

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування цукрових буряків з удосконалення культиватора
для міжрядного обробітку»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи AI-24M3

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Тимофійшен Андрій

Михайлович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Віктор ДЕЙКУН

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Тимофій РУДЕНКО

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена механізації вирощування цукрових буряків з удосконаленням культиватора для міжрядного обробітку.

У роботі проведено аналіз прогресивної механізованої технології вирощування цукрових буряків, обрано шляхи поліпшення ефективності, продуктивності та якості їх вирощування. Відповідно завданню обрано склад агрегату. Розроблено операційну технологічну карту на міжрядний обробіток ґрунту.

Розглянуто агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку цукрових буряків. Обрано знаряддя для виконання культивації культури, а саме, культиватор КРН-5,6, який відповідає нормативам і може виконувати поставлені задачі з високою ефективністю.

Враховуючи вимоги до вирощування культури та інші фактори, обрано основні режими роботи культиватора для міжрядного обробітку посівів цукрових буряків.

Запропоновано модернізацію туковисівного апарату, яка дозволить більш якісно підготувати мінеральні добрива для внесення та підвищить рівномірність їх висіву, що забезпечить ефективніше використання гранульованих добрив під час міжрядного обробітку.

Агрегат у складі трактора МТЗ-80 і культиватора КРН-5,6 може забезпечити якісне та ефективне виконання вказаної операції і високі експлуатаційні показники при вирощуванні цукрових буряків.

У роботі представлено аналіз стану питання щодо модернізованого знаряддя. Об'єктом дослідження обрано гранульовані мінеральні добрива. Визначено коефіцієнт тертя та загальну вологість суміші добрив, які використовуються, та наведено результати проведених експериментальних досліджень.

Впровадження запропонованих заходів сприятиме удосконаленню технологічного процесу вирощування цукрових буряків, підвищенню врожайності та економічній ефективності господарювання.

ANNOTATION

The thesis is devoted to the mechanization of sugar beet cultivation with the improvement of the cultivator for inter-row cultivation.

The work analyzes the progressive mechanized technology of sugar beet cultivation, selects ways to improve the efficiency, productivity and quality of their cultivation. In accordance with the task, the composition of the unit is selected. An operational technological map for inter-row cultivation of the soil is developed.

The agrotechnical requirements for inter-row cultivation of sugar beet are considered.

The tool for performing crop cultivation is selected, namely, the KRN-5.6 cultivator, which meets the standards and can perform the tasks set with high efficiency.

Taking into account the requirements for crop cultivation and other factors, the main operating modes of the cultivator for inter-row cultivation of sugar beet crops are selected.

The modernization of the fertilizer sowing device is proposed, which will allow for a better preparation of mineral fertilizers for application and will increase the uniformity of their sowing, which will ensure a more efficient use of granular fertilizers during inter-row cultivation.

The unit consisting of the MTZ-80 tractor and the KRN-5.6 cultivator can ensure high-quality and efficient performance of the specified operation and high operational performance when growing sugar beets.

The paper presents an analysis of the state of the issue regarding the modernized tool. Granulated mineral fertilizers were chosen as the object of the study. The friction coefficient and total moisture content of the fertilizer mixture used were determined, and the results of the conducted experimental studies are presented.

The implementation of the proposed measures will contribute to the improvement of the technological process of growing sugar beets, increasing yield and economic efficiency of management.

ЗМІСТ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ	5
2	Стан досліджуваного питання та вибір напряму досліджень. . . .	7
	2.1. Аналіз сучасної технології вирощування цукрових буряків .	7
	2.2 Покращення технологічної карти на вирощування цукрових буряків.	11
	2.3. Розрахунки агрегату, запропонованого до вдосконалення . . .	11
	2.4. Складання операційно-технологічної схеми для проведення міжрядного обробітку.	18
	2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.	19
3	Наукова частина	20
	3.1. Огляд сучасних культиваторів.	20
	3.2. Призначення та будова культиватора, запропонованого для удосконалення.	26
	3.3 Програма та методичні засади експериментальних досліджень.	33
	3.4. Результати проведених експериментів.	36
	3.5. Висновки та узагальнення по розділу.	38
4	Практична реалізація результатів досліджень культиватора для міжрядного обробітку	40
5	Охорона праці	42
6	Загальні висновки.	45
	Список використаної літератури	46
	Додатки	49

ВСТУП

Цукрові буряки є основною сировиною для виробництва цукру в Україні, що забезпечує внутрішній попит та зменшує залежність від імпорту. Це є критично важливим елементом продовольчої безпеки країни, особливо в умовах воєнних викликів, коли експортні шляхи можуть бути ускладнені.

Україна здатна виробляти цукру значно більше, ніж її внутрішній фонд споживання. Наявність експортних ринків, зокрема в країні ЄС, стимулює виробництво та забезпечує валютні надходження. Незважаючи на високу собівартість вирощування, цукрові буряки є однією з найрентабельніших сільськогосподарських культур в Україні (поряд з озимим ріпаком та соєю), особливо за умов високої врожайності (понад 500 ц/га). Успішні господарства досягають прибутковості, оскільки ціна на цукор часто компенсує високі витрати на логістику та технології. Галузь цукрового буряківництва охоплює не лише вирощування на полях, а й роботу цукрових заводів, забезпечуючи зайнятість тисяч людей у сільській місцевості та суміжних секторах (транспорт, логістика, виробництво добрив).

При вирощуванні цукрових буряків використовуються різні машини та знаряддя. Важливим етапом у механізації вирощування цукрових буряків є удосконалення технології вирощування цієї культури шляхом використання культиватора для міжрядного обробітку ґрунту. Це дає змогу суттєво полегшити та прискорити виконання польових робіт, забезпечити дотримання необхідних агротехнічних вимог і підвищити продуктивність.

Існуючі культиватори для міжрядного обробітку ґрунту, що використовуються у вирощуванні цукрових буряків, мають низку конструктивних недоліків.

Зокрема, вони часто демонструють низьку точність ходу, що призводить до механічного пошкодження рослин у захисних зонах та, як наслідок, до зниження кінцевої врожайності. Крім того, недосконалість робочих органів спричиняє високу витрату палива та підвищену енергоємність процесу,

збільшуючи собівартість продукції.

Комбіноване внесення мінеральних добрив (підживлення) одночасно з міжрядним обробітком ґрунту культиватором є поширеною та ефективною технологічною операцією, оскільки зменшує кількість проходів техніки. Однак, саме в цьому поєднанні криються значні недоліки, особливо критичні для такої чутливої культури, як цукрові буряки, а саме: низька точність та якість розподілу, ризик пошкодження рослин, неоптимальне розміщення добрив, збільшення ущільнення ґрунту - проблема: комбінована операція вимагає використання важчих агрегатів (культиватор + бункер з добривами), залежність від погодних умов.

Усі вище недоліки чітко обґрунтовують актуальність нашого дослідження та необхідність удосконалення культиватора. Нова конструкція має забезпечити вищу точність внесення добрив, мінімізувати пошкодження рослин та оптимізувати енерговитрати.

З огляду на це, науково-технічна проблема розробки та обґрунтування параметрів удосконаленого культиватора є нагальною та економічно доцільною.

2. СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Аналіз сучасної технології вирощування цукрових буряків

Сучасна технологія вирощування цукрових буряків є комплексною системою агротехнічних заходів, спрямованих на формування високопродуктивних та стабільних посівів із максимальним вмістом цукру в коренеплодах. Вона ґрунтується на поєднанні селекційних досягнень, оптимізованих прийомів обробітку ґрунту, раціональної системи живлення рослин, інтегрованого захисту та широкого використання засобів механізації й елементів точного землеробства.

1. Біологічні та сортові особливості

На сучасному етапі вирощування культури особливе значення має правильний підбір гібридів, які характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до хвороб (ризоманії, церкоспорозу), стрілкування та абіотичних стресів. Використання інкрустованого або дражованого насіння забезпечує підвищену енергію проростання, рівномірність отримання сходів та оптимальну густоту стояння рослин без потреби у додаткових операціях проріджування.

2. Обробіток ґрунту

Цукрові буряки висувають високі вимоги до фізичних властивостей ґрунту, зокрема його структури, щільності та вологоутримувальної здатності. Тому технологія вирощування передбачає проведення глибокої оранки або чизельного розпушування, які сприяють формуванню пухкого орного шару та розвитку потужної кореневої системи. Передпосівний обробіток орієнтований на вирівнювання поверхні ґрунту та створення дрібногрудкуватої структури, що сприяє отриманню дружних і рівномірних сходів.

3. Сівба та формування оптимальної густоти посівів

Сівбу культури здійснюють у ранні строки, що забезпечує раціональне використання весняної вологи. Пневматичні сівалки точного висіву дозволяють рівномірно розподілити насіння, витримувати необхідну глибину загорання та

формувані густоту стояння у межах 90–120 тис. рослин/га. Висока точність сівби є критичною умовою ефективного міжрядного обробітку та рівномірного розвитку рослин.

4. Мінеральне живлення

Система удобрення цукрових буряків передбачає диференційований підхід на основі результатів агрохімічного аналізу ґрунту. Культура інтенсивно реагує на внесення азотних, фосфорних та калійних добрив, збалансоване застосування яких забезпечує оптимальний ріст та формування коренеплодів. Значна увага приділяється мікроелементам, насамперед бору, який відіграє важливу роль у синтезі цукристості та запобіганні розвитку серцевинної гнилі. Зростає застосування технологій диференційованого внесення добрив з використанням карт завдань.

5. Догляд за посівами

Сучасний догляд за посівами базується на поєднанні механічних та хімічних заходів. Міжрядний обробіток сприяє покращенню аерації ґрунту, збереженню вологи, руйнуванню ґрунтової кірки та зниженню конкуренції бур'янів. Його ефективність зростає при застосуванні технічних засобів із автоматичними системами паралельного водіння. Хімічний захист передбачає використання гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів у рамках інтегрованої системи захисту рослин. Поширеними є схеми застосування гербіцидів малими дозами з метою зниження хімічного навантаження та підвищення екологічної безпеки виробництва.

6. Механізація та елементи точного землеробства

Запровадження сучасних технічних засобів є однією з ключових складових ефективності виробництва цукрових буряків. Використання автоматизованих систем навігації, сенсорного моніторингу поля, диференційованого внесення добрив та засобів захисту забезпечує підвищення точності польових операцій і зниження виробничих витрат.

Дрони та агросканери дають змогу оперативно оцінювати стан посівів, визначати локальні проблеми та своєчасно коригувати технологічні операції.

7. Збирання та післязбиральна доробка

Збирання коренеплодів здійснюється переважно самохідними багатофункціональними комбайнами, які забезпечують мінімальні втрати, якісне очищення коренів і високу продуктивність процесу. Якість збирання безпосередньо впливає на збереження цукристості та зменшення втрат сировини при транспортуванні.

Сучасна технологія вирощування цукрових буряків характеризується високим рівнем інтенсифікації, широким впровадженням механізації та інформаційних технологій. Її ефективність визначається сукупністю факторів: грамотним вибором гібридів, дотриманням агротехнічних вимог до обробітку ґрунту, раціональним живленням рослин, ефективним захистом посівів і застосуванням технічних засобів нового покоління. Використання елементів точного землеробства значною мірою підвищує економічну та технологічну результативність виробництва, сприяючи формуванню високих урожаїв і підвищенню конкурентоспроможності галузі.

Перелік агрегатів, задіяних у виконанні окремих технологічних операцій вирощування цукрових буряків, а також календар їх проведення наведено в додатку А.

Агротехнічні вимоги до культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту

Агротехнічні вимоги до культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту визначають їхню здатність забезпечувати оптимальні умови для росту і розвитку просапних культур, підвищувати ефективність боротьби з бур'янами та сприяти збереженню ґрунтової вологи. До основних вимог належать:

- 1. Забезпечення стабільної глибини обробітку.** Культиватор повинен підтримувати однакову глибину розпушування по всій ширині захвату в межах 3–12 см залежно від фази розвитку культури, не допускаючи пошкодження її кореневої системи.

2. Рівномірність виконання технологічного процесу. Машина має гарантувати повне та рівномірне підрізання бур'янів, якісне розпушування ґрунту без утворення грудок та ґрунтової кірки.

3. Адаптивність робочих органів. Конструкція культиватора повинна передбачати можливість швидкого переобладнання та регулювання робочих органів, зміни кута їх атаки, а також налаштування під різні міжряддя. Обов'язковою є наявність захисних пристроїв (щитків, дисків) для недопущення засипання рядків культур.

4. Висока точність руху агрегату міжряддями. Сучасні культиватори повинні забезпечувати мінімальні відхилення від лінії рядків, у тому числі за допомогою систем автоматичного водіння, датчиків стеження або камер машинного зору.

5. Маневреність і стійкість у роботі. Агрегат має зберігати стійкість при робочих швидкостях 8–12 км/год, не зміщуватися у бік і не пошкоджувати рослини, а також забезпечувати зручність керування оператором.

6. Відповідність конструкції вимогам безпеки. До обов'язкових вимог належать захист оператора від рухомих частин, надійність механізмів кріплення, безпечність транспортування та наявність відповідних заходів захисту.

7. Надійність і довговічність конструкції. Культиватор повинен бути виготовлений із зносостійких матеріалів, мати достатній ресурс робочих органів та забезпечувати тривалий термін експлуатації без значних витрат на ремонт.

8. Сумісність із тракторними агрегатами та енергоефективність. Машина має відповідати тяговому класу трактора, забезпечувати низький опір руху та раціональні витрати палива за умови максимальної продуктивності.

9. Зручність технічного обслуговування. Конструкція культиватора повинна забезпечувати вільний доступ до його основних вузлів для регулювання, ремонту та змащування, мінімізуючи час простою агрегату.

2.2 Покращення технологічної карти на вирощування цукрових буряків

Покращення технологічної карти вирощування цукрових буряків сприяє підвищенню продуктивності культури та оптимізації виробничих витрат. Пропонується застосування технологічної карти, розробленої з урахуванням сучасних науково-технічних досягнень, практичного досвіду бурякосійних підприємств, наявного техніко-технологічного забезпечення агровиробника та очікуваних удосконалень у короткостроковій перспективі, із врахуванням принципів ресурсозбереження та екологічного захисту навколишнього середовища.

2.3. Розрахунки агрегату, запропонованого до вдосконалення

Робочі умови.

Вихідні параметри роботи агрегату, що складається з трактора та культиватора для обробітку міжрядь ґрунту.

Агрофон: Ґрунт важкої текстури, його питомий опір становить 1,8 кН/м.

Кут нахилу поверхні — 3%.

Площа поля, на якому проводиться технологічна операція, — 70 га.

Міжряддя мають ширину 45 см.

Вибір машинно-тракторного агрегату для виконання сільськогосподарських операцій є важливим етапом, що впливає на якість роботи та ефективність виробництва. Правильно підібраний склад МТА забезпечує раціональне використання техніки, підвищує продуктивність, знижує витрати та сприяє стабільному функціонуванню технологічного процесу.

На основі аналізу технологічної карти вирощування досліджуваної культури (цукрових буряків) та з урахуванням умов роботи для виконання потрібної операції обираємо машинно-тракторний агрегат у складі: трактор МТЗ-80 та просапний культиватор КРН-5,6. Робоча швидкість агрегату має становити $V_p = 4 \dots 7$ км/год, що відповідає агротехнічним вимогам.

Оптимальний вибір передачі визначається конкретними умовами роботи, характеристиками обладнання, величиною опору агрегату та необхідністю забезпечення економічного використання палива. Під час розрахунку робочих передач і тягового зусилля на гаку враховують ключові параметри: тип виконуваної операції, масу та опір агрегату, технічні можливості трактора та особливості трансмісії.

$$\begin{aligned} V_{\text{т}}^{\text{III}} &= 7,24 \text{ км/год.} & P_{\text{н.гак}}^{\text{III}} &= 14,0 \text{ кН.} \\ V_{\text{т}}^{\text{IV}} &= 8,90 \text{ км/год.} & P_{\text{н.гак}}^{\text{IV}} &= 14,0 \text{ кН.} \end{aligned}$$

Враховуючи значення величини підйому, зусилля тягове трактора на третій і четвертій передачах складе:

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.г.}} - G_{\text{т}} \cdot i$$

де $P_{\text{н.г.}}$ – тягове зусилля, передбачене виробником, на вказаних передачах;

$G_{\text{т}}$ – маса трактора, кН;

i – розмір нахилу поверхні підйому, $i=0,03$.

Таким чином,

$$P_{\text{гак}}^{\text{III}} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,03 = 12,9 \text{ кН}$$

$$P_{\text{гак}}^{\text{IV}} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,03 = 12,9 \text{ кН}$$

Максимальна ширина захвату агрегату буде:

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R_i}$$

K – протидія ґрунту робочому органу, $K=1,4$ кН/м,

R_i – додаткова ґрунтова протидія при рухові агрегату на підйом.

Додаткова ґрунтова протидія при рухові агрегату на підйом:

$$R_1 = \frac{G_M}{B_k} \cdot i$$

де G_M – маса культиватора для міжрядного обробітку ґрунту;

B_k – ширина захвату культиватора для міжрядного обробітку ґрунту;

$$R_1 = \frac{13,0}{5,6} \cdot 0,03 = 0,069 \text{ кН/м}$$

$$B_{\text{max}}^{\text{III}} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

$$B_{\text{max}}^{\text{IV}} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

Агрегат для міжрядного обробітку ґрунту буде мати у своєму складі наступну кількість знарядь:

$$n = \frac{B_{\text{max}}}{B}$$

$$n^{\text{III}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2$$

$$n^{\text{IV}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2$$

Для роботи на зазначених передачах обираємо по одному культиватору.

Тяговий супротив агрегату за такого вибору

$$R_a = (K + R_i) B_k n, \text{ кН}$$

$$R_a^{\text{III}} = (1,8 + 0,069) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

$$R_a^{\text{IV}} = (1,8 + 0,069) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

Коефіцієнту використання тягової протидії:

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_a}{P_{\text{гак}}}$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

Агрегат матиме наступний змінний виробіток

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p$$

B_p – робоча ширина захвату агрегату у складі трактора та культиватора для міжрядного обробітку.

$$B_p = B_k \beta$$

де B_k – ширина захвату обраного агрегату;

β – значення коефіцієнту використання ширини обраного агрегату.

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

V_p – швидкість робоча агрегату при його переміщенні;

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right)$$

V_m – швидкість переміщення обраного агрегату теоретична;

δ – значення показника коефіцієнта пробуксовування.

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right)$$

$$V_p^{III} = 7,24 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год}$$

$$V_p^{IV} = 8,9 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год}$$

T_p – час робочий чистий, за який виконується операція обробіток міжрядь;

$$T_p = T_{зм} \tau$$

$T_{зм}$ – час змінний на виконання операції по обробітку міжрядь;

τ – показник коефіцієнта використання змінного часу.

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 19,9 \text{ га/зм.}$$

$$W_{зм}^{IV} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,38 \cdot 5,6 = 24,5 \text{ га/зм.}$$

Усі витрати пального при виконанні операції з обробітку міжрядь

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}$$

$Q_{зм}$ – витрати пального за всю зміну, кг.

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z, \text{ кг/год.};$$

Q_p , Q_x , Q_z – погодинні витрати палива відповідно під час робочого ходу, холостого ходу та при працюючому двигуні енергетичного засобу;

t_x , t_z – тривалість робочого ходу та зупинок, коли двигун енергетичного засобу перебуває в роботі, год.

Якщо ми прийнемо $t_k = t_3$, то будемо мати:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{3M} - T_p}{2}$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год}$$

При $\eta_{тз}^{III} = 0,79$ (3 передача): $Q_p = 15,4$ кг/год.; $Q_x = 9,7$ кг/год.; $Q_3 = 1,9$ кг/год.

При $\eta_{тз}^{IV} = 0,79$ (4 передача): $Q_p = 16,7$ кг/год.; $Q_x = 11,4$ кг/год.; $Q_3 = 2,6$ кг/год.

$$Q_{га}^{IV} = \frac{15,4 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{19,9} = 4,07 \text{ кг/га}$$

$$Q_{га}^{III} = \frac{16,7 \cdot 5,6 + 11,4 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{24,5} = 4,2 \text{ кг/га}$$

Обираючи передачі для міжрядного обробітку у складі трактора МТЗ-80 та просапного культиватора КРН-5,6 враховується співвідношення між тяговими зусиллями та швидкістю, які може забезпечити трактор на різних передачах.

На передачі 4 тягове зусилля збільшується, що дозволяє трактору ефективніше долати опір ґрунту та робочого знаряддя. Якщо на цій передачі забезпечується необхідне тягове зусилля при більшій швидкості руху, це сприяє оптимальному використанню тягового ресурсу, підвищує ефективність роботи агрегату та знижує витрати палива на одиницю оброблюваної площі.

Вища швидкість на передачі 4 також підвищує продуктивність, оскільки трактор проходить між рядами швидше та виконує обробіток більш оперативно.

Таким чином, для міжрядного обробітку рекомендовано основну роботу виконувати на 4-й передачі, а як додаткову – використовувати 3-тю передачу.

Підготовка агрегату МТЗ-80 + КРН-5,6 до міжрядного обробітку

1. Зовнішній огляд трактора та культиватора:

- перевірити технічний стан трактора МТЗ-80: рівень мастила, охолоджувальної рідини, паливної системи, роботу гідравліки.
- оглянути просапний культиватор КРН-5,6: цілісність рами, стійок, секцій, робочих органів, підшипників та захисних кожухів.

2. Монтаж культиватора на трактор

- приєднати культиватор до навісної системи трактора.
- надійно з'єднати нижні та верхню тяги, перевірити правильність фіксації шплінтів.
- під'єднати гідросистему (якщо передбачено конструкцією).

3. Регулювання ширини міжрядь

- встановити секції культиватора відповідно до ширини міжрядь культури
- вирівняти секції по горизонталі та забезпечити однакову відстань між ними.

4. Налаштування робочих органів

- відрегулювати глибину обробітку в межах 6–10 см залежно від фази розвитку рослин.
- встановити захисні диски або щитки для недопущення засипання рослин ґрунтом.
- перевірити стан лап, стрілочастих ножів, доліт та при необхідності замінити зношені елементи.

5. Підготовка туковисівного апарату (якщо вноситимуться добрива)

- перевірити справність шнекового механізму та наявність пружин зі зворотним навиванням (за удосконаленою конструкцією).
- встановити норму внесення гранульованих добрив.
- Провести пробний висів у тару для перевірки точності подачі.

6. Регулювання навісної системи трактора

- встановити культиватор так, щоб рама була паралельна поверхні поля.

- вирівняти бічні тяги, щоб уникнути перекосу агрегату.
- відрегулювати стабілізатори, щоб виключити бокове хитання.

7. Контрольне налаштування на полі

- зробити пробний прохід на невеликій ділянці.
- оцінити якість міжрядного обробітку: глибину, кришення ґрунту, ступінь пошкодження рослин.
- за необхідності скоригувати висоту, глибину та положення робочих органів.

8. Перевірка безпеки та готовності до роботи

- переконатися у справності гальм, освітлення, звукової сигналізації.
- перевірити надійність кріплення всіх вузлів культиватора.
- провести інструктаж для оператора щодо техніки безпеки.

9. Контрольний Проїзд та Критерії Якості

Після всіх налаштувань проводиться пробний заїзд для фінального коригування.

Критерії якості (допустимі):

- відхилення глибини: Не більше 1 см від заданої.
- пропуск бур'янів: Не більше 3%.
- пошкодження рослин (допустимі): Для буряка допускається не більше 1-2% пошкоджених або засипаних рослин.

Суворе дотримання наведених рекомендацій забезпечить належну якість міжрядного обробітку та оптимальну ефективність роботи культиватора.

2.4. Складання операційно-технологічної схеми для проведення міжрядного обробітку

У традиційній технології вирощування цукрових буряків, яку застосовували в господарстві, міжрядний обробіток виконували вручну або за допомогою культиваторів КРН-4,2. Такий підхід вимагав значних трудових витрат, займав багато часу та забезпечував відносно низьку продуктивність при догляді за посівами.

Для вдосконалення технологічного процесу та підвищення ефективності міжрядного обробітку запропоновано використовувати культиватор КРН-5,6, попередньо адаптувавши його до ширини міжрядь 45 см. У порівнянні з КРН-4,2 цей агрегат має більшу ширину захвату та забезпечує вищу якість обробітку посівів цукрових буряків.

2.5. Висновки. Мета і задачі досліджень.

Виконавши аналіз вирощування цукрових буряків за базовою технологічною картою, ми можемо запропонувати внести наступні зміни.

Для міжрядного обробітку посівів нами обрано культиватор для міжрядного КРН-5,6, переобладнаний під ширину міжрядь 45 см та оснащений системою одночасного внесення гранульованих мінеральних добрив.

Такий підхід забезпечує підвищення якості догляду за посівами та є економічно доцільним, оскільки дозволяє виконувати дві технологічні операції за один прохід агрегату.

Оцінити результативність запропонованих змін можливо шляхом проведення лабораторних і польових випробувань, а також відповідних досліджень. На основі отриманих даних формуємо такі висновки:

Мета дослідження: підвищення раціональності застосування гранульованих мінеральних добрив при підживленні рослин під час міжрядного обробітку ґрунту.

Задачі дослідження: визначити основні фізико-механічні властивості гранульованих добрив, що впливають на їхнє внесення та розподіл.

Об'єкт дослідження: процес механічного подрібнення і транспортування мінеральних добрив до тукового сошника.

Предмет дослідження: конструкція та параметри пружинного шнека, що забезпечують ефективну подачу добрив.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Огляд сучасних культиваторів

У сучасному землеробстві ефективне вирощування просапних культур значною мірою залежить від застосування спеціалізованих агрегатів для міжрядного обробітку ґрунту. Сучасні культиватори відрізняються за призначенням, конструкцією робочих органів та системами внесення добрив. Їх застосування дозволяє підвищити продуктивність обробітку ґрунту, забезпечити якісний догляд за посівами та оптимізувати внесення мінеральних і рідких добрив. Вибір конкретного агрегату залежить від типу культури, ширини міжрядь, рельєфу поля та необхідних агротехнічних операцій.

За призначенням культиватори поділяють на універсальні, парові, просапні та спеціальні. Класифікація та типи культиваторів наведена на рис. 3.1.

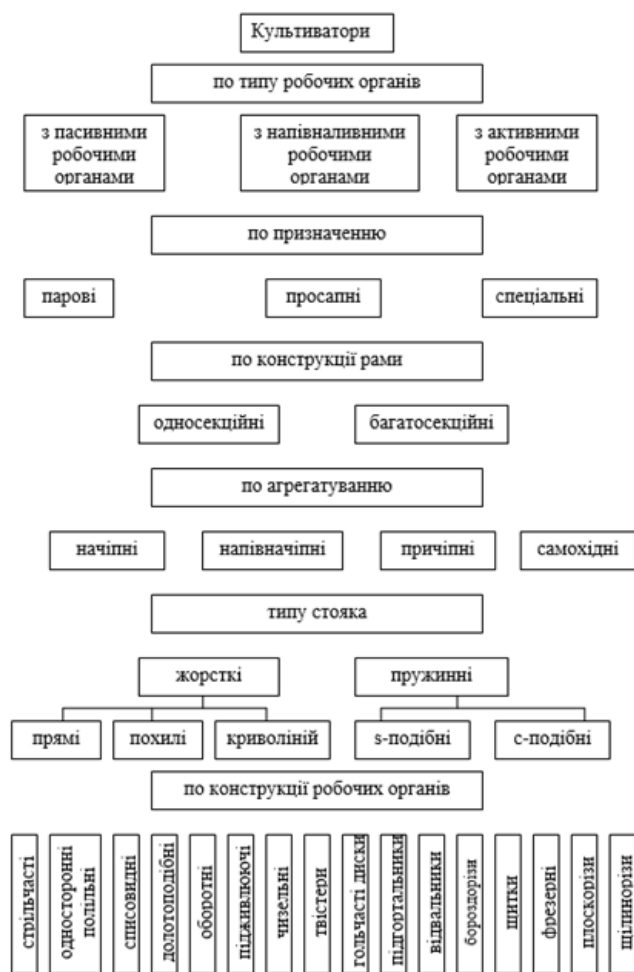


Рис. 3.1 Класифікація культиваторів

Культиватори класифікують за типом робочих органів, призначенням, конструкцією рам, способом агрегування та типом стояка (рис. 3.1). Найбільш поширеними є культиватори, що відрізняються конструкцією робочих органів, що зумовлено особливостями їхньої роботи на ґрунтах різного складу.

3.1.1. Універсальні культиватори

Культиватор Gaspardo HL 8×70 (рис. 3.2) призначений для міжрядного обробітку ґрунту та знищення небажаних рослин на посівах різних культур. Одночасно він забезпечує розпушення ґрунту та внесення добрив. Простота та міцність конструкції підвищує продуктивність агрегату та дозволяє працювати на різних міжрядних відстанях. Система розподілу добрив забезпечує точне дозування, легке регулювання та мінімальне пошкодження гранул.



Рис. 3.2. Культиватор міжрядний для просапних культур

Gaspardo HL 8×70 (Італія)

Культиватор **Gaspardo HL 8×70** характеризується простою та міцною конструкцією, що забезпечує підвищену продуктивність та можливість роботи на різних міжрядних відстанях. Система розподілу добрив у даному культиваторі дозволяє точно дозувати мінеральні добрива, забезпечує легке регулювання та мінімальне пошкодження гранул.

3.1.2. Культиватори для полів із різним рельєфом

Культиватор **GALILEO** (рис. 3.3) застосовується для міжрядного обробітку культур на полях із неоднорідним рельєфом. Різні типи робочих органів дозволяють ефективно обробляти ґрунт залежно від специфіки культури та умов поля.

Конструкція культиватора передбачає використання різних типів робочих органів, що забезпечує ефективну обробку ґрунту відповідно до специфіки культури та умов поля. Крім того, агрегат обладнаний спеціальним розподільником, який дозволяє локалізовано вносити мінеральні добрива, підвищуючи їхню ефективність та знижуючи втрати.



Рис. 3.3. Міжрядні просапний культиватор GALILEO

3.1.3. Культиватори з системою внесення добрив

Культиватор УСМК-5,4 (рис. 3.4) ефективно використовується для обробітку ґрунту під просапні культури з шириною міжрядь 45 см на різних фазах розвитку рослин. Агрегат оснащений системою розподілу сухих добрив і забезпечує розпушення міжрядь, покращує доступ вологи, повітря та поживних речовин до кореневої системи культурних рослин, нарізання наливних борозен, внесення та перемішування добрив із ґрунтом, а також видалення паростків небажаних рослин.



Рис. 3.4. Культиватор УСМК-5,4 (з підживленням рослин)

При міжрядному обробітку посівів із одночасним внесенням мінеральних добрив застосовують культиватор **John Deere 825** (рис. 3.5). Простота та надійність конструкції забезпечують зручність експлуатації та обслуговування агрегату, спрощуючи його використання в польових умовах.



Рис. 3.5. Культиватор John Deere 825

3.1.4. Культиватори високоточної культивації

Культиватор **Hatzenbihler** (рис. 2.6) (Австрія) використовує технологію високоточної міжрядної культивації без застосування гербіцидів та одночасне внесення рідких добрив, що забезпечує збереження навколишнього середовища та ефективність агротехнічних заходів.



Рис. 3.6. Культиватор просапний (Hatzenbichler)

3.1.5. Культиватори з універсальною наладкою

Просапний культиватор **SKR** (рис. 3.7) призначений для міжрядного обробітку культур із шириною міжрядь 40–45 см на всіх фазах розвитку рослин. Однією з основних переваг агрегату є можливість швидкого та нескладного переналагодження для виконання різних операцій під інші культури.



Рис. 3.7. Просапний культиватор "SKR" (Hatzenbichler)

3.1.6. Культиватори для точного внесення добрив та гербіцидів

Для догляду за посівами соняшників, кукурудзи, сої та буряків застосовується просапний культиватор **A3Tech FIGHTER** (рис. 3.8), оснащений системою внесення добрив або гербіцидів та системою точного розміщення матеріалів у рядках, які мають ширину міжрядь 30–75 см.



Рис. 3.8. Просапний культиватор A3Tech FIGHTER

Культиватор **КНРФ 5.6-06** (рис. 3.9) використовують для міжрядного обробітку посівів культур просапних із одночасним внесенням рідких комплексних добрив, що підвищує ефективність агротехнічних заходів та покращує розвиток кореневої системи рослин.



Рис. 3.9. Культиватор КНРФ 5.6-06

Після аналізу низки просапних культиваторів вітчизняного та зарубіжного

виробництва, з урахуванням вимог магістерського завдання, для подальших досліджень було обрано культиватор КРН-5,6.

3.2. Призначення та будова культиватора, запропонованого для удосконалення

Навісний культиватор **КРН-5,6** призначений для міжрядного обробітку ґрунту на посівах просапних культур. Агрегат застосовується для розпушення ґрунту, контролю бур'янів та підготовки ґрунту перед посівом або під час вегетаційного періоду рослин.

Основні характеристики та функціональна здатність культиватора:

1. Кількість рядів:

Зазвичай агрегат має 5 або 6 рядів робочих органів для забезпечення ефективного обробітку великих площ посівів.

2. Робочі органи:

Культиватор оснащений робочими органами, такими як лапи або диски, які здійснюють розпушення та вирівнювання поверхні ґрунту, полегшуючи доступ вологи, повітря та поживних речовин до кореневої системи рослин

3. Регульована глибина обробітку:

Висоту робочих органів можна змінювати, що дозволяє встановлювати оптимальну глибину обробітку залежно від типу ґрунту та агротехнічних вимог.

4. Гідравлічне регулювання:

Деякі моделі обладнані гідравлічним механізмом регулювання глибини обробітку, що спрощує налаштування культиватора та підвищує зручність його експлуатації.

5. Підключення до трактора:

КРН-5,6 призначений для роботи з тракторами певної потужності та забезпечує зручне тягове підключення.

6. Застосування в сівозміні:

Міжрядний культиватор ефективно використовується в сівозміні для

контролю бур'янів та підтримки структурних властивостей ґрунту, 1. що забезпечує оптимальні умови для росту культурних рослин.

7. Продуктивність та витрати палива:

Рівень витрат палива та продуктивність агрегату залежать від умов роботи, глибини обробітку та інших експлуатаційних факторів.

Навісний культиватор КРН 5,6 є універсальним і надійним агрегатом для міжрядного обробітку ґрунту. Його застосування дозволяє підвищити ефективність агротехнічних заходів, покращити структуру ґрунту та забезпечити якісний догляд за посівами просапних культур.

Перед експлуатацією культиватора необхідно ознайомитися з інструкціями виробника та забезпечити правильну підготовку та технічне обслуговування обладнання.

Культиватор КРН-5,6 (рис. 3.11) є навісним знаряддям і складається з бруса, на якому розташовані такі основні вузли: несучі колеса (2 шт.), секції робочих органів, замок автозчіпки, та механізм транспортний.

До додаткових робочих органів відносяться: голчасті ротаційні диски, борінки прополювальні, аричніки, підгортачі, лапи-палички та щитки-«будиночки», які захищають рослини від осипання на них ґрунту при роботі агрегату на швидкостях 8-9 км/год [2].

Операції, які виконує культиватор КРН-5,6

Культиватор з основним набором робочих органів здатний виконувати такі агротехнічні операції:

1. Розпушування ґрунту.

Робочі органи культиватора розпушують ґрунт, роблячи його більш пухким і забезпечуючи кращий доступ кореневої системи рослин до глибших шарів ґрунту.

2. Подрібнення рослинних решток.

Лапи, диски та інші робочі органи подрібнюють залишки попередніх культур та бур'янів, сприяючи їхньому швидшому розкладанню і підвищенню родючості ґрунту.

3. Боротьба з бур'янами.

Спеціальні робочі органи культиватора видаляють або підрізають бур'яни, зменшуючи конкуренцію за воду та поживні речовини.

4. Формування гребенів і борозен.

Робочі органи здатні формувати високі гребені або борозни в ґрунті, що створює оптимальні умови для подальшого посіву та росту культурних рослин.

5. Підготовка посівного ложа

Культиватор формує рівне та розпушене ложе для насіння, забезпечуючи сприятливі умови для проростання та розвитку рослин.

6. Внесення добрив

При наявності відповідної системи культиватор може вносити мінеральні або органічні добрива безпосередньо в ґрунт, забезпечуючи ефективне підживлення рослин.

7. Створення водостійкого шару

Робочі органи можуть формувати поверхневий шар ґрунту, який сприяє утриманню вологи та запобігає її швидкому випаровуванню.

8. Подолання зсувів ґрунту

Культиватор забезпечує вирівнювання ґрунту та стабілізацію його поверхні, що особливо важливо на схилах і нерівних ділянках.

9. Зниження ерозії ґрунту

Культиватор допомагає стабілізувати ґрунтову поверхню, протидіє ерозії та зсувам ґрунту, формуючи структуру, що сприяє збереженню вологи

Функції культиватора визначаються типом робочих органів, налаштуваннями агрегату та конкретними агротехнічними завданнями на полі.



Рис. 3.11. Культиватор просапний КРН-5,6
(загальний вигляд з підживлюючим пристосуванням)

Завдяки наявності допоміжних робочих органів культиватор КРН-5,6 здатний здійснювати підгортання рослин та внесення мінеральних добрив.

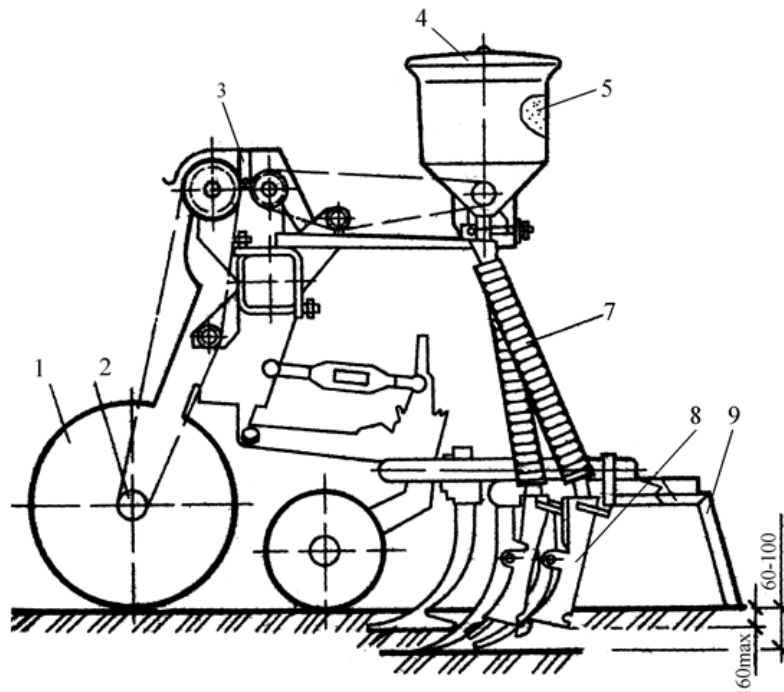


Рис. 3.12. Схема культиватора з підживлюючим пристроєм: 1 – колесо несуче; 2 – зірочка; 3 – механізм передач; 4 – туковисіваючий апарат; 5 – туки; 6 – секція робочих органів; 7 – тукопровід; 8 – раструб ножа.

Туковисівний апарат

Туковисівний пристрій є ключовим елементом сільськогосподарського обладнання, призначеним для внесення гранульованих або порошкоподібних мінеральних добрив у ґрунт. Його головне завдання полягає у точному та рівномірному дозуванні добрив на визначену глибину, що забезпечує оптимальні умови для росту та розвитку культурних рослин.

До основних складових туковисівного пристрою належать:

1. Туковисівний апарат (АТП-2) (рис. 3.13) – механізм, що відповідає за дозування та рівномірне розподілення добрив у ґрунті. Як правило, він оснащений системою подачі, яка забезпечує видачу точно відміряних порцій добрив.

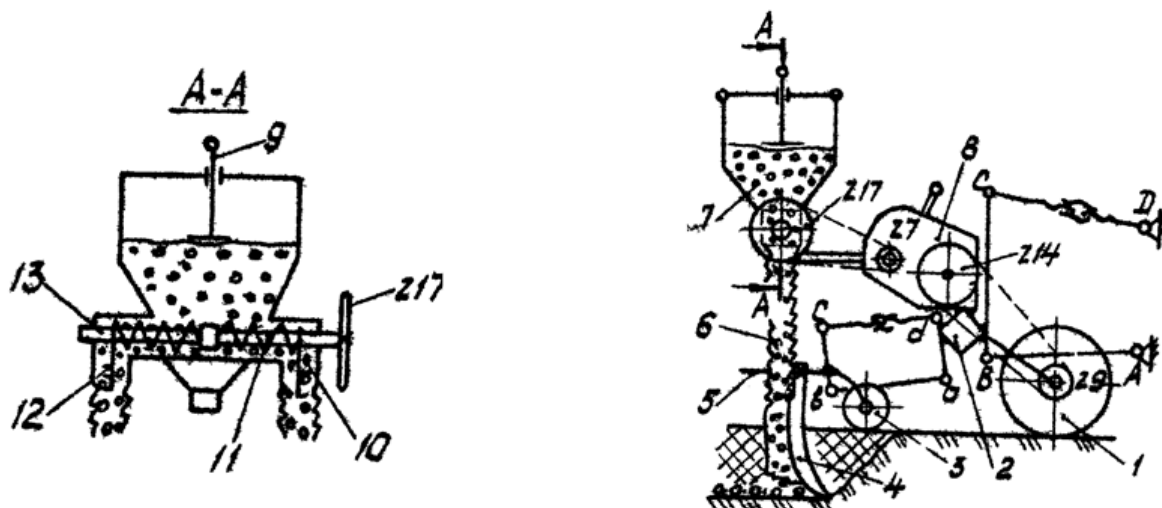


Рис. 3.13. Туковисівний пристрій культиватора КРН-5,6: АВСД – начіпка культиватора; abcd – чотирьохланковий механізм секції культиватора;

1 – опорно-приводне колесо; 2 – рама (брус) культиватора; 3 – копіруюче лесо секції; 4 – підживлювальний ніж; 5 – гряділь секції; 6 – тукопровід;
7 – бункер туковисівного апарата АТП-2; 8 – коробка (механізм) передач;
9 – показчик рівня туків у бункері; 10 – лійка; 11 – висіваючий механізм;
12 – розсіювач; 13 – вал висіваючого механізму.

2. Механізм привода. Забезпечує роботу туковисівного апарата та подачу мінеральних добрив у ґрунт. Тип привода може бути механічним або гідравлічним, залежно від конструктивних особливостей агрегату.

3. Тукопроводи. Призначені для переміщення добрив від туковисівного апарата до робочих органів, що безпосередньо забезпечують їх внесення у ґрунт.

4. Загортаючі (підживлюючі) робочі органи. Це елементи, що відповідають за введення добрив у ґрунт. Вони можуть мати форму ножів, лопатей або аналогічних деталей і розміщуються позаду туковисівного апарата.

Основними функціями туковисівного пристрою є забезпечення точного дозування добрив, їх своєчасне транспортування та рівномірне внесення в ґрунт на задану глибину. Це сприяє ефективному підживленню рослин, що вирощуються на оброблюваній площі.

Туковисівний апарат має кілька переваг.

1. **Точне дозування добрив.** Апарат АТП-2 забезпечує подачу строго визначених норм гранульованих або пилоподібних добрив, що дозволяє уникнути перевитрат та нерівномірного внесення, забезпечуючи оптимальні умови для росту рослин.

2. **Рівномірне розподілення у ґрунті.** Завдяки стабільній роботі шнекового механізму та пружин зі зворотною навивкою, добрива подаються рівномірно по всій ширині міжряддя, що сприяє одночасному підживленню всіх рослин.

3. **Покращене засвоєння добрив.** Добрива вносяться безпосередньо в зону кореневої системи, що забезпечує їх швидке і ефективне використання рослинами та підвищує врожайність.

4. **Зменшення втрат поживних речовин.** Внесення на оптимальну глибину захищає добрива від здування вітром, змивання дощовою водою та випаровування, що особливо важливо для вологих і пилоподібних сумішей.

5. **Можливість роботи з різними типами добрив.** Апарат АТП-2 здатний працювати як з гранульованими, так і з пилоподібними добривами, а за необхідності – зі змішаними сумішами, що робить його універсальним у різних технологічних схемах.

6. Підвищена продуктивність праці. Автоматизована подача добрив і стабільний розподіл дозволяють скоротити час проведення міжрядного підживлення, зменшивши фізичне навантаження на оператора.

7. Економічна ефективність. Завдяки точності дозування та рівномірності внесення добрив зменшуються витрати матеріалу, підвищується ефективність підживлення та загальна рентабельність вирощування культурних рослин.

8. Простота обслуговування та надійність конструкції Апарат АТП-2 має просту конструкцію робочих органів, доступ до яких забезпечує швидке технічне обслуговування та заміну зношених елементів без втрати продуктивності агрегату.

Позитивною особливістю такого апарата є надійне виконання технологічного процесу. До його недоліків належать складність конструкції, порційна (пульсуюча) подача добрив у лійку замість безперервного потоку, особливо дрібної фракції, трудомісткість регулювання та можливість забивання вивантажувального отвору грудочками добрив.

Мінеральні добрива є аморфною масою, яка при контакті з атмосферною вологою здатна злипатися в грудки, що негативно впливає на якість роботи туковисівного апарата.

Для забезпечення однорідності фракцій добрив та ліквідації грудочок у конструкції туковисівного апарата передбачено встановлення розсіювачів у лійках апарата.

Щоб усунути зазначені недоліки, запропоновано додатково встановити на вал шнеків пружини зі зворотною навивкою (рис. 3.14). Пружини матимуть більший крок, менший діаметр та будуть навиті безпосередньо на валу висівного апарата. Це дозволить ефективніше подрібнювати грудочки мінеральних добрив, покращить підготовку матеріалу до внесення та забезпечить більш рівномірний висів добрив, що, у свою чергу, сприятиме підвищенню врожайності..

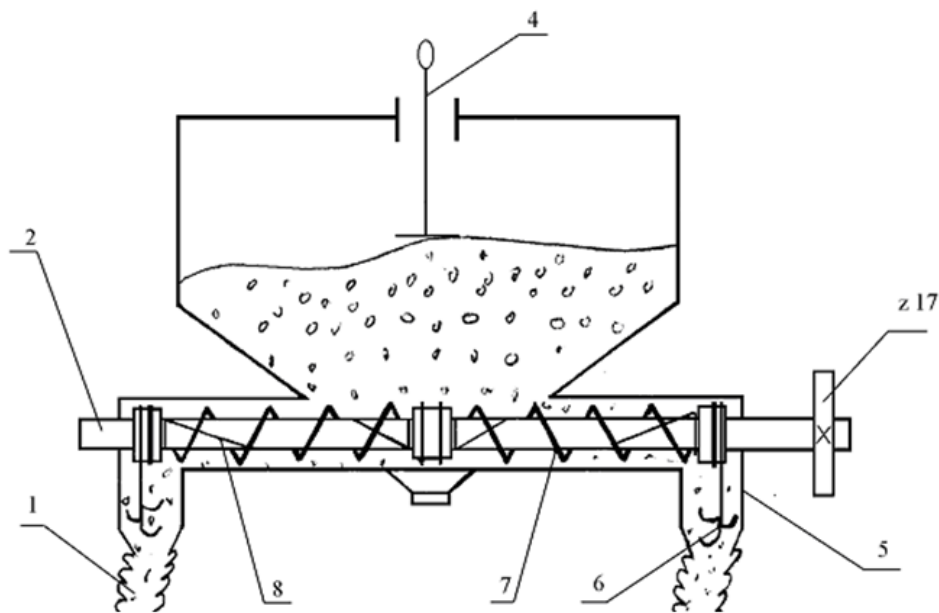


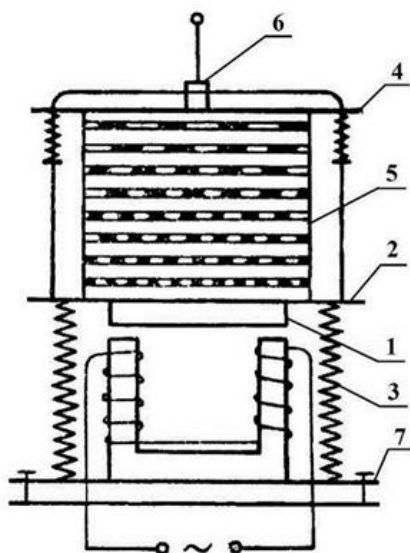
Рис. 3.14. Модернізований туковисівний апарат АТП-2.

Апарат туковисівний із запропонованим удосконаленням працює наступним чином: грудочка добрив подрібнюється при проходженні по витках пружинних шнеків із різною навивкою. Добрива вивантажуються завдяки більш високій активності великого шнека та різному кроці і діаметру витків дроту на шнеках, що сприяє ефективному подрібненню та рівномірному висіву.

3.3 Програма та методичні засади експериментальних досліджень

Об'єктом дослідження виступають гранульовані мінеральні добрива (за ДСТУ 7881:2015. Добрива органічні та органо-мінеральні. Номенклатура показників якості).

Фракційний склад добрив ми визначали шляхом просівання їх частинок через отвори решітного класифікатора відповідно до встановленої методики. Для цього застосовували вібраційний решітний класифікатор РКФ-1 (рис. 3.15), призначений для оцінювання розмірних характеристик та однорідності гранул за шириною та товщиною. У першому випадку використовували сита з круглими отворами, у другому – з подовженими (рис. 3.15, б).



а



б

Рис. 3.15. Вібраційно-решітний класифікатор РКФ-1: а – функціональна схема; б – набір решіт.

1 – якор; 2 – нижній диск; 3 – спіральні пружини (3 шт.) 4 – верхній диск;
5 – набір лабораторних решіт; 6 – ексцентрик; 7 – платформа

Підбір необхідної напруги живлення обмотки електромагніту здійснювали за допомогою автотрансформатора ЛАТР-2, що дозволяло регулювати амплітуду коливань.

Визначення маси гранульованих мінеральних добрив проводили на терезах електричних KERN EMB 600-2 за допомогою методу прямого зважування (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Зовнішній вигляд електричних терезів KERN EMB 600-2.

Прилад забезпечує визначення маси об'єктів з точністю до 0,01 г у режимі експрес-зважування, що гарантує високу достовірність отриманих даних. Зразки гранульованих мінеральних добрив (рис. 3.17), використані під час експериментальних досліджень, відбиралися шляхом стандартного відбору проб із загальної партії матеріалу.

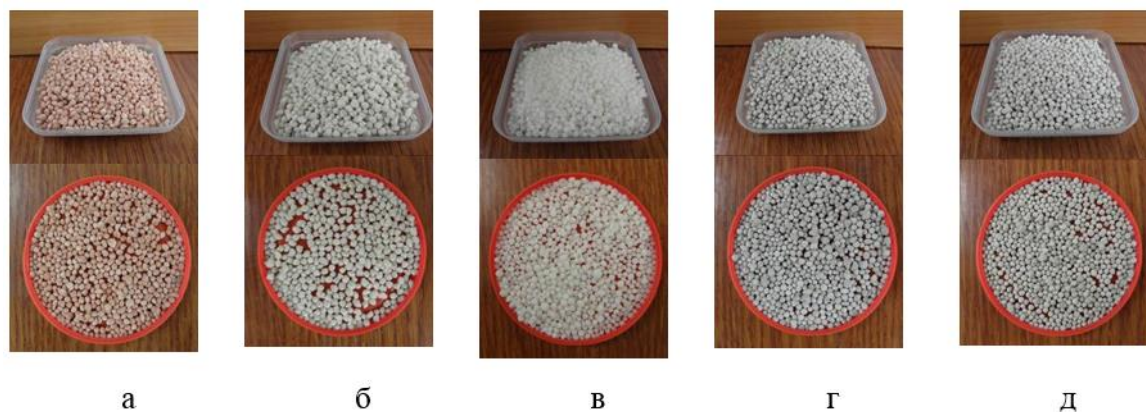


Рис. 3.17. Зразки мінеральних добрив, для яких встановлювалися аеродинамічні та фракційні характеристики (діаметр часток 2-3 мм):

а – хлористий калій, б – діамофос, в – аміачна селітра, г – нітроамофос,
д – суперфосфат.

Щоб визначити об'ємну масу мінеральних добрив, ми застосували ваговий метод відповідно до стандартної методики. Матеріал завантажували в мірну ємність встановленого об'єму, після чого проводили зважування зразка на електронних терезах. Дослід виконували п'ять разів, а за отриманими результатами обчислювали середнє значення.

Аналогічно, ваговим методом за класичною процедурою визначали масу окремої гранули. Для цього відбирали 100 гранул однакового діаметра, здійснювали зважування навіски, після чого розраховували масу однієї гранули шляхом ділення загальної маси на їх кількість.

Визначення коефіцієнта тертя та загальної вологості добривної суміші

Щоб визначити коефіцієнт тертя гранул добрив по поверхні, ми проводили п'ятиразову повторність, використовуючи прилад, розроблений В.О. Желіговським (рис. 3.18).

Кут тертя ковзання $\varphi = \arctg f$ обчислювали за відповідною методикою. Нахил площини встановлювали в межах $15^\circ, 25^\circ, 35^\circ$ та 40° .

Вага ємкості для досліджуваного матеріалу складала 75 г, а маса гранульованих добрив – 50 г.

Під час експерименту фіксували час t , за який матеріал проходив визначену ділянку S , що дозволяло оцінити швидкість його руху та врахувати вплив тертя.

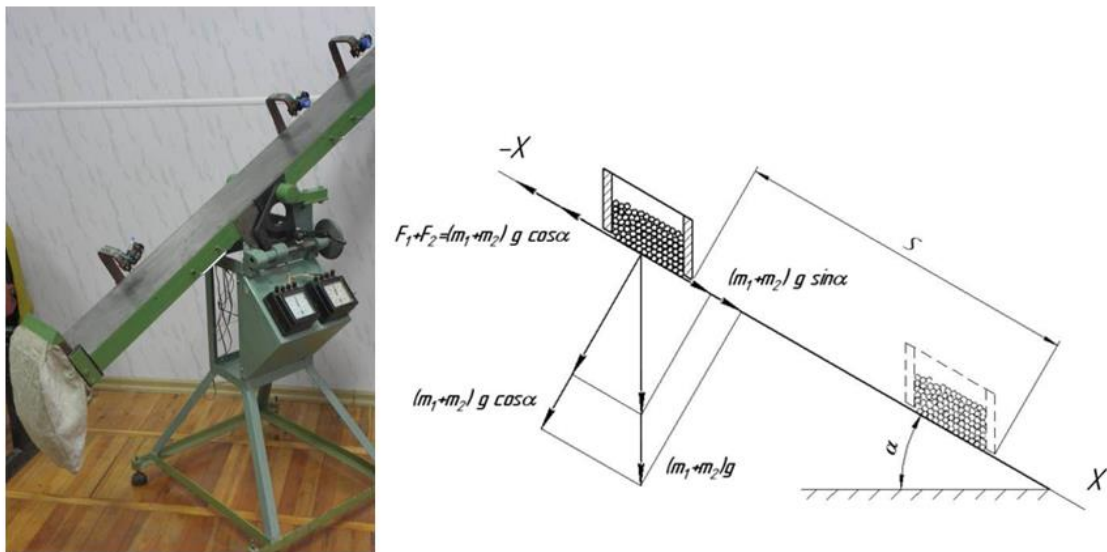


Рис. 3.18. Загальний вигляд та схема лабораторної установки для визначення коефіцієнта тертя методом скатної площини (за В.О. Желіговським).

Визначення вмісту вологи в гранулах мінеральних добрив

Для визначення вологості навісок добрив ми використовували класичний термостатно-ваговий метод. Для цього зразки висушували в сушильній шафі при температурі 105°C , після чого їх масу фіксували на електронних вагах.

3.4. Результати проведених експериментів

Оцінка основних механіко-технологічних властивостей мінеральних добрив

Гранулометричний склад мінеральних добрив ми наводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Структурні показники гранул комплексних добрив, %

№ з/п	Назва добрив	>4	3÷3.9	2÷2.9	1÷1.9	<1
1	Аміачна селітра	0,11	2,41	63,18	33,08	1,21
2	Діамофос (16:16:16)	1,82	14,48	38,03	43,81	1,86
3	Нітроамофос (16:32:16)	0,44	18,51	70,91	10,14	0
4	Суперфосфат	0,28	6,05	35,3	56,7	1,65
5	Хлористий калій	1,92	16,4	41,2	38,7	1,71

Експериментально підтверджено, що більша частина гранул мінеральних добрив мають розміри у межах 2-3 мм, що становить 70–90 % від їхньої маси загальної. Гранули є гігроскопічними, тобто здатні поглинати вологу, і їхня вологість може значно змінюватися залежно від вологості навколишнього середовища. Досліди ми проводили в умовах лабораторії при постійних значеннях температури та вологості, тому отримані показники відповідають фактичним значенням, передбаченим державними стандартами для відповідних видів добрив (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Механіко-технологічні характеристики основних видів гранульованих мінеральних добрив

№ п/п	Вид добрив	Об'ємна маса, кг/м ³	Маса 1 гранули добрив, г	Вологість добрив, %
1	Аміачна селітра	915	0,0169	2,4
2	Діамофос (16:16:16)	840	0,0147	3,4
3	Нітроамофос (16:32:16)	1140	0,0289	3,0
4	Суперфосфат	1120	0,0229	3,6
5	Хлористий калій	925	0,0202	2,3

Значення коефіцієнтів тертя мінеральних добрив по поверхнях різних матеріалів істотно відрізняються (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Значення коефіцієнтів тертя гранул мінеральних добрив

№ за п/п	Матеріал	нітроамфос К:Р:N=16:32:16	суперфосфат гранульованого	хлористий калій	аміачної селітри	діамфос P:N=16:16:16
1.	Гума	$\frac{0,88}{0,70}$	$\frac{0,53}{0,53}$	$\frac{0,54}{0,44}$	$\frac{0,49}{0,46}$	$\frac{0,48}{0,48}$
2	Деревина	$\frac{0,91}{0,73}$	$\frac{0,62}{0,50}$	$\frac{0,53}{0,51}$	$\frac{0,52}{0,50}$	$\frac{0,64}{0,60}$
3	Капрон	$\frac{0,75}{0,61}$	$\frac{0,40}{0,43}$	$\frac{0,48}{0,44}$	$\frac{0,36}{0,40}$	$\frac{0,45}{0,47}$
4	Полімер	$\frac{0,72}{0,62}$	$\frac{0,42}{0,38}$	$\frac{0,47}{0,41}$	$\frac{0,33}{0,32}$	$\frac{0,48}{0,48}$
5	Сталь	$\frac{0,88}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,48}$	$\frac{0,56}{0,60}$	$\frac{0,44}{0,48}$	$\frac{0,61}{0,62}$

Примітка: в чисельнику – коефіцієнт спокою
в знаменнику – коефіцієнт тертя ковзання

3.5 Висновки та узагальнення по розділу.

Запропоноване нами встановлення на валу туковисівного апарату культиватора для міжрядного обробітку додаткових пружин, які виготовлені із дроту меншого діаметру з більшим кроком та зворотним навиванням, дозволяє ефективніше подрібнювати грудочки вологих або злежалих мінеральних добрив. Це сприятиме більш якій підготовці матеріалу для внесення в ґрунт, підвищить рівномірність розподілу добрив та, як наслідок, покращить їхнє засвоєння кореневою системою цукрових буряків.

Дослідження механіко-технологічних властивостей, коефіцієнтів тертя та відновлення гранул мінеральних добрив, які ми досліджували, показали, що відмінності між показниками є незначними і не перевищують встановленої похибки, що знаходиться в межах допустимої похибки. Отже, ці добрива можуть бути ефективно використані у запропонованому туковисівному апараті культиватора для міжрядного обробітку.

4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ

В результаті проведених досліджень встановлено оптимальні умови роботи культиватора КРН-5,6 у складі машинно-тракторного агрегату з трактором МТЗ-80. Практичне застосування отриманих результатів дозволяє підвищити ефективність міжрядного обробітку просапних культур за рахунок раціонального підбору передач, робочої швидкості та налаштування робочих органів, також дозволить підвищити рівномірність внесення мінеральних добрив і, як наслідок, покращить їх засвоєння кореневою системою цукрових буряків.

Основні положення практичної реалізації:

1. Вибір оптимальної передачі:

- основна робота агрегату виконується на **4-й передачі**, що забезпечує необхідне тягове зусилля та підвищену продуктивність.
- додатково використовується **3-тя передача** для регулювання роботи на складних ділянках або при змінах умов поля.

2. Регулювання глибини обробітку та робочих органів:

- глибина обробітку регулюється залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту та фази розвитку рослин.
- використання додаткових робочих органів (диски, борінки, лапи-палички, щитки) дозволяє оптимізувати боротьбу з бур'янами та захист рослин від присипання ґрунтом.

3. Контроль витрат палива та продуктивності:

- застосування оптимальної передачі та швидкості руху дозволяє знизити витрати палива на одиницю обробленої площі.
- робота агрегату забезпечує стабільну продуктивність на рівні 5,8–6,0 га/год, відповідно до розрахункових показників.

4. Експлуатаційні рекомендації:

- перед початком роботи необхідно перевіряти технічний стан культиватора та трактора.
- виконувати налаштування робочих органів відповідно до умов поля та типу ґрунту.
- дотримуватися інструкцій виробника щодо обслуговування та регулювань агрегату.

Впровадження результатів досліджень у практику дозволяє підвищити якість міжрядного обробітку, знизити механічні та енергетичні витрати, а також забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку культурних рослин.

Скорочення часу на технічне обслуговування культиватора під час міжрядного обробітку та внесення добрив забезпечує економію робочого часу та палива, що підвищує економічну ефективність агротехнічних операцій.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці при експлуатації культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

Експлуатація культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту належить до високоризикових операцій у рослинництві, оскільки передбачає контакт оператора з рухомими механізмами, важкими робочими органами та технічними вузлами, а також вплив зовнішніх факторів, таких як нерівності ґрунту, погодні умови та робота у великих полях. Забезпечення безпечних умов праці є невід'ємною складовою ефективного ведення технологічного процесу та попередження травматизму.

Конструктивні заходи безпеки

Для мінімізації ризику травмування під час роботи культиватор повинен мати:

- **захисні кожухи та огороження** усіх рухомих елементів (шнеки, диски, лапи), які запобігають контакту оператора з обертовими механізмами;
- **оптимальне розташування органів керування** для забезпечення легкого доступу та попередження випадкових натискань;
- **надійне кріплення робочих органів та вузлів**, що зменшує ймовірність їхнього розхитування або відриву під час руху;
- **системи регулювання глибини обробітку та ширини захвату**, що дозволяють уникнути пошкодження рослин і створення небезпечних ситуацій.

Організаційні заходи безпеки

Для безпечної роботи важливе виконання наступних організаційних заходів:

- **інструктаж та навчання персоналу** щодо правил безпечної експлуатації культиватора, включаючи порядок роботи, обслуговування та аварійні ситуації;
- **контроль за технічним станом обладнання**, перевірка робочих органів, змащення вузлів та своєчасне усунення дефектів;

- **розробка та дотримання графіка технічного обслуговування** для попередження поломок під час роботи;
- **організація робочого місця** таким чином, щоб забезпечити безпечний підхід до агрегату та видимість робочої зони.

Індивідуальні заходи захисту оператора

З метою запобігання травмам і професійним захворюванням, оператор повинен використовувати:

- **спеціальний одяг та взуття** з високою зносостійкістю;
- **захисні рукавички та окуляри**, особливо при роботі з регульованими або обертовими робочими органами;
- **засоби захисту органів слуху**, якщо трактор або агрегат працює у шумних умовах.

Експлуатаційні та технологічні рекомендації

Для зменшення ризиків аварій і травматизму рекомендується:

- перевіряти **стан ґрунту, рослин і міжрядь** перед початком роботи, особливо після дощів;
- уникати роботи на **крутих схилах, в умовах підвищеної вологості та слизького ґрунту**;
- дотримуватися **рекомендованої швидкості руху трактора** та не перевищувати допустимі навантаження на робочі органи;
- забезпечити **своєчасне очищення робочих органів** від налиплого ґрунту або рослинних залишків для запобігання блокування механізмів;
- контролювати **стан міжрядь** і уникати контакту робочих органів із камінням або іншими перешкодами.

Додаткові заходи безпеки

- використання **сигнальних маркерів та освітлення**, якщо робота відбувається у темний час доби;
- застосування **автоматичних або гідравлічних систем підйому і регулювання культиватора**, що зменшують ручне втручання і ризик травм;

– регулярне проведення **технічного інструктажу та перевірки знань персоналу** щодо правил безпеки.

Дотримання комплексних заходів безпеки при експлуатації культиватора для міжрядного обробітку ґрунту дозволяє значно знизити ризик травмування, підвищити продуктивність і ефективність технологічного процесу, а також забезпечити довгострокову надійність обладнання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота спрямована на вдосконалення просапного культиватора, який застосовується для міжрядного обробітку цукрових буряків.

Проаналізувавши технологію вирощування цукрових буряків, нами запропоновано удосконалити існуючу технологічну карту. Розроблено нову операційно-технологічну карту виконання операції міжрядний обробіток, розраховано машинно-тракторний агрегат для проведення її, а також визначено мету та завдання досліджень.

Після вивчення агротехнічних вимог до міжрядного обробітку цукрових буряків, нами запропоновано використовувати культиватор для міжрядного обробітку КРН-5,6, переобладнаний для роботи з міжряддями шириною 45 см та одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив.

Щоб усунути недоліки туковисівного апарату, який встановлено на культиваторі, ми запропонували встановити додатково на вал шнеків пружини зі зворотною навивкою, які матимуть більший крок, менший діаметр та навиватимуться безпосередньо на вал висівного апарату. Це дозволяє подрібнювати грудочки мінеральних добрив, більш якісно підготувати матеріал для внесення та підвищити рівномірність висіву, що забезпечує ефективніше використання гранульованих добрив під час міжрядного обробітку.

Впровадження запропонованих заходів сприятиме удосконаленню технологічного процесу вирощування цукрових буряків, підвищенню врожайності та економічній ефективності господарювання.

У науковій частині роботи представлено аналіз стану питання щодо модернізованого знаряддя. Об'єктом дослідження ми обрали гранульовані мінеральні добрива. Нами за методикою досліджень визначено коефіцієнт тертя та загальну вологість суміші добрив, які використовуються, та наведено результати проведених експериментальних досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко А.І., Свірень М.О. Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Навч. посібник. – К.: 2003. – 202 с.
2. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2019. 164 с. UR <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10486/1/Підручник%20ОНД%2002019.pdf>
3. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. : навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків : Мачулін, 2019. 164 с.
4. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016. 204 с. http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf.
5. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підр. – К.: Каравела, 2004. – С. 66-82.
6. Законодавство, охорона праці в галузі та інженерна екологія : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів другого (магістерського) ступеня вищої освіти спеціальності 208 – "Агроінженерія" освітньо-професійна програма "Агроінженерія / [уклад.: П.Г. Лузан, В.В. Амосов, О.Р. Лузан]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. Кропивницький : ЦНТУ, 2024. 48 с.
7. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. : навч. посібник. Київ : «Основа», 2011. 551 с.
8. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив: навч. посібник / В. М. Сало, С. М. Лещенко та ін. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.

9. Машина для сівби, садіння та догляду за посівами : навч. посіб. / В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало. Кропивницький : Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.

10. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL:<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8095/1/РЎРРР%28РЦР%29%202018%20%28Р%20PSPsPjPμCЪP°C†C–C”CЇ%29.pdf>.

11. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудь Ю.С. – 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

12. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010. 64. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011. 65. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н.

13. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.

14. Сільськогосподарські машини. Частина 1. Книга 2. Культиватори : навч. посіб. / Р. В. Кириченко, М. В. Бакум, О. В. Козаченко [та ін.] ; за ред. Р. В. Кириченка і М. В. Бакума. Х. : ДБТУ, 2024. 338 с.

15. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, С.Ф. Каштанов, Л.О. Мітюк, Л.Д. Третьякова, К.К. Ткачук, А.В. Чадюк; За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К., 2009.

16. Шкрегаль О.М. Стан питання та сучасні розробки робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту / О.М., Шкрегаль О.С. Вотченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – Вип. 91. – С. 122- 129.

ДОДАТКИ

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Українська індустріальна

Українська індустріальна технологія виробництва цукрових буряків передбачає розміщення їх у ланках з багаторічними травами, зайнятими та чистими парами; напівпаровий або поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту; внесення 40-50 т/га гною + $N_{90}P_{120}K_{160}$ восени + N_{70} в підживлення прикореневим способом; використання інкрустованого чи дражованого насіння гібридів цукрових буряків української або спільної з КВС селекції з показниками лабораторної схожості понад 90%, енергії проростання – 80% і більше, одноростковості й вирівняності – не менше 95%; сівбу при фізичній стиглості ґрунту нормою 1,3 п.о. на 1 га; посходову систему захисту з використанням високоефективних посходових гербіцидних композицій (бетанал прогрес ОФ, пірамін турбо, голтікс, карібу, лонтрел, пантера, центуріон та ін.); розпушування ґрунту в міжряддях після сильних дощів та при підживленні; внесення фунгіцидів для боротьби з хворобами листя (борошниста роса, церкоспороз), механізоване збирання врожаю.

Зарубіжна індустріальна

Те ж саме, але використовують дражоване насіння гібридів цукрових буряків іноземної селекції, підживлення азотними добривами здійснюють урозкид без загортання в ґрунт, ґрунт у міжряддях не розпушується, використовують комплекс машин іноземного виробництва.

Українська інтегрована (проміжна)

Українська інтегрована (проміжна) передбачає розміщення цукрових буряків у ланках з багаторічними травами, зайнятими чистими парами, горохом, кукурудзою; напівпаровий або поліпшений спосіб основного обробітку ґрунту, внесення 30 т/га гною + $P_{60}K_{80}$ восени + N_{80} в підживлення прикореневим способом, сівбу при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 6-7⁰C нормою висіву 3 п.о. на 1 га, використання протруєного насіння вітчизняних сортів та гібридів з лабораторною схожістю не нижче 80%,

Продовження дод. А

одноростковістю й вирівняністю 85%, комбіновану систему захисту від бур'янів (до сходів – ґрунтові гербіциди, по сходах – вибірково лонтрел, пантера, центуріон, бетанал), систему до – і післясходових боронувань,

триразове різноглибинне розпушування ґрунту в міжряддях з одночасним присипанням бур'янів у захисній зоні рядків, застосування ручної праці на коригуванні густоти рослин та прополюванні бур'янів, використання фунгіцидів для боротьби з хворобами, механізоване збирання врожаю.

Екстенсивна

Екстенсивна технологія виробництва цукрових буряків передбачає використання задовільних попередників, звичайну оранку на глибину 25-30 см, сівбу в дещо пізніші строки (при проростанні бур'янів) нормою висіву 4 п. о. на 1 га протруєного насіння сортів вітчизняної селекції з лабораторною схожістю 80%, одноростковістю і вирівняністю 85%, без застосування добрив, формування густоти рослин уручну, багаторазові ручні прополювання, механізми на догляді й збиранні врожаю не використовують.

Результати апробації технологій, сортів та гібридів цукрових буряків дають підстави стверджувати, що індустріальні технології дають змогу повніше розкрити потенціал сучасних сортів і гібридів цукрових буряків, який знаходиться в таких межах: урожайність – 500-650 ц/га, збір цукру – 80-110 ц/га (табл. 1).

Таблиця 1

Продуктивність цукрових буряків залежно від технологій вирощування

Технологія	Густота, тис. шт/га	Урожайність, ц/га	Цукристість, %	Збір цукру, ц/га
Українська індустріальна	94	519	15,2	78
Зарубіжна індустріальна	105	512	15,4	81
Українська інтегрована	85	501	14,9	73
Екстенсивна	87	323	14,9	48

Продовження дод. А

Українська інтегрована технологія за показниками врожайності не поступалася індустріальним. Вирощування ж цукрових буряків за екстенсивною технологією зумовлювало недобір 36-38% урожаю коренеплодів і 35-40% збору цукру.

Індустріальні технології потребують виробничих витрат на рівні 3,9-4,1 тис. грн./га, що пов'язано з високими ресурсними витратами (добрива, насіння, засоби захисту рослин). Економічнішою є українська інтегрована технологія, в якій програми удобрення та захисту менш насичені, частково застосовується дешева ручна праця на догляді.

Суттєвим недоліком екстенсивної, а також інтегрованої технологій є їх висока насиченість ручною працею, що в перспективі неминуче призведе до різкого зниження економічних показників виробництва цукрових буряків. За нашими розрахунками, у перспективі з наближенням ціни робочої сили до західноєвропейських стандартів (не менше 5 у.о. за 1 люд.-год.) при вирощуванні цукрових буряків за екстенсивною технологією виробничі витрати і собівартість продукції зростуть у 12 разів, у зв'язку з чим виробництво виявиться збитковим. Збільшення виробничих витрат та підвищення собівартості продукції (більш як у 1,5 рази) при вирощуванні цукрових буряків за інтегрованою технологією в майбутньому зумовить зменшення маси прибутку в два, зниження рівня рентабельності – у 3,5 рази. Показники ж економічної ефективності при вирощуванні цукрових буряків за індустріальними технологіями залишаються на досить високому рівні: маса прибутку – 3,9-4,2 тис. грн./га, рівень рентабельності – 83-91%.

Отже, у перехідний період на етапі реформування, враховуючи багато-укладність аграрного сектора, різне економічне, соціальне становище суб'єктів виробництва, демографічну ситуацію, виробництво цукросировини може вестися за різними технологіями. При цьому переваги мають індустріальні інтенсивні технології, які можливі для великих, економічно спроможних формувань із достатнім забезпеченням

Продовження дод. А

енергетичними, матеріальними, технічними та фінансовими ресурсами, що досягли високої культури землеробства, мають висококваліфіковані кадри.

Інтегровані (проміжні) технології найдоцільніші більшості агроформувань з обмеженими енергетичними, матеріальними, фінансовими ресурсами і наявністю трудових ресурсів з навантаженням до 1-1,5 га на одного працівника. Екстенсивні технології як виняток можливі для застосування в перехідний період для дрібнотоварних виробників із незначною площею землеволодіння, дефіцитом коштів та засобів виробництва, при навантаженні до 0,5 га на одного працівника. У перспективі із зростанням продуктивних сил, культури землеробства, оплати праці домінуючими технологіями в буряківництві неминуче стануть індустріальні, інтенсивні.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

КРН 00.000 Т1

Культура – цукрові буряки

Площа – 70 га

Урожайність – 460 ц/га

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Змінна норма виробітку	Витрати праці
		трактор, комбайн	с-2 машини, знаряддя	трактористи			робітники ручної праці				
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд	тарифна ставка		
Підвезення води для приготування розчину гербіцидів, до 8 км	12 т	МТЗ-80	ЗЖВ-18	1	II	0,71	-	-	-	8,4 т	10,01
Навантаження та розвантаження гербіциду	0,5 т	вручну		-	-	-	1	II	0,67	8 т	0,42
Приготування робочого розчину і заправка агрегату	12 т	вручну		-	-	-	1	III	1,02	12 т	7,0
Внесення гербіцидів	30 га	ЮМЗ-6/1	ПОМ-630	1	III	0,86	-	-	-	23 га	9,10
Основний обробіток ґрунту	100 га	Т-150	КВК-3,5	1	V	1,52	-	-	-	13,48	35,34
Підготовка мінеральних добрив	30 т	-	ИСУ-4	1	III	0,86	1	II	0,67	36 т	11,27
Завантаження мінеральних добрив	30 т	ЮМЗ-6/1	ПФ-0,5	1	II	0,86	-	-	-	42 т	9,66
Транспортування мінеральних добрив до 8 км	30 т	ЮМЗ-6/1	2ПТС-4	1	II	0,86	-	-	-	12 т	33,81
Внесення мінеральних добрив	100 га	МТЗ-80	КРН-5,6	1	IV	1,06	-	-	-	25,12 га	27,87
Передпосівна культивування па глибину 10-12 см	100 га	Т-150	КПС-4, БЗСС-10	1	IV	1,06	-	-	-	35 га	20
Протруєння насіння	10 т	ПС-10А		-	-	-	2	IV	1,21	40т	0,18
Завантаження насіння	10 т	вручну		-	-	-	2	II	0,67	8 т	0,91
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Підготовка мінеральних добрив	5 т	вручну		-	-	-	4	II	0,67	8 т	4,41
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	5 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Сітка з внесенням добрив	100 га	МТЗ-80	ССТ-12	1	IV	1,06	-	-	-	14,5 га	48,3
Додатковою оброблення	100 га	МТЗ-80	БЗСС-10	1	III	0,84	-	-	-	58 га	17,5
Підвезення води для приготування розчину, до 10 км	40 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Приготування робочого розчину і заправка агрегату	40 т	вручну		-	-	-	2	III	0,87	12	23,31
Оприскування всходів	100 га	ЮМЗ-6	ПОМ-630	1	III	0,86	-	-	-	23га	30,45
Перший міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	КРН-5,6	1	III	0,84	-	-	-	27,87га	48,3
Сапання з прориванням	100 га	вручну		-	-	1,82	-	-	-	0,14	5000
Другий міжрядний обробіток	100 га	МТЗ-80	КРН-5,6	1	IV	1,06	-	-	-	21,3 га	32,86
Зрізання гички	100 га	МТЗ-80	БМ-6А	1	IV	1,06	-	-	-	14,5 га	29,17
Викопування буряків	100 га	РКМ-6		1	V	1,52	-	-	-	7,8	23,33
Транспортування до місця зберігання	1500т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	3000
Укладання буряків в бурти	3000т	вручну		-	-	-	-	-	-	15 т	1400
Транспортування гички до 10 км	1200т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	800
Транспортування буряків на завод	1500	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	3000

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

					КРН 00.000 Т1		
Вид	Док	№ докум	Дата	Шкала	Технологічна карта на вирощування цукрових буряків		
Розроб	Головний						
Перев	Обліков						
Головпр							
Начальн	Начальн				ЦНТУ гр. АІ-24МЗ		
Завод	Облікований						
					Корекція		
					Формат А1		

ОГЛЯД КУЛЬТИВАТОРІВ ДЛЯ МІХРЯДНОГО ОБРОБІТКУ



Культиватор міжрядний для просянних культур
GASPARDO HL 8x70 (Італія)



Культиватор John Deere (США)



GALILEO – міжрядний просянний культиватор
з рамою, що складається (Італія)



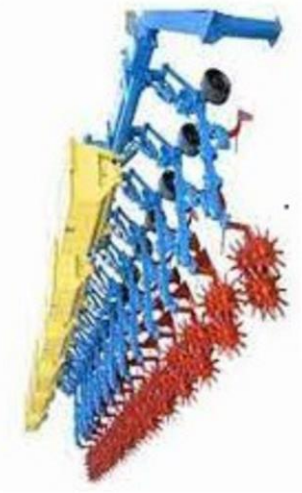
Культиватор FIGHTER A3Tech (Україна)



Культиватор HATZENBICHLER (Австрія)



Культиватор "SKR" (Австрія)



Культиватор міжрядний
для просянних культур HL 8x70 (Італія)



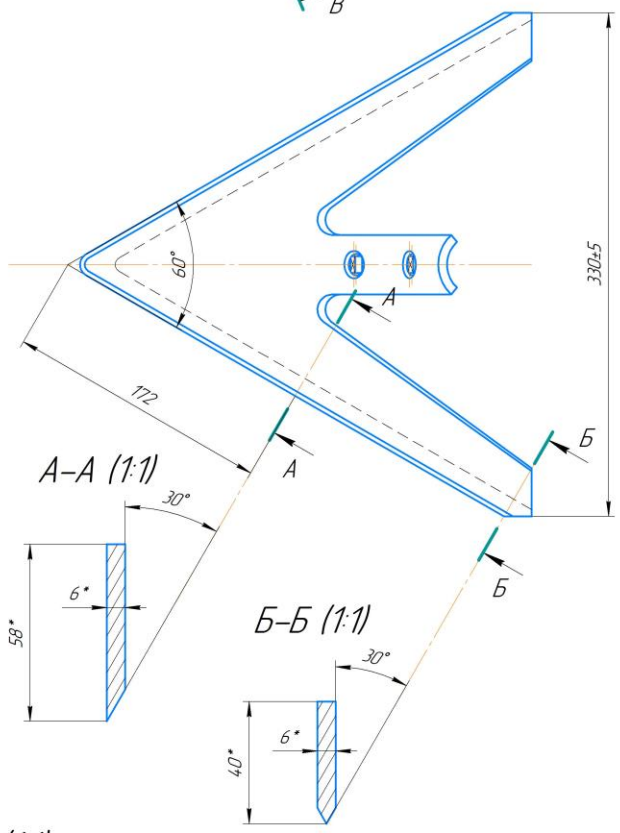
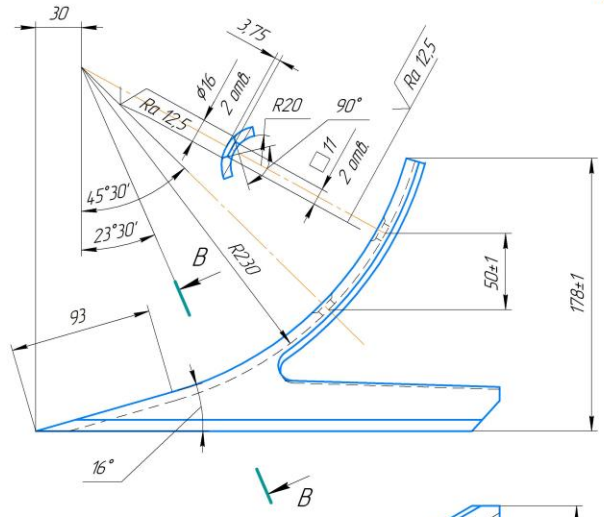
Культиватор КНФ 5.6-06 "Naplus"
з системою внесення рілких добрив (Україна)

Культиватор GRAN 5.6 (КРН) (Україна)

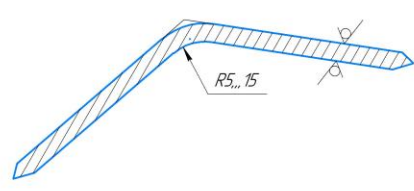
№	Вид	Марка	Модель
1	КРН	Деланд	Культиваторів
2	КРН	Деланд	Культиваторів
3	КРН	Деланд	Культиваторів
4	КРН	Деланд	Культиваторів
5	КРН	Деланд	Культиваторів
6	КРН	Деланд	Культиваторів
7	КРН	Деланд	Культиваторів
8	КРН	Деланд	Культиваторів
9	КРН	Деланд	Культиваторів
10	КРН	Деланд	Культиваторів
11	КРН	Деланд	Культиваторів
12	КРН	Деланд	Культиваторів
13	КРН	Деланд	Культиваторів
14	КРН	Деланд	Культиваторів
15	КРН	Деланд	Культиваторів
16	КРН	Деланд	Культиваторів
17	КРН	Деланд	Культиваторів
18	КРН	Деланд	Культиваторів
19	КРН	Деланд	Культиваторів
20	КРН	Деланд	Культиваторів
21	КРН	Деланд	Культиваторів
22	КРН	Деланд	Культиваторів
23	КРН	Деланд	Культиваторів
24	КРН	Деланд	Культиваторів
25	КРН	Деланд	Культиваторів
26	КРН	Деланд	Культиваторів
27	КРН	Деланд	Культиваторів
28	КРН	Деланд	Культиваторів
29	КРН	Деланд	Культиваторів
30	КРН	Деланд	Культиваторів
31	КРН	Деланд	Культиваторів
32	КРН	Деланд	Культиваторів
33	КРН	Деланд	Культиваторів
34	КРН	Деланд	Культиваторів
35	КРН	Деланд	Культиваторів
36	КРН	Деланд	Культиваторів
37	КРН	Деланд	Культиваторів
38	КРН	Деланд	Культиваторів
39	КРН	Деланд	Культиваторів
40	КРН	Деланд	Культиваторів
41	КРН	Деланд	Культиваторів
42	КРН	Деланд	Культиваторів
43	КРН	Деланд	Культиваторів
44	КРН	Деланд	Культиваторів
45	КРН	Деланд	Культиваторів
46	КРН	Деланд	Культиваторів
47	КРН	Деланд	Культиваторів
48	КРН	Деланд	Культиваторів
49	КРН	Деланд	Культиваторів
50	КРН	Деланд	Культиваторів
51	КРН	Деланд	Культиваторів
52	КРН	Деланд	Культиваторів
53	КРН	Деланд	Культиваторів
54	КРН	Деланд	Культиваторів
55	КРН	Деланд	Культиваторів
56	КРН	Деланд	Культиваторів
57	КРН	Деланд	Культиваторів
58	КРН	Деланд	Культиваторів
59	КРН	Деланд	Культиваторів
60	КРН	Деланд	Культиваторів
61	КРН	Деланд	Культиваторів
62	КРН	Деланд	Культиваторів
63	КРН	Деланд	Культиваторів
64	КРН	Деланд	Культиваторів
65	КРН	Деланд	Культиваторів
66	КРН	Деланд	Культиваторів
67	КРН	Деланд	Культиваторів
68	КРН	Деланд	Культиваторів
69	КРН	Деланд	Культиваторів
70	КРН	Деланд	Культиваторів
71	КРН	Деланд	Культиваторів
72	КРН	Деланд	Культиваторів
73	КРН	Деланд	Культиваторів
74	КРН	Деланд	Культиваторів
75	КРН	Деланд	Культиваторів
76	КРН	Деланд	Культиваторів
77	КРН	Деланд	Культиваторів
78	КРН	Деланд	Культиваторів
79	КРН	Деланд	Культиваторів
80	КРН	Деланд	Культиваторів
81	КРН	Деланд	Культиваторів
82	КРН	Деланд	Культиваторів
83	КРН	Деланд	Культиваторів
84	КРН	Деланд	Культиваторів
85	КРН	Деланд	Культиваторів
86	КРН	Деланд	Культиваторів
87	КРН	Деланд	Культиваторів
88	КРН	Деланд	Культиваторів
89	КРН	Деланд	Культиваторів
90	КРН	Деланд	Культиваторів
91	КРН	Деланд	Культиваторів
92	КРН	Деланд	Культиваторів
93	КРН	Деланд	Культиваторів
94	КРН	Деланд	Культиваторів
95	КРН	Деланд	Культиваторів
96	КРН	Деланд	Культиваторів
97	КРН	Деланд	Культиваторів
98	КРН	Деланд	Культиваторів
99	КРН	Деланд	Культиваторів
100	КРН	Деланд	Культиваторів

√ Ra 80 (√)

KPH 00.4.02



B-B (1:1)



1. НВ 350-352.
2. Невказані граничні відхилення розмірів по ОСТ 234.456-76.
3. Інші технічні вимоги по Н 043.00.000 ДТ.
4. Допускається скруглення кутів квадратного отвору до R0,8.
5. *Размір для довідок.

Лист № проєкту	Перед. примірник
Сторінка №	
Лист № проєкту	Лист № дані
Варіант №	Інша № дані
Лист № проєкту	Лист № дані
Лист № проєкту	Лист № дані

				KPH 00.4.02			
Вид	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб	Тимофійшин					2,62	1:1
Перед	Девіжун				Архив	1	Архив
Технік					Лист	6 ГОСТ 19903-74	ЦНТУ
Начальн	Мачок				Лист	65Г ГОСТ 14959-79	гр. АІ-24М/3
Затв.	Васильківський				Котлодав		Формат А2

