

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування і збирання  
цибулі з обґрунтуванням параметрів і режиму  
роботи удосконаленого копача**

**Виконав:** студент факультету за спеціальністю  
208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Гетман Денис Вікторович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Сокол Сергій Петрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро, 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри тракторів і  
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_

керівник роботи \_\_\_\_\_

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

№ \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_



## АНОТАЦІЯ

Гетман Д.В. Удосконалення технології вирощування і збирання цибулі з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи удосконаленого копача/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 78 с.

В роботі розроблено удосконалену технологію для умов ТОВ „Дубрава” Магдалинівського району Дніпропетровської області вирощування і збирання цибулі. Визначено склад і кількість машин та обладнання.

Розроблено конструкцію і розраховано параметри і режим роботи машини для викопування цибулі, проведено польові випробування удосконаленого копача і визначено деякі показники якості його роботи. Визначено основні технологічні показники збирання цибулі із застосуванням удосконаленого копача.

Приведений аналіз охорони праці в господарстві і розроблено заходи по поліпшенні стану в господарстві. Економічний ефект від використання удосконаленої технології і удосконаленого копача становить 211978,9 грн., затрати праці знижуються на 0,57 люд.год./га., а затрати окупаються протягом першого року експлуатації.

Ключові слова: цибуля, технологія, копач, режим роботи, параметри.

## З М І С Т

В С Т У П. ....	6
1 СОРТИ І АГРОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИБУЛІ. ....	8
2 АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА. ....	16
2.1 Різновидності цибулі. ....	16
2.2 Особливості технологічного процесу вирощування та збирання цибулі. ....	17
2.2.1 Особливості вирощування цибулі з насіння. ....	20
2.2.2 Особливості вирощування цибулі з сіянки. ....	22
2.2.3 Особливості вирощування цибулі з розсади. ....	25
2.3 Особливості технологічних операцій. ....	26
3 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН. ....	34
3.1 Складання технологічної карти. ....	34
3.2 Визначення потреби в техніці. ....	41
4 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ КОПАЧА. ....	44
4.1 Обґрунтування схеми удосконалення копача. ....	44
4.2 Розрахунок елеватора-сепаратора копача. ....	46
4.3 Результати досліджень удосконаленого копача. ....	48
5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ. ....	51
6 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....	58
6.1 Охорона праці при збиранні цибулі. ....	58
6.2 Регулювання запобіжної муфти системи приводу. ....	60
6.3 Рекомендації по поліпшенню умов праці. ....	62
7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. ....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. ....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. ....	71

## ВСТУП

Цибуля - одна з цінних овочевих культур. Крім великого продовольчого значення вона цінна також своїми лікувальними властивостями. Її можна вирощувати і мати в свіжому вигляді цілий рік. Найбільш поширені ріпчаста цибуля, батун, порей, шалот і багатоярусний. Особливо багате вітаміном С зелене перо багаторічних луків. В їжу використовуються цибулини і листя будь-якого цибулі в сирому, тушкованому, смаженому, маринованому і сушеному вигляді. Цибуля має специфічний запах і смак, сприяє збудженню апетиту, кращому засвоєнню їжі і є незамінною приправою до салатів, вінегретів і майже до всіх овочевим, м'ясних і рибних блюд. Батьківщиною цієї культури вважається тропічна центральна Азія чи її західна частина. Цибуля буває трьох кольорів – жовта, червона та біла. Близько 88% врожаїв присвячено вирощуванню жовтої цибулі, лише 7% – червоної і 5% – білої [1,2].

Цибуля вирощується у близько 175 країнах світу в умовах помірною, субтропічного і тропічного клімату. Світове виробництво цибулі становить близько 64 мільйони тонн, вирощених на території в 3,45 мільйонів гектарів (дані FAO, 2007). Основними країнами-виробниками цибулі є Китай, Індія, США, Пакистан, Туреччина, Росія, Іран, Бразилія, Мексика й Іспанія. Найбільше цибулі вирощується в Китаї, зокрема, Китай та Індія збирають 44,5% усього врожаю цибулі. Найбільшу врожайність зареєстровано в Ірландії – 58 т/га. Попит на цибулю, як у свіжому, так і в переробленому для споживання вигляді зростає.

З початком широкомасштабного вторгнення росії об'єми виробництва цибулі в Україні різко впали, адже основна маса цибулі ріпчастої в довоєнний період надходила на ринок із господарств Донецької, Дніпропетровської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької областей та Автономної Республіки Крим. Через тимчасову окупацію південних районів, воєнні дії, замінування

посівні площі знизилися на 15% - до 46 тис. га. Тому і ціна на неї за останній період різко піднялася і іноді доходила до 50 і більше грн. за кілограм [ ].

Зменшення доступної для посівів земельної площі означає, що необхідно підвищувати врожайність цієї сільськогосподарської культури. На сьогодні в нас дуже низька продуктивність виробництва цибулі. Якщо взяти, наприклад, урожайний 2021 рік, то ми мали по Україні близько 20 тонн із гектара, а при сучасних, науково обґрунтованих технологіях можемо мати як мінімум 40–45 тонн. Найважливіше значення для досягнення більшої врожайності цибулі матиме доступ до належного водопостачання й ефективніше використання води та дорогих добрив.

Для виходу з кризи, в якій знаходиться галузь, необхідно підвищити врожайність, покращити якість продукції і знизити її собівартість. Для цього необхідні нові технологічні і конструктивні рішення.

Метою даного дипломного проекту і є удосконалення технології вирощування та збирання цибулі з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи удосконаленого копача в умовах товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) „Дубрава” Магдалинівського району Дніпропетровської області.

## 1 СОРТИ І АГРОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИБУЛІ

Для розробки і вдосконалення робочих органів машин для збирання цибулі необхідно знати її основні фізико-механічні характеристики. Розміщення цибулі в просторі характеризується шириною міжрядь, густотою рослин в рядку, відхиленням цибулин відносно осі рядка і поверхні ґрунту.

Середня ширина міжрядь по фактичним замірам коливається від 46 до 63 см (таблиця 1.1) [ 3 ].

Таблиця 1.1 - Розміщення рослин на полі

Сорт	Сівалка	Схема посіву	Середня ширина міжрядь, см		Густота рослин в рядку, шт./м		Урожай	
			задана	фактична	Крайні значення	Середні	Тис. шт/га	Ц/га
Безсонівський	СЛС-4	Стрічковий, двострічний (20-50 см)	50	56	8 - 21	14,1	392	72
Погарський	СЛН-6	Однострічний	45	46	-	8,0	174	105
Безсонівський	Вручну	Стрічковий, двострічний (15-45 см)	45	48	-	6,0	162	94
Краснодарський	СОН-2,8	Однострічний	60	63	19-36	21,0	335	217
Стригунівський	СОН-2,8	Стрічковий, двострічний (20-50 см)	50	48	-	11,0	314	170

Густота насаджень в рядку змінюється ще більше, ніж ширина міжрядь. Середня густота в господарствах коливається від 6 до 21 рослини на погонний метр рядка, тобто середнє число рослин на гектар становить 162 – 392 тис. шт.



При всіх схемах посіву і посадки рослини виростають розкиданими відносно лінії рядка вправо і вліво на 3–4 см, так що рядок представляє собою стрічку шириною 50 – 70, іноді 80 мм.

Розміщення цибулин відносно поверхні ґрунту характеризується положенням головок і мірою заглиблення цибулин в ґрунт (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Розподіл цибулин по класах висоти розташування  
(в % до числа рослин)

Сорт	Класи висоти головок цибулин відносно поверхні ґрунту, см								
	Нижче поверхні				На рівні ґрунту	Вище поверхні			
	0,2	2,1-4	> 4	Всього		0,2	2,1-4	> 4	Всього
Безсонівський	28,0	48,0	6,0	82,0	10	8,0	0	0	8,0
Краснодарський	23,1	9,2	0,7	33,0	4	45,2	17,0	0,8	63,0
Стригунівський	8,9	9,4	0,7	19,0	62	14,5	4,5	0	19,0
Вертюжанський	46,1	10,4	1,5	58,0	35	7,0	0	0	7,0
Дністровський	4,7	1,3	0	6,0	20	35,6	33,0	5,4	74,0

Спостерігається три характерних положення цибулин в ґрунті:

$$L > 1, \quad L = 1, \quad \text{і} \quad L < 1 \quad (1.1)$$

В першому положенні головка виступає над поверхнею ґрунту. Це характерно деяким сортам, особливо Дністровському і Краснодарському Г-35.

При другому положенні ( $L = 1$ ) головка цибулини знаходиться рівні ґрунту. Кількість таких цибулин становить по сортах від 4 до 62 % (таблиця 1.2).

В третьому положенні, тобто коли головка цибулини нижче рівня ґрунту ( $L < 1$ ), знаходиться більшість цибулин у сортів Безсонівський і Вертюжан-

ський.

Глибина залягання цибулин сорту Безсонівський в ґрунті розподіляється наступним чином (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Розподіл цибулин по глибині залягання в ґрунті (%)

Класи розміру <i>l</i> , см	1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7
Частота, %	2	9	22	32	23	9	3

Таблиця 1.4 - Розмірні характеристики цибулі

С о р т	Діаметр, см		Довжина, см	
	цибулини	пучка листків	цибулини	пучка листків
Безсонівський:				
середній	4,25	1,0	3,2	36,0
максимальний	6,45	1,8	4,7	55,0
мінімальний	2,20	0,5	2,2	12,0
Погарський:				
середній	4,30	1,0	4,1	36,0
максимальний	7,50	1,8	6,2	55,0
мінімальний	2,30	0,5	2,8	12,0
Краснодарський Г-35:				
середній	4,27	0,59	5,1	31,0
максимальний	7,20	1,50	8,3	5,0
мінімальний	1,40	--	2,8	8,0
Стригунівський				
середній	3,7	0,8	3,9	16,3
максимальний	5,2	1,4	5,8	30,0
мінімальний	2,4	0,3	2,6	5,0
Дністровський:				
середній	6,5	0,9	5,8	20,2
максимальний	8,5	2,2	7,8	45,0
мінімальний	4,2	0,3	4,0	8,0
Вертюжанський:				
середній	4,5	0,7	3,3	16,8

Таким чином, глибина залягання цибулі в ґрунті становить 7 см. У сорту Краснодарський Г-35 максимальна глибина становить 11 см, у інших сортів менше. Тому глибина ходу викопуючих робочих органів збиральних машин повинна бути не менше 11 см.

На розміри і форму цибулини впливає сорт і умови вирощування. Розмірні характеристики цибулі приведені в таблиці 1.4. Форму цибулини характеризує такий показник, як індекс – це відношення довжини цибулини до її діаметра:

$$C = \frac{l}{a} \quad (1.2)$$

В сорту Безсонівський значення індексу С становить 0,75, у сорту Погарський – С=1, що відповідає в першому випадку сплюснутій формі, в другому – округлій.

Середня маса цибулини найбільша у сорту Дністровський (128 г), а найменша у сорту Стригунівський (27 г) (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Маса рослини і її частин в період збирання

С о р т	Маса рослини, г			Маса цибулини, г		
	Середня	Макс.	Мін.	Середня	Макс.	Мін.
Безсонівський	33,8	114	5	28,4	88	5
Погарський	55,8	-	-	40,5	158	9
Краснодарський Г-35	72,0	265	9	65,2	245	7
Стригунівський	35,0	107	11	27,0	78	8
Вертюжанський	46,0	141	10	37,0	103	9
Грубненський	33,0	96	8	32,0	-	10
Дністровський	149,0	311	49	128,0	277	47

Насипна маса свіжо-зібраних цибулин, які очищені від землі і гички, становить 583 – 796 кг/м<sup>3</sup>, а рослин з невідділеною гичкою – 307 – 471 кг/м<sup>3</sup>, питома маса цибулини коливається біля одиниці (таблиця 1.6).

Сила, необхідна для витягування цибулини з ґрунту вимірювалася при статичному прикладанні сили в напрямку по вертикалі вгору. Середнє

значення сили зв'язку рослини з ґрунтом становить по сортах 19 – 48 Н, максимальне – 100-110 Н на одну рослину (таблиця 1.7).

Таблиця 1.6 - Масові характеристики цибулі

С о р т	Об'ємна (насипна) маса кг/м <sup>3</sup>		Питома маса цибулини, г/см <sup>3</sup>		
	Без листя	З листям	Середня	Макс.	Мін.
Безсонівський	795	400	--	--	--
Погарський	--	307	--	--	--
Краснодарський Г-35	646	508	0,950	0,976	0,919
Стригунівський	--	426	0,985	1,065	0,897
Вертюжанський	--	386	1,015	1,225	0,928
Грубненський	--	350	0,959	0,981	0,927
Дністровський	583	471	0,980	1,055	0,916

Сила зв'язку рослин з ґрунтом залежить від багатьох факторів, наприклад від стану гички. При 30 % зелених живих листків в пучку ця величина становить в середньому 35 Н, а при 90 % - 69 Н, тобто майже в два рази більше (Краснодарський Г-35). Те ж саме спостерігається і на інших сортах.

Міцність пучка гички змінюється в залежності від місця розриву по висоті пучка. В верхній третині пучка вона завжди найменша (таблиця 1.8). В вийнятих з землі і залишених в валку для польової сушки рослинах міцність пучка з часом зменшується. За 10-12 днів польової сушки вона може зменшитися в 1,5-2 рази.

Міцність цибулин при ударних навантаженнях характеризується мірою пошкодження тканин плоду від ударів. При випробуваннях на ударне навантаження цибулини вільно падали з заданої висоти, при цьому швидкість удару розраховувалась за формулою:

Таблиця 1.7 - Сила на виймання цибулі з ґрунту

С о р т	Характеристика				Сила виймання, Н		
	рослини		ґрунту		Середн.	Макс.	Мін.
	Стан гички	Діаметр цибулини, мм	Вологість, %	Щільність, кг/м <sup>3</sup>			
Безсонівський	В'яла, жовтіюча	37	17	24	23	50	5
Погарський	Зелена	44	14	10	30	110	12
Краснодарський	Зелена	54	20	7	48	100	13
Стригунівський	В'яла, жовтіюча	36	9	5	19	40	4
Вертюжанський	Те ж	49	8	8	28	60	2
Дністровський	Зелена	59	10	9	33	90	2

Таблиця 1.8 - Міцність пучка в залежності від місця розриву для сортів (Н)

Місце розриву	Погарський	Стригунівський	Вертюжанський	Дністровський
В нижній третині пучка	44	52	53	168
В середині пучка	32	56	61	191
В верхній третині пучка	29	49	55	125

$$V = \sqrt{2gH} \quad (1.3)$$

Допустимою (критичною) висотою падіння вважається максимальне значення Н, перевищення якого викликає початок пошкодження зразка (таблиця 1.9). При падінні свіжих, викопаних цибулин на прутки елеватора висота Н становить 50-100 см в залежності від маси зразка. У сорта Вертюжанський при висоті 200 см удар по прутках викликає пошкодження до 70% кількості цибулин в вихідних зразках, при падінні на шар цибулин – до 10%.

Важливою характеристикою є також коефіцієнти тертя. При статичних навантаженнях в більшості випадків у цибулини в порівнянні з іншими органами маємо найменші коефіцієнти тертя, в зеленого листя – найбільші (таблиця 1.10).

Таблиця 1.9 - Пошкодження цибулин в залежності від висоти падіння, %

Робоча поверхня	Фракції, отримані в результаті досліджу	Сорт Вертюжанський		Сорт Стригунівський	
		Висота падіння, м			
		1,5	2,0	1,5	2,0
Прутки металеві	Непошкоджені	60	30	40	-
	Пошкоджені	40	70	60	-
Сталь листовая	Непошкоджені	70	70	47	27
	Пошкоджені	30	30	53	73
Шар цибулин	Непошкоджені	100	90	93	
	Пошкоджені	0	10	7	

Таблиця 1.10 - Коефіцієнти тертя спокою

Сорт	Органи рослини	Вологість, %	Робоча поверхня			
			Сталь листовая	Сталь шліфована	Сталь фарбована	Гума листовая
Безсонівський	Листя	91,0	0,61	-	0,59	0,79
	Цибулини	82,8	0,34	-	0,53	0,59
Краснодарський Г-35	Листя зелене	90,4	-	0,48	0,67	0,69
	Цибулини	-	-	0,33	0,42	-
	Листя сухе	14,5	-	0,42	0,55	0,82
Стригунівський	Цибулини	86,6	-	0,19	-	0,25
	Листя	86,5	-	0,74	-	0,94
Вертюжанський	Цибулини	87,9	-	0,20	-	1,11
	Листя	91,5	-	0,79	-	0,97

Таблиця 1.11 - Коефіцієнти тертя руху (сорт Краснодарський Г-35)

Зразок	Вологість, %	Робоча поверхня				
		Сталь листовая	Сталь фарбована	Гума тех.-нічна	Фанера соснова	Полотно
Сухі листя	14,5	0,26	0,52	0,42	0,18	0,27
Зелені листя	90,4	0,57	1,14	0,66	0,48	0,53
Цибулини	-	0,29	0,53	0,58	0,24	0,27

У живих рослин спостерігається сильне варіювання показників тертя, коефіцієнти його відрізняються в залежності від району, сорту, погоди.

Таким чином, фізико-механічні характеристики цибулі змінюються в великих межах, залежать від сорту, умов вирощування і збирання. Для їх врахування при розробці і проектуванні машин і робочих органів для збирання цибулі треба знати не тільки середні значення, а й мінімальні та максимальні, що дасть можливість правильно підібрати параметри і режим роботи машини в екстремальних ситуаціях.

## 2 АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Цибуля ріпчаста (*Allium sera*) належить до родини цибулевих. Це дворічна рослина, що в перший рік життя утворює цибулину, а на другому році – насіння. Цибуля – рослина холодостійка. Насіння починає проростати при температурі 3 – 4°C. Оптимальна температура для проростання насіння 18 – 20°C. Сходи витримують пониження температури до мінус 2 – 3°C без ушкоджень. Оптимальна температура для утворення і росту листя 18 – 24°C. При температурі нижче 10 – 15°C цибулини не утворюються, а при температурі вище 30°C їхній ріст припиняється. Цибуля відрізняється відносно невеликим споживанням води, але у той же час, пред'являє високу вимогливість до вологості ґрунту та повітря. Це пов'язано з тим, що її коренева система розвинута слабо і розташована у верхньому шарі ґрунту. У різні періоди розвитку цибулі, вимоги до вмісту вологи у ґрунті неоднакові. При проростанні насіння та утворенні цибулини вологість ґрунту повинна бути високою, а при дозріванні – низькою.

### 2.1 Різновидності цибулі

У виробництві розрізняють три різновиди цибулі ріпчастої: гостру, напівгостру і солодку. Усі сорти гострої цибулі більш скоростиглі. Цибулини їх щільні, добре вкриті покривними лусками, мають тривалий період спокою (краще зберігаються), характеризуються високим вмістом сухих речовин, цукру і ефірної олії. За врожайністю вони дещо поступаються напівгострим і солодким сортам. У культурі гострі сорти цибулі ріпчастої вирощують з насіння, сіянки і розсадою. Гострі сорти цибулі найпридатніші для вирощування в західних областях України. У напівгострих сортів цибулі триваліший період вегетації і вища врожайність, ніж у гострих. Цибулини їх



нешільні, за вмістом сухої речовини, цукрів і ефірної олії поступаються сортам гострої. Лежкість цибулин середня. У культурі їх вирощують переважно з насіння і розсадним способом.

До солодкої цибулі (салатної) належать сорти з високими смаковими якостями. Вони мають тривалий період вегетації і дають досить високі врожаї. Цибулини їх складаються з товстих соковитих лусок. Вміст сухої речовини, цукрів та ефірної олії незначний. Цибулини слабо і нещільно вкриті сухими лусками. Період спокою короткий, лежкість погана. Солодкі сорти цибулі краще розмножувати розсадою.

Насіння цибулі дрібне. Маса 1000 насінин – 2,8-3,7 г. Оболонка його тверда і просочена ефірною олією, тому насіння повільно бубнявіє і довго проростає (12-25 днів). Під час проростання на поверхні ґрунту з'являється сім'ядольний листок у вигляді петлі. Коренева система розвинена слабо і проникає в ґрунт на глибину до 40-50 см. Листки трубчасті.

В їжу використовують цибулини і молоді листки (перо). Щоб мати зелене перо цибулі протягом року, в зимовий період його вирощують у спорудах закритого ґрунту, в кімнатах, на вікнах методом вигонки з цибулин. Споживають цибулини у свіжому вигляді, вареними, смаженими, тушкованими, а також використовують у плодоконсервній промисловості.

В Україні цибулю вирощують з насіння або цибулі-сіянки. Спосіб вирощування цибулі-ріпки з насіння за один рік є більш перспективним, тому що виключає витрати на виробництво і зберігання сіянки.

## 2.2 Особливості технологічного процесу вирощування та збирання цибулі

Технологічний процес вирощування та збирання цибулі базується на зваженому і детально обґрунтованому використанні засобів механізації, застосуванні ефективних хімічних препаратів для захисту цибулі від бур'янів, шкідників та хвороб, якісного посівного матеріалу, дотриманні агротехнічних

строків виконання робіт, а також впровадженні прогресивних форм і методів організації праці. Виконання цих вимог забезпечить урожайність цибулі-ріпки не менше 350 ц/га.

За своїми біологічними особливостями рослини цибулі відносяться до тих культур, які дуже вимогливі до умов у період вегетації та до агротехніки вирощування. В посушливих умовах, при нестачі елементів живлення припиняється ріст та розвиток рослин, завершується формування цибулини. Після цього ніякі агротехнічні заходи (міжрядний обробіток, інтенсивні поливи, підживлення тощо) не можуть відновити процеси розвитку та подальшого формування рослин. Як наслідок, через несвоєчасне та неякісне виконання агротехнічних прийомів та операцій можна втратити значну частину урожаю.

Ця рослина любить прохолодні пори року. Врожаї значно залежать від температурних умов, а найбільш сприятливою температурою для посіву є 20–25°C, для вегетативного росту 13–24°C, для росту цибулин 15–21°C і для їх розвитку 20–25°C. Потреба в тривалості світлового дня для короткоденних сортів становить менш ніж 12 годин, для середніх 12–14 годин і для тривалих – більш ніж 14 годин.

Для вирощування цибулі необхідний родючий, легкий, глибоко пухкий і добре дренований ґрунт. Підходить також глинистий і алювіальний ґрунт з рівнем рН 5,8–6,5. Високі врожаї цибулі-ріпки отримують на тих ґрунтах, де у достатній кількості є запас органічної речовини – гумусу. Цибуля, вирощена на таких ґрунтах, багата на ефірні масла, і тому має більш гостріший смак порівняно з цибулею, яка вирощувалась на мінеральних ґрунтах.

Щільні ґрунти (які мають більш, ніж 1.6–1.7 г/см<sup>3</sup>) негативно впливають на збільшення цибулини. Рослина помірно чутлива до засоленості ґрунту й урожай знижується на різних рівнях солоності ґрунту (ЕС<sub>e</sub>). Культура, як правило, висівається у теплиці й через 30–35 днів пересаджується у відкритий ґрунт. Практикується також висадження відразу у відкритий ґрунт. Зазвичай, цибулю сіють рядками або у вигляді припіднятих грядок з двома або більше

рядками, де відстань між рослинами становить 0.05–0.10 м. Оптимальною температурою ґрунту для проростання є 15–25°C. Щоб отримати врожай цибулі, не можна дозволяти рослинам цвісти, оскільки цвітіння погано впливає на врожай. Обробляючи рослини під час періоду зростання, слід уникати пошкодження коренів та цибулин, а в помірному кліматі необхідно підгортати грядки, щоб запобігти позеленінню цибулин. Правильний вибір сорту дуже важливий, особливо з огляду на довжину дня; наприклад, висадження сорту, типового для помірного клімату з довгою тривалістю дня, в тропічній зоні з коротким сонячним днем, призведе до активного вегетативного росту цибулі без формування цибулин. Тривалість періоду зростання змінюється в залежності від клімату, але в цілому необхідно, щоб від часу посіву до збору врожаю минуло 130–175 днів.

Важливим етапом у технології вирощування цибулі є вибір попередника. Кращими попередниками для цієї культури можуть бути чорний та зайнятий пар, зернові колосові та зернобобові культури, рання картопля, рання та цвітна капуста, огірки. Не бажано вирощувати цибулю після кукурудзи, а також столових та цукрових буряків. У сівозміні можна повертати цибулю на попереднє поле не раніше, ніж через 3 – 4 роки на легких за механічним складом ґрунтах та через 4 – 5 років – на важких.

Правильне визначення доз та термінів внесення добрив має велике значення для отримання високих врожаїв цибулі та забезпечення високої якості при її зберіганні. Кожна тонна товарної продукції цибулі-ріпки споживає з ґрунту приблизно 1,1 – 1,2 кг фосфору, 2,5 – 3,0 кг калію та 3,6 – 4,0 кг азоту. Рослини цибулі добре реагують на наявність у ґрунті мінеральних добрив та мікроелементів, але разом з тим важко переносять їх високу концентрацію. Тому мінеральні добрива потрібно вносити у декілька прийомів – при основному обробітку, перед сівбою та при міжрядному обробітку.

Для підвищення вмісту органічної речовини у ґрунті, покращення його родючості та забезпечення рослин цибулі мікроелементами (мідь, цинк, магній та ін.) вносять органічні добрива. Норма внесення органічних добрив

становить 20 – 30 т/га. Для внесення твердих органічних добрив використовують розкидачі кузовного типу МТТ-23, ПРТ-16, ПРТ-10, МТО-12, МТО-6, РОУ-6 та ін. За двофазною технологією для внесення органічних добрив застосовують роторні розкидачі типу РУН-15Б.

Мінеральних добрив, як зазначалося вище, доцільно вносити послідовно. Восени, під зяблеву оранку вносять фосфорні та калійні добрива ( 80 – 100 кг/га суперфосфату і 200 – 220 кг/га калімагnezію). Азотні добрива (140 – 180 кг/га аміачної селітри) рекомендується вносити у три етапи: перший – весною, перед посівом; другий – при міжрядному обробітку у фазі 3 – 4-х листків; третій – через 3 – 4 тижні після другого. Підживлення азотними добривами необхідно закінчити до середини червня, тому що більш пізні терміни його внесення погіршують якісні показники зберігання цибулі.

Наведені дози внесення мінеральних добрив є орієнтовними. Кінцеву норму добрив визначають з урахуванням наявності елементів живлення у ґрунті. Для основного внесення мінеральних добрив використовують машини МВУ-16, МВУ-8Б, МВУ-5А, МВУ-0,5, МВД-900. Підживлення азотними добривами проводять культиваторами-рослинопідживлювачами при міжрядному обробітку цибулі.

### 2.2.1 Особливості вирощування цибулі з насіння

Для вирощування цибулі ріпчастої з насіння дуже важливо одержати дружні сходи у ранні строки. Тому її висівають якомога раніше — на початку польових робіт. Висівати насіння цибулі можна навіть у так звані лютневі і березневі вікна, коли в окремі роки створюються сприятливі умови для підготовки ґрунту і сівби. Запізнюватися із сівбою цибулі не слід, бо верхній шар ґрунту у весняний період швидко пересихає, польова схожість насіння знижується, сходи з'являються нерівномірно, а відтак затримується дозрівання рослин і врожай цибулі значно знижується. Якщо в роки з короткочасними посухами у весняний період запізнитися з сівбою, насіння погано проростає навіть за умов зрошування. При висіванні насіння у другій

половині квітня період формування врожаю припадає на більш пізній період (переважно дощовий), внаслідок чого цибулини не дозрівають і стають непридатними до зберігання.

Насіння цибулі часто висівають восени напередодні замерзання ґрунту (щоб не проросло). На таких посівах на 10-12 днів прискорюється дозрівання цибулин, підвищується врожай і поліпшується їх лежкість. На підзимових посівах можна одержати дружні сходи і високий урожай лише на легких високо окультурених ґрунтах.

Цибулю на ріпку на грядках висівають широкорядним або широкосмуговим способами. На широкорядних посівах насіння висівають під маркер або дошку прямолінійними грядками з шириною міжрядь 30-45 см, на широкосмугових – з шириною міжрядь по центру 45-60 см і смуги – 12-18 см відповідно. Глибина загортання насіння за ранньовесняної сівби – 1-2, підзимової – 0,5 – 1,0 см. У разі використання насіння першого класу норма висіву становить 0,6-0,7 г/м<sup>2</sup> за широкорядної сівби і 0,8-1,0 г/м<sup>2</sup> – за широкосмугової. За підзимової сівби норму висіву насіння збільшують до 1,0-1,2 г/м<sup>2</sup>. Після сівби борозенки рядків загортають вологим ґрунтом, а навесні ще й дещо ущільнюють. Для одержання більш ранніх і дружних сходів рядки мульчують перегноєм, торфом або поліетиленовою плівкою. При мульчуванні перегноєм і торфом треба переконатися, що вони не засмічені насінням бур'янів.

Від сівби насіння до з'явлення сходів цибулі минає 15-25 днів і більше, залежно від погодних умов. За такий період на посівах з'являються бур'яни, а на важких ґрунтах – і ґрунтова кірка. Наявність бур'янів на посівах цибулі у період з'явлення сходів знижує врожайність ріпки на 30-50% і помітно затримує її визрівання.

У разі утворення на посівах ґрунтової кірки сходи, як правило, будуть зрідженими і не вирівняними, що призводить до зниження врожаю і погіршення його якості. Запобігти цьому можна розпушуванням міжрядь ще до з'явлення сходів. Для позначення рядків під час сівби до насіння цибулі

додають 2-3% насіння салату або редиски, сходи яких з'являються на 6-7-й день після сівби. Після з'явлення сходів цибулі маячну культуру видаляють. У фазі 2 справжніх листків рослини проривають у рядку на відстань 4-5, а в смугі – 5-6 см. Дальший догляд за посівами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь і виполюванні бур'янів у рядках, смугах, боротьбі з хворобами і шкідниками. У південних районах України посіви цибулі поливають 5-7 разів, у Лісостепу – 2-4, на Поліссі – 1-2 рази залежно від погодних умов року. Норма поливу – 200-400 л на 10 м.кв.. Для поливу краще використовувати воду із ставків або річок. За 20-25 днів до збирання врожаю поливи припиняють, що сприяє визріванню цибулин.

Деякі городники для прискорення визрівання цибулин за 10-12 днів до збирання виломлюють перо (коткують). Цей захід застосовують переважно в дощові роки, коли перо не вилягає, а рослини продовжують рости. Цього робити не слід, оскільки під час виломлювання пера рослини механічно пошкоджуються, внаслідок чого створюються умови для проникання в них інфекції шийкової гнилі. Цибулини з таких посівів непридатні для зберігання. Щоб прискорити визрівання цибулин, за 10-12 днів до збирання врожаю слід підрізати кореневу систему рослин лопаткою або іншим знаряддям, що припинить доступ вологи до рослин.

Збирають цибулю в суху сонячну погоду, коли починає вилягати перо, підсохла шийка і на цибулині утворилися сухі луски. Зібрані рослини складають у рядки, підсушують. За цей період пластичні речовини з листків переміщуються в цибулини і маса їх збільшується. Після просушування цибулини очищають, якщо потрібно обрізують перо або плетуть у вінки.

### 2.2.2 Особливості вирощування цибулі з сіянки

За вирощування цибулі ріпчастої з сіянки товарні цибулини одержують на другий рік. На сіянку насіння висівають рано навесні в ті самі строки, що й на ріпку. Спосіб сівби широкосмуговий або багато-стрічковий. За широкосмугової сівби ширина міжрядь становить 30-45 см, ширина смуги –

5-8 або 12-18 см відповідно. За багатострічкової сівби відстань між стрічками – 30-45 см; у стрічці розміщують 6-8 рядків і більше з відстанню між ними 7-15 см. Норма висіву насіння залежить від способу сівби: при широкосмуговому – 5-7, а багато-стрічковому – 7-9 г/ м<sup>2</sup>. Глибина висівання 1,5-2 см. Відразу після сівби ґрунт ущільнюють. У роки з посушливою весною глибину сівби збільшують до 2 -2,5 см. При цьому відразу після ущільнення верхній шар ґрунту розпушують граблями на 1-1,5 см. Це сприяє кращому збереженню вологи в зоні розміщення насіння.

Догляд за посівами цибулі на сіянку такий самий, як і на ріпку. У період догляду велику увагу приділяють густоті рослин. На 1 м<sup>2</sup> грядки їх має бути 400-700 шт. (залежно від способу сівби). За меншої густоти більше утворюється вибірка, а за більшої – сіянка буде дуже дрібною. У південних районах посіви 2—3 рази поливають, останній раз не пізніше, як за 20-25 днів до збирання сіянки.

Збирають сіянку на початку вилягання пера, а в дощові роки – коли цибулини досягнуть 10-15 мм у діаметрі. Рослини, вибрані в сонячну погоду, просушують на грядках, а в похмуру або дощову – під накриттям. У цей період пластичні речовини з листків переходять у цибулини, і вони досягають відповідних розмірів. Запізнюватись із збиранням сіянки не можна, оскільки перо швидко відмирає і це утруднює вибирання цибулин. Після просушування на цибулинах зрізують корінці і сухе перо. Перед закладанням на зберігання сіянку сортують за розміром: малогніздох сортів на дві фракції (перша 1,0-1,4 см, друга – 1,5-2,2 см), багатогніздох – на три (перша – 1,5-2,2 см, друга – 2,3-3, третя – 1-1,4 см).

Цибулини малогніздох сортів діаметром 2,3-3 см і багатогніздох діаметром 3,1-3,5 см відносять до вибірки, а ще більших розмірів – до ріпки.

Після сортування сіянку протягом 2-3 тижнів добре просушують на сонці або під навісом. Після цього цибулини шаром 20-30 см розсипають на горищі, краще поблизу димаря. З настанням приморозків сіянку вкривають мішковиною, матами, сіном. Оптимальна температура зберігання сіянки –

мінус 1 – плюс 3°C. Замерзлі цибулини не можна чіпати до того часу, доки вони не розмерзнуться. Після розмерзання цибулин і підвищення температури повітря на горищі до 3-5°C сіянку переносять у приміщення і зберігають при температурі 20-25°C. Цибулю сіянку можна зберігати протягом зимового періоду при температурі повітря 20-22°C. Однак за таких умов значна частина цибулин, особливо дрібних, висихає.

За 20-30 днів до висаджування сіянку перебирають. При цьому видаляють загнилі, м'які і висохлі цибулини. Щоб запобігти пошкодженню рослин пероноспорозом, за 12-15 днів до висаджування сіянку прогрівають протягом 8 год. при температурі 40-42°C, а від шийкової гнилі – при 43°C. Якщо городник придбав сіянку навесні і не знає, як вона зберігалася, то перед висаджуванням протягом 15-20 днів її слід прогріти при температурі 24-30°C (це значно зменшить стрілкування рослин). Щоб прискорити проростання сіянки, за 1-2 дні перед висадкою цибулини зволожують і накривають мішковиною.

На грядки сіянку висаджують через 10-20 днів після сівби цибулі насінням, тобто в районах Прикарпаття і Полісся – у другій половині, а в південних районах – у першій половині квітня. Висаджувати починають з дрібної фракції, оскільки ці цибулини після проростання найстійкіші до стрілкування. За більш ранніх строків висаджування цибулини проростають при нижчих температурах, що стимулює диференціацію бруньок і збільшує стрілкування рослин. Запізнюватись із висаджуванням сіянки не можна, оскільки цибулини погано укорінюються і продуктивність рослин знижується.

Цибулини висаджують у добре розпушений ґрунт широкорядним способом. Ширина міжрядь 30-45 см, у рядку їх висаджують на відстані 4-6 см. Деякі городники практикують стрічковий спосіб висаджування. При цьому ширина між стрічками 30-45 см, у стрічці розміщують 5-9 рядків з шириною між ними 15-20 см. У рядку цибулини висаджують на відстані 6-8



см одна від одної. На 1 м<sup>2</sup> грядки висаджують 200-400 г і більше цибулин сіянки залежно від її розміру.

Перед висаджуванням сіянки на грядках нарізують борозенки глибиною 3-5 см. Глибина залежить від розміру цибулин і погодних умов року (у вологі роки борозенки мілкіші, в засушливі – глибші). Висаджують цибулини в борозенки денцем донизу і загортають вологим ґрунтом. Вдавлювати цибулини у ґрунт і ущільнювати його зверху не рекомендується, щоб не травмувати денця і зачатків корінців, які на ньому утворилися.

Догляд за рослинами полягає в систематичному розпушуванні міжрядь і вилолюванні бур'янів у рядках. Якщо з'являються квітконосні стрілки, їх виломлюють біля основи. Дальший догляд такий самий, як і цибулі з насіння.

### 2.2.3 Особливості вирощування цибулі з розсади

Розсаду цибулі висаджують на грядки у 55-60-денному віці в ті самі строки, що й сіянку. Відразу після вибирання розсади з парника, ящика чи теплиці укорочують її листки на 1/3-1/2 довжини, щоб зменшити площу випаровування рослин (у сонячну погоду більше, в похмуру – менше) і корінці (залишають довжиною 5-6 см), щоб не загинались під час висаджування. Кореневу систему і цибулини вмочують у сметаноподібний розчин ґрунту (глини) з коров'яком, до якого додають пестициди. Це запобігає швидкому висиханню корінців і пошкодженню рослини цибулевою мухою.

Розсаду цибулі найдоцільніше висаджувати стрічковим способом з одночасними поливами. Ширина міжрядь між стрічками 30-45 см, у стрічці 2-4 рядки з відстанню між ними 15-20 см. У рядку рослини розміщують на відстані 6-8 см. У сонячну погоду розсаду слід висаджувати у другій половині дня або у вечірні години. Після поливання зволожений ґрунт біля рослин на 0,5-1,0 см засипають сухою землею. Це запобігає утворенню ґрунтової кірки і сприяє швидкому приживанню рослин. Глибина висаджування розсади — до місця розгалуження листків.

Після висаджування розсади ґрунт у міжряддях ущільнюється, тому наступного дня його слід розпушити. На 5-6-й день після висаджування у місцях випадання рослин підсаджують нові. Дальший догляд за рослинами такий самий, як і цибулі з насіння. Урожайність цибулі за умов належного догляду становить 6-8 кг/м<sup>2</sup>. Цибулини добре визрівають і мають високу якість.

Дозрілі і висушені цибулини зберігають переважно у коморах, на горищах, верандах, утеплених балконах. З похолоданням її накривають мішковиною, матами, сіном. Оптимальна температура зберігання +1...-3°C, відносна вологість повітря – 75-85%.

Добре зберігається цибуля також у вінках або у невеличких сітчастих чи капронових мішечках (краще в темному місці), які підвішують на верандах, утеплених балконах, коморах і навіть на кухнях. Ні в якому разі не можна закладати на зберігання недозрілі цибулини з товстою і не висушеною шийкою. Такі цибулини швидко загнивають і стають джерелом інфекції.

### 2.3 Особливості технологічних операцій

Велике значення при вирощуванні цибулі має підготовка ґрунту. Серед овочевих культур немає більш вимогливої до обробітку ґрунту, ніж цибуля. Пов'язано це з слабо розвиненою кореневою системою, яка розміщена близько до поверхні ґрунту. До того ж на початку вегетації рослини цибулі дуже повільно ростуть.

Після збирання попередника проводять обробіток ґрунту дисковими лушчильниками ЛДГ-5А, ДЛГ-10А, ЛДГ-15А та ін. на глибину 6–8 см. При наявності великої кількості кореневищних бур'янів виконують лемішне лущення на глибину 10–12 см. Для цього використовують лемішні плуги-лушчильники ППЛ-5-25 та ППЛ-10-25. Через 12–14 днів після лущення проводять зяблеву оранку лемішними плугами з передплужниками або оборотними плугами на глибину 25–28 см. Перед оранкою вносять повну норму органічних, а також фосфорні і калійні добрива.

Враховуючи невелику глибину сівби насіння цибулі (близько 2 см), великого значення набувають агротехнічні операції осіннього вирівнювання поверхні ґрунту. Вирівнювання ґрунту сприяє якісному виконанню наступних робіт: передпосівному обробітку ґрунту, якісному посіву, появі рівномірних сходів, міжрядному обробітку, одночасному дозріванню врожаю. Вирівнювання ґрунту виконують машинами ВП-8Б, ВПН-5,6Б, ВПФ-2,5 та ін. При вирівнюванні поверхні поля агрегати рухаються під кутом  $30^{\circ}$  або впоперек до напрямку оранки. Протягом осені підготовку ґрунту проводять за системою напівпару. По мірі інтенсивної появи бур'янів виконують 1 – 2 суцільні культивації. Для цього застосовують культиватори КПС-4М, КГ-4, КГ-8, КШУ-4, КШУ-8, КШУ-12, КП-4, АКПЗ-7,2 та ін.

Враховуючи ранні строки сівби цибулі, максимальну кількість механізованих технологічних операцій підготовки ґрунту необхідно провести восени. Завершенням осіннього циклу ґрунтообробних робіт може бути проведення глибокої суцільної культивації або чизелювання ґрунту. Для чизелювання використовують чизельні плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5. Чизелювання дозволяє більш рівномірно та у більшій кількості накопичити ґрунтову вологу протягом зимового періоду.

Навесні кількість технологічних операцій підготовки ґрунту повинна бути зведена до мінімуму. Такий підхід дає можливість зберегти структуру ґрунту, його капілярність та зменшує випаровування ґрунтової вологи.

Весняний цикл технологічних операцій підготовки ґрунту розпочинають з ранньовесняного боронування. Його виконують з метою закриття вологи, вирівнювання мікрорельєфу поля та знищення бур'янів, що починають проростати. В залежності від типу ґрунту для боронування використовують зубові борони БЗТС-1,0 або БЗСС-1,0 у агрегаті з зчіпками СП-11А, СПУ-11, СП-16А, СН-75, СГ-21Б та гусеничними тракторами.

На вирівняних з осені полях проводити культивацію весною недоцільно. Це пояснюється тим, що розрихлений шар ґрунту швидко пересихає, і насіння, яке висівається на невелику глибину, потрапляє у сухий ґрунт. В

результаті з'являються розріджені та нерівномірні сходи. Як виключення, передпосівну культивуацію виконують на ґрунтах, що надто ущільнилися протягом зими.

Сівбу цибулі-ріпки проводять якомога раніше, як тільки погодні умови дозволяють вийти у поле посівним агрегатам. Насіння цибулі висівають рядковим звичайним або широкосмуговим способом з шириною смуги 6–8 та 14–16 см овочевими сівалками СО-4,2, СУПО-6 та СКОН-4,2, що обладнані широкосмуговими сошниками з штифтовими розподільниками насіння. Ширина міжрядь становить 45 см і 60 см.

Норма висіву насіння цибулі при чистоті 97 %, лабораторній схожості не менше 90 % та масі 1000 насінин 3,5–5,0 г дорівнює 6–7 кг/га. На один погонний метр рядка припадає 25–30 насінин, що становить від 700 тис. до 1 млн. насінин на одному гектарі. Насіння цибулі-ріпки висівають на глибину 2,0–2,5 см.

Останнім часом для сівби насіння цибулі-ріпки використовують овочеві сівалки точного висіву „Standay 970”, „Accord” та „Gaspardo” виробництва іноземних фірм. Ці сівалки якісно формують посівне ложе та точно дотримують встановленої глибини та норми висіву. У результаті отримуємо дружні та рівномірні сходи при раціональному використанні посівного матеріалу. Застосування на сівбі таких сівалок дає можливість довести норму висіву насіння до 4–5 кг/га.

Сіянку висівають широкорядним способом з міжряддями 45 см або стрічковим за схемою 20 + 50 см. Норма висіву залежно від розміру цибулинок сіянки становить 500–700 кг/га (діаметр сіянки 7–14 мм) і 700–900 кг/га (діаметр сіянки 14–20 мм). Глибина загортання сіянки у ґрунт становить 4–5 см.

Слід зазначити, що у загущених посівах цибуля швидко досягає, але цибулини виростають дрібними, і як наслідок урожайність зменшується. При великій відстані між рослинами у рядку цибулини більші, але оскільки вони продовжують рости, шийка цибулин виявляється недостиглою, і така

цибуля не може тривалий час зберігатися. У зв'язку з цим густоту рослин на період збирання необхідно довести до 500–600 тис. шт./га.

Незалежно від того висівалося насіння чи сіянка цибулі-ріпки, рекомендується провести прикочування посівів. Для цього використовують водоналивні гладенькі катки ЗКВГ-1,4, СКГ-2, КВГ-3, або кільчасто-зубчасті КПП-2, КПП-6, КЗК-10 та ін. Коткування сприяє створенню кращого контакту насіння з ґрунтом та підтягуванню до насіння вологи з нижніх шарів.

Через 7–10 днів після сівби, коли з'являються ниткоподібні сходи бур'янів, проводять досходове боронування впоперек напрямку сівби. Для цього використовують легкі або полегшені зубові борони ЗБП-0,6А, ЗОР-0,7, БСО-4Б. Досходове боронування знищує 60–70 % однорічних бур'янів та ґрунтову кірку, поява якої можлива після весняних дощів.

В період утворення 1–2-го листка проводять післясходове боронування. Для його виконання використовують ті ж агрегати, що і для досходового боронування.

Цибуля дуже чутлива до засмічення бур'янами. У системі заходів по боротьбі з ними передбачається використання агротехнічних та хімічних заходів. З агротехнічних заходів передбачено правильне дотримання сівозмін та ретельна осіння підготовка ґрунту. Хімічну боротьбу з бур'янами розпочинають відразу після сівби. Спочатку поля обробляють гербіцидами Стомпом ( 2,5 л/га) та перед появою сходів Реглоном ( 3,0 л/га). Реглон дуже ефективний гербіцид, але для його використання необхідно точно визначити строки обробки посівів. Занадто раннє використання препарату знижує його ефективність, а запізнення зі строками його застосування призводить до пошкодження посівів. Після появи сходів цибулі їх обробляють препаратом Гоал ( 0,5 – 0,7 л/га).

Після фази 2–3-х листочків для боротьби із злаковими бур'янами поля обробляють гербіцидами Фюзилад супер, Фуроре супер, Тарга супер та Шогун. Боротьбу з однодольними бур'янами проводять за допомогою гербіциду Центуріон, а знищення дводольних бур'янів виконують Тетрилом (

2–3 л/га). Внесення робочого розчину гербіцидів виконують штанговими обприскувачами ОПШ-2000-21,6, ОПК-2000, ОПШ-15-01, ПОМ-630, ОМ-630-2, ЕКО-600-12, Харди TV, Харди TZ, TWIN-LA тощо.

Розпушування ґрунту та знищення бур'янів у міжряддях цибулі виконують просапними культиваторами КОР-4,2, КРН-4,2Б, УСМК-5,4Б, КРН-5,6Б. Добрі результати дає використання фрезерних культиваторів ПФУ-4,2, КФО-4,2 та ін., які добре розпушують ґрунт та повністю знищують бур'яни у зоні обробітку, що дуже важливо для механізованого збирання цибулі. Кількість міжрядних обробіток залежить від погодних умов та забур'яненості полів і може змінюватися від 2 до 4. Перший міжрядний обробіток проводять у фазі 2–3-х листків на глибину 5–6 см. Термін виконання наступних рихлень міжрядь залежить від появи бур'янів та утворення ґрунтової кірки. Їх проводять на глибину 6–8 см.

Цибуля – дуже вологолюбна культура. За вегетаційний період необхідно провести щонайменше 4–5 поливів, а у посушливі роки їх кількість може сягати 7 – 8. Поливна норма на початку формування цибулин становить 250–300 м<sup>3</sup>/га, а у період інтенсивного росту – 350–400 м<sup>3</sup>/га. Високий урожай отримують лише при правильному поливі. Застосування поливів на посівах цибулі повинне забезпечити вологість ґрунту у межах 75–80 % граничної польової вологоємності.

За 15–20 днів до початку збиральних робіт поливи слід припинити. Недотримання цієї вимоги призводить до великих втрат врожаю під час зберігання. Для поливу використовують дощувальні машини і агрегати ДДА-100МА, ДКШ-64, ДМУ „Фрегат”, ДФ-120 „Дніпро”.

Найбільш ефективним способом поливу на сьогоднішній день є краплинне зрошування. Використання такого способу поливу дає можливість постачати воду безпосередньо в зону кореневої системи з максимальним її використанням рослинами. У такому випадку випаровування вологи відбувається тільки через рослини. А випаровування води при поливі рослин за допомогою установки ДФ-120 „Дніпро” становить 35–40 %. Витрати на

систему краплинного зрошування становлять у середньому 6000–8000 грн./га. За умови високої врожайності цибулі та відмінної якості зібраної продукції витрати на крапельне зрошування окупувають себе протягом двох років.

Посіви цибулі-ріпки досить часто потерпають від шкідників та хвороб. Для цибулі найбільш небезпечними шкідниками є цибулева муха та трипси. Цибулева муха відкладає яйця на кореневій шийці рослин або на ґрунті біля неї. Через 5 – 8 днів з'являються личинки, які пошкоджують рослини. Щоб запобігти цьому на початку літа необхідно обробити посіви інсектицидами Конфідор (0,8 л/га), Лептоцид (0,7–1,0 кг/га) або Бі-58 (1,0 л/га). Головними профілактичними заходами захисту від цибулевої мухи є: збирання та вилучення рослинних решток з поля; протруювання насіння перед сівбою (препарат Маршал, 0,7 л/кг насіння); правильна сівозміна; повернення цибулі на поле через 4–5 років; глибока оранка з заробкою верхнього шару.

Хоча трипси шкодять посівам цибулі менше, ніж цибулева муха, боротьбу з ними потрібно проводити, використовуючи такі препарати як Карате, Золон, Базудин, Фастак та ін. Найбільш небезпечною хворобою цибулі є пероноспороз. Ця хвороба найбільш сильно проявляє свою дію у вологу погоду. Вражені нею листки жовтіють, засихають та відмирають. Для запобігання цій хворобі необхідно систематично, через 10–12 днів (а у вологу погоду ще частіше) проводити обробку контактними фунгіцидами: Купростатом, Хлорокисом міді, Дитаном М-45, Ридомілом.

Цибулю рекомендується збирати після припинення дощів, коли встановиться сонячна погода. Збирання цибулі-ріпки розпочинають тоді, коли цибулини вже сформовані, містять близько 15 – 16 % сухої речовини, верхня частина цибулини стала сухою та має жовто-коричневий колір. У цей час полеглим є приблизно 90 % листя. Для прискорення періоду збирання цибулі листя підсушують, використовуючи десиканти. Їх доцільно застосовувати лише у тому випадку, якщо полягло не менше 20 % листя цибулі. Машинне збирання доцільно застосовувати лише тоді, коли урожайність цибулі становить не менше 20 ц/га, а самі цибулини стійкі до ударів.

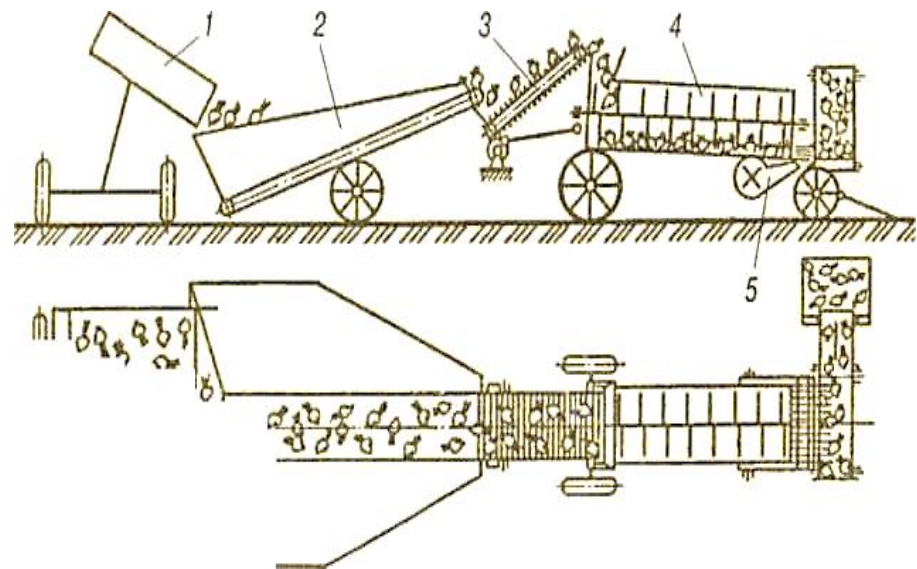


Рисунок 2.1- Цибулевідминальний пункт ЛПС-6А:

1 - візок для підвезення вороху; 2 - приймальний бункер; 3 - конвеєр;  
4 - барабан; 5 - вентилятор

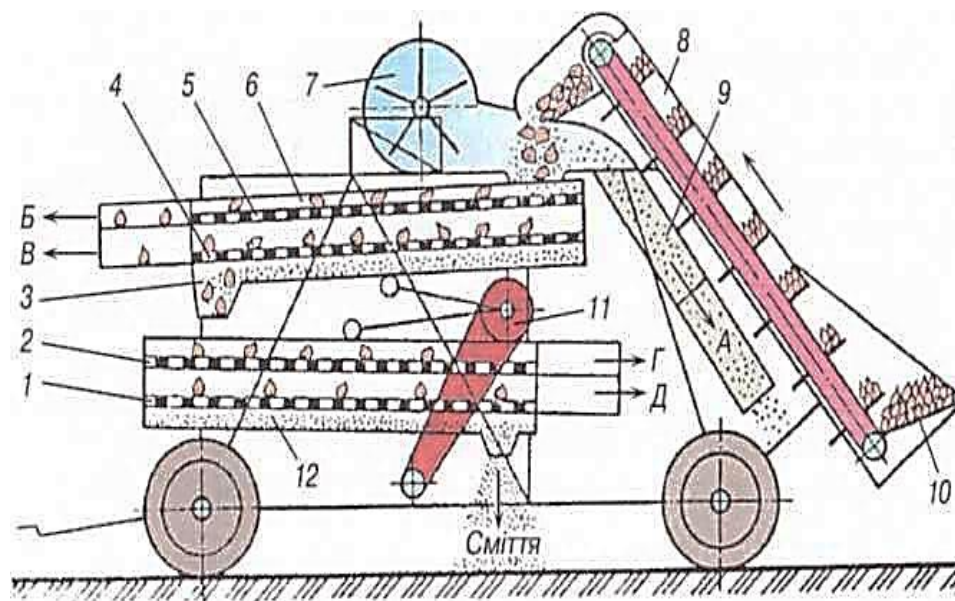


Рисунок 2.2- Функціональна схема стаціонарної сортувалки цибулі СЛС-7А:

1,2,4 і 5 - решета; 3 - лотік; 6 і 12 - верхній і нижній решітні стани; 7 - вентилятор; 8 - елеватор; 9 - накопичувач для легких домішок; 10 - струшувальний лотік; 11 - кривошипно-шатунний механізм; А - легкі домішки; Б - цибуля-вибірка; В - цибуля-сіянка II групи; Г - цибуля-сіянка I групи; Д - цибуля сіянка III групи

Зрізують листя роторними косарками-подрібнювачами типу КІР-1,5Б.  
Для зменшення травмування цибулин висоту зрізу встановлюють приблизно



12 – 15 см. Для викопування цибулин використовують цибулекопачі ЛКГ-1,4, ЛКП-1,8, які підкопують і укладають її у валки для просушування і достигання. В сонячну погоду цибулю залишають на полі на декількі днів для просушування, після чого копач, який додатково обладнаний навантажувальним конвейером, підбирає цибулю з валків і завантажує у транспорт, який рухається поруч.

На лініях доробки цибулі ПМЛ-6 та ЛДЛ-10 очищають цибулю від післяжнивних решток, домішок та землі, відбирають пошкоджені цибулини, сортують на стандартну та нестандартну. У тих сільськогосподарських підприємствах, які вирощують цибулю на невеликих площах і не мають лінії ПМЛ-6, очищення та сортування здійснюється за допомогою вальцювого очисника ОВЛ-6 і сортувалки СЛС-7А. Ці машини застосовують для обробки цибулі, яка призначена для переробки або короткострокового зберігання.

## 3 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН

### 3.1 Складання технологічної карти

Технологічна карта є основним технологічним документом на вирощування і збирання сільськогосподарської культури в господарстві. Розробляється вона на найближчий рік із врахуванням наявної в господарстві техніки та можливого використання нових машин, більш сучасних агротехнічних прийомів, які сприяють підвищенню врожайності і зменшенню затрат праці на одиницю продукції.

Розроблена технологічна карта вирощування та збирання цибулі включає такі основні блоки інформації:

- агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт;
- технічне забезпечення операцій і нормативи використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);
- потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів;
- показники ефективності: затрати праці, виробіток в еталонних одиницях обліку механізованих робіт.

Перед складанням технологічної карти були проаналізовані наступні умови господарства: агрокліматичні, ґрунтові з урахуванням питомого опору, конфігурації поля, довжину гонів, рельєф. Оскільки ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування.

Для механізованого виробництва цибулі-ріпки на площі 100 га (планується на 2024 р.) визначено раціональний склад комплексів машин. Розрахунки виконувалися за таких умов: урожайність цибулі – 250 ц/га; норма внесення органічних добрив – 30 т/га, мінеральних – 0,7 т/га; робоча довжина

гонів – 600 м; віддаль перевезень у межах господарства – 3 км, за межі господарства – 10 км. Крім того, було враховано стійкість ґрунтів до водної ерозії, ступінь забур'яненості поля.

Заповнювали технологічну карту так. В графу 1 «Шифр операції», проставляли порядковий номер операції. Перелік операцій, необхідних для вирощування і збирання заданої сільськогосподарської культури записували в графу 2.

«Обсяг робіт»,  $\Omega$ , (графа 3) визначається типом агрегату:

- для технологічних агрегатів (оранка, культивування, збирання врожаю), га,

$$\Omega = Fk \quad (3.1)$$

- для навантажувальних, т, ц, м<sup>3</sup>,

$$\Omega = Fg_m \quad (3.2)$$

- для транспортних, т або т/км,

$$\Omega = Fg_m L_{\Pi} \quad (3.3)$$

де  $F$  - площа вирощування сільськогосподарської культури, га;

$k$  - коефіцієнт кратності виконання операцій;

$g_m$  - норма витрати технологічних матеріалів, т/га;

$L_{\Pi}$  - відстань перевезень, км.

Дата початку роботи (графа 4) та її тривалість (графа 5) обумовлюються агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. При розробці технологічної карти, календарні і агротехнічні строки виконання операцій приймали з урахуванням особливостей вирощування цибулі в господарстві.

Роботу агрегатів рекомендується планувати в дві зміни. Тривалість зміни,  $T_{зм}$ , при цьому повинна становити 7 год., а при роботі з отрутохімікатами - не більше 6 год. При виконанні найбільш важливих і термінових робіт допускається продовжувати робочу зміну до 10 год. Виходячи з цього, тривалість роботи агрегату за добу,  $T_d$ , год., записували в графу 6.

Склад машинно-тракторних агрегатів (марку енергетичного засобу, сільськогосподарської машини і зчіпки, та їх кількість в агрегаті) записуємо в графі 7, 8 і 9. При цьому по кожній операції технологічного процесу вирощування і збирання цукрових буряків, для конкретних умов роботи (група поля, клас ґрунту), вибирали раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності  $W_r$  і паливної економічності  $g_p$ , виходячи з наявної в господарстві техніки.

Змінну норму виробітку,  $W_{зм}$ , (графіа 10) та витрату палива на одиницю роботи (графіа 11) визначали згідно існуючих в господарстві норм виробітку і витрачання палива на механізовані роботи.

Норму витрати технологічних матеріалів (органічних та мінеральних добрив, насіння, пестицидів тощо) визначали відповідно з агротехнікою вирощування сільськогосподарської культури. Ці дані записували в графу 12.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів  $n_a$  (графіа 13), визначали за формулою:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p} \quad (3.4)$$

де  $K_{зм}$  – коефіцієнт змінності,

$$K_{зм} = \frac{T_d}{T_{зм}} \quad (3.5)$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначали за формулами:

$$n_o = (m_m + m_d) n_a K_{зм} \quad (3.6)$$

де  $m_m$  і  $m_d$  - відповідно, кількість механізаторів та допоміжних робітників. Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат, визначали в залежності від його складу, прийнятої в господарстві технологічної схеми роботи і рекомендацій заводів - виробників машин.

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графіа 15), підраховували діленням обсягу роботи  $\Omega$  (графіа 3) на кількість агрегатів  $n_a$

(графа 13) та добову продуктивність агрегату  $W_d$ , тобто:

$$D = \frac{\Omega}{n_a W_d} = \frac{\Omega}{n_a W_{3M} K_{3M}} \quad (3.7)$$

Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях  $W_y$  (графа 16) визначали, помноживши значення годинної еталонної продуктивності  $\lambda$  [10] на кількість відпрацьованих нормо-змін  $N_{3M}$  та тривалість зміни  $T_{3M}$ .

$$N_{3M} = \frac{\Omega}{W_{3M}} \quad (3.8)$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 17) підраховували за формулою:

$$Z_{\Pi} = (n_M + n_D) N_{3M} T_{3M} \quad (3.9)$$

де  $n_M$  і  $n_D$  – відповідно, кількість механізаторів і допоміжних робітників, що обслуговують агрегат.

Розрахунок показників технологічної карти покажемо на прикладі операції «Лущення стерні».

В графу 1 «Шифр операції», проставляємо порядковий номер, 01. В графу 2 записуємо назву роботи «Лущення стерні в два сліди».

«Обсяг робіт»,  $\Omega$ , (графа 3) визначаємо за формулою (3.1):

$$\Omega = 60 \cdot 2 = 120 \text{ га.}$$

Дата початку роботи (графа 4), одночасно із збиранням озимої пшениці, орієнтовно – 15 липня.

Тривалість роботи (графа 5) обумовлюється агротехнікою, і відповідно до агротехнічних вимог становить 2 дні.

Роботу агрегатів при лущенні стерні плануємо в дві зміни. Тоді тривалість роботи агрегату за добу,  $T_d$ , год, становить 14 годин (графа 6).

Вибираємо раціональний склад машинно-тракторного агрегату, за критеріями годинної продуктивності  $W_r$  і паливної економічності  $g_{\Pi}$ , виходячи

з наявної в господарстві техніки. Для машинно-тракторних агрегатів, які можна скомплектувати з наявної в господарстві техніки, (див. табл. 3.1 графа 2) записуємо значення годинної продуктивності  $W_j$  і витрати пального  $g_{пj}$ , (графи 3 і 4 табл. 3.1).

Таблиця 3.1- Характеристика роботи луцильних агрегатів

Варіант	Склад МТА	W, га/год.	$g_{п}$ , кг/га	$f_{п}$ , га/кг	$\mu$
1	Т-150К + ЛДГ-15	7,5	3,1	0,32	-0,435
2	Т-150К + ЛДГ-10	5,2	3,1	0,32	-0,265
3	Т-150 + ЛДГ-15	7,8	2,8	0,36	-0,050
4	Т-150 + ЛДГ-10	5,3	2,9	0,34	-0,235
5	ДТ-75М + ЛДГ-10	4,6	2,5	0,40	-0,205
6	Т-70С + ЛДГ-5	3,1	2,8	0,36	-0,300
7	МТЗ-80 + ЛДГ-5	3,2	2,8	0,36	-0,345
Ідеалізований варіант		7,8		0,40	

Для вибору оптимального складу МТА, необхідно, щоб пошук кращого варіанту зводився до максимізації критеріїв. У нашому випадку ця умова не дотримується, тому вводимо критерій  $f_{п} = \frac{1}{g_{п}}$ , тобто, обернений до величини витрати палива (графа 4). Такий критерій характеризує розмір площі, що обробляється при витраті 1 кг палива, а його покращення, як і продуктивності, спрямоване у бік зростання.

Записуємо критерії  $W$  і  $f_{п}$  для ідеалізованого варіанту. Ідеалізований - це умовний варіант складу машинно-тракторного агрегату, якому приписують кращі значення критеріїв з усієї множини варіантів.

Для кожного  $j$ -го варіанту складу машинно-тракторного агрегату визначаємо показник віддаленості від ідеалу (відстані до цілі) за формулою:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{U_{ij}}{U_{i0}} - 1 \quad (3.10)$$

де  $N$  – кількість критеріїв,  $N=2$ ;

$U_j$  і  $U_{j0}$  – відповідно, значення  $i$ -го критерію  $j$ -го МТА і значення  $i$ -го критерію ідеалізованого варіанту.

Підставляємо цифрові значення для агрегату Т-150К+ЛДГ-15, отримаємо

$$\mu = \frac{1}{2} \left( \frac{7,5}{8,3} + \frac{0,32}{0,40} \right) - 1 = -0,435.$$

Підрахувавши відстань до цілі для решти агрегатів (графа 6), визначаємо, що оптимальні показники роботи має агрегат Т-150+ЛДГ-15.

Склад вибраного машинно-тракторного агрегату (Т-150 + ЛДГ-15) записуємо в графі 7, 8 і 9.

Змінну норму виробітку,  $W_{зм} = 54,6$  га, (графа 10) та витрату палива на одиницю роботи  $g_{п} = 2,8$  кг/га (графа 11) визначаємо з існуючих в господарстві норм.

При луценні стерні, технологічні матеріали не витрачаються, тому в графу 12 не записуємо цифрових значень.

Необхідну для виконання запланованого обсягу робіт, кількість агрегатів  $n_a$  (графа 13), визначаємо за формулою (3.4):

$$n_a = \frac{120}{54,6 \cdot 2 \cdot 2} = 0,54$$

Приймаємо 1 агрегат.

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою (5.6):

$$n_o = (1 + 0) \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ чол.}$$

Кількість днів, протягом яких буде виконана робота (графа 15), підраховуємо діленням обсягу роботи  $\Omega$  (графа 3) на кількість агрегатів  $n_a$  (графа 13) та добову продуктивність агрегату  $W_d$ , тобто:

$$D = \frac{120}{1 \cdot 54,6 \cdot 2} = 1,09 \text{ дня.}$$

В графу 15 записуємо 1 день.

Підраховуємо кількість відпрацьованих нормо-змін по формулі (3.8),

$$N_{зм} = \frac{120}{54,6} = 2,2.$$

Таблиця 3.2- Склад комплексів машин для виробництва цибулі

Техніка		Кількість машин у комплексі, обґрунтованому за критерієм	
вид	марка	витрат робочого часу	приведених витрат
Трактори	Т-150-05	1	1
	ХТЗ-17021	1	–
	ЮМЗ-8080	2	7
	МТЗ-80	8	2
Автомобілі	САЗ-3507	–	1
	ГАЗ-53	1	–
	КамАЗ-5320	5	5
Навантажувач	ПКУ-0,8А	–	2
	ПЭ-Ф-1А	2	–
Зчіпка	СП-11А	–	1
	СП-16А	1	–
Борона зубова	БЗСС-1,0	16	11
Плуги	ПЛН-3-35	–	3
	ПЛП-6-35	1	–
Культиватори	КГ-4	2	–
	КШУ-4	–	2
	КОР-4,2	–	2
	КФО-4,2	2	–
Комбіновані агрегати	АПБ-6	1	–
	АГ-3	–	2
Машини для внесення добрив	МВУ-5	–	1
	МВУ-8Б	1	–
	РОУ-6	4	–
	МТО-6	–	3
Сівалки	СО-4,2	2	–
	СУПО-6	–	2
Машини для захисту рослин	АПЖ-12	1	1
	ЗЖВ-Ф-3,2	1	1
	ЕКО-600-12	–	1
	ОПШ-2000	1	–
Причепи	2 ПТС-4-Б	–	6
	2 ПТС-6	6	4
Машини для збирання цибулі	ЛКГ-1,4	–	3
	ЛКП-1,8	2	–
Лінія доочищення цибулі	ПМЛ-6	–	4
	ЛДЛ-10	3	–



Виробіток машинно-тракторних агрегатів в умовних одиницях  $W_y$  визначаємо, помноживши значення годинної еталонної продуктивності  $\lambda = 1,65$  на кількість відпрацьованих нормо-змін  $N_{зм} = 1,65$  та тривалість зміни  $T_{зм} = 7$  год.

$$W_y = 1,65 \cdot 2,2 \cdot 7 = 25,4 \text{ у.е.га.}$$

Затрати праці на виконання роботи (графа 17) підраховуємо за формулою (3.9)

$$Z_{п} = 2 \cdot 1,65 \cdot 7 = 23,1 \text{ люд.год.}$$

Аналогічно виконавши розрахунки для інших операцій технологічного процесу, їх значення записуємо в технологічну карту.

Дані, наведені у таблиці 3.2 показують, що до складу комплексу машин, обґрунтованому за критерієм мінімуму витрат робочого часу входить високопродуктивна, але й дорога техніка. До складу комплексу машин, обґрунтованому за критерієм мінімуму приведених витрат входить техніка менш продуктивна, але й дешевша.

### 3.2 Визначення потреби в техніці

Потребу в техніці для вирощування цибулі можна визначити шляхом побудови графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин. При побудові графіка використання тракторів по осі абсцис відкладаємо заданий календарний період виконання польових механізованих робіт, а по осі ординат – установлену розрахунком кількість тракторів відповідних марок, що необхідна для виконання запланованого обсягу робіт по операції. Кожній операції на графіку відповідає один або кілька прямокутників, основою яких є тривалість виконання операції в календарних днях, а висотою – кількість тракторів, зайнятих на виконанні даної операції.

Графіки використання всіх запланованих марок тракторів будуємо на одному аркуші та на одній календарній шкалі (див. аркуш графічної частини проекту). Якщо строки проведення робіт по кількох операціях

збігаються, то прямокутники на графіках відповідних марок тракторів будуємо один над другим. Загальна висота їх у перерізу, перпендикулярному осі календарних днів, дорівнює в масштабі кількості тракторів, необхідних у даний момент для виконання запланованих робіт.

Кожний прямокутник кодуємо номером тієї операції, на виконання якої запланований даний трактор.

Побудова графіків використання тракторів, одночасно з визначенням комплексу машин для виконання циклу механізованих робіт, дає можливість визначити завантаження всього тракторного парку підрозділу в заплановані календарні строки виконання будь-якої операції: які трактори і скільки уже заплановано до використання у ці ж строки, які та скільки ще вільні. Це дозволяє ще на ранній стадії складання плану виконання робіт та проведення відповідних розрахунків виявити грубі прорахунки в розподілі тракторів за операціями та помилки в розрахунках, встановити причину підвищеної потреби в тракторах та механізаторах і визначити, яким чином зменшити цю потребу: або “передати роботу” на другу, менш завантажену марку трактора, якщо він може якісно виконати даний вид роботи, або збільшенням тривалості робочого дня в цей період, або зміною інтенсивності роботи в межах агротехнічного строку, або зміною виконання процесу.

Після побудови графіка використання тракторів та його коригування по ньому визначаємо найбільшу кількість тракторів кожної марки, що одночасно зайняті на виконанні механізованих робіт, яку й приймаємо за потребу в них.

Одночасно з побудовою графіка використання тракторів будуємо графік використання сільськогосподарських машин (див. аркуш графічної частини проекту). Для цього по осі абсцис графіка відкладаємо, як і в першому випадку, календарні дати, а по осі ординат – найменування та марку сільськогосподарських машин та сумарну потребу в цих машинах. Використання сільськогосподарських машин на цих графіках позначаємо лінією паралельною осі абсцис, довжина якої у відповідному масштабі дорівнює розрахунковій тривалості роботи сільськогосподарської машини на

виконанні технологічної операції. Над лінією проставляємо розрахункову кількість тих машин, що використовуються на даній операції, а під лінією – номер цієї операції в переліку запланованих робіт по вирощуванні заданої культури.

Складені графіки, наочно показують, на який строк, яких і скільки треба підготувати машин, а також дають змогу спланувати їх ремонт.

## 4 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ КОПАЧА

### 4.1 Обґрунтування схеми удосконалення копача

Цибуля є цінним харчовим продуктом і джерелом сировини для деяких галузей переробної промисловості. Територія України за своїми ґрунтово-кліматичними умовами підходить для вирощування цієї культури. У агротехніці вирощування цибулі важливим технологічним процесом є збирання. Це дуже трудомісткий процес, який включає такі операції, як зріз листя, підкопування цибулин разом з ґрунтовою скибою, відділення цибулин від ґрунту та інших домішок.

Одними із основних машин для збирання цибулі є копачі, які призначені для механізації процесу збирання цибулі.

Оскільки не випускається однорядний копач–валкоукладач, тому в дипломному проекті ставиться завдання оснастити однорядковий копач поперечним транспортером і таким чином переобладнати його в копач-валкоукладач. Це основне завдання дипломної роботи. Крім того, необхідно зменшити енергоємність його робочих органів.

При цьому необхідно вирішити такі завдання:

- обґрунтувати технологічну схему копача і основні технологічні характеристики;
- провести розрахунок параметрів копача;
- розрахувати технологічні показники процесу збирання цибулі;
- розробити комплекс заходів з безпеки життєдіяльності;
- провести необхідні економічні розрахунки;
- розробити технічну документацію на прийняття конструкторського рішення.

Технологічний процес удосконаленого копача включає такі операції:

- підкопування шару ґрунту разом з цибулею з наступною подачею його на сепарацію;
- сепарацію підкопаної маси, тобто відокремлення цибулин від ґрунту та рослинних домішок;
- укладання цибулин у рядок по правій стороні ходу машини, що скорочує процес збирання врожаю після викопування.

Удосконалений копач призначений для роботи на суглинистих ґрунтах. Він повинен задовільно виконувати технологічний процес при поступальній швидкості до 6 км/год. Активні боковини копача приводяться в рух через ексцентрик, який регулює амплітуду та частоту коливань вібруючих частин лемеша. Частота коливань вібруючих боковин повинна становити до 9,4 герц, а амплітуда 14 мм.

Копач має складатися з таких основних вузлів: рама, причіпна балка, вал карданний, ходові колеса, вал приводу, проміжна опора, запобіжна муфта, редуктори, ланцюгова передача, коток-копір, підрізні диски, ніж, струшувач, транспортер-сепаратор, поперечний транспортер.

Схема технологічного процесу картоплекопалки показана на рис. 4.1.

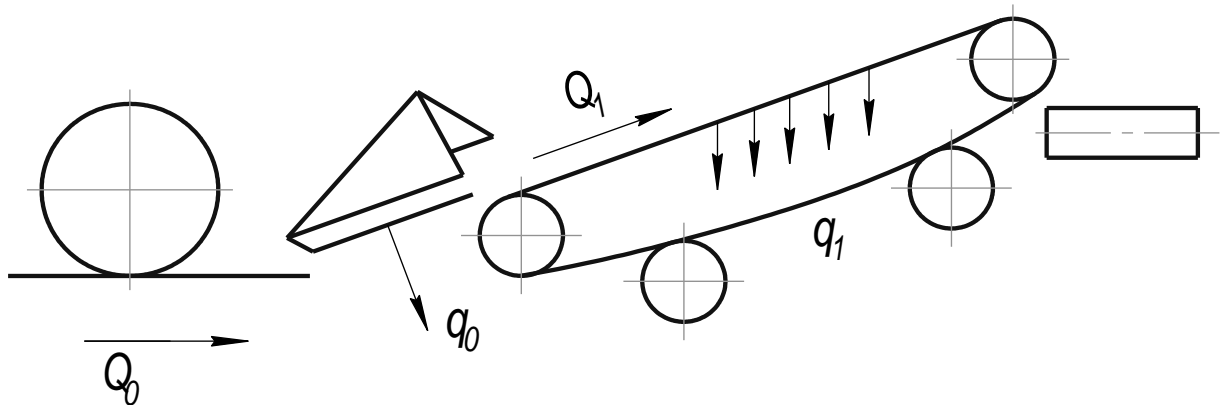


Рисунок 4.1- Схема технологічного процесу копача

Маса копача не повинна перевищувати 700 кг. Привід машини здійснюється від ВВП трактора через карданний вал, який передає крутільний момент до кінцевого редуктора, який в свою чергу через ланцюгові передачі приводить в рух всі робочі органи картоплекопача.

Сепарувальні робочі органи повинні відділяти цибулини від ґрунту з їх мінімальним травмуванням.

Найбільш раціональним засобом агрегування копача з трактором є напівначіпний.

#### 4.2 Розрахунок елеватора-сепаратора копача

Сепаратор (рис. 4.2) призначений для руйнування і сепарації підрізаного шару ґрунту. Він складається з привідної частини, в яку входять ведучі і ведені зірочки, підтримуючі ролики, полотно, яке складається з сталевих прутків прикріплених до сталевих штампованих ланок.

Розрахунок проведемо одночасно для двох елеваторів – основного і каскадного. Просвіт між прутками  $t$  і їх діаметр  $d$  визначаємо, виходячи з вимог мінімально можливих втрат цибулин, тобто не більше 3%, не враховуючи цибулини діаметром менше 25 мм. Отже, приймаємо  $t = 5 - 15$  см;  $d = 10 - 15$  см. Для зменшення пошкодження цибулин необхідно використовувати прогумовані прутки.

Ширину полотна транспортерів визначаємо за формулою [13]:

$$B_{EL} = n \cdot B_M, \quad (4.1)$$

де  $n$  - кількість рядків, що збирається копачем,  $n = 1$ .

Тоді,  $B_{EL} = 1 \cdot 0,7 = 0,7$  м.

Швидкість полотна визначаємо за формулою:

$$V_{EL} = (1,1 \dots 2,0) \cdot V_M \cdot K_{II}, \quad (4.2)$$

де  $V_M$  - швидкість машини: для легких ґрунтів  $V_M = 1,5 \dots 2$  м/с; для важких ґрунтів  $V_M = 0,5 \dots 0,7$  м/с [26];

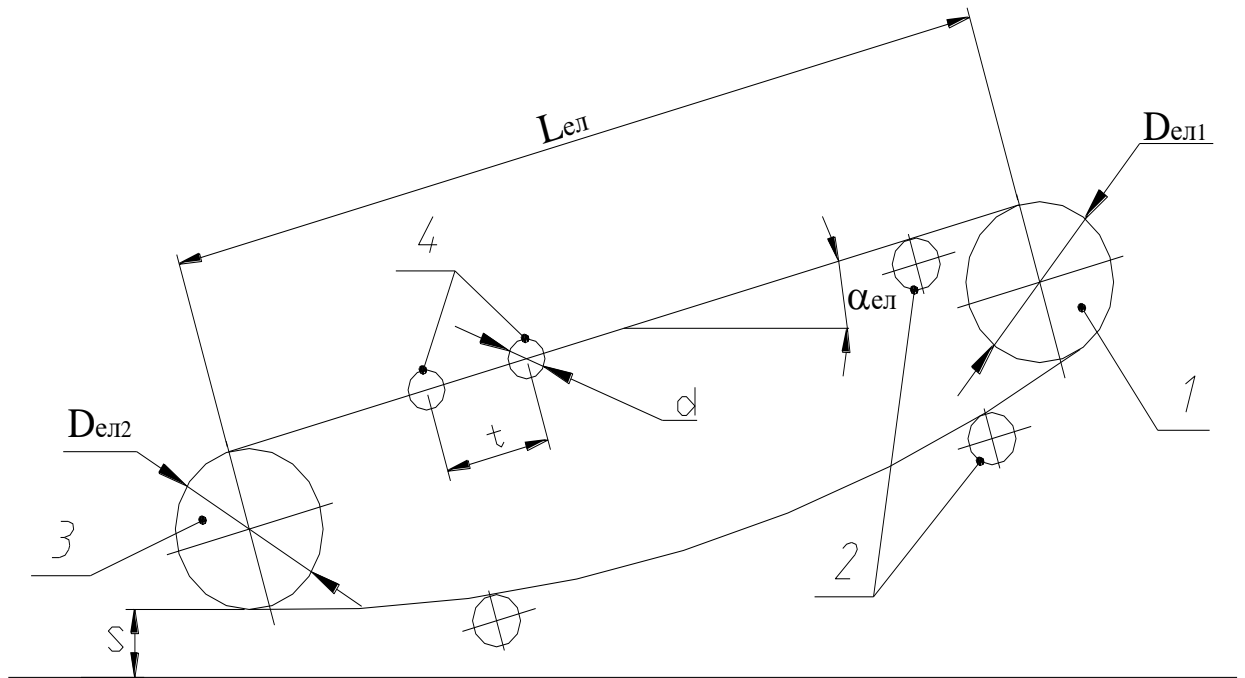


Рисунок 4.2- Схема до розрахунку пруткового транспортера копача:

1 – ведуча зірочка; 2 – підтримуючі ролики; 3 – ведена зірочка; 4 – пруток

$K_{II}$  - коефіцієнт попереднього руйнування гряди опорним котком,  $K_{II} = 1,2$ .

Отже,

$$V_{EII} = (1,1...2,0) \cdot (0,5...1,2) \cdot 1,2 = 0,66...2,88 \text{ м/с.}$$

Через великий діапазон швидкості полотна транспортера застосуємо на машині гідропривід, який дозволяє плавно її регулювати.

Швидкість першого елеватора більша, ніж швидкість другого, тому що на ньому відбувається посилена сепарація підкопаного шару.

Отже,

$$V_{EII} = 1,2V_{EII2}; \quad (4.3)$$

Довжину основного елеватора визначаємо конструктивно, прийнявши її більшою за довжину каскадного [13]

$$L_{EL} = (30...50) \cdot t; \quad (4.4)$$

де  $t$  - крок ланцюга,  $t = 0,038...0,041$  м.

Тоді,

$$L_{EL} = (30...50)(0,038...0,041) = 1,14...2,05 \text{ м.}$$

Кут нахилу основного елеватора визначимо за формулою [13]:

$$\operatorname{tg} \alpha_{EL1} < f, \quad (4.5)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя ґрунту по металу,  $f = 0,4$ .

Отже, приймаємо для основного елеватора  $\alpha_{EL1} < 20^\circ$ .

Для каскадного елеватора кут нахилу визначаємо за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha_{EL2} < \operatorname{tg} \psi, \quad (4.6)$$

де  $\psi$  - кут тертя скочування цибулин і грудок по поверхні елеватора,  $\psi = 10 - 15^\circ$  [26];

Тоді,  $\alpha_{EL2} < 10 - 15^\circ$ .

### 4.3 Результати досліджень удосконаленого копача

За результатами проведених розрахунків і розробленими кресленнями удосконалених вузлів і деталей в товаристві з обмеженою відповідальністю (ТОВ) „Дубрава”, яке розташоване на території с. Магдалинівка Магдалинівської територіальної громади Дніпропетровської області, нами разом зі співробітниками кафедри сільськогосподарських машин і господарства був виготовлений експериментальний зразок удосконаленого копача і проведені польові дослідження з метою визначення працездатності копача. Встановлено, що удосконалена машина цілком працездатна, виконує свої функції на збиранні цибулі. При цьому були визначені окремі показники якості роботи машини в порівнянні з серійним копачем.

За відомими методиками було визначено якість сепарації ґрунту удосконаленим транспортером в порівнянні з серійним при різній вологості ґрунту (рис. 4.3 і рис. 4.4).



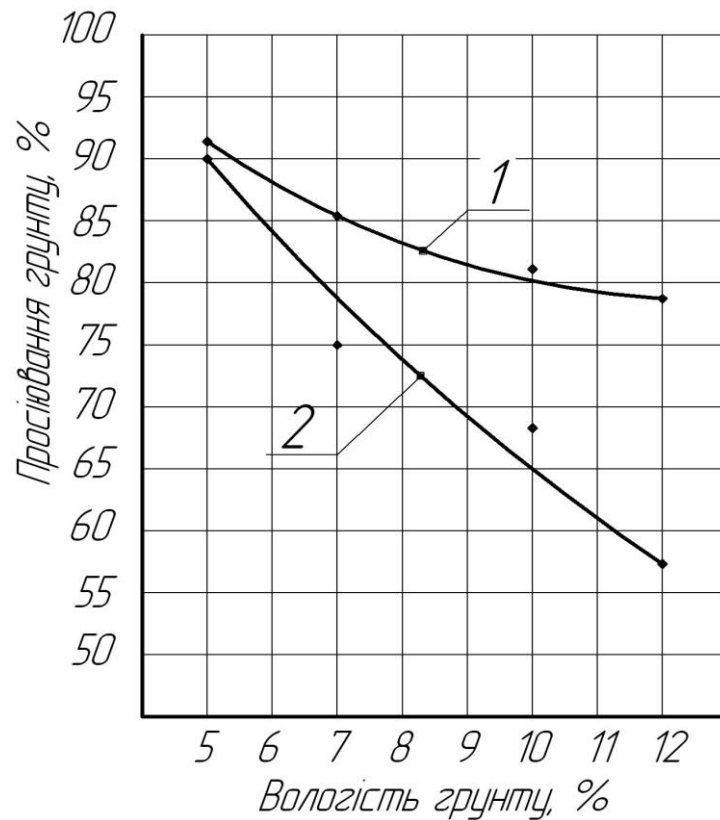


Рисунок 4.3- Просіювання ґрунту в залежності від вологості ґрунту:  
1 – удосконаленим сепаратором; 2 – серійним сепаратором

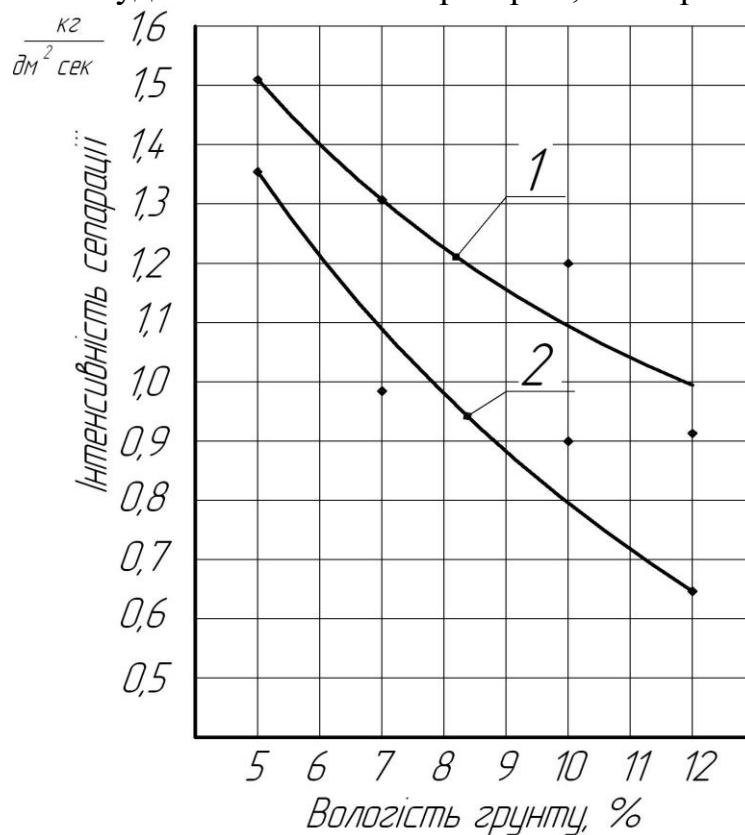


Рисунок 4.4- Інтенсивність сепарації ґрунту в залежності від вологості на одиницю загальної площі: 1 – удосконалений сепаратор, 2 – серійний сепаратор

Дослідження показали, що при вологості ґрунту 4,5-6,0% на удосконаленому сепараторі просіюється така ж маса ґрунту, як і на серійному (рис. 4.3). Інтенсивність сепарації ґрунту на удосконаленому сепараторі (рис. 4.4) на одиницю загальної площі вища на 15%, ніж на серійному сепараторі.

При збільшенні вологості ґрунту різниця у якості сепарації ґрунту між удосконаленим і серійним сепаратором стає більш суттєвою.

Таким чином, проведені польові дослідження експериментального зразка удосконаленого копача показали перспективність його застосування на збиранні цибулі.

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ

Рух машинних агрегатів на збиранні цибулі характеризується визначеною циклічністю. В кожен цикл входить робочий хід і поворот для зміни напрямку руху на зворотній або під деяким кутом до робочого ходу. До елементів руху машинних агрегатів відносяться також додаткові заїзди і переїзди, наприклад з загінки в загінку.

Спосіб руху – закономірність циклічно повторюваних елементів руху машинного агрегату. При викопуванні цибулі найбільш часто використовується гоновий спосіб руху – “човником”. Він характеризується чергуванням робочих ходів довжиною  $L_p$  і холостих поворотів довжиною  $L_x$  на кут 180 градусів.

Для характеристики кінематики машинного агрегату при виконанні технологічних операцій введені деякі умовні поняття та позначення [10].

Кінематичним центром ( $\text{Ц}_a$ ) називають таку точку агрегату, відносно траєкторії якої розглядають кінематику всіх інших його точок. Для нашого агрегату, який складається з колісного трактора класу 1,4 і начіпного копача, кінематичним центром агрегату є проекція на площину руху точки середини ведучої осі.

Кінематична довжина  $l_a$  – це проекція відстані між  $\text{Ц}_a$  та лінією розміщення найвіддаленішого робочого органа при прямолінійному русі, вона складається із кінематичної довжини трактора  $l_T$  і копача  $l_K$ .

Кінематична ширина  $d_k$  – це проекція відстані між повздовжньою віссю та крайніми точками по ширині агрегату. В несиметричних агрегатах розрізняють праву і ліву кінематичну ширину.

Довжина виїзду  $e$  – це відстань, на яку необхідно проїхати кінематичним центром агрегату  $\text{Ц}_a$  від контрольної лінії на поворотній смузі до початку повороту, щоб попередити пошкодження цибулин і огріхи при викопуванні.

Центром повороту  $\text{Ц}_п$  називається точка, відносно якої в даний момент здійснюється поворот  $\text{Ц}_а$ .

Радіус повороту  $R$  – це відстань між  $\text{Ц}_а$  та  $\text{Ц}_п$ . При повороті з постійним радіусом  $\text{Ц}_п$  не змінює свого положення.

При розрахунках основних технологічних показників приймаємо наступні вихідні дані:

1. Площа поля -  $F = 5$  га.
2. Довжина поля -  $L = 600$  м.
3. Урожайність цибулі -  $Q_ц = 25,0$  т/га.
4. Схема посіву – стрічкова з шириною стрічки 30 см і шириною міжрядь -  $e = 70$  см.
5. Нахил місцевості -  $\alpha = 2^\circ$ .

При викопуванні цибулі в основному використовується петльовий грушоподібний спосіб повороту агрегату і мінімальна ширина поворотної смуги визначається рівнянням:

$$E_{\min} = 2,8R + e + d_k \quad (5.1)$$

Для агрегатів з заднім розташуванням машин відносно центра агрегату [11]

$$e = 0,5l_k \quad (5.2)$$

Значення  $l_k$  для напівначіпних агрегатів визначається як

$$l_k = d_t + d_k = 1,2 + 1,6 = 2,8 \text{ м} \quad (5.3)$$

$$e = 0,5 \times 2,8 = 1,4 \text{ м.}$$

Радіус повороту агрегату визначається рівнянням [12]:

$$R = 1,1 B_k, \quad (5.4)$$

де  $B_k$  – ширина захвату копача.

$$R = 1,1 \times 1,8 = 1,98 \text{ м.}$$

Тоді мінімальна ширина поворотної смуги буде дорівнювати:

$$E_{\min} = 2,8 \times 1,98 + 1,4 + 1,0 = 7,94 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною кількості проходів збирального агрегату ( $n = 5$ ) -  $E = 9$  м.

Довжина робочого ходу копача на полі буде дорівнювати:

$$L_p = L - 2E \quad (5.5)$$

$$L_p = 600 - 2 \times 9 = 582 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу на поворотній смузі при петльовому способі повороту визначається рівнянням:

$$L_x = (6,6 \dots 8,0)R + 2e; \quad (5.6)$$

$$L_x = 7,3 \times 1,98 + 2 \times 1,4 = 17,25 \text{ м.}$$

Затрати часу на холостий хід агрегату і робочий рух характеризуються коефіцієнтом робочих ходів, який дорівнює:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (5.7)$$

$$\varphi = \frac{582}{582 + 17,25} = 0,97.$$

При подальших розрахунках приймаємо, що швидкість руху агрегату на поворотній смузі дорівнює робочій швидкості руху машини, тобто

$$V_p = V_x \quad (5.8)$$

Коефіцієнт тривалості поворотів дорівнює:

$$\tau = \frac{1 - \varphi}{\varphi} \quad (5.9)$$

$$\tau = \frac{1 - 0,97}{0,97} = 0,03.$$

Один із основних показників роботи агрегату є продуктивність – обсяг роботи нормативної якості, що виконується агрегатом за одиницю часу.

Розрізняють продуктивність теоретичну, що обчислюється як потенційно можлива продуктивність агрегату при повному використанні конструктивної ширини захвату, теоретичної швидкості руху і часу, до якого відноситься продуктивність (здебільшого до години); продуктивність агрегату за годину чистої (основної) роботи, яка враховує ступінь технічно можливого (оптимального) використання ширини захвату, швидкості руху і часу; технічний (нормативний) змінний виробіток, що враховує оптимальне використання ширини захвату, швидкості руху та часу зміни роботи агрегату;

фактичну продуктивність і фактичний змінний виробіток, які визначають за реально виконаним обсягом роботи, при фактичних (робочих) ширині захвату, швидкості руху і часу корисної (продуктивної) роботи.

Продуктивність копача за зміну визначається рівнянням:

$$W = 0,1B_p V_p T_{зм} t_{зм}, \quad (5.10)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату копача;

$V_p$  – робоча швидкість руху агрегату;

$T_{зм}$  – час зміни (приймається рівним 7 год.);

$t_{зм}$  – коефіцієнт використання часу зміни.

$$t_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (5.11)$$

$T_p$  – чистий робочий час за зміну.

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{\tau} + T_{\tau 0} + T_{\phi} + T_{op})}{1 + \tau}, \quad (5.12)$$

де  $T_{\tau}$  – час, затрачений на технологічне обслуговування агрегату;

$T_{\tau 0}$  – час на технічне обслуговування агрегату;

$T_{\phi}$  – час на фізіологічні потреби обслуговуючого персоналу;

$T_{op}$  – час на організаційні заходи, пов'язані з процесом збирання врожаю.

$$T_p = \frac{7 - (0,1 + 0,25 + 0,1 + 0,1)}{1 + 0,02} = 6,4 \text{ год.}$$

По рівнянню (5.11) визначаємо коефіцієнт використання часу зміни:

$$t_{зм} = \frac{6,4}{7} = 0,9.$$

І змінна продуктивність агрегату на викопуванні цибулі розробленим копачем буде дорівнювати:

$$W_{зм} = 0,1 \times 1,8 \times 5,6 \times 7 \times 0,9 = 6,35 \text{ га/зміну}$$

Продуктивність агрегату за годину буде:

$$W_{г} = 0,1 \times 1,8 \times 5,6 \times 0,9 = 0,91 \text{ га/год.}$$

При аналізі роботи машинно-тракторних агрегатів використовується, також, такий показник, як витрати палива. Розрізняють годинну витрату палива (кг/год.) на відповідних режимах роботи; змінну витрату, яку визначають за часом роботи та годинною витратою палива на кожному режимі; питому витрату палива на одиницю потужності двигуна або на одиницю гакової потужності трактора при відповідних режимах роботи; погектарну витрату палива; питому витрату, віднесену до одиниці вирощеної продукції, наприклад, на 1 т вирощеного і зібраного врожаю чи на 1 т обробленого на току зерна та на одиницю витрачених коштів (кг/грн.).

Витрати палива на одиницю виконаної копачем роботи визначаються відношенням кількості витраченого за зміну палива до змінної продуктивності агрегату (або за годину). При цьому необхідно враховувати, що агрегат працює на холостому ході під час поворотів і переїздів, а також при тимчасових зупинках.

Витрати палива на гектар зібраної цибулі можуть бути визначені приблизно по рівнянню:

$$g_{za} = \frac{G_T \cdot K_T}{W_T}, \quad (5.13)$$

де  $G_T$  – витрати палива за годину при номінальній ефективній потужності двигуна [13];

$K_T$  – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостому ході на поворотах, переїздах і зупинці трактора з працюючим двигуном [13].

$$g_{га} = \frac{11,6 \cdot 0,84}{0,91} = 10,71 \text{ кг/га.}$$

Рух машинних агрегатів в загінці характеризується циклічністю. Час всього циклу включає тривалість робочого і холостого ходів, а також технологічних зупинок:

$$t_{ц} = \frac{2L_P}{V_P} + \frac{2L_X}{V_X} + t_o, \quad (5.14)$$

де  $t_0$  – час технологічних зупинок агрегату за цикл.

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 0,582}{5,6} + \frac{2 \cdot 0,01725}{5,6} + 0,06 = 0,28 \text{ год.}$$

Кількість циклів роботи агрегату за зміну дорівнює:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{ЗМ}} - T_{\text{ПЗ}} - T_{\text{В}} - T_{\text{ПР}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (5.15)$$

де  $T_{\text{ПЗ}}$  – час на виконання підготовчо-заклучних робіт;

$T_{\text{В}}$  – час перерв на відпочинок і особисті потреби механізатора і обслуговуючого персоналу згідно регламенту робіт;

$T_{\text{ПР}}$  – час переїздів агрегату з однієї заїнки в іншу.

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 0,5}{0,28} = 23 \text{ цикли.}$$

Продуктивність агрегату за цикл:

$$W_{\text{ц}} = \frac{B_{\text{Р}} \cdot 2L_{\text{Р}}}{10000} \quad (5.16)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{1,8 \cdot 2 \cdot 582}{10000} = 0,21 \text{ га/цикл.}$$

Витрати палива за цикл будуть дорівнювати:

$$g_{\text{ц}} = g_{\text{га}} W_{\text{ц}} \quad (5.17)$$

$$g_{\text{ц}} = 13,92 \times 0,21 = 2,92 \text{ кг/цикл.}$$

Порядок роботи і регулювань копача заключається в наступному. Спочатку проводиться викопування цибулі на поворотних смугах. При збиранні основного урожаю викопування цибулі проводиться підряд. Так як ширина стикових міжрядь коливається в значних межах, то трактор з копачем треба направляти вслід двох рядків саджалки, а по стиковому міжряддю – одно з передніх коліс трактора.

Викопувати цибулю можна й заїнковим способом з шириною заїнки в 12 – 14 рядків, при цьому площадка для повороту агрегату потребується меншою – біля 5-6 метрів.

Основним регулюванням агрегату є регулювання глибини ходу лемішів при викопуванні рядків цибулі. Лемеші повинні йти в ґрунті дещо нижче



цибулі, щоб не пошкодити і не залишати її в землі.

При більшій глибині ходу лемішів збільшується тяговий опір, зменшується продуктивність агрегату, збільшуються витрати палива, тому треба слідкувати за дотриманням необхідної глибини ходу лемішів.

Регулювання глибини ходу лемішів проводиться за допомогою верхньої тяги начіпної системи трактора а також за допомогою гвинтового механізму опорних коліс. При скороченні тяги глибина ходу лемішів збільшується, при подовженні – зменшується.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Охорона праці при збиранні цибулі

Трудове законодавство з охорони праці регламентується законодавчими актами, основними з яких є Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці». Організацію охорони праці в господарстві проводили також з врахуванням «Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві», які затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [20].

Для безпечної роботи обслуговуючий персонал повинен добре знати будову машини, правила експлуатації і технічного обслуговування.

Для забезпечення нормальної роботи машини необхідно регулярно слідкувати за справністю і змащенням карданної передачі, коробки передач, а також за справністю лемішів, елеватора, струшувачів і ланцюгових передач.

Особливу небезпеку під час експлуатації становлять рухомі деталі збиральної машини. Привід до них виконується від валу відбору потужності трактора за допомогою карданної передачі з запобіжною муфтою. Під час роботи машини необхідно слідкувати за тим, щоб у випадку перевантаження машини муфта роз'єднувала механізми збиральної машини від вала відбору потужності трактора, але не спрацьовувала при нормальній роботі машини. Якщо ж при нормальній роботі запобіжна муфта роз'єднує систему привода робочих органів і під час огляду машини встановлено, що зупинка сепараторів і транспортерів сталася не в результаті попадання в них сторонніх предметів, пружину муфти слід піджати, трішечки закрутивши гайку. Межею регулювання муфти служить обмежувач, положення якого забезпечує передачу максимально допустимого зусилля. Правильно відрегульована муфта зберігає робочі органи від поломок при перенавантаженнях машини.

Категорично забороняється регулювати муфту, коли на елеваторі знаходиться підкопаний шар ґрунту з цибулею, або коли елеватор заклинило.

В цьому випадку необхідно виключити вал відбору потужності трактора, подати агрегат трішки назад, підняти машину в транспортне положення, очистити робочі органи і тільки після цього обережно прокрутити машину.

Для здійснення далеких переїздів карданну передачу копача рекомендується від'єднати від вала відбору потужності трактора. Це забезпечує більший транспортний просвіт копача.

Під час роботи необхідно слідкувати за тим, щоб леміші не зглиблялися в ґрунт більше ніж на 12 – 14 см, а гичка цибулі і інші рослинні домішки не згруджувались на лемішах і не нависали на боковинах. Поверхня лемішів і боковин повинна бути чистою. Періодично під час зупинки трактора необхідно очищувати леміші і боковини від завислих рослинних домішок і гички. Не рідше одного разу на день необхідно підтягувати кріплення лемішів і боковин.

Під час роботи необхідно не допускати накручення гички і бур'янів на робочі органи і деталі системи приводу, слідкувати за тим, щоб вали, направляючі ролики, струшувачі і зірочки вільно обертались на підшипниках і втулках. При заїданні ролики необхідно розібрати і промити.

Елеваторні полотна в процесі роботи припрацьовуються і витягуються. При цьому нижні вітки більш провисають і заважають нормальній роботі машини. Тому залишкове провисання полотна необхідно усувати, але при цьому необхідно не допускати надмірного натягу полотен елеватора, тому що це може привести до їх розриву.

Періодично (через годину – півтори) необхідно перевіряти, чи не гріється коробка передач. Причинами нагрівання можуть бути: відсутність або недостатня кількість мастила, порушення монтажу коробки або кріплення її на машині. При нагріванні коробки передач необхідно додати до неї мастила. Якщо і після цього нагрівання не зупиняється, необхідно розібрати її, усунути виявлені дефекти і зібрати заново. Коробку розбирають тільки в випадку крайньої необхідності.

Для забезпечення тривалої, надійної і безпечної роботи копача необхідне достатнє і регульоване змащення всіх вузлів і деталей тертя.

Під час роботи розробленої машини для збирання цибулі категорично забороняється:

1. Працювати з несправним копачем.
2. Працювати з копачем, на якому не встановлене огородження передач системи приводу.
3. Механізатору працювати в одязі з довгими полами, широкими рукавами і звисаючими кінцями поясів, ременів і т. ін.
4. Проводити змащення і ремонт при роботі двигуна трактора і піднятому в транспортне положення копачеві.
5. Допускати до машини сторонніх осіб під час роботи агрегату.
6. Виконувати повороти і розвертати агрегат при включеному валу відбору потужності і копачеві в робочому стані.
7. Піднімати копач в транспортне і опускати в робоче положення під час руху агрегату.

Виконання цих заходів забезпечить безпечну експлуатацію розробленої машини для збирання цибулі.

## 6.2 Регулювання запобіжної муфти системи приводу

Запобіжна муфта повинна бути відрегульована на передачу необхідної потужності для приводу робочих органів машини для збирання цибулі – дискових копачів, елеватора, сепаратора і коливальної решітки. Під час роботи необхідно слідкувати за тим, щоб в випадку перевантаження машини муфта роз'єднувала механізми копача від вала відбору потужності трактора, але не спрацьовувала при нормальній роботі машини.

Карданна передача (рис. 6.1) складається з шарніра вала відбору потужності 1, шарніра коробки передач 2, стопорної шайби 3, шліцьової втулки 4, пружини 5, гайки 6 для регулювання стискання пружини 5, телескопічної трубки 7, квадратного вала 8, Огороження вала відбору

потужності 9, кожуха переднього 10 і кожуха заднього 11, середньої труби 12. Весь вузол за допомогою болтів і гайок кріпиться на рамі машини.

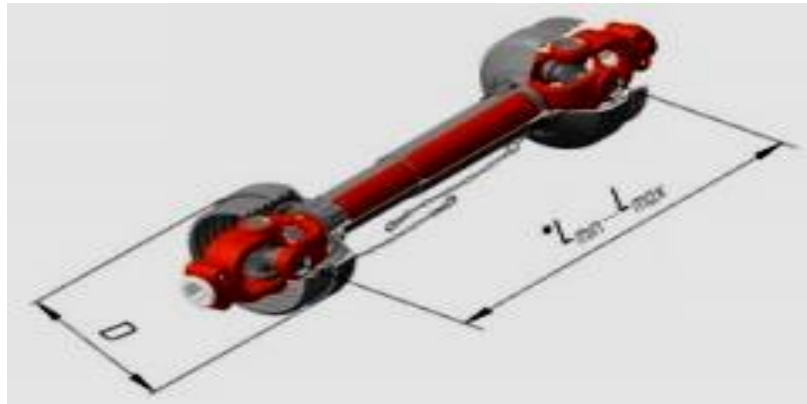


Рисунок 6.1- Схема карданної передачі системи приводу збиральної машини: 1 – шарнір вала відбору потужності; 2 – шарнір коробки передач; 3 – квадратний вал; 4 – шліцьова втулка; 5 – телескопічна труба; 6- втулка; 7 - підшипник; 8 – опора; 9- корпус

Якщо муфта спрацювала, необхідно негайно зупинити машину і оглянути її з метою виявлення причин спрацювання муфти. Якщо причин при огляді не виявлено, необхідно відрегулювати муфту шляхом підтискання пружини 5 за допомогою гайки 6 гвинтової передачі. Межею регулювання муфти служить обмежувач, положення якого забезпечує передачу максимального допустимого зусилля.

Не можна регулювати запобіжну муфту при завантаженому сепараторі і транспортерах машини. Машину необхідно підняти в транспортне положення, очистити від вороху, впевнитися в відсутності причин спрацювання муфти і тільки після цього проводити регулювальні роботи.

Часто при роботі на ділянках, сильно забруднених камінням, останні попадають між елеватором і лемішами, що викликає спрацювання запобіжної муфти. В випадку, якщо камінь вибити не вдається, рекомендується за допомогою гайкового ключа прокрутити карданну

передачу в зворотному напрямку і вийняти камінь. Двигун трактора при цьому повинен бути заглушеним.

### 6.3 Рекомендації по поліпшенню умов праці

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці). Проводиться щорічно.
2. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці). Березень 2024 року.
3. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.
4. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Травень 2024 року.
5. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Квітень 2024 року.
6. Провести 32-годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Лютий 2024 року.
7. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.

Для умов господарства запропоновано комплекс машин, обґрунтований за критерієм мінімуму приведених витрат, що дасть можливість на 8 % зменшити приведені витрати на вирощуванні цибулі, а за критерієм мінімуму витрат робочого часу – на 6 % зменшити витрати робочого часу. Крім того, при впровадженні удосконаленої технології урожайність цибулі збільшиться як мінімум на 8 – 15%. Отже, комплекс машин, що обґрунтований за критерієм мінімуму приведених витрат є більш раціональним. Розрахунки економічної ефективності від застосування розробленого копача цибулі проводимо в порівнянні з серійним аналогом – КЛН-1,4. Вихідні дані для розрахунків приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1- Вихідні дані для визначення економічної ефективності

Назва показників	Базова машина	Розроблена машина
1. Продуктивність, га/год.	0,6	0,91
2. Ширина захвату, м	1,4	1,8
3. Кількість рядків при збиранні	2	2 стрічки з шириною 30 см
4. Питомі витрати палива, кг/га	16,24	10,71
5. Маса машини, кг	1480	1800
6. Агрегується з трактором класу	1,4	1,4
7. Балансова ціна машини, грн.	48500	51100
8. Кількість обслуговуючого персоналу, чол..	1	1

Затрати праці при роботі збиральної машини визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W_{\text{год}}}, \quad (7.1)$$

де  $M$  – кількість обслуговуючого агрегат персоналу;

$W_{\text{год}}$  – продуктивність машини, га/год.

При викопуванні цибулі базовим копачем КЛН-1,4 затрати праці дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ люд.-год/га.}$$

При викопуванні цибулі розробленим копачем затрати праці дорівнюють:

$$H_M = \frac{1}{0,91} = 1,1 \text{ люд.-год/га.}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленого копача становлять:

$$Z_n = H_6 - H_M \quad (7.2)$$

$$Z_n = 1,67 - 1,1 = 0,57 \text{ люд.-год/га.}$$

При запровадженні в господарстві на площі 100 га зниження затрат праці на викопуванні цибулі за сезон становить:

$$Z_{н.с} = 0,57 \times 100 = 57,0 \text{ люд.-год.}$$

Прямі експлуатаційні витрати при викопуванні цибулі визначаються за рівнянням:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{пмм}; \quad (7.3)$$

де  $C_o$  – оплата праці з нарахуваннями;

$C_a$  – амортизаційні відрахування;

$C_p$  – витрати на ремонт і технічне обслуговування машини;

$C_{пмм}$  – витрати на паливо-мастильні матеріали.

Проводимо розрахунки по кожній із складових. Оплата праці проводиться за виконану норму роботи по тарифній сітці. Викопування цибулі відноситься до складних механізованих сільськогосподарських робіт і оплата праці механізатору проводиться по 6 розряду тарифної сітки [21].

За 1 га зібраної площі оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{3M}}, \quad (7.4)$$



де  $C^T$  - оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{зм}$  – продуктивність машини за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці по шостому розряду тарифної сітки з врахуванням мінімальної заробітної плати на сьогодні (6700 грн.) становить 291 грн. за зміну [21]. Для механізатора, який працює на базовому копачеві, оплата праці за 1 га зібраної площі дорівнює:

$$C'_{O.B} = \frac{291}{4,2} = 69,29 \text{ грн./га.}$$

Крім того, в господарстві на цю суму нараховується 12 % за інтенсивність робіт, що становить 8,31 грн./га, а також 50 % за складність збиральних робіт, що становить 34,64 грн./га. І тоді оплата праці з нарахуваннями становить:

$$C_{o.б.н} = 69,29 + 8,31 + 34,64 = 112,24 \text{ грн./га.}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 22,45 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 57,24 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 112,24 + 22,45 + 57,24 = 191,93 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на удосконаленому агрегаті, оплата праці буде становити:

$$C^1_{O.H} = \frac{291}{6,37} = 45,68 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (22,84 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (5,48 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C^H_{он} = 45,68 + 22,84 + 5,48 = 74,0 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 20% за класність (14,8 грн./га) і 51 % соціального страхування (37,74 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{он} = 74,0 + 14,8 + 37,74 = 126,54 \text{ грн./га.}$$

Визначаємо амортизаційні відрахування на машину, виходячи з норм річних відрахувань, за рівнянням:

$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (7.5)$$

де  $S$  – ціна машини, грн.;

$\alpha$  - річна норма відрахувань на амортизацію машини, %;

$D$  – кількість днів роботи за рік;

$W_{3M}$  – продуктивність машини за зміну, га;

$K$  – коефіцієнт змінності роботи агрегату.

За нормативами [21] річна норма відрахувань для копача цибулі становить 15 %. Тоді відрахування на амортизацію для базової машини становить:

$$C_{a.б} = \frac{48500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 4,2} = 32,08 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на амортизацію для розробленого копача становлять:

$$C_{a.м} = \frac{51100 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 6,37} = 22,28 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ремонт та технічне обслуговування машин також визначається за нормативами, які для копача становлять 15 %. Для базового копача КЛН-1,4 ці затрати становлять:

$$C_{р.б} = \frac{48500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 4,2} = 32,08 \text{ грн./га.}$$

Для розробленого копача затрати на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_{р.м} = \frac{51100 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 6,37} = 22,28 \text{ грн./га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_k g_{га}, \quad (7.6)$$

де  $C_k$  – комплексна ціна палива і мастильних матеріалів, грн.;

$g_{га}$  – витрати палива на 1 га зібраної площі, кг/га.

Комплексна ціна 1 кг палива розраховується виходячи з нормативів витрат мастил в % до основного палива: моторне масло – 3,8 %; індустриальне масло – 0,4 %; трансмісійне масло – 0,6 %; пластичні мастила – 0,04 %. Розрахувати постійні значення комплексної ціни на сьогодні неможливо, так як ціни на ринку коливаються в залежності від економічної ситуації в країні, постачальника і т. ін. На сьогодні ця ціна становить 56,2 грн/л.

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату дорівнюють:

$$C_{б.пмм} = 56,2 \times 16,24 = 912,69 \text{ грн./га.}$$

Аналогічні затрати при роботі агрегату з розробленим копачем становлять:

$$C_{м.пмм} = 56,2 \times 10,71 = 601,9 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при викопуванні цибулі базовим копачем становлять:

$$C_б = 191,93 + 32,08 + 32,08 + 912,69 = 1168,78 \text{ грн./га.}$$

При викопуванні цибулі розробленим копачем-валкоутворювачем прямі затрати становлять:

$$C_м = 126,54 + 22,28 + 22,28 + 601,9 = 773,0 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при запровадженні нової машини становить:

$$E = C_б - C_м = 1168,78 - 773,0 = 395,78 \text{ грн./га.} \quad (7.7)$$

В відсотках економічний ефект становить:

$$E_B = \frac{395,78 \cdot 100}{1168,78} = 33,9 \text{ \%}.$$

При використанні розробленого копача-валкоутворювача в умовах господарства на площі 5 га річний економічний ефект буде становити:

$$E_p = 395,78 \times 5 = 1978,9 \text{ грн.}$$

При врожайності 35 т/га приріст за рахунок впровадження удосконаленої технології і машин становитиме в середньому 3,5 т/га (10%).

При закупочній вартості 12 грн./кг додатковий економічний ефект від приросту продукції з площі 5 га становитиме:

$$E_d = 3500 \times 5 \times 12 = 210000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект від впровадження буде становити:

$$E_z = 1978,9 + 210000 = 211978,9 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.2- Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Значення показників	
	Базова машина КЛН-1,4	Розроблений копач
1. Продуктивність, га/год.	0,6	0,91
2. Питомі витрати палива, кг/га	16,24	10,71
3. Затрати праці, люд.-год./га	1,67	1,1
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га:	1168,78	773,0
в тому числі:- оплата праці з нарахуваннями	191,93	126,54
- амортизаційні відрахування	32,08	22,28
- затрати на ремонт і ТО	32,08	22,28
- затрати на паливо і мастила	912,69	601,9
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	395,78
6. Затрати на модернізацію, грн.	-	2600
7. Річний економічний ефект, грн.	-	211978,9
8. Строк окупності затрат, років	-	0,01

Строк окупності затрат на розробку нового копача визначається рівнянням:

$$Z_o = \frac{Z_m}{E_p}, \quad (7.8)$$

де  $Z_m$  – затрати на модернізацію однієї машини;

$E_p$  – річний економічний ефект.

Підставивши в рівняння (7.8), отримаємо:

$$Z_o = \frac{2600}{211978,9} = 0,01 \text{ року.}$$

Визначені в процесі розрахунків в дипломній роботі основні економічні показники зводимо в таблицю 7.2.

Аналіз прямих затрат показує, що найбільший відсоток витрат становлять паливо і мастильні матеріали внаслідок їх високої ринкової ціни.

Розрахунки показують, що впровадження удосконаленої технології і розробленого копача-валкоутворювач має економічний ефект і всі затрати на модернізацію машини в порівнянні з базовим копачем КЛН-1,4 окупаються на протязі першого року.

Важливо не тільки виростити та зібрати високий урожай, але й зуміти зберегти його. Тому в господарстві, щоб зберегти вирощений урожай необхідно правильно вибрати сорт, тому що не всі сорти придатні для зберігання. Краще зберігаються гострі сорти цибулі. Для якісного зберігання цибулі головними умовами є добра вентиляція повітря у приміщенні та його температура. Поки цибуля повністю не висохне, температура повинна становити 25 – 27 °С. Для зберігання цибулі оптимальна температура повітря становить 2 – 3 °С, а вологість – 75 – 85 %. Якщо не вдається підтримувати оптимальну температуру, необхідно зменшити вологість до 70 – 75 %. У підвальних приміщеннях цибулю зберігають на стелажах висотою 40 – 50 см. Зручно також зберігати цибулю у дерев'яних чи поліетиленових ящиках, тому що таким чином створюються оптимальні умови для зберігання. Після досягнення найвищої ціни на цибулю на ринку її необхідно реалізувати, щоб отримати найбільший економічний ефект.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз господарської діяльності ТОВ „Дубрава” показує, що необхідно знаходити можливість для оновлення парку сільськогосподарських машин і тракторів господарства, використовувати енергозберігаючі технології виробництва сільськогосподарських культур.

2. На практиці розроблено і використовуються різні технології вирощування та машини і комплекси для збирання цибулі, але вони потребують значного удосконалення для підвищення якості збиральних робіт, продуктивності і зменшення затрат праці.

3. Розроблена технологія вирощування цибулі для умов господарства за різними схемами, визначено склад і кількість машин для вирощування і збирання та конструкція збиральної машини і визначені параметри і режим її роботи. При цьому покращується якість збиральних робіт, зменшуються пошкодження цибулі, збільшується продуктивність агрегату.

4. Проведені польові випробування в господарстві показали кращу якість роботи удосконаленого копача і перспективність його використання на збиранні врожаю.

5. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані для проведення інструктажів з охорони праці на робочому місці перед початком збиральних робіт.

6. При впровадженні розробок у виробництво економічний ефект від застосування становить 211978,9 грн., а затрати праці зменшуються на 0,57 люд.-год./га. Машина окупається за перший рік її експлуатації при даних умовах вирощування і збирання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вареник Н. Українське виробництво цибулі ріпчастої – на найнижчому з 2015 року рівні// <https://east-fruit.com/uk/novyny/ukrayinske-vyrobnytstvo-tsybuli-ripchastoyi-na-naynyzhchomu-z-2015-roku-rivni/>.
2. Цибуля буде в дефіциті: урожай в Україні значно нижчий за торішній, овоча не вистачає вже восени. 07.09.2022// <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/tsibulja-bude-v-defitsiti-urozhaj-v-ukrajini-znachno-nizhchij-za-torishnij-ovocho-ne-vistachaje-vzhe-voseni.html>.
3. Сезон - 2023/24 може розчарувати виробників цибулі – аналітики// <https://kurkul.com/news/32405-sezon-2023-24-moje-rozcharuvati-virobnikiv-tsibuli--analitiki>.
4. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
4. Мігальов А. Машини для збирання цибулі в степовій зоні півдня України / А. Мігальов, В. Сидоренко, Ю. Міснік // Аграрна техніка та обладнання. - 2012. - № 1 (18). – С. 49-51.
5. Маслак О. Тенденції овочевого ринку / О. Маслак // Агробізнес сьогодні. – 2013. - № 29. – С. 10-11.
6. Грицишин М. Забезпечення високого технічного рівня і конкурентоздатності сільськогосподарської техніки / М. Грицишин, І. Масло // Пропозиція. - 2003. - № 3. – С. 94–97.
7. Сільськогосподарські машини /Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
8. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
10. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
11. Землеробська механіка. Т.3. Аналіз і результати досліджень робочих органів машин для обробітку ґрунту/ А.С.Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, В.І. Дирда та ін. – Дніпро, Пороги, 2022. – 408 с.
12. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка, Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. –384с.
13. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
14. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / [В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт та ін.] ; за ред. В. Ю. Ільченка. – К. : Урожай, 1993. – 288 с.
15. Рекомендації з вирощування цибулі ріпчастої в Дніпропетровській області. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. дослідна станція ШОБ НААН, 2011. – 15 с.
16. Механізація сільськогосподарського виробництва : зб. наук. праць / Нац. аграр. ун-т. – К. : Вид-во НАУ, 1999. - Т. V1 : Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин. - С. 12-124.
17. Петров В. М. Технічне забезпечення інноваційних технологій у рослинництві / В. М. Петров // Економіка АПК. – 2013. - № 2. – С. 100-105.
18. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
19. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.



20. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

21. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.