

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування цукрових буряків з
удосконаленням гичкозбиральної машини

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Михайлов Олександр Віталійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Володимир ЯЦУН

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

ЗМІСТ

	стор.
1. Вступ	7
2. Аналіз типової технології вирощування цукрових буряків з визначенням шляхів її удосконалення	9
3. Операційна технологія зрізання гички цукрових буряків.....	14
4. Інженерна частина	23
5. Охорона праці	39
6. Висновки	42
Список використаної літератури	43
Додатки	46

						МВЦБ 00.000 ПЗ	Арх
Вм	Арх	№ докум.	Підпис	Дата			6

1. Вступ

Цукрові буряки – одна з небагатьох культур у яких, що основний, що супутній продукт мають значне економічне значення. Для цукрових буряків супутнім продуктом є гичка. Її урожайність складає приблизно 50% від урожайності коренеплодів. За даними [23] середня урожайність коренеплодів за період 2018...2024р.р. коливається в межах 50,8...47,1т/га (рис. 1.1).

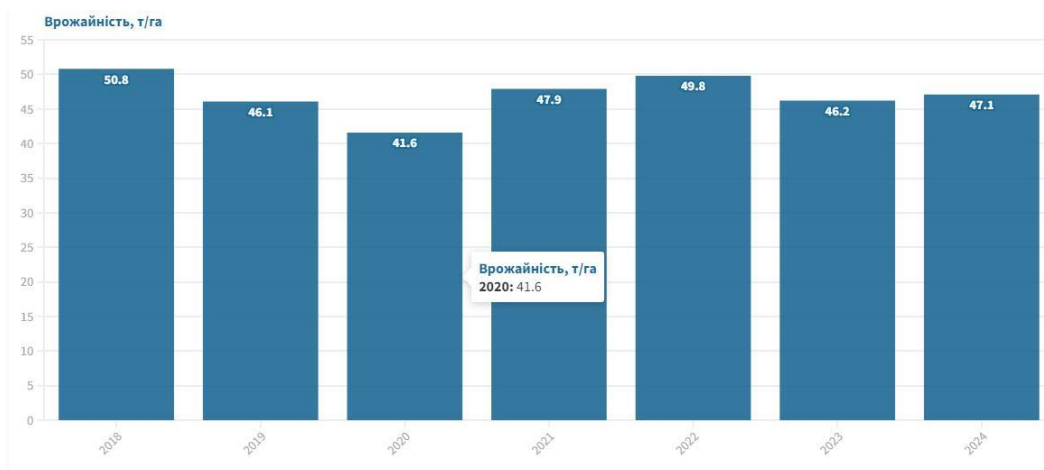


Рис. 1.1. Середня урожайність цукрових буряків в Україні у 2018...2024р.р.

Відповідно, цукровики можуть отримати з одного гектара близько 25,4...23,5т/га гички. Це чудовий соковитий корм для домашнього чи промислового стада ВРХ, свиней, птахів тощо.

Останнім часом гичку часто використовують як зелене добриво, якщо в господарстві немає тваринництва. Сучасні комбайни зазвичай оснащені гичкорізами-подрібнювачами, які зазвичай базуються на конструкції, які мають роторні барабани з молотковими ножами. Технологічно подрібнену гичку переважно розкидають по полю та заорюють у ґрунт. Іноді подрібнену гичку збирають у валок, після чого її транспортують до місця використання або знову ж таки розкидають по полю з подальшим приоруванням.

					МВЦБ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	Н.докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Михайлов				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Мачок						7	
Н.контр	Мачок					ЦНТУ		
Затвер.	Васильковський					гр. АІ-22мб-1		

У виробництві використовують різні технічні засоби для збирання гички. Це інтегровані модулі в комбайни для однофазного збирання, чи причіпні машини різної складності.

Метою цієї кваліфікаційної роботи є удосконалення технологічного процесу збирання гички під час збирання урожаю цукрових буряків, використанням простої, дешевої причіпної машини.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Однак іноді можливі відхилення від типового дворічного циклу. У разі холодної весни протягом першого року життя можуть з'явитися квітконосні стебла. Це небажане явище відоме як цвітушність. Коренеплоди таких рослин стають дерев'янистими і мають низький вміст цукру [18].

Це рослина, яка добре росте за умов тепла і високої вологості, маючи потужну як підземну, так і надземну вегетативну масу. Для формування якісного коренеплоду їй необхідний добре розпушений орний шар. Тому глибока оранка, бажано ярусна, на значну глибину є обов'язковою умовою, а за можливості - навіть глибша.

Культура світлолюбна та належить до групи рослин довгого дня. Освітлення відіграє важливу роль у формуванні вмісту цукру в коренеплодах. Особливо велике значення має інтенсивність світла в другій половині періоду вегетації, яка триває з серпня по вересень.

Щодо ґрунтових умов, найкращі врожаї отримують на родючих ґрунтах із близькою до нейтральної реакцією ґрунту [15,18].

2.3. Місце в сівозміні.

Цукрові буряки досить чутливі до попередньої культури. Як зазначають науковці та практики, у разі дефіциту вологи, спричиненого недостатньою кількістю атмосферних опадів, рослини можуть використовувати вологу із запасів, які залишилися після попередника з кореневою системою, що зосереджувалася у верхніх шарах ґрунту. Наприклад, це може бути озима пшениця, що культивувалася після чорного або зайнятого пару, такого як кукурудза на силос [15,22].

2.4. Система удобрення.

Цукрові буряки характеризуються високою вибагливістю до живлення і чутливістю до нестачі поживних речовин у ґрунті. З кожним урожаєм ця культура вилучає значно більше елементів живлення, ніж багато інших, наприклад, пшениця. Унікальність цукрових буряків полягає в тому, що вони поглинають поживні речовини протягом усього вегетаційного періоду - від моменту проростання до збору урожаю. Це обумовлює необхідність постійного

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

моніторингу стану рослин агрономічною службою, яка на основі діагностичних даних повинна оперативно впроваджувати необхідні заходи.

Особливу увагу слід приділяти розвитку гички, адже саме вона впливає на фотосинтетичну активність, що є важливим для утворення органічних речовин. У цьому контексті особливо важливим стає своєчасне внесення потрібних доз азотних добрив, що забезпечує оптимальне формування і ріст рослини.

Типовою технологічною картою не передбачено внесення органічних добрив. Акцент зроблено на використанні мінеральних добрив. Перед зяблевою оранкою на поверхню поля вносять заплановану норму добрив начіпним розкидачем МВУ 1000. При цьому використовують трактор ЮМЗ-6Л. Завантаження бункера розкидача здійснюють фронтальним навантажувачом ПЕ-Ф-1А. Його монтують також на трактор ЮМЗ-6Л.

Наступний етап внесення мінеральних добрив $N_{10}P_{15}K_{10}$ – це сівба комбінованою сівалкою ССТ-12В. Одночасно з насінням в рядок подається також стартова доза добрив.

За результатами діагностики рослин під час виконання міжрядної культивування культиватором УСМК-5,4 проводять підживлення, як правило, азотне. Агрегатують зазначений культиватор з просапним трактором Т-70С. На цьому комплекс робіт по внесенню добрив завершується.

2.5. Обробіток ґрунту.

Підготовка поля проводиться в системі зяблевого обробітку, яка передбачає двослідове лушення з наступною оранкою.

Лушать стерньовий покрив в два сліди дисковим луцильником ЛДГ-15 з енергетичною машиною Т-150К. По завершенні внесення добрив проводять зяблеву оранку плугом ПЛН 4-35. В якості енергетичного засобу використано також трактор Т-150К. Слід зазначити, що вибір такого орного агрегату можна вважати помилковим, так як він не зможе забезпечити рослини гарними ґрунтовими умовами, через недостатню глибину розпушення.

Після завершення оранки під час догляду за площею, та при підготовці до сівби проводять дві суцільні культивування. Тут використовуються два різні

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

почали впроваджувати простіші, але не менш ефективні роторні гичкорізи. Вітчизняна гичкорізальна машина МГ-6 відноситься до групи машин з роторним гичкорізом. Виходячи з цього, логічним бачиться використання замість типового агрегату БМ-6Б+МТЗ-80 агрегату МГ-6+Т-70С.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3. Операційна технологія зрізання гички.

3.1. Умови роботи.

Слід зазначити, що як базовий так і проектний варіанти гичкозбиральних агрегатів відносяться до класу тягово-приводних.

За основу розрахунку агрегатів візьмемо відому методику [9,13].

Вихідні дані:

- трактор Т-70С, гичкозбиральна машина МГ-6.
- вага трактора Т-70С - $G_{тр} = 44,8кН$;
- вага машини МГ-6 - $G_m = 13,0кН$;
- коефіцієнт опору кочення по розрихленому полю – $f = 0,16$;
- значення величини буксування - $\delta = 11\%$;
- кут нахилу схилу - $i = 4^0$
- робоча швидкість - $V = 4-6км / год$;
- ККД ВВП трактора - $\eta_{ВВП} = 0,95$;
- питома потужність на привод гичкоріза та шнека - $N_n = 2,55кВт \cdot с / кг$;
- урожайність коренеплодів – $Q = 375ц / га$
- урожайність гички – $Q = 162ц / га$

3.2. Розрахунок гичкозбирального агрегату.

Агрегат буде дієздатним за умови [9]

$$N_{np} \prec N_{ВВП} \quad (3.1)$$

де N_{np} - потужність на роботу машини, $кВт$;

$N_{ВВП}$ - потужність ВВП, $кВт$

$$N_{np} = N_n \cdot q \quad (3.2)$$

q - секундна подача гички в гичкоріз машини, $кг / с$;

$$q = B_p \cdot V_p \cdot Q \quad (3.3)$$

де B_p - робоча ширина захвату, $м$;

$$B_p = 2,7м$$

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

V_p - робоча швидкість агрегату;

Q - урожайність гички ($Q = 1,62 \text{ кг} / \text{м}^2$);

Приймаємо, що трактор працюватиме на V передачі, для якої $V_m = 6,67 \text{ км} / \text{год}$ [9].

Урахувавши буксування, визначимо

$$V_p^V = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) = 6,67 \left(1 - \frac{11}{100} \right) = 5,93 \text{ км} / \text{год} = 1,65 \text{ м} / \text{с} \quad (3.4)$$

Тоді

$$q = 2,7 \cdot 1,65 \cdot 1,62 = 7,2 \text{ кг} / \text{с}$$

Тоді

$$N_{np} = 2,55 \cdot 7,2 = 18,4 \text{ кВт}$$

Потужність, яку здатний передати ВВП

$$N_{ВВП} = N_e \cdot \eta_{ВВП} - \frac{(R_{коч.тр.} + R_{коч.м.}) V_p \eta_{ВВП}}{3,6 \eta_{тр.} \cdot \eta_{б}} \quad (3.5)$$

де N_e - ефективна потужність двигуна,

$$N_e = 51,5 \text{ кВт}$$

$\eta_{тр.}$ - ККД трансмісії трактора, $\eta_{тр.} = 0,94$

$\eta_{б}$ - коефіцієнт буксування, $\eta_{б} = 0,89$

$R_{коч.тр.}, R_{коч.м.}$ - опори на переміщення трактора і машини, кН .

$$R_{коч.тр.} = G_{тр.} (f + i) = 44,8 \cdot (0,16 + 0,04) = 8,9 \text{ кН} \quad (3.6)$$

$$R_{коч.м.} = G_{м.} (f + i) = 13,0 \cdot (0,16 + 0,04) = 2,6 \text{ кН} \quad (3.7)$$

Тоді

$$N_{ВВП} = 51,5 \cdot 0,95 - \frac{(8,9 + 2,6) \cdot 5,93 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,89} = 35,1 \text{ кВт}$$

Бачимо, що $18,4 \text{ кВт} < 35,1 \text{ кВт}$. Умова працездатності агрегату виконується

Змінна продуктивність проектного агрегату, $\text{га} / \text{зм}$ [7,9,13]

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \quad (3.8)$$

де T_p - робочий час зміни.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau \quad (3.9)$$

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Витрати пального, $кг / га$ [9]

$$Q_p = 12,2 кг / год, Q_x = 5,9 кг / год, Q_3 = 1,2 кг / год$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 4,06}{2} = 1,47 год$$

Тоді

$$Q_{зм} = 12,2 \cdot 4,06 + 5,9 \cdot 1,47 + 1,2 \cdot 1,47 = 59,96 кг / зм$$

Тоді, погектарні витрати палива

$$Q_{га} = \frac{59,96}{7,24} = 8,28 кг / га$$

Продуктивність агрегату з гичкозбиральною машиною МГ-6 перевершує продуктивність базового варіанту на $0,15 га / зм$. Витрати пального проектним агрегатом нижчі на $1,59 кг / зм$, так само як і питомі витрати на $0,38 кг / га$. Впровадження цього агрегату у виробництво є цілком обґрунтованим та доцільним.

3.3. Розрахунок операційної карти на зрізання гички з коренеплодів цукрових буряків.

Вихідні дані.

Характеристика поля:

- площа $S = 100 га$
- довжина загінки $L = 965 м$
- нахил схилу поля $\alpha = 4^\circ$.

Склад агрегату:

- трактор $T - 70С$
- гичкозбиральна машина – $МГ - 6$.

Оптимальна ширина загінки [7,9,13].

$$C_{opt} = \sqrt{8 \cdot R^2 + 2 \cdot B_p \cdot L_p} \quad (3.13)$$

де R - радіус повороту, $м$

$B_p = 2,7 м$ - ширина захвату агрегату;

L_p - довжина робочого ходу, $м$

$$L_p = L - 2E \quad (3.14)$$

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де - E - ширина поворотної смуги, м.

За рекомендаціями [7,9,13] ширина поворотної смуги гичкозбирального агрегату буде дорівнювати чотирьом проходом бурякової сівалки, наприклад ССТ-12В, зазначеної в технологічній карті.

З урахуванням цього

$$E = 4 \cdot b_c = 4 \cdot 5,4 = 21,6 \text{ м} \quad (3.15)$$

де $b_c = 5,4 \text{ м}$ - ширина захвату зазначеної сівалки.

Тоді

$$L_p = 965 - 2 \cdot 21,6 = 921,8 \text{ м}$$

За рекомендаціями [7,9,13] мінімальний радіус повороту агрегату складе

$$R_{\min} = 3,4b_c = 3,4 \cdot 5,4 = 18,4 \text{ м}$$

З урахуванням отриманого, оптимальна ширина загінки

$$C_{\text{opt}} = \sqrt{8 \cdot 18,4^2 + 2 \cdot 2,7 \cdot 921,8} = 75,2 \text{ м}$$

Оптимальна ширина загінки з урахуванням кратності до ширини захвату

$$C_{\text{opt}} = 81 \text{ м}$$

Тривалість одного циклу

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \text{ хв} \quad (3.16)$$

$t_n = 1,5 \dots 2,0 \text{ хв}$ - час повороту на краю загінки;

Підставивши значення, отримаємо

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 921,8}{10^2 \cdot 5,93} + 2 \cdot 1,5 = 21,7 \text{ хв} = 0,36 \text{ год}$$

Технічна продуктивність за цикл

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \text{ га / ц} \quad (3.17)$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 5,93 \cdot 0,36 \cdot 0,66 = 0,38 \text{ га / ц}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{7,95}{0,36} = 22,1 \text{ ц / зм}$$

Оптимальне значення кількості рядків в загінці, n

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3.6. Робота агрегату в загінці.

Перед початком заїзду в загінку повторно перевіряють роботоздатність механізмів машини при включеному двигуні трактора. Після цього розпочинають робочий процес, уважно стежачи за якістю роботи гичкоріза та вивантажувального шнека. У разі потреби здійснюють відповідні регулювання. Контрольні перевірки виконуються кілька разів протягом зміни.

3.7. Контроль за якістю виконання збирання.

Під час роботи особливий акцент робиться на контролі висоти зрізу гички, щоб уникнути втрат верхньої частини головок буряків, які містять значну частину цукру або надмірно високого зрізу.

Висновки по розділу. Показана доцільність впровадження на виробництві запропонованого агрегату. Він виявився економічно вигідним за показниками продуктивності та споживання пального.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

4.1.3. Технічна характеристика машини.

Таблиця 4.1

Техніко-економічні показники

№п/п	Назва параметру та розміри	Один. виміру	Значення
1.	Марка	МГ - 6	
2.	Тяговий клас енергетичного засобу, <i>кН</i>	14, 20	
3.	Спосіб агрегування	напівпричіпна	
4.	Продуктивність	<i>га / год</i>	1,1...1,6
5.	Ширина захвату	<i>м</i>	2,7
6.	Робоча швидкість	<i>км / год</i>	5...7
7.	Частота обертання ВВП	<i>об / хв</i>	540
8.	Обслуговуючий персонал	<i>чол</i>	1
9.	Кут нахилу схилу, <i>max</i>	<i>град</i>	7
11.	Маса, не більше	<i>кг</i>	1300

4.1.4. Аналіз недоліків гичкозбиральної машини.

Ротор базової гичкозбиральної машини складається з двох однакових частин, кожна з яких змонтована на власних підшипникових вузлах і має окремий привод. Механізм приводу оснащений двома ідентичними кінематичними вітками, кожна з яких включає вал контрприводу з підшипниковими опорами, компенсуючу та запобіжну муфти, двопотокову ланцюгову передачу та обгінну муфту. Така конструкція ротора та механізму передач негативно впливає на надійність машини, підвищує її а також потребує значного часу для технічного обслуговування та підготовки до роботи.

4.1.5. Заходи, щодо удосконалення конструкції машини.

Пропонується виготовляти ротор цільним, що дає змогу усунути дві підшипникові опори. Це спрощує конструкцію, знижує масу ротора, скорочує час технічного обслуговування та підготовки до роботи.

Використання суцільного ротора усуває потребу в двосторонньому приводі. Такі зміни спрощують механізм приводу, скорочують час технічного обслуговування.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Визначимо величину кутових швидкостей зазначених валів [5,12].

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (4.1)$$

де n – частота обертання відповідних валів, *об / хв*.

$$\omega_I = \frac{3,14 \cdot 540}{30} = 56,5c^{-1}$$

$$\omega_{II} = \frac{3,14 \cdot 889,4}{30} = 93,0c^{-1}$$

$$\omega_{III} = \frac{3,14 \cdot 889,4}{30} = 93,0c^{-1}$$

$$\omega_{VI} = \frac{3,14 \cdot 444,7}{30} = 46,5c^{-1}$$

4.2.2. Силовий аналіз механізму передач.

Розрахунок ведемо з урахування вище розрахованого значення потужності, яку забезпечує ВВП трактора Т-70С при роботі з гичкозбиральною машиною МГ-6 на вибраному режимі - $N_{ВВП} = 35,1кВт$.

В основу силового аналізу візьмемо значення потужності, яку може передати ВВП трактора МТЗ-82 на механізм передач машини і яку отримали в п. 3.2. її значення - $N_{ВВП} = 43,6кВт$.

Потужність на відповідних валах механізму приводу [5,12].

$$N_I = N_{ВВП} = 35,1кВт$$

$$N_{II} = N_I \cdot \eta_{нк}^4 \cdot \eta_m^3 \cdot \eta_{zn} = 35,1 \cdot 0,99^4 \cdot 0,98^3 \cdot 0,97 = 30,78кВт$$

де $\eta_{нк} = 0,99$ - ККД підшипників кочення;

$\eta_m = 0,98$ - ККД муфти.

$\eta_{zn} = 0,97$ - ККД зубчатої передачі;

$$N_{III} = N_{II} \cdot \eta_m^2 \cdot \eta_{ом} = 30,78 \cdot 0,92^2 \cdot 0,93 = 24,2кВт$$

де $\eta_m = 0,92$ - ККД ланцюгової передачі;

$\eta_{ом} = 0,93$ – ККД обгінної муфти.

$$N_{IV} = N_{III} \cdot \eta_{нк}^2 \cdot \eta_{zn} = 24,2 \cdot 0,99^2 \cdot 0,92 = 21,8кВт$$

Крутні моменти на зазначених валах [5,12]

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ω – кутова швидкість валу ротора.

За час t вал ротора повернеться на кут

$$\varphi = \omega t \quad (4.5)$$

$z = 2$ – число ножів, розміщених в площині головки коренеплоду.

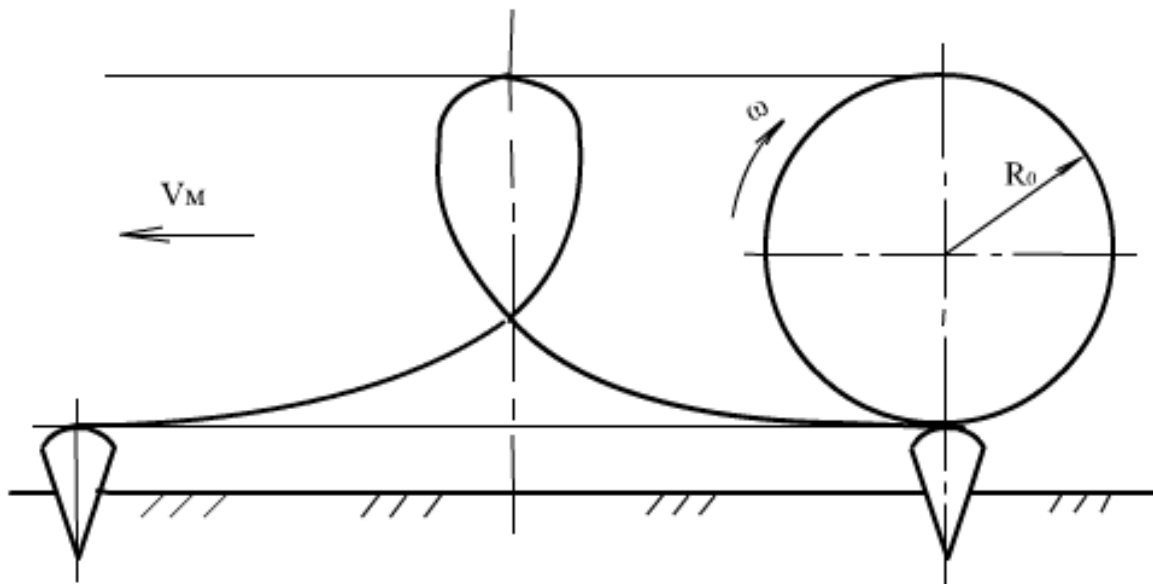


Рис. 4.2. Схема взаємодії ножа з головкою коренеплоду.

Між параметрами S, V_M, d_2, z діє залежність

$$S = \frac{60 \cdot V_M}{n_0 \cdot z} \quad (4.6)$$

де n_0 – мінімальна частота обертання ротора.

Враховавши вихідні дані, знаходимо

$$n_0 = \frac{60 \cdot 1,65}{0,082 \cdot 2} = 603,7 \text{ об/хв}$$

Отже, для забезпечення оптимальної роботи гичкоріза мінімальна частота обертання ротора має бути більшою за 603 об/хв .

За результатами кінематичних розрахунків частота обертання ротора-гичкоріза складає $n_{III} = 889,4 \text{ об/хв}$. Умова працездатності машини виконується.

Приймаємо $n_0 = 889,4 \text{ об/хв}$

4.2.4. Розрахунок стійкості ножів від дії зовнішніх сил.

Ножі модернізованої машини закріплюються до валу ротора шарнірним способом. Під час обертання ротора, під впливом відцентрової сили, їх центри мас займають радіальне положення. Завдяки тертю в шарнірах ножі залишаються нерухомими відносно ротора. Таким чином, у певних межах шарнірне з'єднання ножів із ротором можна вважати жорстким. Для порушення цієї жорсткості необхідно прикласти до ножа силу, яка перевищує силу тертя F_m у шарнірі. Крім того, щоб змусити ніж повертатися в шарнірі у бік, протилежний напрямку обертання ротора, потрібна додаткова сила для подолання колової складової сили.

Шарнірна конструкція необхідна для запобігання пошкодженням при значних перевантаженнях ножів або їхньому контакті з чужорідними предметами, зокрема твердими частками ґрунту, камінням тощо. У таких ситуаціях частина кінетичної енергії ножів використовується на руйнування чи деформацію перешкоди. Це супроводжується зниженням кінетичної енергії і, як наслідок, зменшенням їх швидкості, що потенційно може призвести до уповільнення обертання ротора. Однак шарнірне з'єднання ножів із ротором запобігає виникненню такої проблеми, дозволяючи ротору зберігати стабільну частоту обертання. У таких випадках ніж не гальмує ротор, а відхиляється в сторону, протилежну напрямку зустрічного руху, і потім самостійно повертається у своє початкове положення під дією відцентрової сили P (рис. 4.3).

Ніж обертається навколо осі тоді [1,2,14], коли момент M_T від дії зовнішньої сили T перевищує суму моментів M_F , викликаних силою тертя, і M_{P_0} , що виникає від колової сили.

Тобто

$$M_T \succ M_{P_0} + M_F \quad (4.11)$$

Момент від сили тертя

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$M_F = f \cdot P \cdot r_0 = \frac{I \cdot \omega_0^2}{R_0} r_0 \quad (4.12)$$

де $f = 0,8 \dots 1,0$ – коефіцієнт тертя;

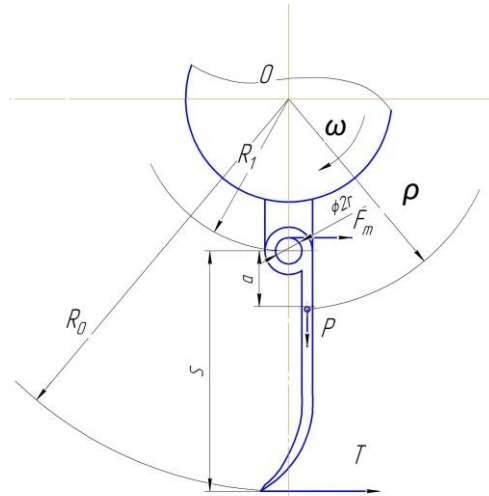


Рис. 4.3. Схема сил, що діють на ніж ротора

$$P = \frac{I \cdot \omega_0^2}{R_0} - \text{відцентрова сила, яка діє на ніж;}$$

$$I = m_H \cdot R_0^2 - \text{момент інерції ножа відносно осі ротора;}$$

$$\rho = 0,175 \text{ м} - \text{радіус обертання центру ваги ножа;}$$

$$r = 0,0125 \text{ м} - \text{радіус пальця шарніра;}$$

$$S = 0,22 \text{ м} - \text{радіус обертання леза ножа відносно шарніра;}$$

$$m_H = 0,175 \text{ кг} - \text{маса ножа;}$$

$$\omega_0 - \text{частота обертання (колова швидкість) ротора;}$$

Зважаючи на це

$$M_F = \frac{m_n \cdot R_0 \cdot \omega_0}{R_0} f \cdot r_0 = \frac{0,175 \cdot 0,175 \cdot 93}{0,175} 0,8 \cdot 0,0125 = 0,16 \text{ Нм} \quad (4.13)$$

Момент від колової швидкості

$$M_{Po} = P_0 \cdot R_0 = \frac{N_0}{n_0 \cdot k} \quad (4.14)$$

де $N_0 = 24,2 \text{ кВт}$ – потужність на привод ротора;

$$n_0 = 889,4 \text{ об / хв} = 14,8 \text{ с}^{-1} - \text{частота обертання ротора;}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$W_z = \frac{\pi \cdot d^3}{32} (1 - \alpha^4), \quad (4.30)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{d_1}{d_2} = \frac{78}{86} = 0,9$$

Тоді:

$$W_z = \frac{3,14 \cdot 8,5^3}{32} (1 - 0,9^4) = 31,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\sigma_{\max} = \frac{260,2}{31,2 \cdot 10^{-6}} = 8,3 \text{ МПа}$$

Так як

$$\sigma_{\max} = 8,3 < [\sigma_{-1}] = 40 \text{ МПа}, \text{ міцність труби забезпечена}$$

То міцність труби забезпечена.

Призначаємо:

- діаметр цапф в місці установки зірочки $d_3 = 40 \text{ мм}$;
- в місці установки підшипників $d_n = 45 \text{ мм}$.

Висновки по розділу. Наведений опис конструкції гичкозбиральної машини МГ-6, проаналізовано її недоліки та запропоновано оригінальні інженерні рішення. Виконано інженерні розрахунки, які підтверджують працездатність модернізованої машини.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

5. Охорона праці.

Під час виконання будь-яких сільськогосподарських робіт виникають фактори та обставини, які можуть призвести до травм чи завдати іншої шкоди здоров'ю персоналу. При вирощуванні цукрових буряків задіюється значна кількість мобільних агрегатів, серед яких зокрема використовується гичкозбиральний агрегат. Як зазначалося раніше, цей агрегат складається з трактора Т-70С, що є енергетичним засобом, та гичкозбиральної машини МГ-6. Обидва компоненти становлять потенційну небезпеку для обслуговуючого персоналу. Особливо ризиковано працювати з несправними або неповно укомплектованими агрегатами, позбавленими необхідних конструктивних елементів, засобів безпеки чи особистої гігієни.

Експлуатація гичкозбирального агрегата заборонена за таких обставин [6,17]:

- несправність гальмівної системи енергетичного засобу або механізмів керування;
- відсутність захисних огорожень на рухомих частинах конструкції енергетичного засобу чи машини;
- дефекти з'єднувальних елементів між трактором і машиною;
- використання нелегального або несертифікованого інструменту під час виконання ремонтних чи технічних робіт;
- недоступність засобів для очищення робочих елементів машини від рослинних залишків та ґрунту;
- несправність або відсутність деталей енергетичного засобу, необхідних для безпечного потрапляння механізатора в кабінку (наприклад, сходи чи драбини);
- пошкодження системи освітлення агрегату або звукової сигналізації;
- експлуатація чи транспортування на крутих схилах через ризик втрати стійкості агрегату.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Окрім технічних аспектів, небезпечні ситуації можуть виникати через негативний вплив на механізатора факторів навколишнього середовища. До них відносяться надто високі або низькі температури, занадто висока чи низька вологість повітря, загазованість чи запиленість робочої зони, а також несприятливі погодні умови, такі як дощ або вітер.

Небезпечні фактори можуть також з'являтися через недоліки в організації робіт по збиранню гички, наприклад:

- брак інструктажу з охорони праці;
- відсутність попереджувальних знаків, які вказують на небезпечні ділянки в конструкціях трактора чи машини.

Щоб уникнути зазначених ризиків, необхідно виконати такі заходи.

Перш за все, перед початком збору гички слід перевірити технічний стан складових агрегату. Механічні передачі й шнек машини повинні бути закриті огорожами, пофарбованими кольором, який контрастує з основним забарвленням машини. На елементи конструкції, що становлять потенційну небезпеку, має бути нанесене спеціальне маркування відповідно до вимог державного стандарту [4,6,817].

Для забезпечення комфортних умов праці тракториста внутрішні поверхні кабіни слід покривати шумоізоляційним матеріалом відповідно до положень ДСП 3.3.2.041-99. Перед виїздом у поле обов'язково перевіряється справність гальмівної та електричної систем енергетичного засобу, а також виконуються заправки необхідними робочими рідинами.

Перед початком збиральних робіт керівник перевіряє кваліфікаційний рівень тракториста та його здатність виконувати операцію. Фахівець з охорони праці проводить необхідний інструктаж, а медичний працівник здійснює перевірку на предмет споживання алкоголю або наркотичних речовин.

Під час роботи в полі механізатор зобов'язаний постійно стежити за навколишнім середовищем, щоб уникнути наїздів на обслуговуючий персонал або зіткнень з іншою технікою. До його основних обов'язків входить контроль за роботою механізмів гичкозбиральної машини. У разі забивання робочих органів

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

грунтом або залишками рослинності, він повинен за допомогою чистика видалити перешкоди на поверхню поля.

Під час роботи в сонячний день слід використовувати сонцезахисні щитки, розташовані у кабіні над лобовим склом, а також сонцезахисні окуляри.

Суттєвим фактором, що впливає на безпеку виконання робіт, є відчуття втоми - як фізичної, так і моральної. Такий стан зазвичай викликає монотонний характер роботи. Тому у робочому графіку необхідно передбачити технологічні зупинки для відпочинку.

Дотримання зазначених вимог і рекомендацій сприятиме забезпеченню безпечних умов праці під час збирання гички цукрових буряків.

Висновки по розділу. Проаналізовано фактори та явища, які можуть спровокувати фізичне чи психологічне травмуванням працівників, задіяних у збиранні урожаю цукрових буряків. Розроблено шляхи їх усунення та недопущення.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

6. Висновки.

Кваліфікаційна робота включає всі розділи, передбачені затвердженим технічним завданням.

Аналіз типової технологічної карти виявив кілька недоліків, серед яких, на нашу думку, особливу увагу слід звернути на низьку ефективність операції збирання гички. Використання застарілої як фізично, так і морально гичкозбиральної машини БМ-6Б значно знижує продуктивність процесу й підвищує енерговитрати. У зв'язку з цим запропоновано замінити цю техніку агрегатом, що складається з трактора Т-70С і напівпричіпної машини для збирання гички МГ-6. Такий варіант має переваги у вигляді знижених витрат пального, вищої робочої швидкості і, відповідно, продуктивності.

В інженерній частині запропоновано виготовляти ротор суцільним, що дозволить прибрати з конструкції дві підшипникові опори з сферичними самовстановними шарикопідшипниками. Крім того, завдяки використанню суцільного ротора відпала необхідність використання його двостороннього приводу, що дозволить вивести з конструкції приводу компенсаційну та кулачкову муфти вал контрприводу з підшипниковими опорами, двопотокову ланцюгову передачу з натяжним пристроєм та обгінну муфту. Виконані розрахунки підтверджують працездатність конструкції.

Розглянуто та досліджено фактори ризику, пов'язані з експлуатацією гичкозбирального агрегату, а також запропоновано організаційні заходи, спрямовані на мінімізацію їх негативного впливу на механізаторів і обслуговуючий персонал.

Запропоновані розробки покращать техніко-економічні показники збирання гички.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Список використаної літератури.

1. Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін.. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”. – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.

2. Волоха М.Н. Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань [монографія] / М.П. Волоха.- Київ: Центр учбової літератури, 2015. – 220 с.

3. Впровадження нової бурякозбиральної техніки – шлях підвищення рентабельності виробництва / [Я.Ю. Вовк, Я.М. Сало, М.П. Волоха та ін.] // Цукрові буряки. - 2005. - №6(48). – С.17–19

4. Графічні символи: Кольори та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки для робочих місць та місць градського призначення: ДСТУ ISO 3864-1:2005.– [Чинний від 2005-05-25].– К: Держстандарт України, 2006. 25 с.

5. Деталі машин : навчальний посібник / І. І. Мархель. К.: Алерта, 2016. 368 с.

6. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою.

7. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімот та ін.; За ред. В. Ю.Ільченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.

8. Машини бурякозбиральні. Загальні технічні умови: ДСТУ 2285 – 93 (ГОСТ 7496 - 93). - [Чинний від 1995. 01. 01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 28 с. - (Національний стандарт України)

9. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві»

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, П. Г. Лузан. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с.

10. Науково-методичні рекомендації щодо збирання цукрових буряків / Роїк М.В., Зуєв М.М., Курило В.Л., ГументикМ.Я. - К.: Аграрна наука, 2002. – 42 с.

11. Основи агрономії: Навчальний посібник / Левицька Ю.М., Шевніков М.Я., Бакума А.В. – К.: Аграрна освіта, 2008.

12. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник.-К.: Вища шк., 1993.-556 с.

13. Проектування технологічних процесів у рослинництві : навчальний посібник / С. М. Бондар, І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій ; за ред. І. І. Мельника. Ніжин : АСПЕКТ Поліграф, 2005. 192 с.

14. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ.навч. закл. із спец. “Машини та обладн. с.-г. вир-ва” / За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2002.-364 с.

15. Сучасна вітчизняна альтернативна технологія збирання цукрових буряків/ М. Роїк, Я. Гуков, А. Мазуренко та ін. // Пропозиція. - 2006. - № 9 - С.79-81.

16. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.

17. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: «Урожай», 1991. – 136 с.

18. Біологічні особливості цукрового буряка. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/biologichni-osoblyvosti-tsukrovogo-buryaka>.

19. Значення цукрового буряка. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/znachennya-tsukrovogo-buryaka>.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

20. Машины для збирання цукрових буряків: конструкції та сучасні вимоги. URL: <https://propozitsiya.com/ua/mashini-dlya-zbirannya-cukrovih-buryakiv-konstrukciyi-ta-suchasni-vimogi>.

21. Морфологічні особливості цукрового буряка. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/morfologichni-osoblyvosti-tsukrovogo-buryaka>.

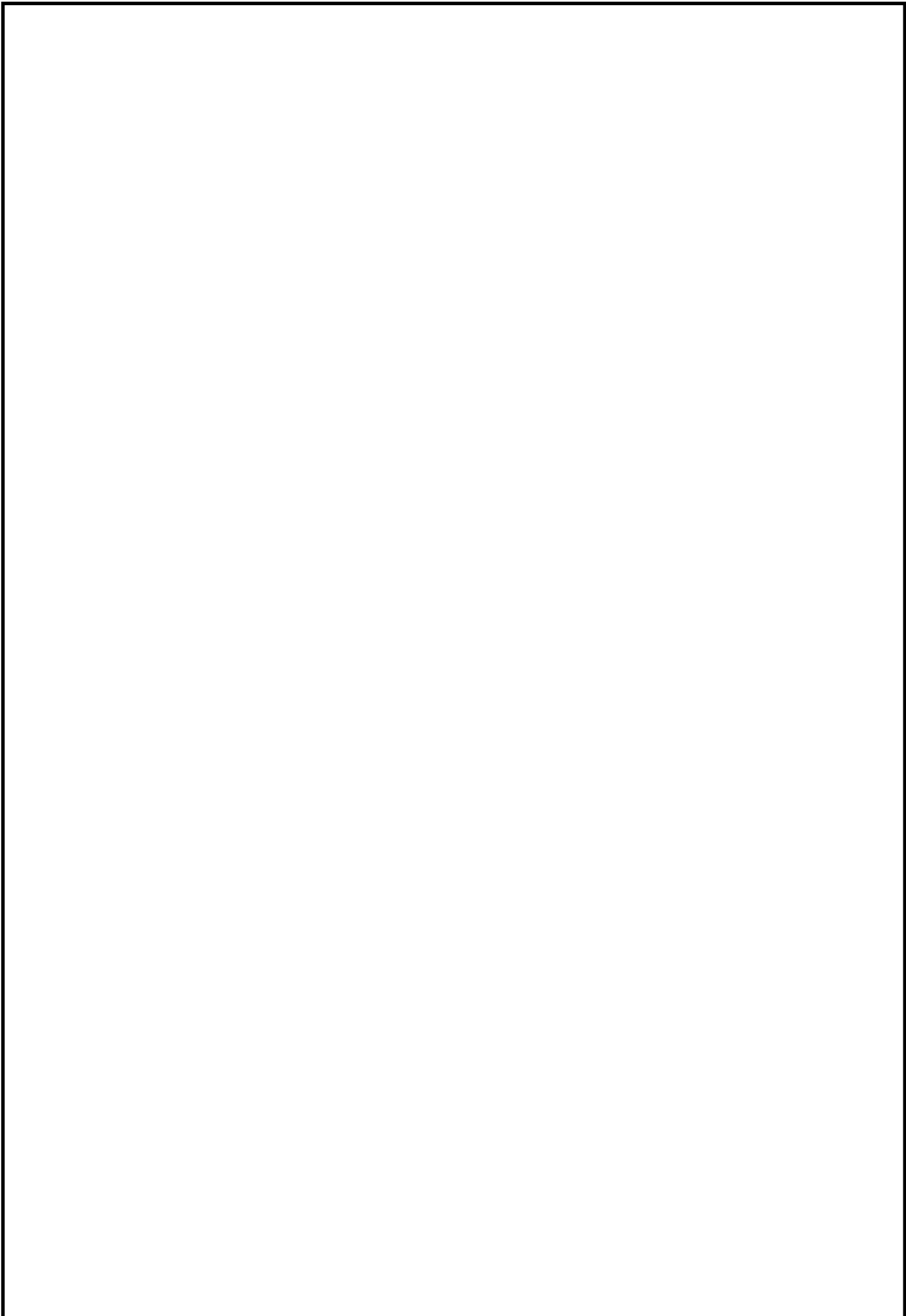
22. Попередники цукрового буряка. URL: <https://agrosience.com.ua/plant/51-poperednyky-tsukrovogo-buryaka>.

23. Чи вигідний цукровий буряк - аналіз та підсумки сезону 2024. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1684-chi-vigidniy-tsukroviy-buryak--analiz-ta-pidsumki-sezonu-2024>.

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ДОДАТКИ

					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



					МВЦБ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47