрунтом, можна здійснювати обробіток у малих захисних зонах. Лапи бувають правими і лівими. Лапи, що поставляють з культиваторами, мають ширину захвату 85, 120, 150, 165 і 250 мм.

Стрілчасті плоскорізальні лапи (рис. 3.1, б) призначені також для підрізання бур'янів, якщо потрібні невелика глибина обробітку (до 6 см) і незначне зміщення ґрунту. Лапи виготовляють з кутом розхилу $2\alpha = 60$ або 70° і шириною захвату 145, 150 і 260 мм.

Стрігчасті універсальні лапи (рис. 3.1, в) одночасно з підрізуванням бур'янів розпушують ґрунт. Кут розпушування в цих лап $P = 28^\circ$ - 30° , тобто більший, ніж у стрілчастих плоскорізальних. Цим і пояснюється їх розпушувальна здатність. Лапи з хвостовиком і кутом $P = 28^\circ$ застосовують для суцільної культивації та міжрядного обробітку високостеб-лових культур на глибину до 10 см. Лапи без хвостовика (з меншою бороноутворювальною здатністю) використовують для передпосівного обробітку ґрунту під цукрові

буряки. Лапи з кутом розпушування $P = 30^\circ$ застосовують у культиваторах-розпушувачах для роботи на глибині до 14 см. Виготовляють лапи з кутом розхилу $2\gamma = 65^\circ$ (ширина захвату 220, 270 і 330 мм) і $2\gamma = 60^\circ$ (ширина захвату 250, 270 і 330 мм).

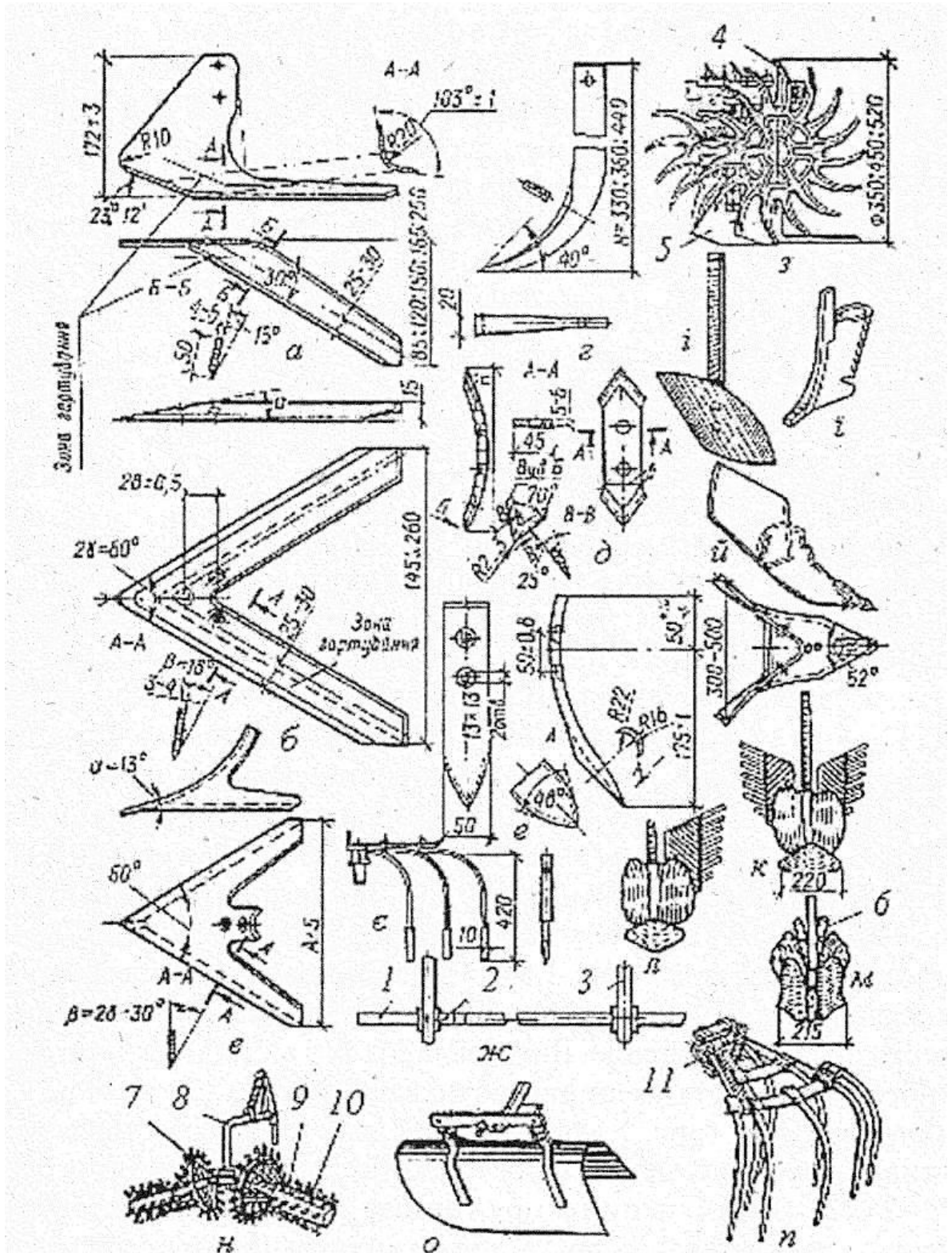


Рис. 3.1.— Робочі органи культиваторів

Розпушувальні зуби (рис. 3.1, г) використовують для розпушування міжрядь зв'язних і щільних ґрунтів на глибину 15 см без винесення вологого шару на поверхню. Виготовляють їх у вигляді загнутого загостреного зуба (долота) із шириною захвату 20 мм.

Оборотні лапи (рис. 3.1, д) на жорстких стояках застосовують у культиваторах-розпушувачах для обробітку ґрунту на глибину близько 22-25 см. Ці самі лапи на пружинних стояках використовують у парових культиваторах, а також для розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 10-12 см з вичісуванням кореневищних бур'янів. Лапи на пружинних стояках добре розпушують ґрунт, але не забезпечують однакової глибини обробітку. Оборотна лапа має два заточені кінці. Ширина захвату лапи 45-60 мм.

Списоподібні лапи (рис. 3.1, е) використовують у парових культиваторах для знищення кореневищ багаторічних бур'янів. Один кінець лапи загострений у вигляді наконечника списа.

Пружинні зуби (рис. 3.1, є) застосовують у просапних культиваторах для розпушування ґрунту в захисних зонах і міжряддях. Рамку із зубами закріплюють шарнірно до кронштейна тримача. Таке кріплення дає змогу зубам копіювати рельєф ґрунту незалежно від секції культиватора.

Штанговий робочий орган (рис. 3.1, ж) призначений для суцільного обробітку ґрунту, знищення бур'янів, розпушування ґрунту на парах, а також передпосівної культивації в районах недостатнього зволоження і там, де ґрунти зазнають вітрової ерозії. Робочим органом є стальний стержень 1 (штанга) квадратного перерізу, який обертається в підшипниках 2, розташованих на гряділях 3. Переміщуючись у ґрунті на глибині близько 10 см і обертаючись у напрямку, зворотному обертанню ходових коліс культиватора, штанга виринає бур'яни і виносить їх на поверхню. Завдяки обертанню штанга не забивається і залишає вирівняним дно борозни і поверхню поля. Частота обертання штанги становить у середньому один оберт на 1,1 м шляху.

Голчасті диски (рис. 3.1, з) застосовують у культиваторах і обертових мотиках для знищення ґрунтової кірки і бур'янів, які слабо вкоренилися, у рядках і захисних зонах. Під час роботи голки дисків рухаються захисними зонами рядків, заглиблюючись у ґрунт на 9 см і зсуваючи його поверхневий шар приблизно на 1—2 см. При цьому відбувається розпушування кірки, що призводить до розривання коренів і в'янення бур'янів.

Диски виготовляють трьох діаметрів — 350, 450 і 520 мм, завширшки 12-15 мм. Їх встановлюють загнутими зубами заходом зняряддя (або проти ходу) на відстані 68 мм один від одного (диски діаметром 450 і 520 мм) або на відстані 56 мм (диски діаметром 350 мм).

Лапи-полічки (рис. 3.1, і) використовують для боротьби з бур'янами у спосіб присипання ґрунтом. Лапа-полічка, рухаючись у ґрунті, знімає його тонкий шар у міжрядді і зсуває в рядок, засипаючи дрібні бур'яни.

Підживлювальний ніж (рис. 3.1, ї) являє собою розпушувальну долотоподібну лапу з лійкою для туків, через яку вони надходять на дно борозни на глибину до 16 см. Ножі мають змінні наконечники. Для загортання борозни, утвореної ножем, встановлюють розпушувальні або прополювальні лапи.

Підгортальні корпуси призначені для підгортання рослин, знищення бур'янів на дні борозни і засипання її ґрунтом. Підгортальний корпус (рис. 3.1, й) складається з нерознімного корпусу зі стояком, змінного носка і крил. На крилі передбачений паз, який дозволяє залежно від росту рослин регулювати висоту валика землі, утворюваного підгортальником. Підгортальний корпус на рис. 3.1, к і л, має в нижній частині носок у вигляді стрілкової лапи. Між носком і полицею є щілина-просвіт, через яку ґрунт просипається на дно борозни, де утворюється розпушувальний шар на глибину до 10 см. Щоб мати невеликі гребені, застосовують однобічні корпуси. Підгортальні корпуси встановлюють на глибину до 16 см. Висота гребенів досягає 25 см.

Аричник-борознонарізувач (рис. 3.1, м) призначений для нарізування поливних борозен з одночасним внесенням добрив на глибину близько 20 см.

Ротаційну борінку (рис. 3.1, и) застосовують для вирівнювання вершин гребенів, досходового розпушування ґрунту та знищення бур'янів на посівах коренеплодів і посадках картоплі, вирощуваних на грядках. Робочими органами є два барабани 10 з конічною і циліндричною поверхнями, на яких закріплені зуби 9 висотою 55 мм. Барабани обертаються на осях 7, закріплених у тримачі 8.

Прополювальні борінки (рис. 3.1, п) застосовують для розпушування ґрунту та знищення бур'янів у захисних зонах і міжряддях під час культивування високостеблових просапних культур. Для обробітки міжрядь на рамі кріплять дев'ять зубів, а при обробітки захисних зон - шість. Заглиблення в ґрунт регулюють за допомогою пружини 11.

Робочі органи прикріплюють до гряділів, які з'єднують з рамою культиватора. Розрізняють радіальне й паралелограмне кріплення гряділів до рам, Радіальне кріплення застосовують у культиваторах для суцільного обробітки ґрунту, а паралелограмне - у культиваторах для міжрядного обробітки. При паралелограмному кріпленні незалежно від ступеня заглиблення лап, їх положення й умови роботи зберігаються однаковими.

Глибину ходу лап начіпних культиваторів змінюють шляхом переставлення опорних коліс або котків гвинтовими механізмами, а причіпних культиваторів - шляхом змінення сили тиску пружин натискних штанг.

Основними параметрами культиваторних лап є кут розхилу 2γ (половина кута розхилу γ), кут різання β_0 , кут загострення i , задній кут ε , кут кришення β (рис. 3.2).

Кут розхилу лапи 2γ спричинений не лише умовами підрізання коренів бур'янів, але й тертям ґрунту. На в'язких ґрунтах у разі $2\gamma = 60^\circ - 70^\circ$ уже спостерігається забивання культиваторних лап.

Для обробітку чорноземних і близьких до них ґрунтів підвищеної в'язкості беруть $2\gamma = 50^\circ - 58^\circ$, для ґрунтів середньої в'язкості $2\gamma = 60^\circ - 78^\circ$ і для піщаних ґрунтів $2\gamma = 70^\circ - 80^\circ$.

Оскільки кут тертя ϕ бур'янів об лезо лапи дорівнює приблизно 45° , то половина кута розхилу $\gamma = 90 - \phi = 45^\circ$. Граничне значення кута розхилу $2\gamma = 90^\circ$.

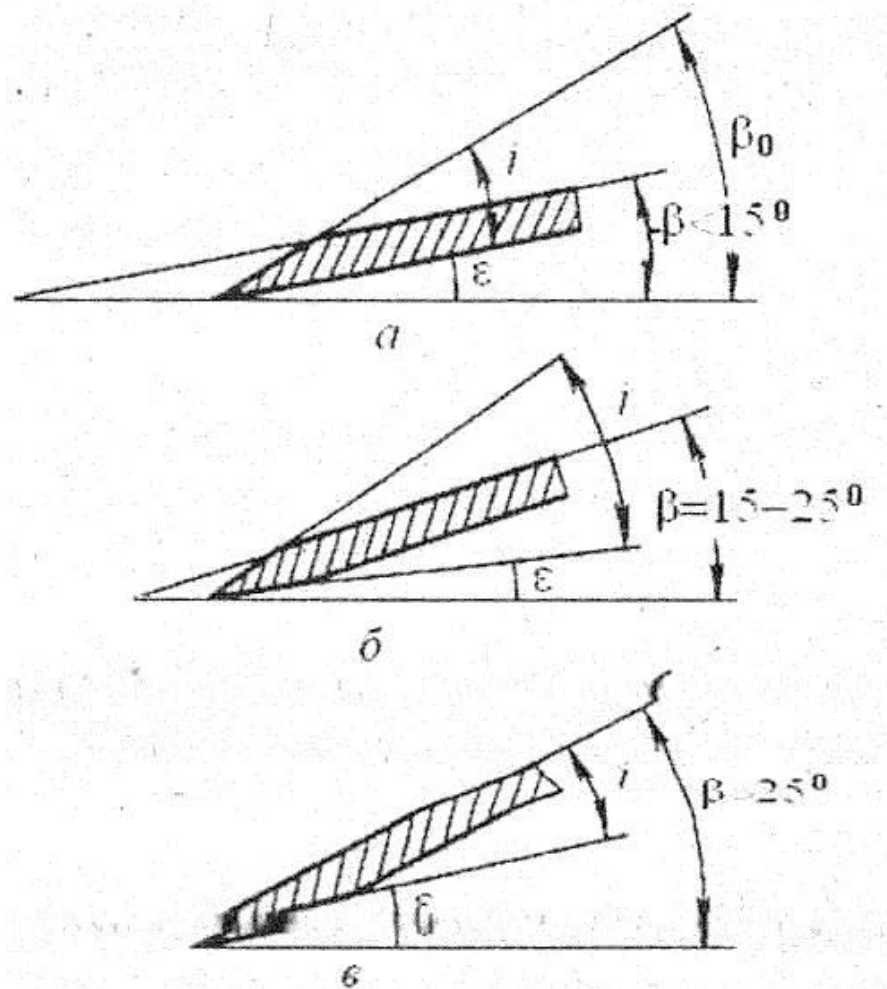


Рис. 3.2. – Параметри культиваторних лап

Кут різання β_0 , створений верхньою фаскою леза й горизонтальною площиною також впливає на чистоту підрізання бур'янів

$$\beta_0 = i + \varepsilon \quad (3.1)$$

де i — кут загострення, $i = 12^\circ - 15^\circ$;

ε - задній кут, $\varepsilon = 10^\circ$,

Тому $\beta_0 = 22^\circ - 25^\circ$.

Кут кришення β утворюється площиною полки лапи і горизонталлю. Якщо кут кришення $\beta > 15^\circ$, то загострення лапи має бути верхнім * (рис. 3.2, а), якщо $15 < \beta < 25^\circ$, то двобічним (рис. 3.2, б), при $\beta > 25^\circ$ - нижнім (рис. 3.2, в).

Для плоскорізальних лап $\beta = 15^\circ - 18^\circ$, для універсальних – $\beta = 20^\circ - 30^\circ$.

Залежно від кута ξ між напрямком швидкості леза і нормаллю до його поверхні, а також від фрикційних властивостей матеріалу φ розрізняють три режими різання:

а) $\xi = 0$ — різання з рубанням (рис. 3.3, а) \quad (3.2)

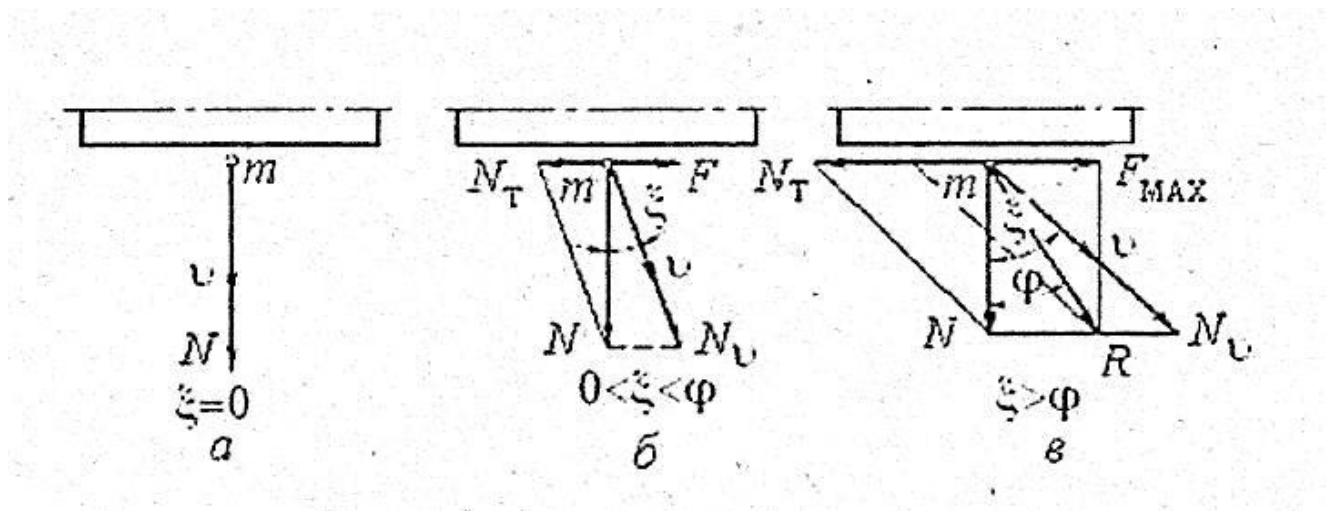


Рис. 3.3.— Режими різання лезом:

а — різання зрубанням; б — різання з поздовжнім переміщенням без ковзання; в - різання з ковзанням

б) $0 < \xi < \varphi$ - різання із поздовжнім переміщенням

без ковзання (рис. 3.3, б); \quad (3.3)

в) $\xi > \varphi$ - різання з ковзанням (рис. 3.3, в). \quad (3.4)

Різання з рубанням (рис. 3.3, а) під час роботи культиваторів виконується обмежено. У цьому випадку лезо тисне на ґрунтовий агрегат m по вертикалі, який переміщується під дією цієї сили доти, доки не буде зруйнованим.

Різання з поздовжнім переміщенням (рис. 3.3, б) відбувається таким чином: нормальну силу N розкладемо на дві складові - напрямом швидкості N_U і дотичну до леза N_T . Оскільки $\xi < \varphi$, то сила $N_T = N \cdot \operatorname{tg} \xi$ менша за максимально можливу силу тертя $F_{\max} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$. Сила F , дорівнює збудній силі N_T спрямована в протилежний бік. Таким чином, сила N_T зрівноважується силою F , ґрунтовий агрегат m переміщується під дією сили N_U у напрямку її дії до тих пір, доки не буде зруйнованим.

Різання з ковзанням, тобто за умов $\xi > \varphi$ і $N_T > F_{\max}$, характеризується тим, що сила тертя досягає свого максимального значення $F_{\max}$, але вона неспроможна зрівноважити складову нормального тиску N_T тому спостерігається ковзання ґрунтових агрегатів під дією сили $N_T - F_{\max}$. Отже, на ґрунтовий агрегат m одночасно діють сили F_U і $N_T - F_{\max}$ або N , і $F_{\max}$. Рівнодіючою цих сил буде R , яка спрямована під кутом φ до нормалі N . Ґрунтовий агрегат m буде переміщуватися під дією сили R в напрямку її дії доти, доки ущільнення ґрунту не призведе до того, що питомий тиск на нього досягне межі міцності і він зруйнується.

Коефіцієнт ковзання матеріалу лез є відношенням шляху m_1 - m_2 (рис. 3.4), який проходить частка матеріалу по лезу, до шляху m - m_2 переміщення цієї частки в ґрунті. Згідно з теоремою синусів коефіцієнт ковзання

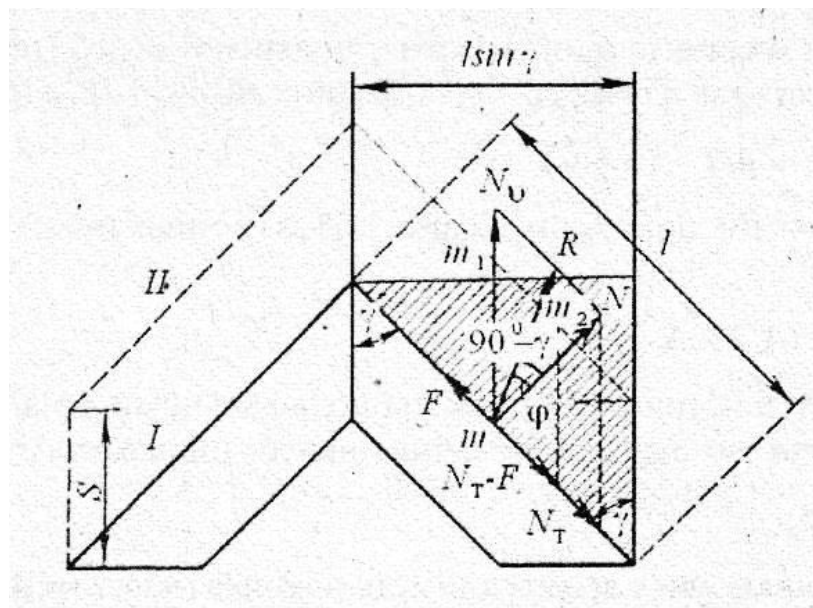


Рис.3.4.— Схема до визначення коефіцієнта ковзання

$$i = \frac{\sin[(90^\circ - \gamma) - \varphi]}{\sin \gamma} = \frac{\cos(\gamma + \varphi)}{\sin \gamma} \quad (3.5)$$

Коефіцієнт ковзання тим більший, чим менший кут γ . Якщо $90^\circ - \gamma = \varphi$ (або $\gamma + \varphi = 90^\circ$), то коефіцієнт $i = 0$ і ковзання не відбувається.

3.2. Силовий розрахунок зубової борони

Зуби на рамі борони розташовують на прямих, нахилених до лінії тяги (рис. 3.5, а). Кожну з них можна розглядати як розгортку гвинтової лінії (рис. 3.5, б).

Якщо вважати, що зуби на повній довжині розгорнутої лінії розміщені рівномірно, то відстань між сусідніми зубами

$$l = \frac{L}{M} \quad (3.6)$$

де M — кількість зубів на довжині L .

Розгортки багатоходового гвинта зображуються за допомогою нахилених ліній I , II , III і т.д. Проекція кожної нахиленої на горизонтальну лінію дорівнює кроку t , а відстань від однієї нахиленої до іншої по горизонталі становить

$$b = \frac{t}{K} \quad (3.7)$$

де K — кількість ходів гвинта.

Якщо на кожній нахиленій лінії I , II , III і т.д. розміщено M зубів і відстань між сусідніми зубами дорівнює l , то, зв'язавши зуби, що розташовані на нахилених лініях на одній висоті від горизонталі поперечними планками 1, 2, 3 і т.д., одержимо кількість поперечних планок, яка дорівнює M (див. рис. 3.5). Найбільша кількість борозен на відстані b дорівнює кількості планок.

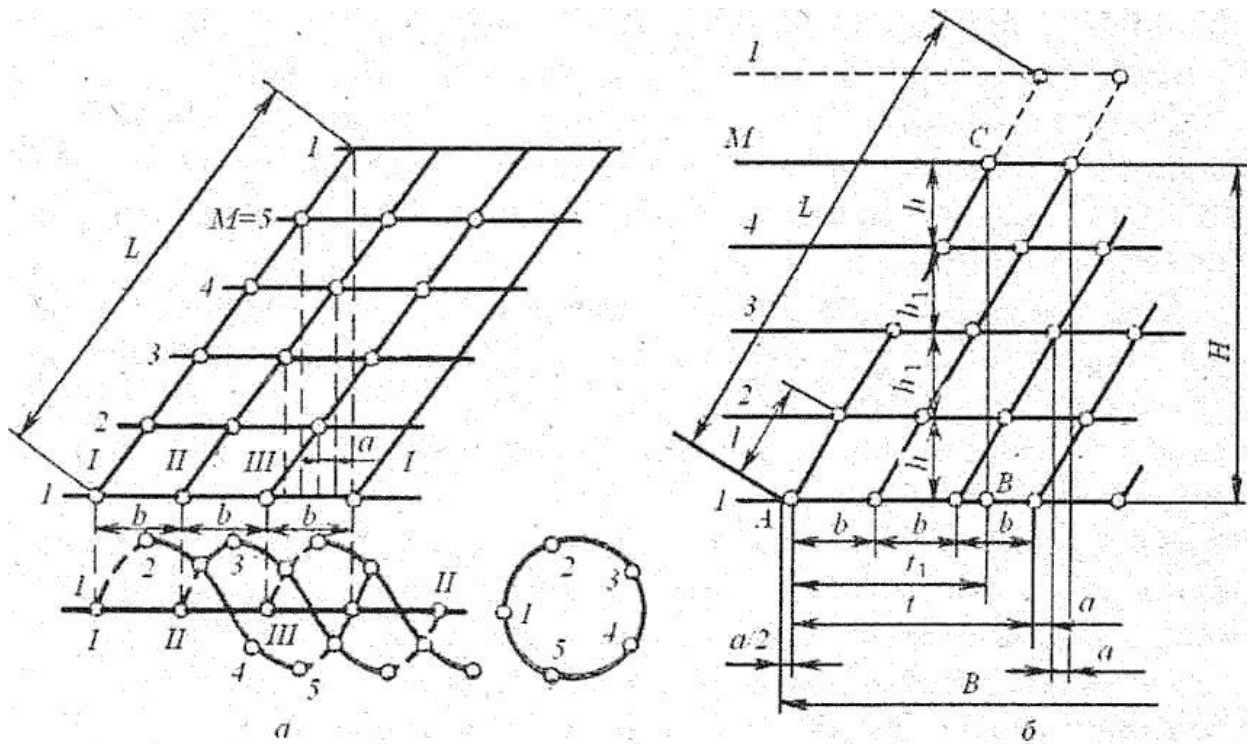


Рис. 3.5.— Схема розміщення зубів на рамі борони

Відстань b дорівнює

$$b = Ma = t/K, \quad (3.8)$$

де a - ширина міжрядь.

Тому

$$t = bK = (MK)a \quad (3.9)$$

Найбільша кількість міжрядь на відстані, яка дорівнює шагу t , становить MK .

Відповідно до розгортки (див. 3.5, а) верхній ряд зубів буде йти слідом за зубами нижнього ряду, тому верхній ряд зубів слід відкинути і у розрахунках обчислювати не крок t , а величину

$$t_1 = (M - 1)Ka \quad (3.10)$$

Побудова зубового поля борони виконується в такий спосіб. Відповідно до типу борони та її призначення задаються ширина міжряддя a , відстань b між зубами на поперечних планках, відстань h між поперечними планками.

Із формули (3.9) визначаємо кількість планок M і, узявши кількість ходів гвинта за K , за формулою (3.10) знаходимо величину t_1 . Далі проводимо паралельні лінії, які відповідають знайденій кількості планок M , на відстані h одна від одної і позначаємо точку A (див. рис. 3.5, б). Потім від точки A на нижній планці відкладаємо відстань $t_1=AB$ і в точці B відновлюємо перпендикуляр до перетину з верхньою лінією M планки в точці C . З'єднавши точки A і C , одержимо похилу пряму, яка визначає напрямок розгортки гвинтової лінії.

На нижній планці від точки A відкладаємо задані відстані b і через одержані точки проводимо похилі прямі, паралельні прямій AC . Перетин цих похилих прямих з поперечними планками створює зубове поле борони, що проектується.

Для легких посівних борін ширину міжряддя a беруть за 30 мм, для середніх 40-50 мм, для важких 50-80 мм. Відстань h беруть для легких борін за 200 мм, для середніх 250 мм, для важких 300 мм. Відстань b беруть для легких борін за 150 мм, середніх 200-250 мм, важких 250-400 мм.

Кількість ходів гвинта K не повинна збігатися з кількістю планок M кількість планок M не повинна бути кратною кількості ходів K інакше одну й ту саму борозну будуть робити два зуби й більше.

Зубове поле борони можна розглядати як розгортку гвинта лівого обертання, так і розгортку гвинта правого обертання.

Встановлюючи основні розміри зубової борони виході мови її пристосованості до мікрорельєфу поля, зручності транспортування, жорсткості конструкції й маси знаряддя.

Ширину захвату B однієї секції визначають залежно від ширини міжряддя a й кількості зубів n в одній секції

$$B=an. \quad (3.11)$$

Довжина борони H (відстань між крайніми рядами зубів) дорівнює

$$H = \left[\frac{(h+h_1)}{2} \right] \cdot (M - 1), \quad (3.12)$$

де h_1 - відстань, яка більша за відстань h (див. рис. 3.5, б) для важких борін на 150 мм, для середніх і легких - на 100 мм.

Збільшення відстані h_1 призведе до зникнення забивання між зубами другої, третьої й четвертої поперечних планок.

Звичайно відношення довжини борони H до її ширини дорівнює 1:3.

Тяговий опір борони залежить від її сили тяжіння, кількості зубів і опору ґрунту. При визначенні тягового опору борони можна користуватися виразом

$$R = nk, \quad (3.13)$$

де k - опір одного зуба (для легких борін $k = 10-15$ Н, для середніх $k = 20-25$ Н, для важких $k = 40-50$ Н).

Сила тяжіння G

$$G > P \sin \alpha \quad (3.14)$$

де P - сила тяги;

α - кут між напрямком сили тяги й горизонтальною площиною.

На рис. 3.6 показані сили, що діють на борону (а) і силовий багатокутник (б).

Кут нахилу сили тяги до горизонту

$$\alpha = \arctg \left(\frac{2 \cdot l_0}{l} \right). \quad (3.15)$$

Якщо вважати, що $l_0 = l_3$ (l_3 - робоча довжина зуба), то для більшості існуючих конструкцій $\alpha = 14^\circ - 17^\circ$.

Сила тяги має проходити через слід центра ваги, інакше борона матиме нестійкий хід.

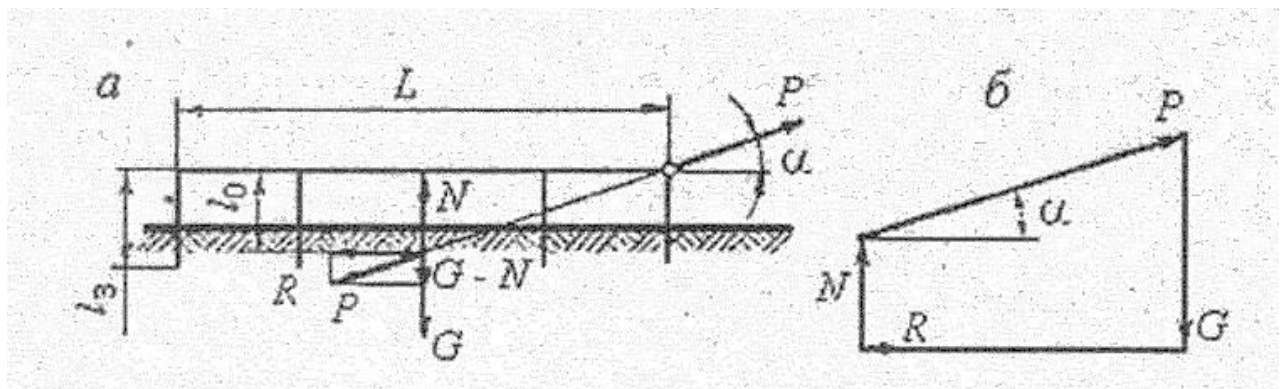


Рис. 3.6. – Сили, що діють на борону

Умовою рівноваги зубової борони є замкнутість силового багатокутника. Це можливо, якщо горизонтальні і вертикальні проекції сил дорівнюватимуть нулю.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА: ОРГАНІЗАЦІЯ МАШИННОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ДОГЛЯДУ ЗА ПОСІВАМИ

4.1. Агротехнічні вимоги до машин для передпосівного обробітку ґрунту та догляду за посівами

Основні функції, що покладені на знаряддя для передпосівного обробітку ґрунту, і вимоги, які з цього випливають:

- розпушення верхнього шару ґрунту (культиватори, зубові борони, фрезерні культиватори з вертикальною віссю обертання робочих органів) — уміст фракцій ґрунту розміром 0,3...5,0 мм до 90 % у посівному шарі;
- вирівнювання поверхні поля (культиватори, вирівнювачі, зубові борони, фрезерні культиватори) — гребнистість поверхні поля не більше ніж 3 см;
- підрізання бур'янів (культиватори, фрезерні культиватори з горизонтальною віссю обертання робочих органів) — повне, тобто 100 %;
- ущільнення ґрунту (котки кільчасто-шпорові, кільчасто-зубові, пруткові тощо) — до щільності посівного шару 0,9... 1,1 г/см³.

Ці функції можна реалізовувати послідовним застосуванням одноопераційних знарядь або об'єднанням різних робочих органів у комбіновані агрегати. Суміщення операцій приводить до появи багатофункціональних сільськогосподарських машин, зокрема ґрунтообробно-посівних комплексів.

За глибиною обробітку передпосівний обробіток, як правило, належить до поверхневого (0...8 см) або мілкого (8...16 см). Вимоги до передпосівного обробітку ґрунту зумовлені особливостями сільськогосподарських культур. Більшість культур потребують ущільненого шару ґрунту в насінневому та підна-сінневому просторах. Раціональні межі щільності для більшості культур становлять 0,9... 1,3 г/см³. Цим пояснюється доцільність

застосовування нульового або мінімального обробітку ґрунту (реалізуючи прямий посів) на чистих від рослинних решток природної щільності фонах.

Вимоги до культивування при суцільному обробітку:

- суцільну культивування проводять в установлені агротехнікою терміни і на певну глибину. Середня глибина обробітку не повинна відхилятися від заданої більш як на 1 см;

- верхній посівний шар ґрунту після розпушення повинен мати дрібно-грудкувату структуру. Не можна вивертати на поверхню поля вологий ґрунт. Висота гребенів на розпушеному полі не перевищує 3...4 см;

- під час культивування повністю (100 %) підрізають бур'яни і обробляють поле так, щоб не було огріхів і пропусків.

Основні вимоги до культивування при міжрядному обробітку ґрунту:

- дотримання встановленої захисної зони рядка ± 2 см;
- витримування агротермінів виконання технологічної операції;

Машина для обробітку ґрунту

- рівномірне розпушення ґрунту на задану глибину, без вивертання на поверхню нижніх вологих шарів;

- повне підрізання бур'янів у міжряддях (100 %);
- під час букетування або механічного проріджування в прорізах підрізання не лише бур'янів, а й культурних рослин;

- допустиме пошкодження чи присипання культурних рослин у зоні рядка не більше ніж 3 %;

- у міру підростання рослин поступове збільшення глибини при повторних міжрядних обробітках від 2 до 10 см та відповідне розширення захисних зон рядків;

- за потреби передзбиральне розпушення міжрядь на глибину до 16 см;
- рівномірне, на задану глибину і на певній відстані від рядків внесення добрив у ґрунт.

За якістю виконання технологічного процесу міжрядний обробіток поділяється на:

- грубий (захисна зона рядка до 30 см), який потребує додаткового ручного чи механічного або хімічного втручання;
- точний (захисна зона рядка до 10 см), який потребує механічної перевірки у захисній зоні рядка;
- селективний (рівня «точного землеробства»), що дає змогу механічно знищувати бур'яни у міжрядді та зоні рядка, розрізняючи культурні та дикорослі рослини за допомогою фотоелементів (перебуває у стадії розробки).

4.2. Підготовка культиваторів та зубових борін до роботи на полі

Важливість якісної роботи культиваторів для виконання ґрунтообробітку не викликає сумнівів. Інженери та сервісні фахівці агропідприємств мають постійно перевіряти справність та розміщення робочих органів цих знарядь.

У культиватора, очищеного від бруду і рослинних решток, перевіряють комплектність деталей, міцність кріплень, наявність болтів і гайок, розведення шплінтів, справність гряділів, стійок лап. Несправні деталі замінюють, ослаблені кріплення підтягують. Перевіряють наявність змащення в підшипниках коліс і тиск у шинах, за потреби змащують підшипники і підкачують шини. Товщина лез лап не має перевищувати 1 мм.

Для виконання обробітку слабозасмічених ґрунтів на гряділі переднього ряду встановлюють стрілчасті лапи з шириною захвату 270 мм, а на гряділі заднього ряду — на 330 мм. Для обробки сильно засмічених ґрунтів на гряділі переднього та заднього рядів встановлюють лапи на 330 мм

рис 4.1

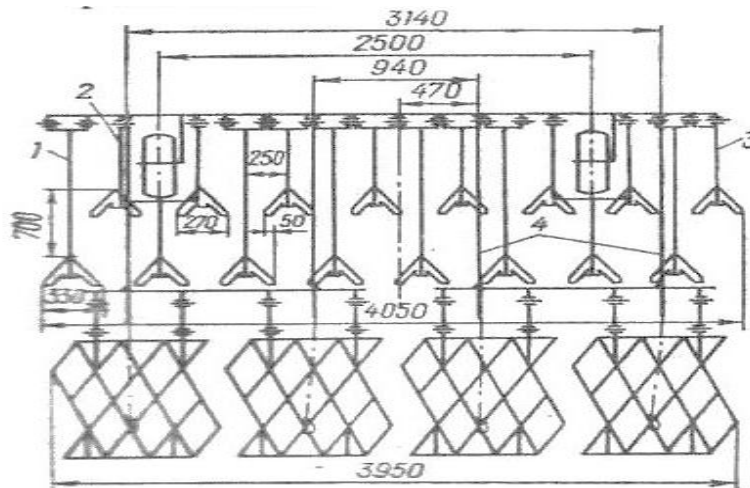


Рис. 4.1 – Установка лап культиваторів КПС-4 для суцільного обробітку ґрунту:

1 – довгий гряділь; 2 – обвідний гряділь; 3 – короткий гряділь; 4 – кронштейн борони.

Для вичісування бур'янів на гряділі переднього та заднього ряду встановлюють одиночні тримачі пружинних стійок, а на гряділі заднього ряду здвоєні та прикріплюють до тримачів стійки з розпушувальними лапами.

Робочі органи на задану глибину ходу встановлюють у причіпного культиватора КПС-4 у такий спосіб рис. 4.2. Якщо культиватор до трактора не приєднаний, то піднімають сницю нагору, відокремлюють транспортні планки від кронштейна рами та опускають сницю на підставку. Під підставкою розміщують підкладку на заданій глибині обробітку мінус глибина занурення коліс у ґрунт. Причеп має перебувати над поверхнею майданчика на висоті 550 мм плюс висота підкладки, якщо культиватор з'єднаний з трактором за допомогою зчіпки. Ця висота має дорівнювати 350 мм плюс висота підкладки, якщо культиватор з'єднаний безпосередньо з трактором.

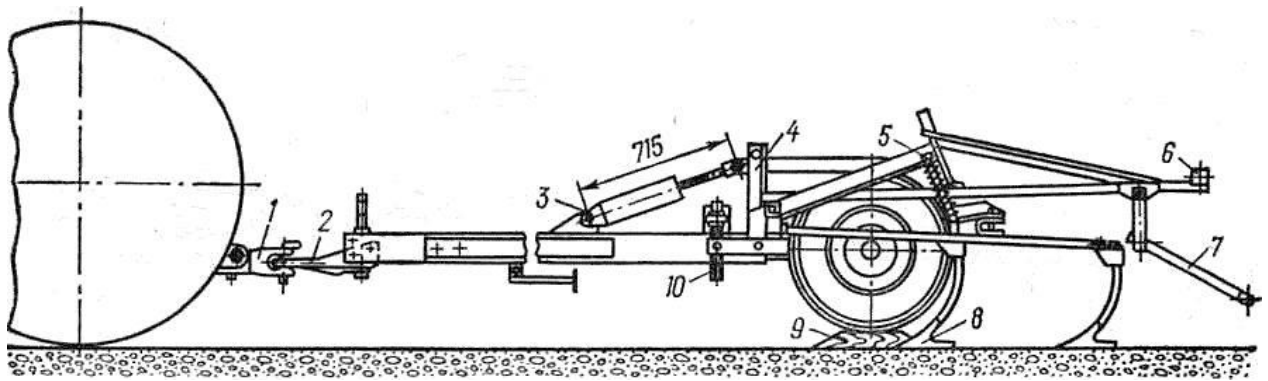


Рис. 4.2. – Схема установки причіпного культиватора КПС-4 на задану глибину обробки:

1 - причіпна вилка трактора; 2 – причіпний кронштейн сніці; 3.– головка штанги; 4 – кронштейн рами; 5 – головка штанги; 6 – кронштейн навіски борони; 7 – поводок борони; 8 – стрілочна лапа; 9 – регульовальна підкладка; 10 – гвинтовий механізм регулювання глибини обробки.

Під колесами культиватора рис. 4.2 розміщують підкладки, висота яких дорівнює заданій глибині обробітку мінус 2...4 см. Потім гвинтами регулювання глибини ходу встановлюють раму культиватора так, щоб вона була паралельна майданчику. При цьому головки та натискні штанги довгих гряділів повинні спиратися на вкладиші, а підшви лап розташовуватися на поверхні майданчика. Після довгих гряділів встановлюють короткі і однобічні. Головки їх штанг також повинні спиратися на вкладиші, а підшви лап лежати на опорному майданчику. Всі лапи повинні спиратися підшвами на майданчик. Положення кожної лапи змінюють переміщенням стійки у пазах рифлених планок. У встановленому положенні стійку закріплюють болтом.

Якщо культиватор готують до підрізання бур'янів на легких ґрунтах або до розпушування на глибину 3—6 см, стійки переміщують в пазах рифлених планок так, щоб лапи прилягали всією різальною крайкою до поверхні майданчика. Для роботи на важких ґрунтах лапи повинні бути нахилені носками вперед на 2...3 см. При підготовці культиватора до роботи на щільних ґрунтах пружини натискних штанг підтискають перестановкою

фігурного шплінта. Настроювання причіпного культиватора КПС-4, приєднаного до трактора, на задану глибину обробітку виконується таким чином. Культиватор закріплюють колесами на підкладки, висота яких дорівнює різниці глибини обробітку і глибини колії коліс. Гідроциліндром опускають робочі органи в робоче положення. Механізмами регулювання положення коліс встановлюють раму так, щоб підшви лап торкалися поверхні майданчика, а головки штанг довгих гряділів спиралися на вкладиш. Подальше налаштування здійснюється так само, як і в попередньому випадку.

Культиватори КПС-4 у начіпній модифікації встановлюють на задану глибину обробітку після навішування на трактор рис. 4.3. Гвинтами механізмів коліс і зміною довжини центрального механізму навішення встановлюють передній і задній ряди лап так, щоб вони торкалися поверхні майданчика. Інші операції налаштування виконуються так само, як у причіпних культиваторів.

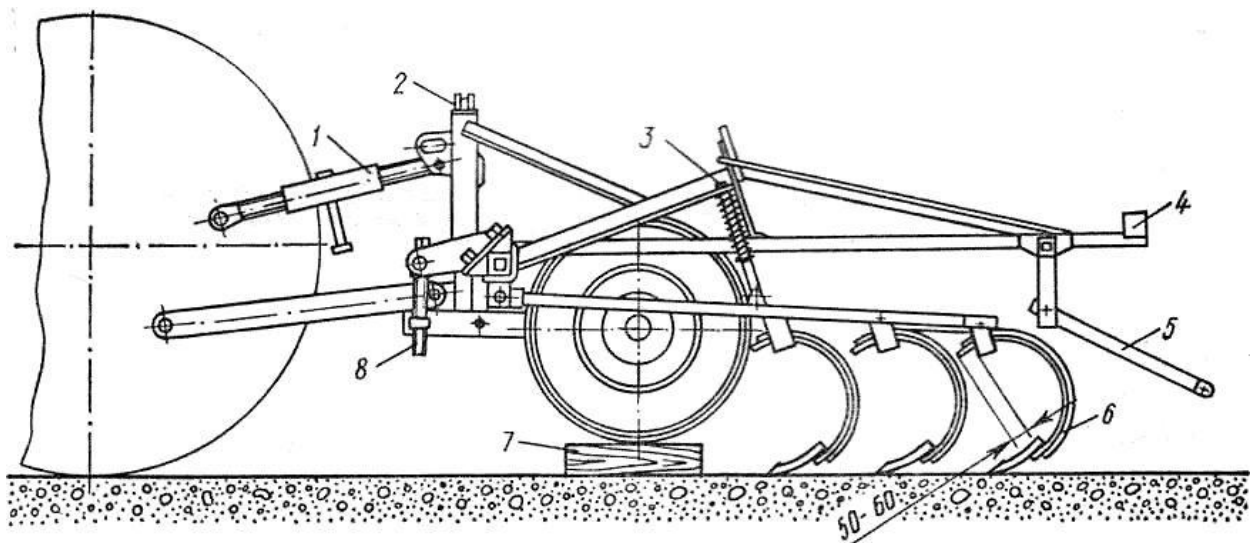


Рис. 4.3. – Схема установки навесного культиватора на задану глибину обробки:

1. – верхня тяга навіски трактора; 2 – замок автозчіпки СА-1; 3 – головка штанги; 4 – кронштейн навіски борони; 5 – поводок борони; 6 – стійка лапи; 7 – регульовальна прокладка; 8 – гвинтовий механізм регулювання глибини обробки.

Основою високоефективної експлуатації сільськогосподарських машин є вчасне та правильне, відповідно до вимог нормативно-технічної документації, технічне обслуговування й ремонт їх після виконання весняно-польових робіт. У систему ТО й ремонту включено, насамперед, їхнє технічно правильно виконане регулювання. Розглянемо деякі основні аспекти регулювання машин для передпосівного обробітку ґрунту, наприклад, борін. Глибину ходу робочих органів голчастих борін регулюють гвинтовою стяжкою. При цьому раму голчастої борони встановлюють у горизонтальній площині за допомогою гвинтової тяги. У пружинних борін глибину ходу регулюють зміною положення осі опорного колеса гвинтом.

Кут атаки робочих органів дискової борони регулюють зміною положення осі батареї відносно рами. Для виконання цієї операції відкручують гайку, переміщуючи вісь батареї, і фіксують її положення фіксатором. Кут атаки робочих органів голчастих борін регулюють переміщенням стяжки.

По закінченні ремонту борони, як і інші сільськогосподарські знаряддя, підлягають ретельному контролю. Технічні вимоги до відремонтованих борін. Непрямолінійність поперечних і повздовжніх брусів рами в ненавантаженому стані на всій їхній довжині не повинна перевищувати 5 мм, а бруси мають бути перпендикулярними один до одного. Різниця діагоналей на прямокутних ділянках рами не допускається більше ніж 12 мм. Значення допустимих розмірів та їхнє відхилення контролюють за допомогою плоского кутника УП-2-250 і лінійки 500. Овальність поверхонь отворів під болти й пальці кріплення елементів рами допускається не більше 1 мм і вимірюється штангенциркулем ШЦ-1-125-0,1.

Бруси середньої рами борін розміщують в одній площині, з відхиленням не більше 3 мм, при цьому бічні рами борін надійно з'єднують із середньою рамою (вони мають вільно входити в поперечні бруси основної рами). Штирі, які фіксують бічні бруси в поперечинах, мають вільно входити в отвори цих брусів і надійно утримувати їх у заданому положенні. Нахил

отворів бічних рухомих брусів для кріплення батарей на кути атаки має не перевищувати $1,5^\circ$ величини заданого регулювання. Скоби кронштейнів і нижні стінки труб розміщують в одній площині, при цьому заклепки та зварні шви не повинні перешкоджати встановленню й переміщенню деталей під час регулювання.

Після огляду поля та усунення перешкод, обирають спосіб та напрямок руху, відмічають поворотні смуги, розбивають поле на загінки. Робоча ділянка - це поле, або його частина, призначена для виконання певної роботи.

Загінка - частина поля, яка виділена для виконання технологічної операції відповідно до обраного способу руху.

Поворотна смуга - частина ділянки, що виділена для поворотів агрегатів.

Контрольна лінія - лінія між поворотною смугою та рештою ділянки, контрольна лінія є базою для визначення включення в роботу та включення з роботи машин агрегату.

Довжина виїзду агрегату e - віддаль, на яку необхідно вивести центр агрегату від контрольної лінії на поворотній смузі до початку повороту, _об запобігти огріхам чи пошкодженню рослин .

Характеристики робочої ділянки наведені на рис. 4.4

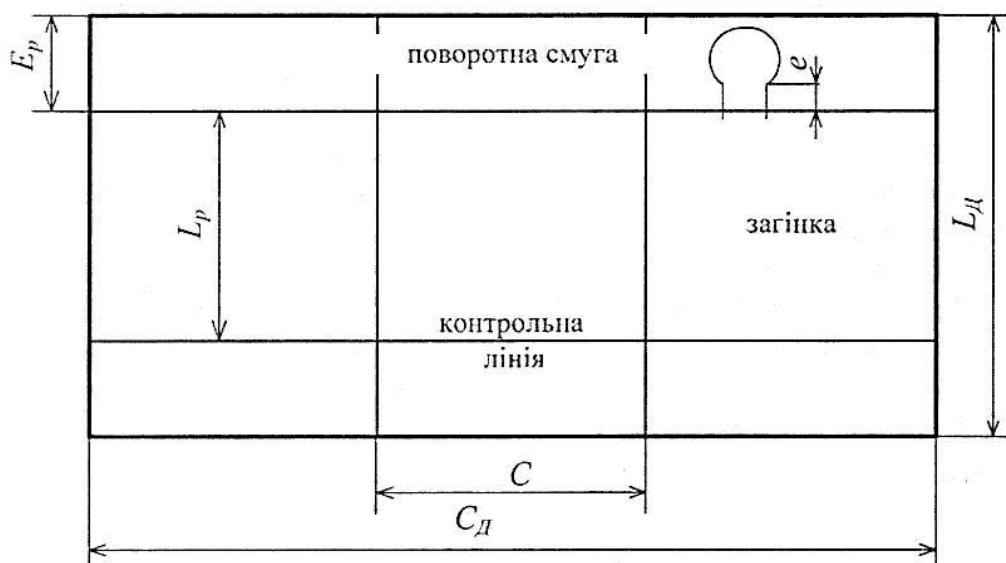


Рис. 4.4 – Характеристика робочою ділянки.

4.3. Організація роботи агрегату в загінці

Якщо за межами поля відсутній вільний виїзд для розвороту агрегата, то відмічають поворотні смуги. Ширину поворотної смуги залежно від способу руху агрегату і виду його повороту визначаємо за формулою:

$$\dot{A} = 1,5R_{\min} + L_a, \quad (4.1)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту агрегату, визначаємо за формулою:

$$R_{\min} = 1,7B_k, \text{ м}, \quad (4.2)$$

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 4,05 = 6,88 \text{ м};$$

L_a – кінематична довжина агрегату, визначаємо за формулою:

$$L_a = L_{mp} + L_m, \text{ м}, \quad (4.3)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, м;

L_m – кінематична довжина сільськогосподарської машини, м

$$L_a = 5,85 + 4,65 = 10,5 \text{ м};$$

$$E = 1,5 \cdot 9,18 + 10,5 = 41,5 \text{ м}.$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратна ширині захвату агрегата, тому визначаємо ширину поворотної смуги до конкретних умов за формулою:

$$E_1 = B_k \cdot k, \text{ м}, \quad (4.4)$$

де k – коефіцієнт кратності, який визначаємо за формулою:

$$k = \frac{E}{B_k}, \quad (4.5)$$

$$k = 41,5 / 4,05 = 10,2, \quad \text{приймаємо } k = 10$$

$$E_1 = 5,4 \cdot 10 = 54 \text{ м}.$$

Ширина поворотної смуги становить 54 м. Поворотну смугу відмічаємо вішками, які встановлюються через кожні 100...150 м від поперечної межі поля. По лінії вішок проїжджають тракторами, відмічаючи колесами межу поворотної смуги.

$$\text{Довжина поля} - L_{\text{заг}} = 1000 \text{ м}.$$

Визначаємо робочу довжину заїмки за формулою:

$$L_p = L_{заг} - 2E, \text{ м}, \quad (3.6)$$

$$L_p = 1000 - 54 = 946 \text{ м.}$$

Підготовку ґрунту до посіву кукурудзи виконуємо агрегатом: МТЗ – 1221+ КПС-4.

РОЗДІЛ 5

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИТРАТ НА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

5.1. Розрахунок економічної ефективності впровадження нової технології та системи машин

Експлуатаційні витрати по машинно-тракторних агрегатах при виконанні механізованих робіт з розрахунку на одиницю цих робіт визначається за формулою:

$$E = Z + G + Tr + A,$$

$$E = 4,75 + 83,41 + 56 + 23,6 = 167,76 \text{ грн.}$$

Де: Z - оплата праці (основна і додаткова) з нарахуванням;

G – вартість паливно-мастильних матеріалів;

Tr – витрати на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування;

A – амортизаційні відрахування.

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно – тракторний агрегат:

$$Z = \frac{Z_m \times N_m \times K_m + Z_p \times N_p \times K_p}{W_z},$$

Де: Z_m і Z_p – тарифна ставка за зміну механізаторам та іншим робітникам, грн;

N_m і N_p – кількість механізаторів та інших робітників;

K_m і K_p – коефіцієнт додаткової оплати праці механізаторам та іншим робітникам;

W_z – змінна норма виробітку.

При цьому оплата праці визначається виходячи з мінімальної заробітної плати, встановленої на відповідний рік. Цю заробітну плату повинні одержувати працівники, зайняті на ручних роботах в рослинництві, що виконують роботу за першим тарифним розрядом. Для визначення

тарифних ставок інших розрядів використовують міжрозрядні коефіцієнти. Додаткова оплата праці встановлюється залежно від фінансового стану підприємств. Нарахування на фонд оплати праці (пенсійне забезпечення, соціальне страхування, страхування від нещасного випадку на виробництві та інші).

Вартість паливно – мастильних матеріалів, витрачено на одиницю роботи:

$$G = Q \times Цп,$$

Де: Q – витрати пального на одиницю роботи на одній операції, кг/га;

Цп – ціна пального, яка включає вартість необхідної кількості мастильних матеріалів.

Витрати на капітальний та поточний ремонти і технічне обслуговування по машинно – тракторному агрегату з розрахунку на одиницю роботи визначається за формулою:

$$Tp = \frac{1}{100W} \left(\frac{Бт \times Чт}{Тт} + \frac{Бзч \times Чзч}{Тзч} + \frac{Бм \times Nм \times Чм}{Тм} \right),$$

де: Бт, Бзч, Бм – балансова вартість трактора, зчіпки сільськогосподарської машини, грн. Визначається множенням ціни трактора, зчіпки, машини на коефіцієнт 1,1.

Вт, Взч, Вм – норма відрахувань на поточний та капітальний ремонти і технічне обслуговування відповідно для тракторів, зчіпки, с.-г. машин, %

Nм – кількість сільськогосподарських машин в агрегаті;

W – продуктивність агрегату за 1 годину часу, га/год;

Рт, Рзч, Рм – річна завантаженість відповідно трактора, зчіпки, с.-г. машини, %.

Амортизаційні відрахування по машинно-тракторному агрегату:

$$A = \frac{1}{100W} \left(\frac{Бт \times ат}{Тт} + \frac{Бзч \times азч}{Тзч} + \frac{Бм \times Nм \times ам}{Тм} \right),$$

де: ат, азч, ам – норма амортизаційних відрахувань по трактору, зчіпці, с.-г. машині, %

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до тривалості використання об'єктів основних засобів на вирощування окремої культури, їх балансової вартості та нормативних відрахувань. Згідно діючим в Україні податковим законодавством, норм амортизації встановлюються у відсотках до балансової вартості кожної з груп основних засобів на початку звітного періоду в таких розмірах: для першої групи – 5 %, для другої групи – 15 %, для третьої – 25 %. [16,28].

Після виконання розрахунків за формулами 2-5 за допомогою формули 1 визначаються експлуатаційні витрати по машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$K_{\Pi} = \frac{1}{W} \left(\frac{B_m}{T_m} + \frac{B_{3ч}}{T_{3ч}} + \frac{B_m \times N_m}{T_m} \right),$$

$$K_{\Pi} = \frac{1}{1,06} \left(\frac{27500}{1200} + \frac{35200}{70} \right) = 2372,6 \text{ грн.}$$

Наведені витрати щодо машинно-тракторних агрегатів розраховують за формулою:

$$B_3 = E + k_n \times K_{\Pi},$$

$$B_3 = 165,03 + 0,15 \times 2372,6 = 2537,78 \text{ грн.}$$

де: k_n – нормативний коефіцієнт капіталовкладень, $k_n=0,15$.

Потребу в пальному розраховують за формулою:

$$P_{\text{пмм}} = q \times O,$$

$$P_{\text{пмм}} = 2,8 \times 143 = 400,4 \text{ кг}$$

де: q – витрати пального на одиницю роботи на даній операції, кг/га.

Витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$Г = P_{\text{пмм}} \times Ц,$$

$$Г = 400,4 \times 29,79 = 11927,9 \text{ грн.}$$

де: $Ц$ – комплексна ціна 1 кг пального, яка включає також вартість необхідної кількості мастильних матеріалів.

Витрати на поточний ремонт та капітальний ремонт і технічне обслуговування визначаються у відсотках від балансової вартості машин, коригуються залежно від зношеності машинно-тракторного парку.

Вони визначаються за формулою:

$$Tr = \frac{Bk \times p}{100},$$

$$Tr = \frac{35200 \times 13}{100} = 4576 \text{ грн.}$$

де: Бк – балансова вартість усіх машин даної марки, що припадає на вирощування культури, визначається за формулою:

$$Bk = B \times \frac{T_k}{T_n} \times N_m,$$

$$Bk = 35200 \times \frac{75,25}{70} \times 1 = 37840 \text{ грн.}$$

де: B – балансова вартість однієї машини даної марки, грн;

N_m – кількість машин в агрегаті, шт.;

T_k – зайнятість машин на вирощуванні даної культури, год;

T_n – нормативна річна зайнятість машини, год.

Балансова вартість машини розраховується за формулою:

$$B = 1,1 \times Ц_m,$$

Зайнятість машин на вирощуванні культури визначається складанням кількості норм-змін на всіх операціях, виконаних даною машиною і множенням цієї суми на 7 годин;

$$T_k = \sum 7 \times N_{зм},$$

$$T_k = \sum 7 \times 6,37 = 44,59$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{Bk \times a}{100},$$

$$A = \frac{37840 \times 14}{100} = 5297,6$$

де: a – норма амортизаційних відрахувань, %.

Вартість насіння визначається за нормами висіву на 1 га і вартістю посівного матеріалу за формулою:

$$B_n = N_v \times Ц_n \times П_k,$$

$$B_n = 25 \times 7 \times 100 = 17500 \text{ грн.}$$

де: Нв – норма висіву насіння, кг/га;

Цн – ціна насіння, грн./кг;

Пк – площа посіву культури, га.

Витрати на мінеральні добрива. Вартість мінеральних добрив визначається, виходячи з прогнозованих норм їх внесення під різні культури та ціни за 1 кг діючої речовини за формулою:

$$Вм = Н \times Ц \times Пк,$$

$$Вм = 1,1 \times 100 \times 3,5 = 385 \text{ грн.}$$

де: Н – норма внесення добрив, ц/кг;

Ц – ціна добрив, грн./кг д.р.

Витрати на засоби захисту рослин визначаються за нормами їх внесення та середніми цінами придбання за формулою:

$$Вззр = \sum_{i=1}^n Q_{ох} \times Ц_{ох} \times Пк,$$

$$Вззр = \sum_{i=1}^n 4 \times 96,92 \times 3,5 = 1356 \text{ грн.}$$

де: $Q_{ох}$ – кількість використаного отрутохімікату i того найменування на 1 га, кг;

$Ц_{ох}$ – ціна використаного отрутохімікату 1-того найменування, грн./га.

Витрати на оренду (О) земельних ділянок або часток (паїв) приймаються в розмірі 143 грн/га.

Витрати на автотранспорт розраховуються за формулою:

$$Т = От \times Втк,$$

$$Т = 750 \times 3,14 = 2355 \text{ грн.}$$

де: $От$ – обсяг транспортних робіт, який виконується автомобілями, т.км;

$Втк$ – вартість одного тонно-кілометра, грн./т.км.

Інші матеріальні витрати (І) розраховуємо в розмірі 10 % від суми прямих витрат без вартості насіння та суми амортизаційних відрахувань.

$$І = 15830,34 \text{ грн.}$$

Страхові платежі (C_T) розраховуємо в розмірі 5 % від суми прямих та інших витрат без суми амортизаційних відрахувань.

$$C_T = 8230,017 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати ($B_{зв}$) розраховуються в розмірі 5 % від суми прямих витрат без суми амортизаційних відрахувань.

$$B_{зв} = 7341,5 \text{ грн.}$$

5.2.Розрахунок собівартості продукції

Собівартість усієї виробленої продукції обчислюємо за формулою:

$$C = З + Г + А + Тр + Т + Вн + Вм + В_{ззр} + О + C_T + I + B_{зв},$$

де: $З$ – оплата праці з нарахуванням, грн.;

$Г$ – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн.;

$А$ – амортизаційні відрахування, грн.;

$Тр$ – витрати на капітальні та поточні ремонти і технічні обслуговування, грн.;

$Т$ – транспортні витрати, грн.;

$Вн$ – вартість насіння, грн.;

$Вм$ – вартість мінеральних добрив, грн.;

$В_{ззр}$ – витрати на засоби захисту рослин, грн.;

$О$ – орендна плата, грн.;

C_T – страхові платежі, грн.;

I – інші витрати, грн.;

$B_{зв}$ – загальновиробничі витрати, грн.;

$$C = 1621 + 126900 + 23632 + 4576 + 2355 + 17500 + 385 + 1356 + 2628 + 1314 + 1354 = 855000 \text{ грн.}$$

Собівартість 1 ц. продукції:

$$C_{ц} = \frac{C}{B},$$

де: B – валовий збір, ц.

$$B = 110 \times 100 = 11000 \text{ ц.}$$

$$C_{ц} = \frac{855000}{11000} = 77,7 \text{ грн./ц}$$

ВИСНОВКИ

Розвиток сільськогосподарського виробництва призводить до впровадження в господарства нових технологій вирощування та розширення продукції. В процесі написання кваліфікаційної роботи на тему «Удосконалення технологій вирощування кукурудзи на зерно з обґрунтуванням технологічного процесу підготовки ґрунту до посіву у ТОВ «АГРО ЗЕМ» Полтавської області» нами розроблено технологію вирощування кукурудзи на зерно та технологічне забезпечення для її здійснення.

В першій частині ми провели аналіз технологій вирощування кукурудзи на зерно та вказали на переваги впровадження різних технологій. Виконання розрахункових розділів роботи дозволили визначитися з порядком проведення робіт по вирощуванню кукурудзи на зерно та затратами на виконання комплексу проведених робіт. Порядок робіт та їх обсяги були розроблені та окреслені в технологічній карті вирощування кукурудзи на зерно, де було вказано на послідовність описаних операцій, в яких вказані найдоцільніші агрегати з оптимальною продуктивністю.

Згідно організаційно-експлуатаційної частини для більш ефективного використання робочого часу нами були запропоновані заходи по організації механізованих робіт з вирощування кукурудзи на зерно за новою технологією. Згідно до проведеної роботи складено операційно-технологічну карту, в якій вказано необхідні параметри для підготовки ґрунту до посіву кукурудзи на зерно.

Описані основи теорії і розрахунку робочих органів культиваторів для суцільної обробки ґрунту та представлено силовий розрахунок борони.

Для безпечних умов праці і збереження навколишнього середовища запропоновано основні заходи безпеки і охорони природи в рослинництві.

Визначені небезпечні фактори при підготовці ґрунтообробної техніки. Розроблена інструкція з охорони праці при експлуатації ґрунтообробних агрегатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bender F. et al. Soil Quality & Soil Erosion. – CRC Press, 2017.
2. Edmeades D. Maize Production in Drought-Stressed Environments. – Springer, 2018.
3. Gomez K. A., Gomez A. A. Statistical Procedures for Agricultural Research. – 3rd ed. Wiley, 2010.
4. Grant R. F. Crop Modelling and Decision Support. – Wiley, 2020.
5. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. – 1950. – V. 35. – P. 303–321.
6. Hatfield J. L., Prueger J. H. Managing Soil Moisture for Crop Production. – Agronomy Monograph, 2015.
7. Hillel D. Introduction to Soil Physics. – Elsevier, 2004.
8. Ivaniuk V., Hnativ P., Olifir Yu. Influence of nitrogen fertilizers on the formation of corn grain yield and nitrogen-use efficiency // Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agronomy. – 2022.
9. Kaminskyi V., Asanishvili N. Economic efficiency of maize growing technologies of different levels of intensity. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. – 2020.
10. Kanibolotskyi I. O. et al. Corn productivity for silage depending on plant density // Agrology. – 2025.
11. Lichtfouse E. (Ed.). Sustainable Agriculture Reviews. – Springer, 2019.
12. Masliiov S. V., Masliiov Y. S., Tsygankova N. A., Rudakov V. S. Growth, development and yield of sweet corn depending on the types of basic tillage. Scientific Progress & Innovations. – 2020.
13. Mushinsky A., Onipko V. Agrobiological evaluation of sowing dates and techniques for grain corn. Scientific Progress & Innovations. – 2025. – №28(3). – С. 56–62.

14. Polovnyy A. V. Сучасна технологія вирощування кукурудзи: монографія. – Полісся Ун-т, 2025.
15. Propozitsiya.com. Елементи технології вирощування кукурудзи на Півдні України. – 2016.
16. Riley H. et al. Principles of Field Crop Production. – CABI, 2018.
17. Stiurko M. Formation of germination of corn seeds // Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agronomy. – 2024.
18. Syngenta Ukraine. Технологія вирощування кукурудзи та внесення добрив. – 2025.
19. Tollenaar M. Crop Physiology of Maize. – Wiley, 2020.
20. Yashchuk T. S., Solian M. Ya., Dovhan O. M. Economic efficiency of maize growing technologies in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine // Innovative Economy. – 2025.
21. Білоконь Я. Ю. *Нова мобільна сільськогосподарська техніка. Трактори.* – ВКП «Аспект», 1999. – 145 с.
22. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. *Основи загальної екології.* – К.: Либідь, 2000.
23. Борхаленко Ю. О., Андрусик В. С. та ін. *Методичні рекомендації щодо виконання дипломного проекту з дисципліни «Машиновикористання в землеробстві».* – Немішаєв: НМЦ, 2006. – 148 с.
24. Буряк В. М. *Основи агротехніки.* – Полтава: ПДАА, 2020.
25. Вільсон О. Г. *Охорона праці: навчально-методичний посібник.* – 2002. – 251 с.
26. Войтюк Д. Г., Барановський В. М. *Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку.* – К., 2004. – 521 с.
27. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. *Сільськогосподарські машини.* – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
28. Гапоненко В. С., Войтюк Д. Г. *Сільськогосподарські машини.* – К.: Урожай, 1982. – 312 с.

29. Гевко Б. М. *Технологія сільськогосподарського машинобудування*. – К.: Кондор, 2006. – 486 с.
30. Геврик Є. О. *Охорона праці*. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. – 210 с.
31. Гришко В. В. *Енергозбереження в сільському господарстві*. – Полтава, 1993. – 324 с.
32. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Антонюк С. П. Селекція кукурудзи // *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. – К.: Логос, 2001. – Т. 4. – С. 571–589.
33. Дробота В. І. та ін. *Бізнес-план розвитку сільськогосподарського підприємства*. – К.: Мета, 2003. – 336 с.
34. Дрозд О. М. Вплив способів сівби і доз мінеральних добрив на врожайність і якість продукції льону-довгунця та олійного // *Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених*. – Чабани, 2003.
35. Журавський В. В. Оптимізація технології вирощування кукурудзи цукрової. – Дніпро: Дніпровський ДАЕУ, 2023.
36. Захарченко І. М. *Технологія вирощування зернових*. – К.: Аграрна Освіта, 2018.
37. Іваненко П. П. *Агротехніка вирощування сільськогосподарських культур*. – Львів: Агросвіт, 2019.
38. Іваненко С. М. *Проблеми охорони природи*. – К., 2001. – 253 с.
39. Івашина М. Б. *Машиновикористання в землеробстві*. – Немішаєв: НМЦ, 2003. – 160 с.
40. Івашина М. Б. та ін. *Машиновикористання в землеробстві*. – К.: Урожай, 1989. – 320 с.
41. Ільченко В. Ю., Нагірний Ю. П. *Машиновикористання в землеробстві*. – К.: Урожай, 1996.
42. Козубенко Л. В., Камишан Т. П., Чупіков М. М. Селекція гібридів кукурудзи різних груп стиглості в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва // *Селекція і насінництво*. – Харків, 2007. – № 94. – С. 3–10.

43. Корсак С. Й. *Передумова енерго- і ресурсозбереження на збиранні льону-довгунця*. – 2002. – 126 с.
44. Ладжинський коледж. *Експлуатація машин і обладнання: навч. посібник*. – 2019.
45. Матийчук В. Г. *Дослідження шкідливості збудників гнилей кукурудзи Селекційно-генетичні дослідження кукурудзи та сорго в Молдові*. – Кишинів: Штіинца, 1989. – С. 102–110.
46. Мацибора В. І. *Економіка сільського господарства*. – К.: Вища школа, 2005. – 215 с.
47. Мельник І. І., Гречкосій В. Д., Марченко В. В. та ін. *Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу: навч. посібник*. – К.: Видавничий центр НАУ, 2001. – 106 с.
48. Мельник І. І., Малиновський А. С. *Практикум з машиновикористання в рослинництві*. – К.: Кондор, 2004.
49. *Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина*. – Офіційний бюлетень № 1. – 2003. – Ч. 3. – 105 с.
50. *Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур*. – Офіційний бюлетень № 2. – 2003. – Ч. 3. – 241 с.
51. *Методичні рекомендації польового та лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи*. – Харків: ІР, 2003. – 43 с.
52. Петраченков В. В. *Технологія вирощування кукурудзи на зерно: магіст. робота*. – Полтава: ПДАА, 2025.
53. *Положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України: Наказ МНС України № 368 від 29.09.2003*.
54. Роина О. *Охорона праці в Україні. Нормативна база*. – К., 2001. – 245 с.

55. Сало В. М., Лещенко С. М., Петренко Д. І. Методичні вказівки з механізованих робіт в рослинництві. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018.
56. Філоненко С. В. Formation of grain productivity of maize under different soil tillage. Scientific Progress & Innovations. – 2013.
57. Чупіков М. М., Овсяннікова Н. С., Чернобай Л. М. Оцінка стабільності врожаю гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сільськогосподарські науки України*. – 2005. – Вип. 91. – С. 154–158.
58. Ярош Ю. М., Трусов Б. А. *Технологія виробництва сільськогосподарської продукції*. – К.: Український центр духовної культури, 2005. – 325 с.

ДОДАТКИ



Комбайн Case 2388 AF



Трактор Т-150К



Процес збирання кукурудзи на силос



Процес збирання кукурудзи на зерно