

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 636.353:31

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан механіко-технологічного факультету Завідувач кафедри

Сільськогосподарських машин
та системотехніки ім акад. П.М.

Василенка

(назва кафедри)

В. Братішко Ю.О. Гуменюк
(підпис) (підпис) (ПІБ)
“ ” 2021 р. “ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Обґрунтування технологічного процесу та основних параметрів
робочих органів для збирання гички цукрових буряків
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна
Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с

(підпис)

В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:
Д.с.-г.н., професор (науковий ступінь та вчене звання)
Теслюк В.В. (ПІБ)
Виконав Зведенюк В.В. (ПІБ студента)

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 636.353:31

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Сільськогосподарських машин та
системотехніки

ім. акад. П.М. Василенка

к.т.н., доцент

Гуменюк Ю.О.

_____ 2021 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Зведенюку Владиславу Вікторовичу

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Обґрунтування технологічного процесу та
основних параметрів робочих органів для збирання гички цукрових
буряків»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «01» лютого 2021р. № 189 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2021. 11. 25.

Вихідні дані до магістерської роботи: Характеристика сировинної бази регіону,
технологічна та технічна документації, стан механізації виробничих процесів по
виращуванню цукрових буряків.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Стан питання та задачі досліджень.
2. Теоретичні передумови вдосконалення технологічного процесу збирання гички та робочих органів гичкозбиральних машин цукрових буряків.
3. Програма, методика та результати експериментальних досліджень.
4. Охорона праці
5. Економічна ефективність використання машини

Дата видання завдання «10» лютого 2021р.

Керівник магістерської роботи

Теслюк В.В.

Завдання прийняв до виконання

Зведенюк В.В.

ЗМІСТ	3
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	7
1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	8
1.1. Агроекономіка до гички цукрових буряків	8
1.2 Сучасна технологія збирання гички цукрових буряків	8
1.3 Класифікація робочих органів для зрізу гички цукрових буряків	10
1.4 Вплив висоти зрізу голівок коренеплодів на їхні технологічні якості	17
1.5 Мета та задачі досліджень	21
2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГИЧКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	23
2.1 Обґрунтування висоти зрізу гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів	23
2.2. Обґрунтування основних параметрів гичкорізальних апаратів для зрізу гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів	33
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
3.1. Програма експериментальних досліджень	41
3.2 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень та агротехнічний стан поля цукрових буряків	41
3.3 Методика проведення експериментальних досліджень	43
3.4. Методика одержання параметрів спостережень та обробки результатів досліджень	48
3.5. Закономірність зміни висоти виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту	53
3.6 Вплив висоти зрізу на втрати цукроносної маси і залишки гички на коренеплодах	58

3.7. Показники якості роботи гичкорізальних апаратів виробничих машин..	59
3.8. Технологічні параметри робочих органів для зрізу гички цукрових буряків без копювання голівок коренеплодів і показники якості їхньої роботи.....	60
3.9 Показники якості сировини коренеплодів, після зрізу гички цукрових буряків з копюванням та без копювання голівок коренеплодів.....	66
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	70
4.1 Організація охорони праці та екологічної безпеки на підприємстві.....	70
4.2 Вимоги охорони праці при вирощуванні цукрових буряків.....	72
4.3 Охорона навколишнього середовища.....	75
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ	77
5.1 Розрахунок показників економічної ефективності.....	77
5.2 Річний економічний ефект.....	79
5.3. Висновки по розділу.....	81
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Найбільш трудомістких, потребуючих більших витрат енергії й засобів, є операції збирання буряка, до найважливіших елементів яких ставиться видалення бадилля з голівок коренеплодів.

Існуючою технологією й агротехнічними вимогами до гнчкоскошувальних машин передбачається робити не тільки зріз бадилля, але й обрізку голівки коренеплоду. При цьому майже всі коренеплоди травмуються, зменшується на 5-8% валовий збір урожаю. У таких

коренеплодів при тривалому їхньому зберіганні на бурякоприємних пунктах (60-70 доби), відбуваються втрати маси й цукристості, які в 2, 0-2, 5 рази перевищують втрати при зберіганні неушкоджених коренеплодів.

Крім того, застосування пристроїв для автоматичного копіювання голівок коренеплодів обмежує поступальну швидкість ботвоуборочного агрегату (5-6 км/ч), що не відповідає швидкості корін-збиральної машини (7-8 км/ч), у результаті чого не в повної мері реалізуються можливості всього комплексу збиральних машин.

У зв'язку із цим дослідження, спрямовані на вдосконалення способів збирання й робітників органів машин, що радикально знижують пошкоджуваність коренеплодів цукрового буряка й що дозволяють підвищити продуктивність бурякозбирального комплексу, є актуальним науковим і виробничим завданням.

Ціль роботи. Розробити технологічний процес збирання бадилля цукрового буряка без копіювання голівок коренеплодів й сокрунтувати основні параметри робочого органа, що забезпечують підвищення продуктивності ботвоуборочних машин, зменшення відходів цукроносної маси коренеплодів і підвищення технологічних якостей бурячної сировини.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес збирання бадилля цукрового буряка, робочі органи для зрізу наземної рослинної маси буряка й очищення голівок коренеплодів від залишків черешків бадилля.

Методика досліджень. Теоретичні дослідження виконувалися на основі оптимізації величин відходів цукроносної маси коренеплодів і залишків черешків бадилля після зрізу, а також використання методу побудови розрахункових моделей функціонування мобільних сільськогосподарських агрегатів.

Експериментальні дослідження проводилися з використанням макетів ботвоуборочних машин, обладнаних ботвосрезаючими апаратами для зрізу бадилля без копіювання голівок коренеплодів і нових елементів, що очищають, для видалення залишків черешків бадилля. Дані експериментальних досліджень оброблялися методами варіаційної статистики, дисперсійного аналізу. Агротехнічні й техніко-економічні показники визначалися відповідно до ОСТ 70.8. 6-83 "Машини для збирання цукрового буряка. Програма й методика випробувань", ДЕРЖСТАНДАРТ 23728-76 МОСТ 23730-79 "Техніка сільськогосподарська".

Наукова новизна. Розроблено й обґрунтований технологічний процес збирання бадилля без копіювання голівок коренеплодів; побудована розрахункова математична модель функціонування пристрою для видалення бадилля без копіювання голівок коренеплодів, визначені параметри й режими його роботи.

Практична цінність. Розроблено робочі органи для видалення бадилля цукрового буряка без копіювання голівок коренеплодів, що дозволяють збільшити збір урожаю коренеплодів на 1, 0-1, 5 т/га, зменшити кількість сильно ушкодженого коренеплодів не 12-13%, підвищити продуктивність в 1, 5-1, 7 рази в порівнянні із серійними машинами

НУБІП України

ВСТУП

Своєчасне збирання цукрових буряків в оптимальні агротехнічні терміни з мінімальними втратами та найменшими витратами праці є однією з нагальних проблем, вирішення яких вимагає створення високопродуктивного обладнання.

Початковими причинами більшості факторів, що знижують ефективність виробництва та надмірне використання пестицидів, є недосконалість обладнання для вирощування та збирання цукрових буряків.

Більше того, при операціях формування густоти насаджень, розпушування ґрунту, очищення головки коренеплодів від залишків бруньок у багатьох випадках традиційно використовується ручна праця.

Існуючі технології та агротехнічні вимоги до коренезбиральних машин передбачають виготовлення не тільки зрізу гіфи, а й зрізу головки коренеплоду. При цьому пошкоджуються майже всі коренеплоди, валовий збір зменшується на 5-8%. У таких коренеплодів з тривалим зберіганням у пунктах збору коренів (60-70 днів). є втрати маси та вмісту цукру, які в 2,0 - 2,5 рази перевищують втрати при зберіганні неушкоджених коренеплодів.

Крім того, використання пристроїв для автоматичного копіювання кореневих головок обмежує поступальну швидкість агрегату для збору гаків (5-6 км / год), що не відповідає швидкості роботи коренезбиральної машини (7-8 км / год), в результаті чого не повністю реалізовані можливості всього комплексу збиральних машин.

У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на вдосконалення методів збирання та роботи робочих органів машин, що докорінно зменшують пошкодження коренів цукрових буряків та підвищують продуктивність бурякозбирального комплексу, є актуальним науково-виробничим завданням.

НУБІП України

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Агротехнічні вимоги до гички цукрових буряків

Гичкорізальні апарати бурякозбиральних машин повинні обрізати буряк, щоб коріння можна було здати на цукрові заводи без ручного очищення. Відповідно до агротехнічних вимог забруднення зеленої маси зібраних коренеплодів не повинно перевищувати 3%. Зрізана частина кореневої головки повинна бути рівною, рівною, без сколів. Площина зрізу повинна проходити не нижче рівня основи зеленого листа бруньки і не вище 2 см від верхівки головки коренеплоду. Кількість коренів з черешками понад 2 см після обрізки не повинна перевищувати 5%. Втрата гіф не повинна перевищувати 10% її врожайності, а забруднення землею вороху зрізаної гички 0,5%.

1.2 Сучасна технологія збирання гички цукрових буряків

В даний час як у вітчизняній, так і зарубіжній практиці визначено два напрямки механізації збирання лушпиння цукрових буряків:

- зріз гички на пні;
- взяти коренеплід за стебло і зрізати його в машині.

Перший напрямок включає копіювання головок коренеплодів з наступним їх зрізом, поєднання в часі процесів копіювання й зрізу, видалення гички без копіювання головок коренеплодів з наступним їх дообрізанням.

Широке застосування одержали, особливо в закордонній практиці, гичкозбиральні машини, у яких об'єднано декілька операцій. Так, наприклад, у французькому комплексі машин для збирання цукрових буряка "Жан-Моро" використовує гачкозбиральну машину, яка спочатку зрізає верхівку на певній висоті (зрізає без копіювання головок коренеплодів), а потім копіює головки коренеплоди з подальшим їх зрізом.

Другий напрямок зняття бадилля: взяття коренеплодів за бадилля з подальшим вирівнюванням голів і зрізом їх у машині. У цьому випадку

необхідно закріпити кожен корінь у верстаті, що призводить до складності конструкції пристрою. Після зрізання гіф, як правило, проводиться додаткове ручне очищення залишків гички на головках коренів. Через низьку продуктивність та складність конструкції механізмів вирівнювання цей напрямок у світовій практиці механізованого видалення бадилля цукрових буряків не знайшов застосування /1/.

Характерною особливістю технології збирання цукрових буряків у вищезазначених країнах є використання низькоскорочених. Це дозволяє отримати пучок коренів з низьким засміченням рослинних залишків і бруньок, але з високим вмістом цукру. Наприклад, на думку американських фахівців, головка коренеплодів містить 7-8% цукру і, крім того, наявність підвищеної кількості шкідливого азоту негативно позначається на цукровому процесі, тому головка не особливо цінна. Це пов'язано з тим, що при укладенні контракту між представниками цукрового заводу та фермером буряк нижче 12% цукристості не враховується.

Широко відомі французькі фірми "Jean Moreau" та "Herriau", провідні американські фірми "John Deere", "International Harvester", "Parma", "Scott Weiner" тощо, випускають одно-, дво-, три-, чотири-, шести-, восьмирядних бурякозбиральних комбайнів залежно від вимог покупця. Шести-, восьмирядні машини здебільшого самохідні, а інші причіпні або причіпні. Французькі шестирядні комплекси, що продаються в країнах, що вирощують буряк, Західної Європи / 1,4 /, добре зарекомендували себе і завоювали популярність.

Таким чином, у світовій практиці переважають гичкозбиральні машини з ріжучими апаратами, що здійснюють зріз гички на пні і цим досягається більш якісне видалення гички при високій їх продуктивності.

НУБІП України

1.3 Класифікація робочих органів для зрізу гички цукрових буряків

Прості за дизайном виконання гичкорізальні апарати, які виконують зріз гички без копіювання голів коренеплодів, технологічно надійні в роботі. Поряд з перевагами дана група має суттєві недоліки - збільшення втрат (20-50%) або їх подрібнення.

Гичкорізальний апарат (рисунок 1.1а), в якому ріжучий елемент виконаний у формі сегментного ножа, виконує зворотно-поступальний рух (машина Вольво) зрізує гичку на певній висоті щодо поверхні ґрунту. В основній масі зрізаної гички головки коріння відсутні, тобто відсутня крона зрізаного пучка гички, внаслідок чого листя розпадаються під час зрізу. Все це призводить до труднощів збору гички та збільшення їх втрат, які можуть сягати понад 30%.

Ріжучий елемент може бути конструктивно виконаний у вигляді двох сегментних ножів, які виконують зворотно-поступальний рух. Також відомі пристрої, які виконані у вигляді замкненого ланцюга або троса з нерухожими ріжучими елементами у вигляді сегментів.

Гичкорізальний апарат, в якому ріжучий елемент виконаний у вигляді ротора з горизонтальною віссю обертання (рис. 1.1b), подрібнює гичку і через один день зберігання стає непридатним для годівлі.

У вітчизняній практиці цей пристрій для збирання бадилля цукрових буряків не застосовується широко. У зарубіжній практиці застосовується такий пристрій, але подрібнений верх розкидається по полю. У гіпсовому різачку, який виконаний у вигляді ротора з верхнім приводом (рис. 1.1в), також ускладнений процес складання вирізаного дефіса, тому він не набув широкого поширення.

Найпоширеніші збирачі гички, що працюють за принципом копіювання головок коренеплодів, з подальшим їх зрізом. Пристрої цієї групи - це кінематично пов'язана система з двох елементів - копіювального апарата та ножа (рис. 1.3.). Зв'язок може здійснюватися наступним чином:

- висота зрізу під час роботи пристроєм залишається незмінною;

- висота зрізу під час роботи пристрою змінюється залежно від розміру качанів коренеплодів.

В якості елемента копіювання можна вибрати пасивний (смугастий, гребінчастий) або активний (кільцевий, гусеничний) копир. Зріз робиться безпосередньо пасивним або активним ножем / 2,4,5,6,7 /.

Поряд із простотою конструкції гичкорізальні апарати, що складаються з пасивного копіру 1 (малюнок 1.2а) та пасивного ножа 2, не набули широкого поширення у вітчизняному виробництві. Основна причина - ненадійність технологічного процесу зрізу. Під час роботи пристрій засмічується, особливо на полях із великим засміченням, що призводить до неякісного зрізу, а в більшості випадків - вибивання коріння з ґрунту.

У зарубіжному виробництві на деяких серіях комбайнів "Newtrau" використовуються гичкорізи з пасивним копіром та пасивним ножем.

Гичкоріз, що складається з пасивного копірувального апарата 1 (рис. 1.3б) та активного ножа 2, може бути виконаний у вигляді гребінця або предметної скоби, яка встановлюється під кутом до дискового ножа горизонту. Ніж може мати вирізи або заклепані сегменти по периферії.

Пристрій цієї конструкції широко використовується у вітчизняних машинах. Застосовувався в бурякозбиральних комбайнах ВС4, СКД-2А, СКД-2 та СКД-3. В даний час встановлений на автомобілі БМ-6В. У чинарках застосовувався на бурякозбиральних комбайнах Zidersleben та Kist (США).

Гичкорізальні апарати цього макету задовільно працюють на швидкості до 1,5 ... 1,7 м / с. Зі збільшенням робочої швидкості технологічний процес зрізання коренеплодів різко погіршується, що призводить до збільшення втрат цукрової маси в гичці. Також виникають втрати гачка через недосконалість конструкції пристроїв, що фіксують гичку.

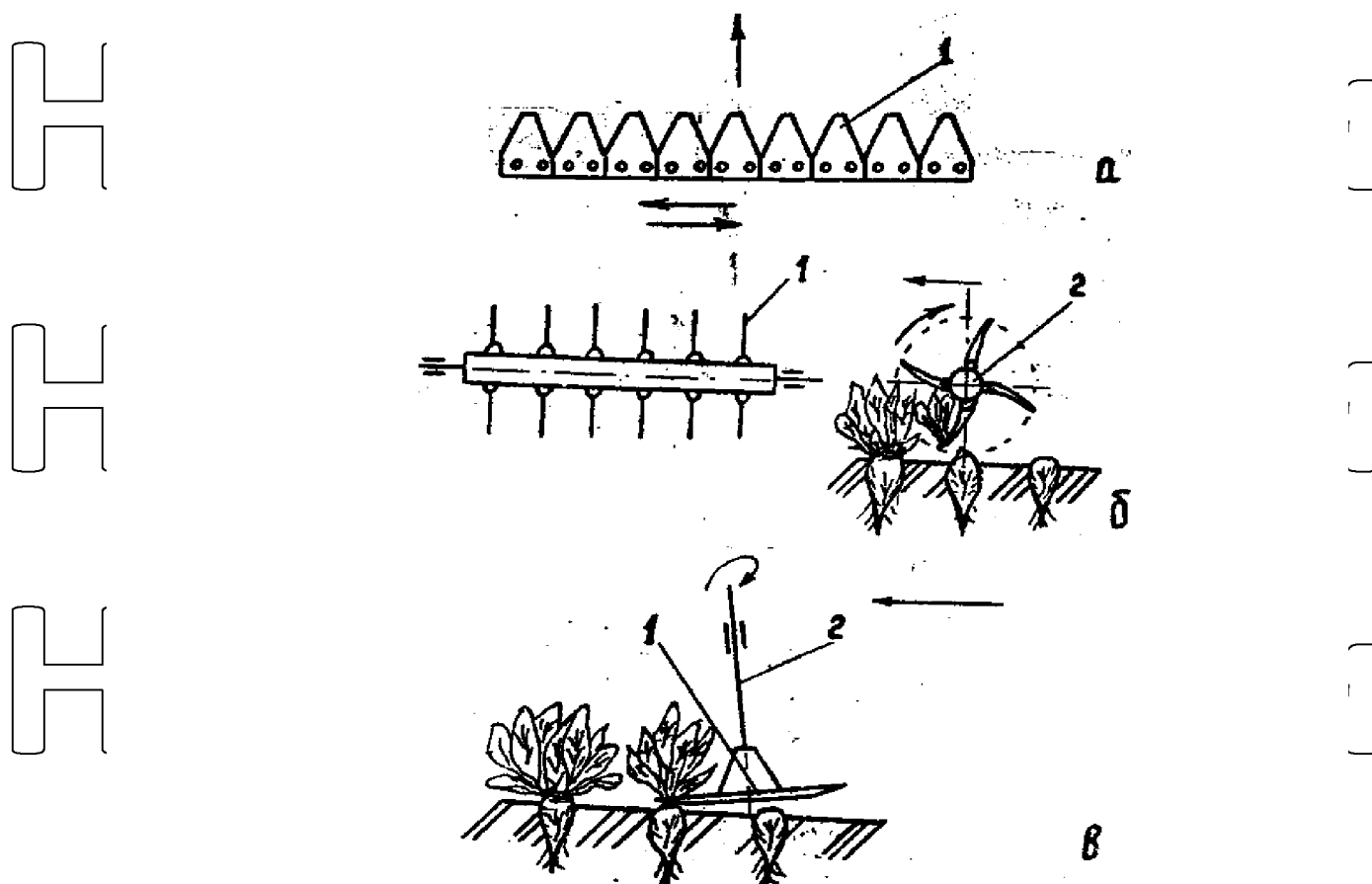


Рисунок 1.1. Гичкорізальні апарати, що здійснюють зріз гички без копіювання голівок коренеплодів:

1 - ніж; 2 - вал; а - сегментний ніж, що робить зворотно-поступальний рух; б - ротор з горизонтальною віссю обертання; в - ротор з вертикальною віссю обертання.

Гичкорізальний апарат, що складається з активного копіювального апарата 1 (рис. 1.2в) та пасивного ножа 2, може бути виконаний у вигляді порожнистого барабана або набору дисків. Ніж може бути плоским, округлим або овальним.

У вітчизняній машинобудівній галузі цей тип гіпсорізів не поширений через відносно нестабільні ґрунтово-кліматичні умови районів виробництва цукрових буряків. В окремі роки не вистачало вологи і більшої частини головок коренів

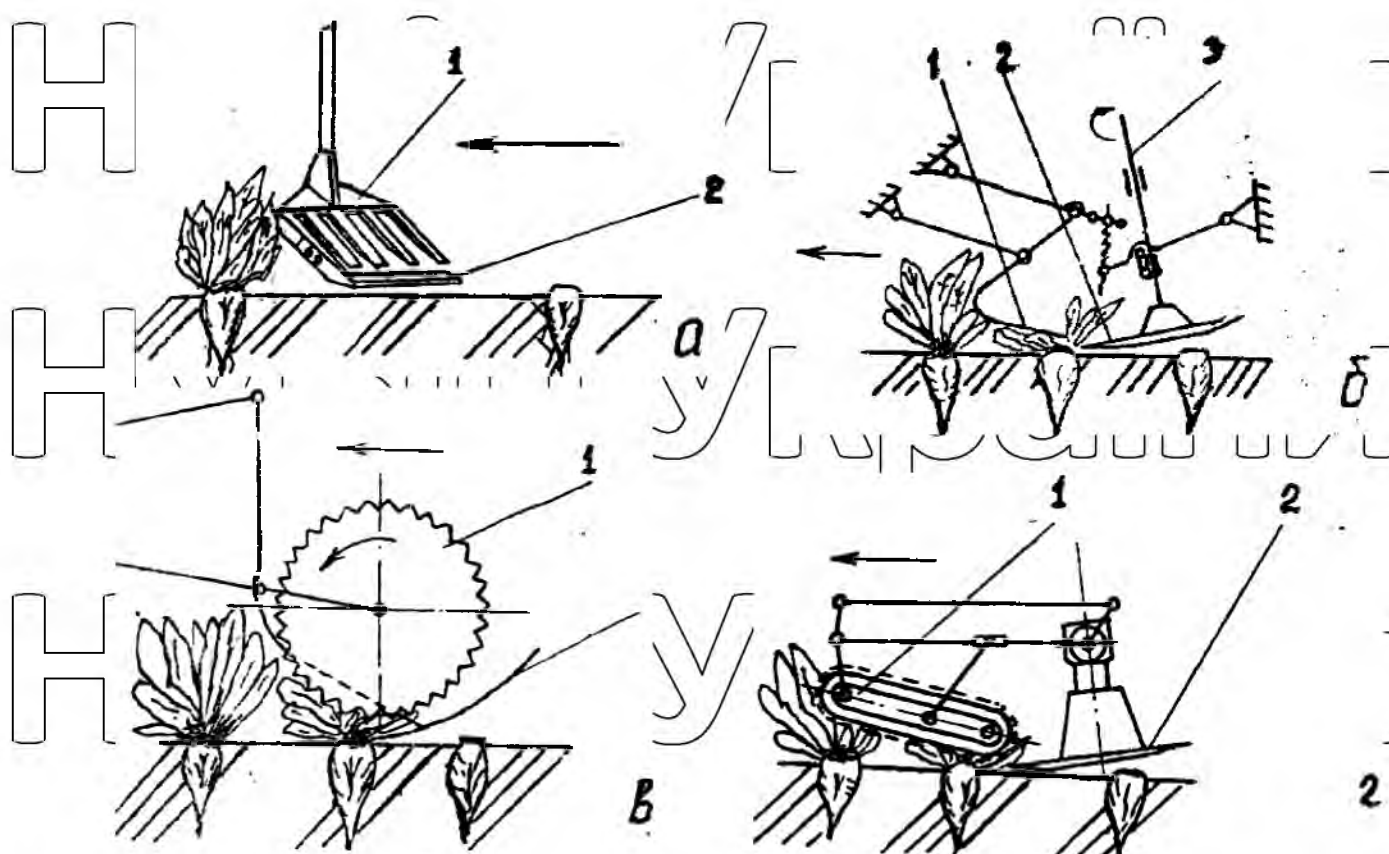


Рисунок 1.2. Гичкорізальні апарати, що здійснюють копіювання голівок коренеплодів з наступним зрізом гички: 1 - копір; 2 - ніж; 3 - вал; а - пасивний копір і пасивний ніж; б - пасивний копір й активний ніж; в - активний копір і пасивний ніж; г - активний копір й активний ніж.

знаходився на рівні землі або нижче. За таких умов роботи пасивний ніж швидко притупляється, що призводить до неякісного різання корневих головок. Крім того, через наявність рухомих частин копіювального апарата та його підвісу динамічні властивості цієї системи погіршуються, що обмежує роботу пристрою, особливо на високих швидкостях.

У зарубіжному виробництві цей тип різальних верстатів застосовується на верстатах чеського виробництва, деяких серіях "Жан Море" (Франція), Е-7В2 (НДР) та "Stol" (Австрія) / 5,6,7/.

Гичкорізальний апарат, що складається з активного копіювального апарата 1 (малюнок 1.2d) та активного ножа 2, в більшості випадків являє собою гусеничний копір, що рухається по головках коренів. Дисковий ніж 2, встановлений за копіром 2, відрізає верх і передає його на транспортуючий пристрій. Пристрій цієї конструкції не знайшло практичного застосування у виробництві. Це пов'язано із зростанням інерційних сил рухомих частин копіювального апарату, його підвіски та самого ножа.

У зарубіжній практиці культиватор встановлювали на машинах "Бентдаг" (США) у перших бурякозбиральних комбайнах "Жан Моро" (Франція).

Заслужують на увагу різальні машини, які поєднують процеси копіювання та різання в часі. Ці робочі органи перебувають у стадії пошукових досліджень. Поряд із поєднанням процесів копіювання та різання, що спрощує кінематичну схему пристрою, існує ряд технологічних труднощів. Основним недоліком є збір і перенесення вирізаної гілки на транспортувальний пристрій (рис. 1.4).

Відомі гичкорізальні апарати з горизонтальним валом (патент Швеції № 315766, А 01 d, 1965), який має два диски на певній відстані один від одного.

По периметру диски з'єднані між собою сталевими дротами або нитками з високоміцного матеріалу (рис. 1.2a). Барабан, утворений двома дисками і сталевими дротами, має можливість вільно рухатися у вертикальній площині.

Під час роботи барабан обертається і котиться над головками коренів. Листя гіфи, що потрапили в простір між дротами, розрізають порційно, а подрібнені гіфи потрапляють у внутрішню частину барабана. Через вікна, зроблені в дисках, подрібнену бруньку кидають у землю.

Гичкорізальний апарат (патент Франції № 1532700, Aold, 1969) з вертикальним валом не знайшов практичного застосування через збільшені витрати цукровмісної маси головок сильно виступаючих коренів (рис. 1.4b).

Лабораторні дослідження пристрою для різання гаків (As570339 (СРСР), Aold, 1977), проведені у Всеююзному науково-дослідному інституті цукрових

буряків (ВНС), що складається з двох похилих дисків, на периферії яких ножі одного ножа в зазорах ножів іншого диска, підтвердив, що збирання та передача гички на транспортний пристрій ускладнюється тим, що відбувається часткове шліфування зрізаної гички (рис. 1.4в).

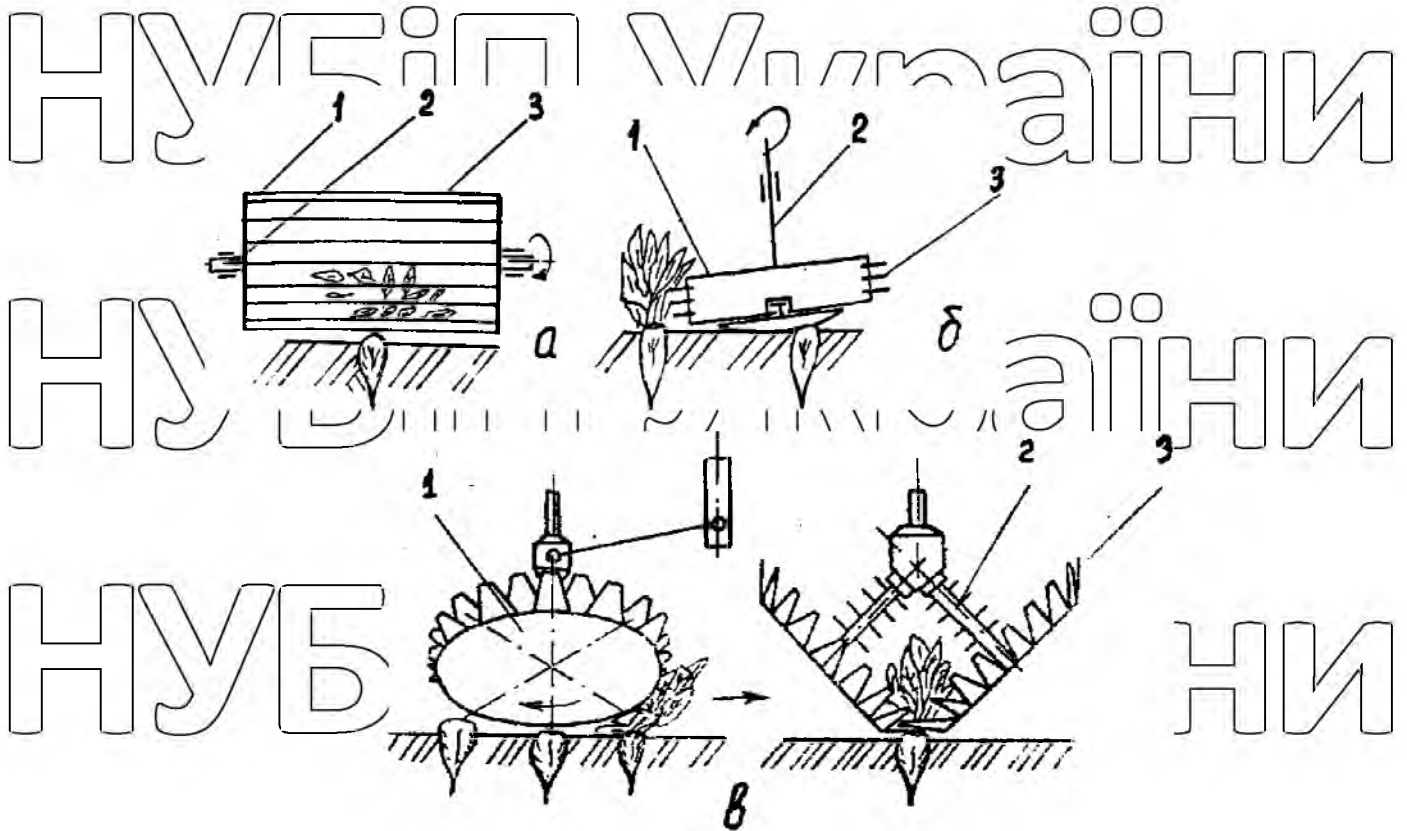


Рисунок 1.3.- Гичкорізальні апарати, що поєднують процес копіювання й зрізу: 1 - диск; 2 - вал; 3 - ніж; а - барабан зі сталевими сегментами; б - ротор із шарнірно укріпленими ножами; в - два похило встановлені диски з ножами

За кордоном широко використовуються збиральні машини, в яких процес видалення гички ділиться на кілька операцій. Наприклад, у самохідному комбайні А-500 «Volvo» (Швеція), компанії «Kuiken»

(Голландія) культиватор знімає зчпний пристрій на заданій висоті щодо рівня землі (рис. 1.4). За косаркою типу 4 знаходиться попередній очищувач 3 корневих головок, який видаляє залишки після зрізання бадилля. За попереднім очищувачем 3 знаходиться апарат для точної обрізки головки

коренів, який виконаний у формі пасивного копірувального апарата 2 та пасивного ножа 1.

У французькому комплексі для збирання буряка "Herriau" застосовується гачкорізька машина, в якій перша операція - попереднє зрізання верхівки - виконується горизонтально ротором, 1 (рисунок .- 1.5) з сталевими шарнірно-підвішаними ножами.

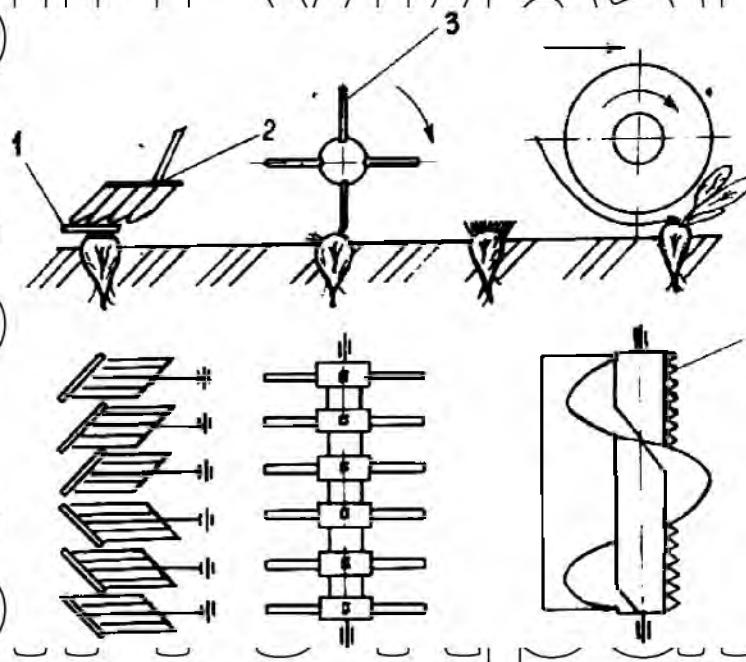


Рисунок.1.4.- Функціональна схема видалення гички

комбайна А-500 "Volvo": 1 - ніж; 2 - копір; 3 - доочисник; 4 - сегментний ніж.

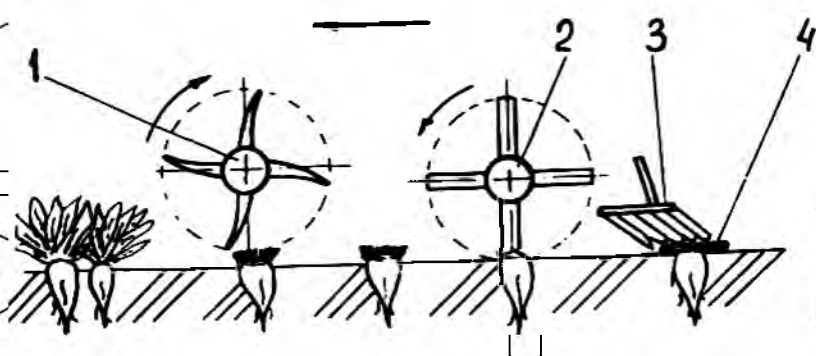


Рисунок 1.5.- Функціональна схема видалення гички збирального комплексу "Herriau": 1 - ротор; 2 - доочисник; 3 - копір; 4 - ніж.

Встановлені за попереднім очищувачем 2 головки коренів видаляють залишилися черешки. Для видалення голів коренеплодів використовують пристрій з пасивним копиром 3 і пасивним ножем 4.

На основі класифікації / 8,9 / різальних верстатів та аналізу їх роботи можна зробити наступні висновки:

1. Гичкорізальні пристрої, які забезпечують видалення дефіса без копіювання голів коренеплодів, прості в конструктивному виконанні і надійні в роботі, але при роботі вони властиві втратам гич і їх дроблення. Хічкочери, які копіюють головки коренеплодів з подальшим їх зрізом, мають значну інерційну силу зі збільшенням робочої швидкості, навіть коли один елемент активний. Якщо обидва елементи пасивні, відбувається засмічення всього пристрою, що призводить до порушення технологічного процесу.

3. Гичкорізи, що працюють за принципом поєднання в часі процесів копіювання та різання, мають просту конструкцію, але в той же час складний процес збору та передачі вирізаних гич. Також відбувається часткове подрібнення гички.

Таким чином, пристрої для збору гички, які зрізають бруньку без копіювання головки коренів, прості за конструкцією, надійні в експлуатації, стабільно виконують процес і дозволяють збільшити швидкість роботи гачозбиральних машин без шкоди якості зрізу підвищення загальної продуктивності бурякокомплексу.

1.4 Вплив висоти зрізу голівок коренеплодів на їхні технологічні якості

Важливим питанням у процесі механізованого збирання цукрових буряків є висота зрізаних голів коренеплодів. Відомо, що оптимальна висота зрізу залежить від повноти збирання коренеплодів без ручного очищення, збереження технологічних якостей сировини при тривалому заводському зберіганні, а також від врожаю білого цукру.

Перші великі дослідження, проведені Рубіном Б.А. /11/ в 1930-х роках, виявили взаємозв'язок між пошкодженням коренів під час механізованого

збору врожаю та тривалістю заводського зберігання, а також врожайністю білого цукру.

Зрізання головки коренеплоду, чого не вдається уникнути за допомогою механізованого методу видалення бруньки, завдає шкоди коренеплодам і є одним з основних шляхів проникнення мікроорганізмів та хвороб.

Зменшення шкідливих наслідків зрізу, тобто зменшення маси качана, що обрізається, відносно ваги коренеплоду - один із способів збільшення валового збору коренеплодів цукрових буряків. У той же час збільшення маси головки, яка зрізана до загальної маси кореня, призводить до невиправданих втрат як з

економічної, так і з технологічної точки зору. Пройшовши шлях пошуку оптимального співвідношення між масою зрізаної головки та масою всього коренеплоду, було проведено ряд дослідницьких робіт [12,13,14,15,16,17].

Дослідження показали, що верхня частина кореневої головки містить 7,8% цукру, нижня - 11,7%, а коренеплоди з відрізаною головкою 16,2%. Якість соку становить відповідно 65,5, 79,3 та 31,3, а вихід цукру - 12,6, 4 та 12,9%. Ці дані свідчать про те, що верхня частина голови не має значення як сировина для технологічної обробки.

Чеські вчені вивчали вплив методу обрізки кореневої головки на технологічні якості буряка. Було встановлено, що при різанні головки на площині, перпендикулярній осі кореня, відходи цукрової маси становлять 13,8%, а при різанні на шишці - 6%. Дослідження дозволили зробити висновок, що в роки з низькою врожайністю слід застосовувати зріз на конусі, а в роки високої врожайності - на площині [12,13].

Дослідження в Німеччині показали, що при зрізі головок коренеплодів на 10 мм нижче встановленого рівня відходи цукрової маси становлять 7-9%, а на 20 мм нижче - 15-20%. Наприклад, при урожайності коренеплодів 50 т / га відходи цукрової маси становитимуть 7,5-10,0 т / га [13].

Трирічні дослідження тривалого зберігання в Сполучених Штатах показали, що необрізані коренеплоди в кінці зберігання мають більший вміст цукру та вихід білого цукру, ніж обрізані коріння. Крім того, як встановлено в

Чехословаччині, необрізані обрізані коріння мають найвищу стійкість до хвороб. /15/.

Дослідження, проведені Костенко А.С., Лінець А.А., Шпанецька М.Н. /11 /, показали, що вміст цукру в зрізаних голівках становить 4,2-5,0%, не цукру 21,6-24,5%, а відновлюючих речовин у 5-6 разів більше, ніж у корені.

На основі досліджень вони запропонували зріз качанів коренеплодів у співвідношенні 5-10% до маси коренеплоду. Крім того, сільське господарство покращить кормову якість гіф, а цукрова промисловість отримає технологічно високоякісну сировину, що позитивно впливає на зберігання та переробку.

Проведені дослідження з порівняння фізико-механічних властивостей та технологічних якостей коренеплодів /16,17/ при застосуванні трьох способів зрізу: зріз голівки коренеплодів, маса якої становить 9% від маси всього

кореня; зріз верхівкової бруньки й всієї зеленої маси; залишення голівки коренеплоду з наявністю зеленої маси до 3%. Як показали дослідження, кращі

технологічні якості, з погляду цукроваріння, мають коренеплоди з низьким зрізом. Вміст цукру в таких коренеплодах складає 17,75%, нецукрів - 8,13, речовин що редукують - 0,08 і загального азоту - 0,18%. Трохи гіршими були

показники в коренеплодів, у яких вилучена верхівкова брунька із зеленою

масою: цукру - 16,95, нецукрів - 8,81, що редукують речовин - 0,11 і загального азоту - 0,21%. Найбільш непридатні показники для процесу цукроваріння були

в коренеплоду з голівкою, що містить кількість зеленої маси до 3%: цукру - 16,65, нецукрів - 8,73, речовин що редукують - 0,18 і загального азоту - 0,21%.

Аналізуючи наведені дані видно, що за хімічним складом і найважливіших показниках технологічності кращим є коренеплоди з низьким зрізом. Разом з тим, коренеплоди з низьким зрізом характеризуються меншою

стійкістю до проникнення хвороботворних мікробів в ушкоджену частину при зберіганні. Такі коренеплоди, після збирання, безпосередньо йдуть на

переробку або зберігаються в кагатах протягом декількох днів.

Коренеплоди з незрізаною голівкою й наявністю гічки до 3% є найменш прийнятними для процесу цукроваріння, тому що підвищений вміст

шкідливого азоту й речовин, що редукують, різко знижує кількість виходу білого цукру з одиниці маси сировини.

Найбільш прийнятними, з погляду промислової переробки й механізації процесу видалення гички, є коренеплоди, в яких вилучена верхня частина коренеплоду та вся зелена маса. Такий коренеплід здатний довго зберігатися в заводських кагатах, менше піддається проникненню хвороботворних мікробів і тривалий період зберігає технологічні якості.

Особливої уваги заслуговують дослідження, проведені Зуєвим М.М., і Борисюком В.А. /13/, у яких розглянутий вплив параметрів гичкорізальних апаратів застосовуваних у бурякозбиральних машинах на висоту зрізу й технологічні якості коренеплодів. Автори досліджень підтвердили основні положення про те, що коренеплоди з низьким зрізом голівки мають кращі технологічні якості. Але, незважаючи на це, вихід цукру із загальної маси зібраних коренеплодів, у яких вилучена вершина в розмірі 5% від загальної маси коренеплоду, буде також або більшим, ніж у коренеплоду з низьким зрізом після довгого заводського зберігання.

Незважаючи на протилежність висновків досліджень про необхідну висоту зрізу голівки коренеплоду й впливу її на збереження технологічних якостей сировини при тривалому заводському зберіганні, а також з огляду на сучасні вимоги про збільшення виробництва цукру й можливості сучасних бурякозбиральних машин, необхідно зробити наступні висновки:

- у початковий період збирання цукрових буряків проводити нормальний і низький зріз голівок коренеплодів для забезпечення тридобового запасу їхньої реалізації;
- при подальшому збиранні та нагромадженні сировини на цукровому заводі коренеплоди із низьким зрізом необхідно направляти безпосередньо на переробку, а з нормальним зрізом укладати в кагати, які будуть реалізовані в першу чергу після збирання цукрового буряка;

- у період масового збирання проводити високий зріз голівок з ефективним очищенням залишків гички й укладати коренеплоди в кагати для тривалого зберігання.

На якість роботи та продуктивність гичкорізальних апаратів, що складаються з елементів копіювання та зрізу, впливають:

- величина відхилення коренеплоду щодо умовної осьової лінії рядка;
- величина перепаду висот вступання голівок коренеплодів відносно один одного й поверхні ґрунту;

- спільна дія біологічних та агротехнічних властивостей цукрових буряків з інерційно-динамічними властивостями системи копіювання.

Для збереження цукроносно-маси, підвищення технологічних якостей коренеплодів, збільшення збору гички й виключення впливу інерційно-динамічних навантажень ріжучого апарату під час процесу зрізу необхідно застосовувати зріз гички цукрового буряка без копіювання голівок, але з наступним інтенсивним доочищенням решток гички на коренеплодах.

Застосування зрізу гички без копіювання голівок коренеплодів дозволить спростити конструкцію гичкорізальних апаратів, підвищити надійність технологічного процесу зрізу гички й продуктивність гичкозбиральних машин.

1.5 Мета та задачі досліджень

На підставі пошукових досліджень механізації відокремлення гички цукрових буряків у світовій практиці, агротехнічних вимог до процесу, роботопридатності конструкцій ріжучих апаратів, підвищення технологічних якостей коренеплодів, збільшення збору гички й виключення впливу інерційно-динамічних навантажень ріжучого апарата в процесі зрізу необхідно видаляти гичку цукрових буряків без копіювання голівок з

наступним інтенсивним доочищенням черешків, що залишилися на коренеплодах. У зв'язку з цим сформульовано задачі досліджень:

- теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити можливість застосування зрізу гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів ріжучими апаратами роторного типу з вертикальною віссю обертання;

- встановити основні закономірності й аналітичні залежності для проектування ріжучого апарату, виконаного у вигляді ротора з нижнім приводом;

визначити вплив нерівностей ґрунту на зміну висоти зрізу гички без копіювання голівок коренеплодів;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГИЧКОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1 Обґрунтування висоти зрізу гички цукрових буряків без копіювання голівки коренеплодів

При зрізі гички без копіювання голівки коренеплодів гичкорізальний апарат встановлюється на певній постійній висоті відносно рівня ґрунту. Голівки коренеплодів розміщуються на різній висоті відносно рівня ґрунту, тому з певної частини коренеплодів будуть зрізатися голівки з гичкою, а з іншої частини буде зрізатися тільки гичка і на голівках залишаться залишки гички різної довжини.

В зв'язку з цим необхідно теоретично обґрунтувати оптимальну висоту зрізу гички без копіювання голівки коренеплодів при умові, що відходи цукроносною маси в гичці були б мінімальними (згідно з агро вимогами не більше 5%), а залишки гички на коренеплодах не перевищували 10%.

Допустимо, що урожай цукрових буряків з одиниці площі складається з A тонн коренеплодів і B тонн гички. Тоді загальна вартість (C) врожаю складе

$$C = A \cdot C_a + B \cdot C_b \quad (2.1)$$

де C_a - закупівельна ціна 1 т коренеплодів;

C_b - закупівельна ціна 1 т гички. Чистий дохід від виробництва цукрових буряків складе

$$i = \tilde{N} - \tilde{N}_0 \quad (2.2)$$

де S_u - загальна вартість засобів виробництва цукрових буряків на одиницю площі.

У загальному випадку при застосуванні механічних гичкорізальних апаратів, які здійснюють зріз гички відносно рівня ґрунту на сталій висоті, одержимо фактичний урожай коренеплодів (A_1)

$$A_1 = A - \Delta A \quad (2.3)$$

де ΔA - відходи цукроносної маси в гичці.
Урожай гички (B)

$$B_1 = B - \Delta B + \Delta A \quad (2.4)$$

де ΔA - маса залишків гички, що залишилися на незрізаних голівках коренеплодів.

Згідно з агротехнічними вимогами наявність залишків гички у воросі зібраних коренеплодів (A_1) допускається не більше 3%. Тоді прибуток (Π) з врахуванням маси гички, що залишилася на коренеплодах ΔA

$$\Pi = A_1 \ddot{O}_E + A_1 \ddot{O}_a - N_0 = (A - \Delta A) \ddot{O}_E + (A - \Delta A + \Delta A) \ddot{O}_a - N_0 \quad (2.5)$$

Аналіз рівняння (2.5) показує, що перші три складові не залежать від висоти зрізу, а дві інші є функціями висоти зрізу, тобто

$$\Delta A = f_1(h) \quad ; \quad \Delta B = f_2(h) \quad (2.6)$$

Для знаходження максимуму прибутку з врахуванням оптимального співвідношення відходів цукроносної маси в гичці і втраг залишків гички на незрізаних голівках коренеплодів необхідно продиференціювати рівняння (2.5) і прирівняти першу похідну до нуля

$$\frac{d\Pi}{dh} = -\frac{d(\Delta A)}{dh} (\ddot{O}_E - \ddot{O}_a) - \frac{d(\Delta B)}{dh} \ddot{O}_a = 0 \quad (2.7)$$

Розв'язок рівняння (2.7) відносно h дасть шукану оптимальну висоту зрізу $h_{\text{опт}}$, а підставивши значення $h_{\text{опт}}$ у рівняння (2.5), визначимо максимально можливий прибуток при зрізі гички без копіювання голівок коренеплодів.

Для рішення рівнянь (2.5 і 2.7) необхідно одержати функції $\Delta A = f_1(h)$ й $\Delta B = f_2(h)$ у явному вигляді.

Вважаємо, що математичне сподівання висот виступання голівок коренеплодів відносно рівня ґрунту відоме й дорівнює m , середньоквадратичне відхилення дорівнює σ , а відхилення випадкової величини висот виступання голівок коренеплодів від математичного сподівання розподілені нормально [18]. При зрізі на висоті математичного сподівання m одержимо відходи цукроносної

маси з голівок N коренеплодів, які розмішені на різній висоті відносно рівня ґрунту

$$\sum h_0 = 0,5N \cdot \sigma_n = N \int_{-\infty}^h \varphi(h) dh \quad (2.8)$$

де $\sum h_0$ - сума висот зрізаних голівок коренеплодів;

σ_n - середньоквадратичне відхилення висот виступання голівок коренеплодів відносно рівня ґрунту;

$\varphi(h)$ - щільність нормального розподілу висот виступання голівок відносно

рівня ґрунту;

$$N = \frac{A}{q_k} \quad \text{число коренеплодів на одиниці площі;}$$

q_k - середня маса коренеплоду.

Для того щоб перейти від втрат цукроносної маси по висоті до об'ємних величин і відповідно до відходів цукроносної маси у зрізаній гичці, а також до маси залишків гички на не зрізаних голівках, необхідно знати закон розподілу маси коренеплодів і залишків гички. Наприклад, якщо випадкова величина

розподілу висоти виступання голівок коренеплодів розподілена нормально, а

голівка являє собою частину сфери (півсфери) або зрізаного конуса, то розподілення маси коренеплодів буде відрізнятися від нормального, відповідно до цього формула (2.8) буде неприйнятною.

По своїй будові голівка коренеплоду може мати форму циліндра, зрізаного конуса або півсфери [24]. Гичку в нижній її частині, тобто в зоні, де відбувається зріз, можна завжди представити у вигляді циліндра із середнім діаметром D_0 (рисунок 2.1)

Розглянемо випадок, коли голівка коренеплоду й залишки гички в зоні зрізу мають форму циліндра.

У загальному випадку об'єм циліндра (V) визначається

$$V = \frac{\pi D_0^2 h_0}{4}$$

де D - діаметр основи циліндра;

$h_{ц}$ - висота циліндра.

Знаючи об'єм циліндра, можна визначити його масу (G)

$$G = \frac{\pi D^2 h_{ц} \rho}{4} \quad (2.9)$$

де ρ - питома вага матеріалу циліндра.

По аналогії з формулою (2.8) відходи цукронової маси при зрізі на висоті математичного сподівання в загальному випадку

$$\Delta A' = 0,5 G N \sigma, \quad (2.10)$$

а залишки гички на не зрізаних коренеплодах будуть

$$\Delta B' = 0,5 G_{\sigma} N \sigma, \quad (2.11)$$

Розв'язуючи спільно рівняння (2.8, 2.9, 2.10) і припускаючи, що висота зрізу проходить нижче висоти математичного сподівання \bar{h} , відходи цукронової маси збільшаться й будуть становити

$$\Delta A = \frac{\pi \rho_k D_k^2 A \sigma h_x}{8 q_k} \quad (2.12)$$

У той же час, залишки гички на голівках коренеплодів зменшаться, тому що частина їх перейде в зрізану гичку

$$\Delta B = \frac{\pi \rho_{\sigma} D_{\sigma}^2 A \sigma}{8 q_k} - \frac{\pi \rho_k D_k^2 A h_x}{8 q_k}, \quad (2.13)$$

Підставивши значення рівнянь (2.12 й 2.13) у вихідне рівняння (2.7), будемо мати

$$\frac{d}{dh} \left(\frac{\rho_k \pi D_k^2 A \sigma h_x}{8 q_k} \right) (C_k - U_{\sigma}) - \frac{d}{dh} \left(\frac{\rho_{\sigma} \pi D_{\sigma}^2 A \sigma}{8 q_k} - \frac{\rho_k \pi D_k^2 A h_x}{8 q_k} \right) \frac{H_{\sigma}}{h} = 0$$

Після перетворення одержимо

$$\rho_{\sigma} D_{\sigma}^2 (\ddot{O}_{\sigma} - \ddot{O}_a) \hat{O}(U) + \rho_a D_a^2 \ddot{O}_a \hat{O}(U) = \rho_a D_a^2 \ddot{O}_a, \quad (2.14)$$

Розв'язавши рівняння (2.14) відносно $\Phi(U)$, одержимо загальний вид рівняння, що зв'язує відходи цукронової маси й залишки гички при зниженні висоти зрізу на h_x

$$\hat{O}(l) = \frac{\rho_a D_a^2 \ddot{O}_a}{\rho_E D_K^2 (\ddot{O}_E - \ddot{O}_a) + \rho_a D_a^2 \ddot{O}_a} \quad (2.15)$$

де $\hat{O}(l) = \hat{O}\left(\frac{h}{G_n}\right)$ - табличний інтеграл ймовірностей.

Остаточний вид рівняння (2.15) представимо

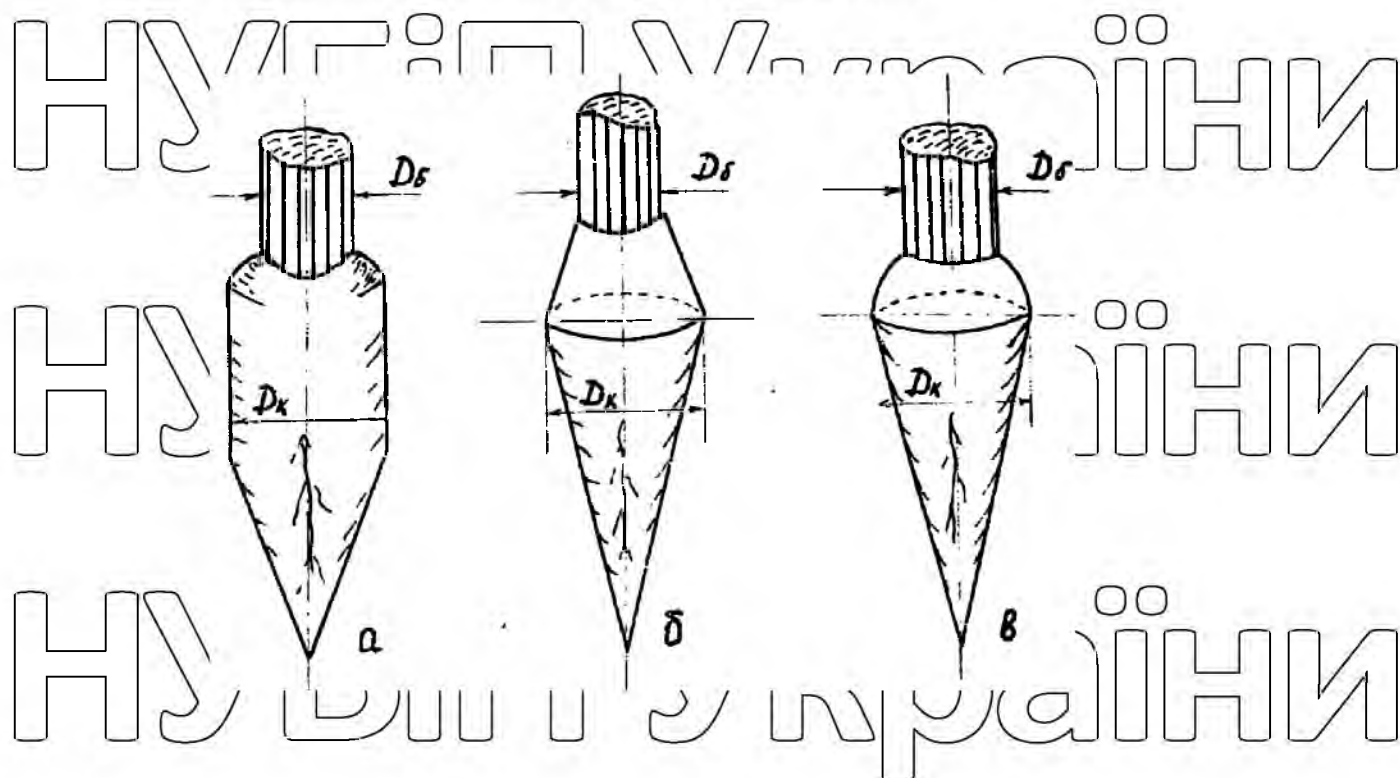


Рисунок 2.1. - Схема морфологічної будови голівки коренеплодів цукрових

буряків:

а - голівка коренеплоду у вигляді циліндра;

б - голівка коренеплоду у вигляді зрізаного конуса;

в - голівка коренеплоду у вигляді півсфери;

D_b - діаметр гички;

D_k - діаметр коренеплоду.

$$\hat{O}\left(\frac{h_x}{G_n}\right) = \frac{\rho_a D_a^2 \ddot{O}_a}{\rho_E D_K^2 (\ddot{O}_E - \ddot{O}_a) + \rho_a D_a^2 \ddot{O}_a} \quad (2.16)$$

Отримане рівняння (2.16) дає можливість визначити оптимальну висоту зрізу гички, коли голівка коренеплоду й гичка в зоні зрізу мають форму циліндра.

У випадку, коли голівка коренеплоду має форму зрізаного конуса, його об'єм визначається за формулою

$$V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$$

де h - висота зрізаного прямого конуса;

R - радіус нижньої основи конуса;

r - радіус верхньої основи конуса.

По аналогії з розв'язком рівнянь (2.12, 2.13, 2.15, 2.16) і з огляду на те, що $D=2R$, а діаметр верхньої основи зрізаного конуса голівки коренеплоду дорівнює діаметру гички, відходи цукроносної маси будуть становити

$$\Delta A = \frac{\pi h_x}{12q_k} (D_E^3 + D_d^3 + D_E D_d^2) - \frac{\rho_k G_{kx}}{2\rho_k} \quad (2.17)$$

Залишки гички на незрізаних голівках визначаються

$$\Delta B = \frac{\pi \rho_6 D_6^2 A \sigma}{8q_k} - \frac{\pi \rho_6 D_6^2 A h_x}{8q_k} \quad (2.18)$$

Підставивши значення рівнянь (2.17) й (2.16) у вихідне рівняння (2.7) і після проведення перетворень одержимо рівняння для визначення оптимальної висоти зрізу, коли голівка коренеплоду має форму зрізаного прямого конуса, а гичка в зоні зрізу - циліндра

$$\Phi\left(\frac{h_x}{\sigma}\right) = \frac{\rho_6 D_6^2 H_6}{\rho_k (D_k^2 + D_6^2 + D_k D_6) (K_{kk} - C_{gd})} - \rho_6 D_6^2 C_{gd} \quad (2.19)$$

У третьому випадку, коли голівка коренеплоду має форму півсфери, її об'єм визначиться за формулою

$$V = \frac{\pi D^3}{12}$$

Зважаючи на те, що радіус півсфери (мал. 2.11) голівки коренеплоду дорівнює її висоті ($h = \frac{\pi D_k}{2}$), об'єм голівки визначиться за формулою

$$V = \frac{\pi D_k^2 h}{6}$$

Коли висота h_x зрізу гички проходить нижче значення математичного сподівання m – виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту, тоді відходи цукроносної маси визначаються аналогічно рівнянням (2.12,2.13,2.15,2.16) і виражаються залежністю

$$\Delta A = \frac{\pi \rho_k D_k^2 A \sigma h_x}{12 q_k}, \quad (2.20)$$

А залишки гички на не зрізаних голівках формулою

$$\Delta B = \frac{\pi \rho_a D_a^2 A G_n}{8 q_k} - \frac{\pi \rho_a D_a^2 A h_x}{8 q_k}, \quad (2.21)$$

Підставивши значення рівнянь (2.20 й 2.21) у вихідне рівняння (2.7), після перетворень одержимо

$$\sigma \left(\frac{h_x}{G_n} \right) = \frac{3 \rho_a D_a^3 \ddot{O}_a}{2 \rho_E D_k^2 (\ddot{O}_E - \ddot{O}_a) + 3 \rho_a D_a^2 \ddot{O}_a}, \quad (2.22)$$

Рівняння (2.22) дає можливість визначити оптимальну висоту зрізу гички цукрових буряків, коли голівка коренеплоду має форму півсфери, а гичка в зоні зрізу – циліндра.

В результаті рішення рівнянь (2.16,2.19,2.22) з конкретними значеннями /27,28/ складових, використовуючи значення щільності ймовірності нормального розподілу /29/, значення табличного інтеграла ймовірностей складе:

- для коренеплоду із циліндричною формою голівки $\frac{h_x}{G_n} = 2,84$;

- для коренеплоду з формою голівки у вигляді зрізаного прямого конуса

$$\frac{h_x}{G_n} = 1,56;$$

- для коренеплоду з голівкою напівсферичної форми $\frac{h_x}{G_n} = 1,67$;

Тоді оптимальна висота зрізу гички на коренеплодах з різними формами

голівок опишеться залежністю

$$h_{\text{опт}} = m + 2,84 \sigma \text{ - для циліндричної форми;} \quad (2.23)$$

$$h_{\text{опт}} = m + 1,56 \sigma \text{ - для зрізаного прямого конуса;} \quad (2.24)$$

$$h_{\text{опт}} = m + 1,67 \sigma \text{ - для напівсферичної форми.} \quad (2.25)$$

Таким чином, загальне рівняння оптимальної висоти зрізу гички цукрових буряків без копіювання коренеплодів при нормальному розподіленні висот виступання їхніх голівок відносно поверхні ґрунту представимо

$$h_{opt} = m + 7\sigma, \quad (2.26)$$

Аналізуючи рівняння 2.23, 2.24, 2.25 для різних форм голівок коренеплодів, при одному значенні математичного сподівання їхньої висоти виступання й середньоквадратичного відхилення, оптимальна висота зрізу буде різна. Для практичних розрахунків зручно прийняти середнє значення коефіцієнта m .

При агротехнічній оцінці посіву цукрових буряків визначається середня висота виступання голівок коренеплодів і середньоквадратичне відхилення та по залежності 2.26 й 2.27 визначається оптимальна висота зрізу голівок коренеплодів, при якій відходи цукроносної маси будуть мінімальні (рисунок 2.2).

Виходячи із властивостей нормального розподілу, значення випадкової величини розташовується в межах потрібного основного відхилення, що відкладене в позитивному й негативному напрямку від середнього. Відстань вважається додатньою, якщо кінець розташований праворуч від центра розсіювання, і від'ємною - якщо ліворуч. Тоді межі коефіцієнта будуть $0 \leq m \leq 3$.

При від'ємному значенні коефіцієнта ($m < 0$) гичка виявиться дорожчою ніж коренеплоди, що неприпустимо. При значенні $m \geq 3$ майже всі 100% голівок будуть не зрізані. В цьому випадку, розглядаючи криву нормального розподілу голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту, закону розподілу, тому що тут розміщені максимально виступаючі над ґрунтом голівки великих коренеплодів.

Для визначення кількості зрізаних голівок коренеплодів розглянемо криву нормального розподілу висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту (рисунок 2.3). Переведемо реальні висоти виступання частина нормального голівок у стандартизовані, використавши перетворення практичний інтерес представляє позитивна

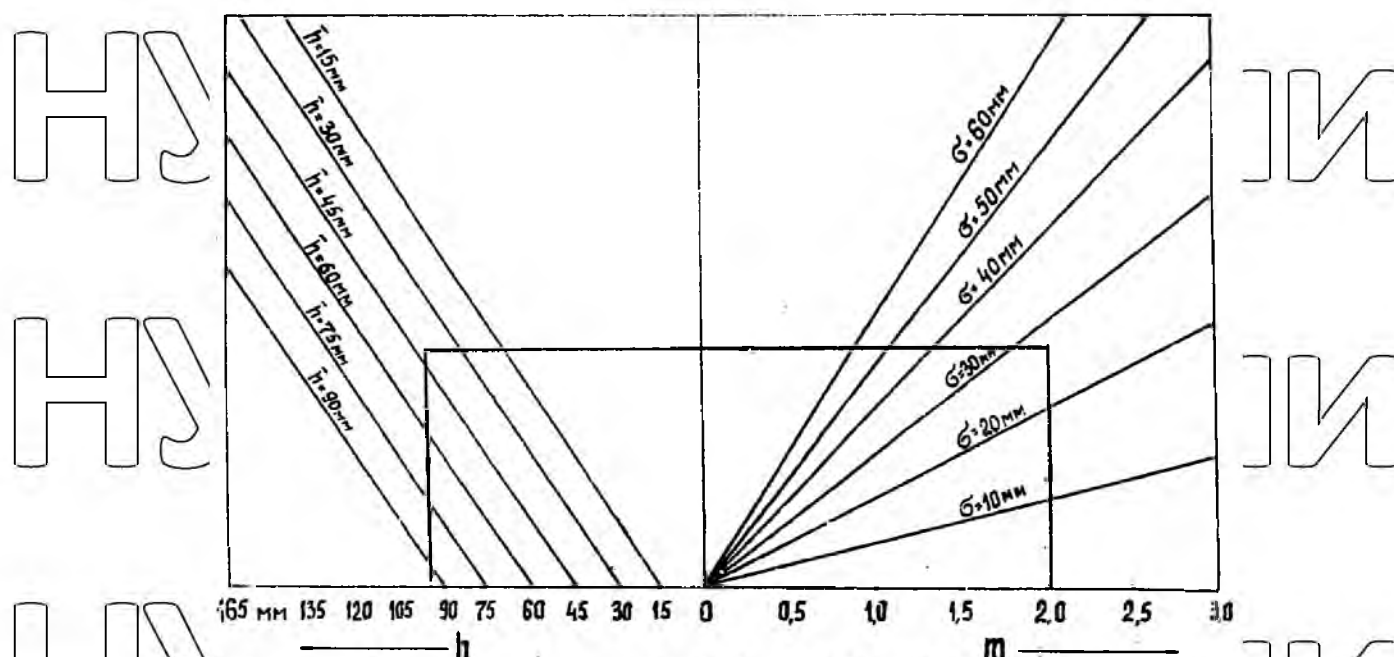


Рисунок 2.2. - Номограма визначення оптимальної висоти зрізу гички цукрових буряків.

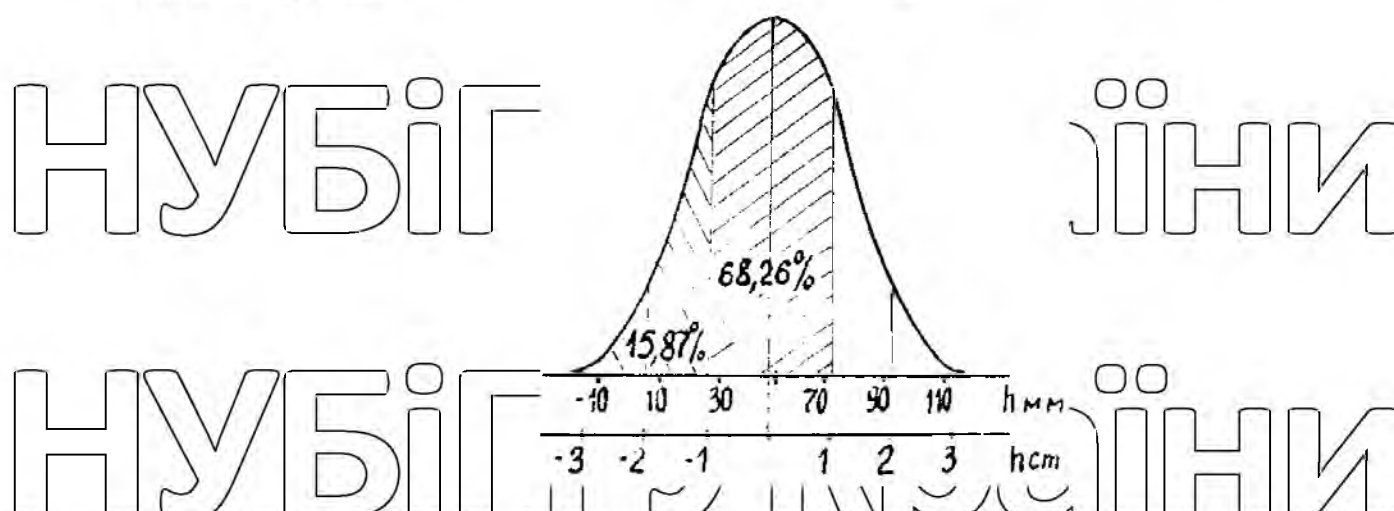


Рисунок 2.3. - Нормальний розподіл висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту.

$$h_{cm} = (h - \bar{h})G_n \quad (2.27)$$

На рисунку 2.3 шкала стандартизованих висот показана під шкалою реальних висот. Для визначення ймовірності зрізу голівки коренеплодів на певній ділянці h_x випадкової величини висоти виступання використаємо формулу [3,34]

$$P(h_a < h < h_a) = \frac{1}{2} \left[\Phi \left(\frac{h_a - \bar{h}}{G} \right) - \Phi \left(\frac{h_a - \bar{h}}{G} \right) \right] \quad (2.28)$$

де $\Phi \left(\frac{h - \bar{h}}{G} \right) = \Phi(X)$ - інтеграл ймовірностей.

Необхідно відзначити, що в загальному випадку, якщо вихідні дані дискретні або коли безперервні дані округлені, то межі для обчислення інтервалу ймовірності однакові.

Визначимо, наприклад, кількість зрізаних голівок на висоті 60 мм відносно поверхні ґрунту, якщо математичне сподівання $\bar{h} = 44,6$ мм, а середньоквадратичне відхилення $G_n = 26,4$ мм.

Початок ділянки визначення ймовірності $h_a = 80$ мм, а відхилення $h_a = \gamma$.

Підставимо значення у формулу (2.28)

$$P(80 < h < \gamma) = \frac{1}{2} \left[\Phi \left(\frac{\gamma - 44,6}{26,4} \right) - \Phi \left(\frac{80 - 44,6}{26,4} \right) \right] = 0,0915$$

Тобто ймовірність зрізу голівок коренеплодів на висоті $h = 80$ мм відносно поверхні ґрунту складе більше 9,2%. При зниженні висоти зрізу кількість

коренеплодів зі зрізаними голівками збільшиться. Так, наприклад, при висоті

зрізу 60 мм відносно поверхні ґрунту ймовірність зрізу голівок коренеплодів

складе

$$P(80 < h < \gamma) = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{60 - 44,6}{26,4} \right) \right] = 0,218$$

Тоді ймовірність зрізу голівок складе більше 28,1% коренеплодів. Якщо залишилося 71,9% коренеплодів, то залишиться гичка на коренеплодах різної довжини. Довжина залишків гички буде більшою в тих коренеплодів, у яких

менша висота виступання голівок відносно поверхні ґрунту. Для видалення

залишків гички на незрізаних голівках коренеплодів необхідно застосовувати

очисний пристрій.

2.2. Обґрунтування основних параметрів гичкорізальних апаратів для зрізу гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів

Виходячи з аналізу наведеної класифікації (рисунк 1.2), найбільш прийнятна по надійності виконання технологічного процесу група гичкорізальних апаратів, які здійснюють зріз гички без копіювання голівок коренеплодів. Ця група проста за конструктивним виконанням, надійна в роботі. Ріжучі апарати даної групи можуть працювати в широкому діапазоні швидкостей різання від 1,5 м/с (ніж сегментний) до 60 м/с і більше (ротор з вертикальним валом) /20/.

Основи теорії та розрахунку ріжучих апаратів для сільськогосподарського виробництва розробили В.П. Горячкін, В.А. Желтговський, М.В. Сабліков, Т.І. Єгорова, Є.М. Гутьяр, А.Ю. Ішлінский, В.С. Босий, Ю.Ф. Новіков, В.І Фомін і 33ез. /20/.

Питанням теорії й розрахунку ріжучих апаратів для гички цукрових буряків з копіюванням голівок коренеплодів присвячені роботи Василенка А.А., Василенка П.М., Вовк П.Ф., Устинова В.А., Барішнікова Б.В., Татьянко І.В., Погорілого Л.В., Грюкача В.І. /7,16 /.

В окремих роботах вказується про доцільність застосування зрізу гички без копіювання голівок коренеплодів /17/.

Класична схема гичкорізального апарата з горизонтальною віссю обертання представляє трубчатий вал, до якого шарнірно кріпляться ріжучі елементи. Конструктивно ріжучі елементи можуть бути розміщені по одній, двох і більше гвинтових лініях так, щоб ножі одного ряду перекривали зазори між ножами попереднього.

Основні параметри ріжучого апарата з горизонтальною віссю обертання теоретично глибоко розроблені та експериментально перевірені.. Встановлено оптимальні швидкості різання для різних видів рослин відповідно до їхніх фізико-механічних властивостей. Визначено конструктивні параметри ріжучих

елементів, їхня кількість, форма, спосіб кріплення й взаєморозміщення, кути різання, висота зрізу, довжина різки, а також вид матеріалу для леза ножа.

В основу роботи гичкорізального апарата з горизонтальною віссю обертання покладений принцип використання при різанні інерційного підпору стебел. При дослідженнях встановлено, що для здійснення зрізу з використанням інерційного підпору головним фактором є критична швидкість $V_{кр}$ різання. При швидкості різання нижчій від критичної, тобто відсутності інерційного підпору стебел, даний вид гичкорізального апарата стає непрацездатним.

Вперше, аналітичним шляхом, критичну швидкість для 34ез підпірний34 різання визначив 34ез п. В. Н. Горячкін /23/. Ним встановлено, що в момент зрізу в вільному стані в стеблі виникають пружні коливання, що збуджують поздовжню хвилю деформацій, яка поширюється по всьому стеблу, і тим самим надає йому особливої твердості. Рівняння для визначення критичної швидкості різання

$$V_{кр} = C_1 \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \quad (2,29)$$

де $C_1 = P\Delta t$ - імпульс сили для різання стебла – при будь-якій швидкості леза постійний;

m_1 – маса, що вдаряє (лезо);
 m_2 – маса, яку вдаряють (стебло).

В зв'язку з тим, що на процес 34ез підпірний34 різання впливає багато факторів, то запропоновані інші /22, 23, 29/ аналітичні залежності відрізняються від реальних умов.

Експериментальним шляхом встановлено, що для тонкостебельних трав'янистих рослин критична швидкість для 34ез підпірний34 різання коливається від 8 до 16 м/с /23/. В технологічному процесі 34ез підпірний34 різання основних видів сільськогосподарських рослин з вологістю від 64 до 74%, критична швидкість різання змінюється від 18,9 до 22,1 м/с /29/. Проведені теоретичні й експериментальні дослідження Б.І. Фомінін /22,23,24/ дають підставу вибирати швидкість різання 35-45 м/с, при якій надійно здійснюється

безпідпирний зріз всіх рослин будь-якої твердості, подрібнення й викидання їх в кузов транспортного засобу.

При роботі ріжучі елементи гичкорізального апарата, виконаного у вигляді ротора з горизонтальною віссю обертання, роблять одночасно обертальні і поступальні рухи. В результаті відбувається порційний зріз рослинної маси.

Середня довжина різання визначається з виразу [23]

$$l_{cp} = \frac{Ha}{0,5a + \frac{a}{2\pi} \arccos \frac{R-H}{R} + \sqrt{2RH - H^2}}, \quad (2.30)$$

де H - висота зрізаної стеблової маси;

R - радіус ротора по лезах ріжучих елементів;

v - шлях, пройдений ротором за час його повного оберту ($a = 60 \frac{V_M}{n}$);

V_M - швидкість руху гичкорізального апарата;

n - частота обертання ротора.

Аналіз формули (2.27) показав, що на довжину різання впливає величина v , тобто відношення поступальної швидкості гичкорізального апарата до обертальної швидкості ротора. Для збільшення довжини різання гички необхідно збільшити величину v за рахунок зменшення обертів ротора. Надмірне зменшення обертів приведе до порушення технологічного процесу безпідпирного різання. Величина H істотно не впливає на довжину різання, тому що висота листової маси, що зрізається, практично не змінюється на одному полі під час збирання.

Під час експериментальних досліджень якості роботи ріжучого апарата роторного типу з горизонтальною віссю обертання встановлено, що залежно від висоти зрізу рослин подрібнена рослинна маса забруднюється землею [29,30,31].

Визначено, що необхідна потужність для виконання безпідпирного різання витрачається на процеси скошування, подрібнення й викидання подрібненої маси, а також на холостий хід ротора. Причому потужність на холостий хід становить 65-80% від загальної необхідної потужності. Характеристика потужності холостого ходу ротора аналогічна безрозмірній характеристиці

вентилятора, тобто потужність, необхідна для холостого ходу, пропорційна кубу частоти обертання.

Таким чином, теоретичні передумови дають підставу зробити висновок про те, що практично неможливо уникнути подрібнення гички цукрових буряків при безпідпільному різанні ротором з горизонтальною віссю обертання. Крім того, ротор з ріжучими елементами створює повітряний потік, внаслідок чого можливий забір пилоподібних часток ґрунту.

На особливу увагу заслуговує гичкорізальний апарат роторного типу з вертикальною віссю обертання. Він є ріжучим апаратом безпідпільного різання.

При роботі ріжучі елементи роблять складні рухи: переносний зі швидкістю V_M переміщення машини й відносний навколо осі O з кутовою швидкістю ω (рисунок 2.4). Швидкість будь-якої точки ріжучого елемента апарата являє собою геометричну суму колової V_K і поступальної швидкості V цієї точки.

Для визначення оптимального співвідношення між складовими результуючої швидкості розглянемо переміщення гичкорізального апарата в тривимірній системі координат (рисунок 2.4). Поступальний рух V_M спрямовано по осі Y , а вісь обертового руху диска зміщена відносно осі Z на кут α . За початок координат приймаємо точку перетину перпендикуляра, опущеного з центру диска на горизонтальну площину.

Рівняння траєкторій руху точок a , b , c и d у параметричній формі мають вигляд

$$\begin{cases} x_a = R \cos(\omega t - \Theta - \gamma) \\ y_a = Vt \cos \alpha \sin(\omega t - \Theta - \gamma) \\ z_a = z_o - R \sin \alpha \sin(\omega t - \Theta - \gamma) \end{cases} \quad \begin{cases} x_a = R \cos(\omega t - \Theta) \\ y_a = Vt + R \cos \alpha \sin(\omega t - \Theta) \\ z_a = z_o - R \sin \alpha \sin(\omega t - \Theta) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_c = R \cos(\omega t - \gamma) \\ y_c = Vt + R \cos \alpha \sin(\omega t - \gamma) \\ z_c = z_o - R \sin \alpha \sin(\omega t - \gamma) \end{cases} \quad \begin{cases} x_d = R \cos \omega t \\ y_d = Vt + R \sin \omega t \cos \alpha \\ z_d = z_o - R \sin \omega t \sin \alpha \end{cases}$$

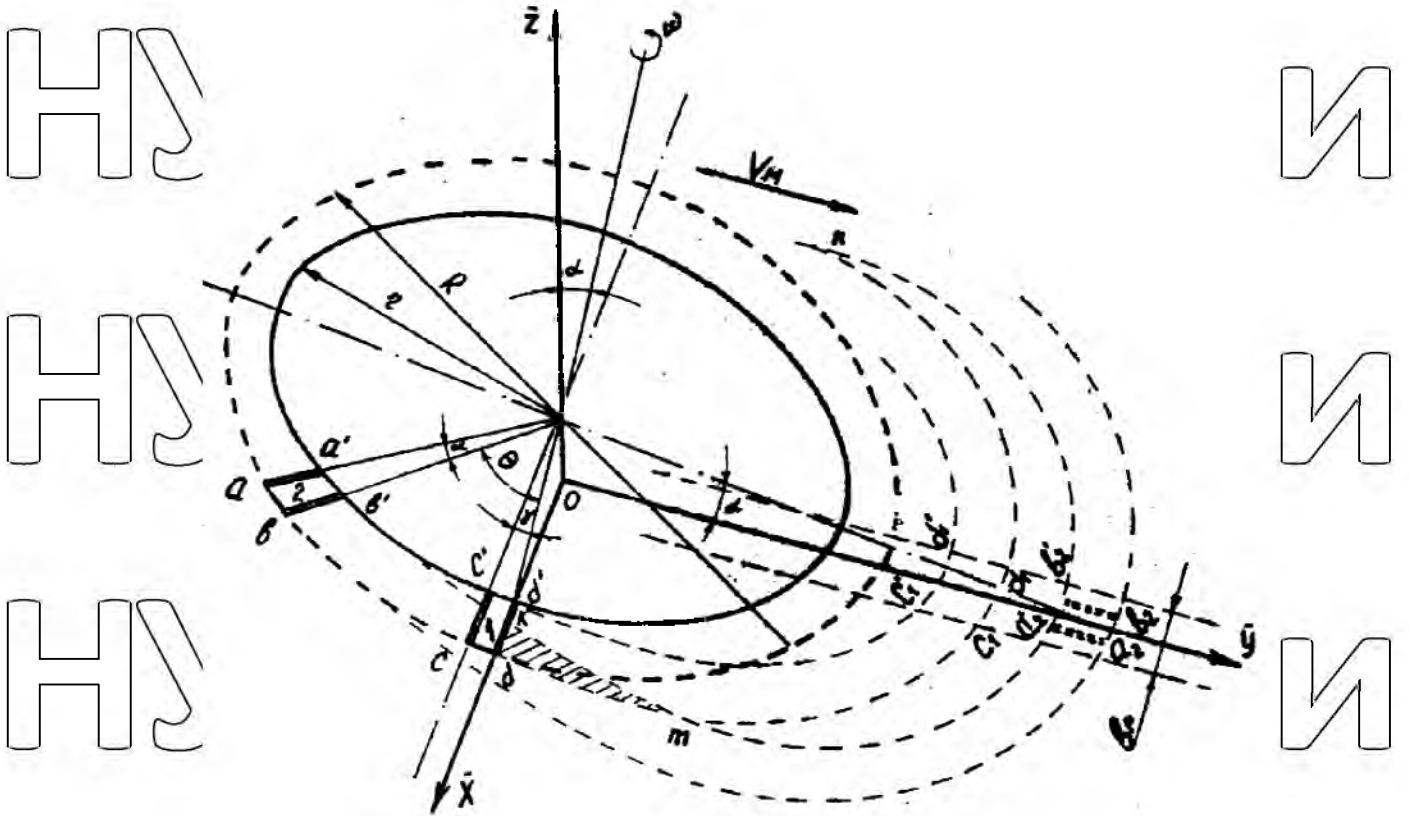


Рисунок 2.4. Схема для розрахунку максимально допустимого кута встановлення диска гичкорізального апарата, виконаного у вигляді ротора з вертикальною віссю обертання

R - радіус диска по кінцях леза;

ω - кутова швидкість диска;

V_M - швидкість машини;

α - кут нахилу диска до горизонту;

Θ - центральний кут між суміжними лезами;

γ - центральний кут між крайніми точками торцевої ділянки робочої частини ріжучого елемента;

r - радіус диска.

де R - радіус диска по зовнішніх кінцях леза;

ω - кутова швидкість диска;

t - час,

V - розрахункова поступальна швидкість машини;

α - кут нахилу диска до горизонтальної площини;

$z_0 = R \sin \alpha$ - відстань від центру диска до горизонтальної площини;

Θ - центральний кут між двома суміжним лезами;

γ - центральний кут між двома крайніми точками торцевої ділянки робочої частини ріжучого елемента.

Параметричні рівняння, отримані в системі x, y, z , являють собою рівняння трохіоди (циклоїди). Ніж 1 (рисунк 2.4) пройде шлях, обмежений двома трохіодами, а ніж 2 також пройде шлях, обмежений двома трохіодами. При

певних кінематичних параметрах ріжучого апарата між конгруентними трохіодами може залишитися не прокіс $ma'_2 a'_2 nd_1 C_1$. Площа mdk характеризує площу проходу ножа 2 або подвійний прохід ножев 1 і 2.

Нескошеної площі $ma'_2 a'_2 nd_1 C_1$ не буде в тому випадку, якщо $a'_2 a'_2 - C_1 d_1 = 0$

або те ж саме, що $y_a - y_a = h_p$.

Якщо прийняти початок відліку від осі x , то ніж 1 пройде через вісь Y при куті повороту $\omega t = \frac{\pi}{2\omega}$. Необхідний час для проходження цього кута $t = \frac{\pi}{2\omega}$. Ніж 2

пройде вісь Oy при куті повороту $\omega t = \frac{\pi}{2} + \Theta$. Час необхідний для цього

проходження $t = \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \Theta \right)$. Підставивши відповідні значення в u в y u (рівняння 2.38), одержимо

$$V \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \Theta \right) - V \frac{\pi}{2\omega} = h_p \quad (2.31)$$

де h_p - розрахункова робоча довжина ріжучого елемента;

$\Theta = \frac{2\pi}{m}$, m - кількість ріжучих елементів.

Тоді

$$V \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{m} \right) - V \frac{\pi}{2\omega} = h_p$$

Після перетворення визначимо висоту робочої частини ножа

$$h_p = V \frac{2\pi}{\omega t} \quad (2.32)$$

Відомо, що фактична робоча швидкість буде менша ніж розрахункова: внаслідок буксування коліс, інерційно-динамічних навантажень і т.д., що впливає на повноту використання робочої висоти ріжучого елемента. Для

використання висоти ріжучого елемента необхідно ввести коефіцієнт використання K_h робочої висоти ріжучого елемента [23, 30]

$$K_h = \frac{V_M}{V}, \quad (2.33)$$

де V_M - робоча швидкість машини.

Тоді фактична робоча довжина ріжучого елемента виразиться рівнянням

$$h_o = VK_h \frac{2\pi}{\omega t}, \quad (2.34)$$

Довжину ріжучого елемента необхідно вибирати з умови одержання чистої поверхні зрізу (без сколів) голівки коренеплоду за один його прохід або в крайньому випадку за два проходи.

Звідси: $h_o \geq d_k$

де d_k - максимальний діаметр голівки коренеплоду. Тоді кількість ріжучих елементів на диску можна визначити з виразу:

$$m = K_h V \frac{2\pi}{d_k \omega} \quad (2.35)$$

Так як K_h й d не змінюються за певних умов роботи, то між змінюваними V_M й ω повинно бути певне співвідношення [23, 30, 31, 32, 33, 40, 51]. Знаючи, що $V_o = \omega R$ і після перетворення формули (2.33), одержимо

$$\frac{V_o}{V} = K_h \frac{2\pi R}{m d_k} \quad (2.36)$$

Аналізуючи формулу (2.34), прийдемо до висновку, що на відношення колової швидкості ріжучих елементів до їхньої поступальної швидкості основний вплив роблять радіус диска й кількість ріжучих елементів. Порухення співвідношення між швидкостями V_o й V при обраному радіусі R і кількості

ножів m , приводить до не прокосів гички або повторних зрізів голівки коренеплодів залежно від обраної висоти зрізу.

Відомо, що на технологічні якості коренеплодів, особливо при тривалому заводському їхньому зберіганні, також впливає розташування площини зрізу відносно осі коренеплоду. Згідно з агротехнічними вимогами зріз вважається прямим, якщо його площина відхилена на кут не більший ніж 100° до осі коренеплоду. Виходячи з складності руху ріжучого елемента в просторі, неможливо здійснити прямий зріз голівки коренеплоду на всій траєкторії руху ножа.

Істотний вплив на розташування площини зрізу робить відхилення коренеплодів відносно осьової лінії рядка. Визначимо допустиме відхилення коренеплоду відносно осі рядка.

Так як, диск із ріжучими елементами встановлюється під певним кутом до горизонтальної площини, то його проекція на вертикальну площину буде еліпсом, який визначає напрямок площини зрізу до осі коренеплоду (рисунк 2.5). Величина відхилення x_0 коренеплоду відносно осьової лінії рядка й осі обертання диска визначає нахил площини зрізу і є функцією наступних аргументів

$$x_0 = f(\alpha, \beta, R)$$

де α - кут нахилу ріжучої кромки до горизонту;

β - кут нахилу площини зрізу голівки до горизонтальної площини;

R - радіус диска по зовнішніх кінцях ріжучих елементів.

Рівняння еліпса в загальному вигляді, з врахуванням розташування диска з елементами, що ріжуть, під кутом до горизонтальної площини, описується виразом:

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y^2}{R^2 \sin^2 \alpha} = 1$$

НУБІП УКРАЇНИ

3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма експериментальних досліджень

НУБІП УКРАЇНИ

На основі аналізу існуючого технологічного процесу зрізання бадилля цукрових буряків з коренеплодів, якості роботи пристосування для обрізки та сільськогосподарських вимог до процесу, відповідно до цілей експериментальної програми досліджень, передбачено:

- встановити закон зміни випадкового розміру висоти виступу головки коренеплодів щодо поверхні ґрунту;
- визначити вплив висоти зрізу на втрату цукрової маси та гіф;
- дослідити у виробничих умовах якість роботи гачкорізів (сегментарних, поворотних з горизонтальною та вертикальною віссю обертання) для зрізання верхівки без копіювання качанів коренеплодів у порівнянні з промисловими, які зрізають верхівку з копіюванням голів коренеплоди;
- визначити технологічні якості сировини після видалення бадилля цукрових буряків з копіюванням та без копіювання голів коренеплодів;
- визначити економічну ефективність технологічного процесу видалення бруньки без копіювання головок коренеплодів.

3.2 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень та агротехнічний стан поля цукрових буряків

Були проведені лабораторні польові дослідження.

НУБІП УКРАЇНИ

Ґрунтовий покрив полів представлений глибоким низькогумусним чорноземом із вмістом гумусу 4,56%. Механічний склад орного горизонту належить до середньої суглинистої групи. Посів цукрових буряків

характеризується хвилястим рельєфом з невеликим нахилом у північно-західному напрямку.

У кліматичному відношенні місце досліджень характеризується нестійкими опадами. Багаторічні дані (таблиця 3.1) показують, що в середньому за вегетаційний період впало 422,7 мм. Вологість ґрунту під час досліджень характеризувалася наступними показниками (таблиця 3.2)

Показники твердості ґрунту та вологи характеризують ступінь скидання коренеплодів робочими органами комбайнів, глибину викопування робочих органів, кам'янозбиральних комбайнів та енергоємність процесу коріння коріння.

Таблиця 3.1 Кількість опадів, що випали

Місяці вегетації	Опади, мм			Середня багаторічна, мм
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	
Квітень	15,5	48,8	47,1	37,1
Травень	141,0	36,0	12,1	63,0
Червень	90,0	104,3	155,5	116,6
Липень	52,5	143,7	103,9	100,0
Серпень	15,9	7,8	92,7	38,8
Вересень	56,6	40,6	15,7	37,7
Жовтень	47,7	18,3	22,4	29,4
За період	419,2	399,5	449,4	422,7

Основний обробіток ґрунту включав лушення стерні на глибину 8-12 см лущильником ЛД-20 з наступною глибокою оранкою на глибину 28-30 см 2-ярусним плугом ПЛЯ-3-35.

Передпосівну обробку проводили культиватором УСМК-5,4В з гладкими валками в агрегаті з трактором Т-70С на глибину 50 мм. Посів проводився сівалкою ССТ-12Б в агрегат з трактором МТЗ-80. Наступні операції з догляду проводились згідно загальноприйнятих агротехнік виробництва цукрових буряків.

Таблиця 3.2 Вологість (%) і твердість (МПа) ґрунту по горизонтах, див

Роки	Вологість, %			Твердість, МПа		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
2018	13,1	11,3	10,7	1,45	1,91	2,34
2019	19,4	18,9	18,7	1,07	1,52	1,79
2020	24,0	22,1	21,2	1,13	1,18	1,29

Дослідження якості роботи секаторів та прибиральних пристосувань проводили на дослідній ділянці з щільністю посадки 107746 шт / га, урожайністю коренеплодів 41,2 т / га, урожайністю гіацинті 60 т / га. Максимальний виступ кореневих головок щодо рівня ґрунту становив 65 мм, відхилення коренів відносно умовної центральної лінії ряду не перевищувало ± 45 мм. Основна маса гіф мала форму конуса і напіврозетки, а 4% - розетки.

3.3 Методика проведення експериментальних досліджень

Вирішення програмних питань здійснювалося за допомогою лабораторних, лабораторно-польових експериментів із використанням серійних гіпсорізів, а також спеціальних пристроїв.

Дослідження базується на деяких елементах загальноприйнятої методології, що застосовується на машинних випробувальних станціях [65], та методиках, розроблених науково-дослідними інститутами нашої країни (ВНІС, ВІМ, ВНИМОЖ, Укрній, Кубніт та ін.). При проектуванні, обконтруванні, випробування різних типів збиральних машин та робочих органів [66, 67, 68, 69]. Для вирішення конкретних питань ми розробили власні методи.

Таким чином, для визначення впливу висоти зрізу на відходи цукру та втрату бруньок коріння викопували вручну. Клейку землю відокремлювали, а потім гілку відрізали від коренеплоду в місці її кріплення. Якщо тіло кореневої головки потрапляло в відрізану бруньку, її відрізали і прикладали до

коренеплоду. На вагах з точністю до 0,1 г зважують корінь і бруньку. Після цього спеціальним пристосуванням ріжуть корінь і пагін перпендикулярно його осі на шматки довжиною 20 мм. Зрізані частини кореня або бруньки зважували на електронних вагах ВЛКТ 500 - М з точністю до 0,01 г

Якість роботи гичкозбирального пристрою сегментного типу було визначено на промисловому кормозбиральному комбайні КС-2,6 із наступними конструктивними змінами: подрібнювач барабана відключений,

Дослідження якості роботи гичкозбирального пристрою, виконаного у вигляді ротора з горизонтальною віссю обертання, проводили на косарці-подрібнювачі КНР-1,5 (рис. 3.2).

Лабораторні польові установки агрегували трактором ЮМЗ-6Л.

Для якісного збирання бадилля цукрових буряків та задоволення агро-та зоотехнічних вимог до збирання було запропоновано таку функціональну схему видалення бадилля цукрових буряків (рис. 3.3). Апарат для попередньої обрізки балки - це редуктор балки з набором роторів 7 з вертикальною віссю обертання. Ножі шарнірно розташовані на периферії ротора. Над роторами 7 розташований ковш всмоктувача 1 з горизонтальною віссю обертання. За роторами знаходиться транспортний пристрій 6. Збиральна машина працює наступним чином: обертаючи ротори, 7 ножів обрізають шток на певній висоті щодо поверхні ґрунту, а забір 1 захоплює зрізаний наконечник і передає його разом із загонщиком 2 до конвеєра 6. Високоєфективний очищувач 5 видаляє нерозрізані бруньки і вивозить їх на очищене поле / 41 /.

Застосування компактного, малогабаритного та надійного в роботі штангового редуктора для приводу роторів з ножами дозволяє стабільно здійснювати технологічний процес зрізу верхівки без його подрібнення.

Для вивчення якості роботи роторного типу різального гака з вертикальною віссю обертання було спеціально виготовлено лабораторно-польовий агрегат, який агрегується з трактором ЛТЗ-145 інтегрованого типу (рис. 3.4). На задній навісній системі трактора ЛТЗ-145 була встановлена гичкорезальна частина 1, а на передній очищувач 3 залишки гички на головках

коренів. У цьому місці основних технологічних вузлів трактор був переведений на зворотне управління. Ріжуча частина складається з рами, в передній частині якої знаходиться планка-редуктор з набором роторів

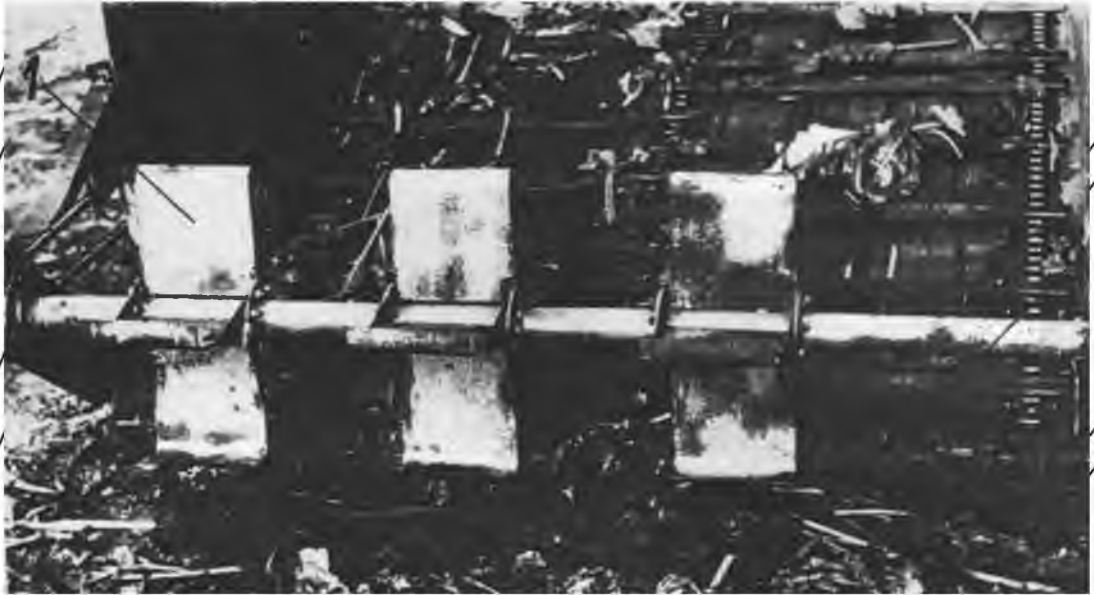


Рис 3.1 Лабораторно-польова установка з гичкорвальноним апаратом сегментного типу:

1 - гичкозабірник; 2 - транспортер; 3 - сегментний ніж.



Рис.3.2. Лабораторно-польова установка з гичкорізальним апаратом роторного типу з горизонтальною віссю обертання.

Якість роботи робочих органів, зазначених у лабораторно-польових установках, порівнювалася з якістю роботи відповідних робочих органів виробничих гичкозбиральних машин. Якщо, наприклад, досліджувалася якість роботи експериментального і виробничого гичкорізальних робочих органів, то очисний пристрій, на виробничій машині вітчизняного виробництва БМ-6А або чехословацького виробництва 6- ORCS відключався.

У зв'язку з зміною параметрів і режиму роботи дослідження були проведені при зміні одного фактора і сталості інших. При дослідженні впливу робочої швидкості на якість зрізу гички вибирався оптимальний кінематичний режим при якому стійко виконувався технологічний процес. Робочі режими вибиралися з умови максимально можливої швидкості (2.5 м/с), при якій стійко виконується технологічний процес зрізу та збору гички. Далі робоча швидкість зменшувалася до оптимальної, при якій надійно виконувався технологічний процес. Потім проводилося зменшення робочої швидкості на 0,5-0,7 м/с. При дослідженні впливу висоти зрізу на якість обрізки й зрізу гички первісна висота вибиралася так, щоб відходи цукрової маси не перевищували 5%, а робоча швидкість встановлювалася оптимальною, тобто такою, при якій надійно виконується технологічний процес.

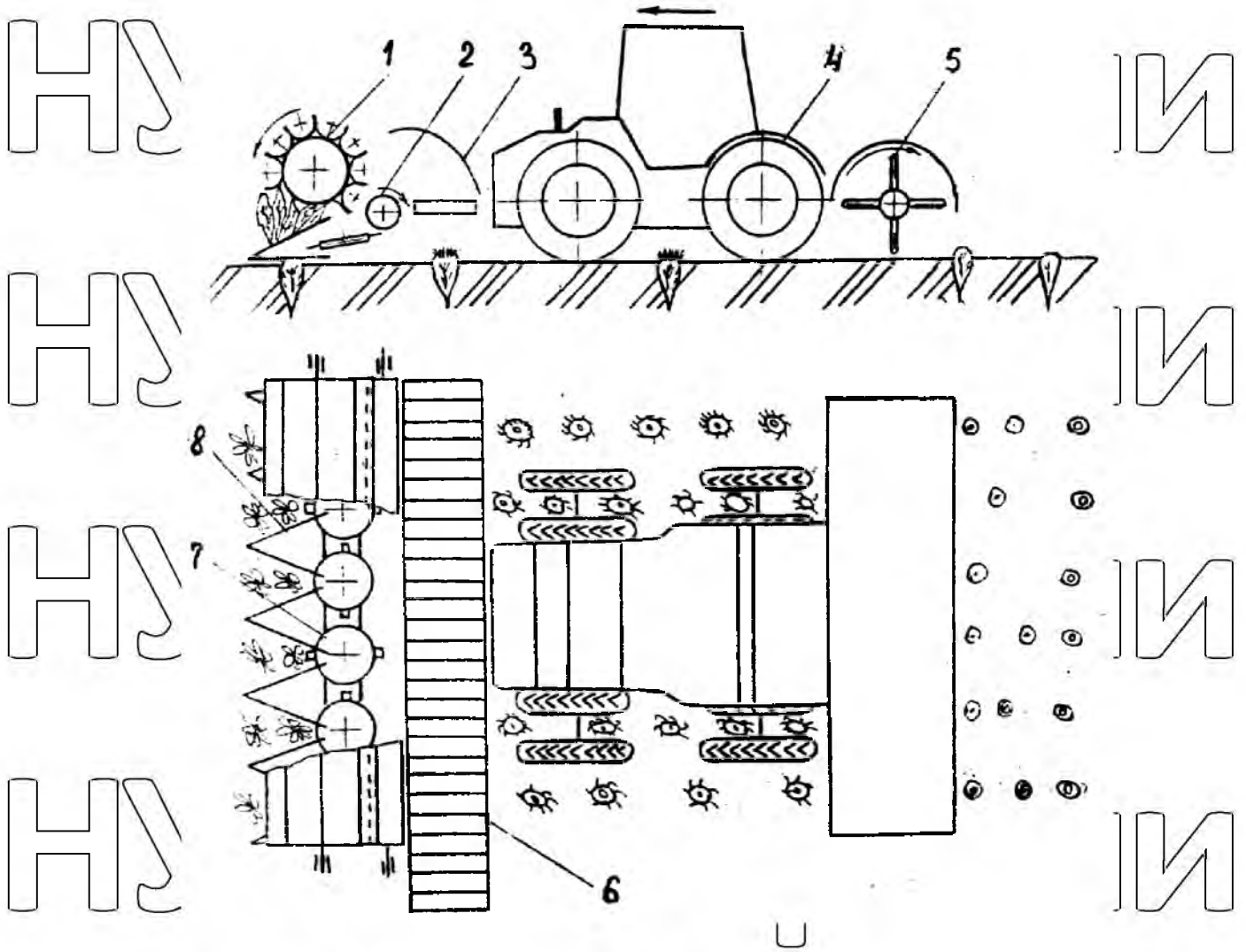


Рис. 3.3. Функціональна схема лабораторно-польової установки для видалення гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів:
 1 - гичкозабірник; 2 - бітер; 3 - відбивач; 4 - трактор; 5 - очисник; 6 - транспортер; 7 - брус - редуктор з набором роторів; 8 - гичкопідйомник.

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 3.4. Лабораторно-польова установка з гичкорізальним апаратом роторного типу з вертикальною віссю обертання:

1 - гичкорізальна частина; 2 - трактор; 3 - очисник голівок коренеплодів.

3.4. Методика одержання параметрів спостережень та обробки результатів досліджень

При дослідженні якості роботи гичкорізальних робочих органів ми для визначення закономірності досліджуваної ознаки, показник якості роботи визначали на 3-5 режимах. Якщо, наприклад, діапазон працездатності гичкорізального апарата сегментного типу невеликий, то якість його роботи випробовувалася на трьох режимах. Кількість замірів для кожного режиму визначалося залежно від ступеня його варіювання, виходячи з умови одержання похибки в межах 1-5%. При визначенні розмірно-массових показників коренеплодів і гички бралася вибірка не менш 300 коренеплодів.

Кількість необхідних замірів показників якості при даному режимі роботи робочого органа або кількість коренеплодів визначалося по формулі:

$$n_x = \frac{(X^*)^2}{K^2}, \quad (3.1)$$

де n - необхідна кількість замірів;

t - критерій Стьюдента (при рівні значимості $\alpha=5\%$) $t=2$ для малих вибірок, $n=3-5$ та $t=2,8+4,3$);

V - коефіцієнт варіації досліджуваної ознаки;

K - похибка досліду ($K=1,0+5,0\%$).

Значення коефіцієнта варіації V приймалося попередньо для кожного випадку вивчення ознаки, а в процесі дослідження уточнювалося при попередній обробці експериментальних даних. При цьому, спочатку

визначалося середнє значення ознаки по формулі:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (3.2)$$

де N - кількість замірів.

Величина розсіювання вибірових значень навколо їхнього середнього значення (\bar{x}) характеризується середньоквадратичним відхиленням:

$$G = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (3.3)$$

На підставі обчислених значень G визначилася похибка середньої вибірки:

$$m = \frac{G}{\sqrt{N}} \quad (3.4)$$

Мірою варіювання досліджуваного об'єкта і ознаки служить коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{G}{\bar{x}} 100\% \quad (3.5)$$

При великому обсязі вибірки зручно її розбити на інтервали по формулі:

$$i = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + \sqrt{3,22 \lg N}} \quad (3.6)$$

де X_{\max} й X_{\min} - максимальне й мінімальне значення спостережуваної величини.

Показник точності дослідів K визначається по формулі:

$$K = \frac{m}{\bar{x}} 100\% \quad (3.7)$$

При визначенні закономірності зміни випадкової величини виступання голівки коренеплодів відносно поверхні ґрунту використовувалася загальноприйнята методика визначення основних параметрів характеристик розподілу випадкової величини /29,30,31,32,70,71,72,73,74/.

Для визначення відповідності експериментального розподілення теоретичному використовувалася діаграма Ринда /20/. Умовою користування діаграмою Ринда є те, що обсяг вибірки повинен становити $n > 200$. На осі абсцис діаграми Ринда нанесена величина β_1 , що визначається за залежністю:

$$\beta_1 = r_3^2 = \left(\frac{\mu_3}{G_3} \right)^2 \quad (3.8)$$

а на осі ординат β_2 , що визначається по формулі:

$$\beta_2 = r_4 = \frac{\mu_4}{G_4} \quad (3.9)$$

де μ_3 й μ_4 - центральні моменти третього в четвертого порядків;
 G - середньоквадратичне відхилення випадкової величини від середньої арифметичної;

r_3 й r_4 - нормовані моменти третього і четвертого порядків.

Для практичних розрахунків використовуються моменти перших чотирьох порядків.

Якщо експериментальний розподіл висот виступання голівки коренеплодів відносно поверхні ґрунту не відповідає нормальному закону розподілу, то по діаграмі Ринда можна визначити якому закону він може

відповідати. Нормальний закон розподілу характеризується щільністю ймовірності:

$$f(x) = \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2G^2}}, \quad (3.10)$$

де \bar{x} - математичне сподівання випадкової величини,
G - середньоквадратичне відхилення.

По діаграмі Ринда визначено, що деякі експериментальні розподіли випадкових величин висот виступання можуть бути апробовані розподілом Эрланга, від якого:

$$f(x) = \frac{\lambda(\lambda x)^{k-1}}{k!} e^{-\lambda x}, \quad (3.11)$$

де λ і k - параметри розподілу.

Для відповідності фактичного розподілу обраному теоретичному вводиться критерій погодження. Найбільш прийнятні для практичних розрахунків критерії погодження Колмогорова λ і Пірсона χ^2 . Критерій погодження Колмогорова характеризується максимальною абсолютною різницею між теоретичною і емпіричною функціями розподілу при однакових аргументах і має вигляд.

$$\lambda = \max |F_T(x) - F(x)| \sqrt{n}, \quad (3.12)$$

де $F_T(x)$ - теоретична функція розподілу;

$F(x)$ - емпірична функція розподілу;

n - число спостережень.

Якщо ймовірність погодження $P(\lambda)$ теоретичного й експериментального розподілів становить $P(\lambda) \geq 0,05$, то погодження буде задовільним.

Критерій погодження Пірсона χ^2 визначається по формулі:

$$\chi^2 = n \sum \frac{[f_k(x) - f_y(x)]^2}{f_k(x)} h_N, \quad (3.13)$$

де $f_k(x), f_y(x)$ відповідно теоретична й емпірична ймовірність;

h - ширина інтервалу,

x - середина N^{20} інтервалу для безперервної випадкової величини.

n - загальне число спостережень. для встановлення кореляційної залежності між масами зрізаних частин і висотою зрізу з застосуванням загального способу вирівнювання експериментальних даних аналітичними рівняннями - многочленами Чебишева /35/.

При встановленні тісного кореляційного зв'язку двох змінних за криволінійною формою використовувалося кореляційне відношення:

$$R = \sqrt{\frac{G_p^2 - G_n^2}{G_p^2}}, \quad (3.14)$$

де G_p^2 - середній квадрат відхилень емпіричних значень P_K від середнього значення \bar{P}_K ;

$$G_p^2 = \frac{\sum (P_{Ki} - \bar{P})^2}{n-1}, \quad (3.15)$$

G_n^2 - середній квадрат відхилень теоретичних значень від емпіричних, він визначається:

$$G_n^2 = \frac{\sum [P_{Ki} - f(h_i)]^2}{n-1}, \quad (3.16)$$

де n - число випадків;

h_i - значення змінної.

При лінійній залежності між двома змінними для встановлення тісного їхнього зв'язку вводиться коефіцієнт кореляції, що визначається:

$$r = \frac{G_{xy}}{G_x G_y}, \quad (3.17)$$

де G_{xy} - середній добуток відповідних відхилень x й y ;

G_x , G_y - стандартне відхилення змінних.

Для визначення значень табульованих функцій використовувалися розроблені таблиці /34/.

Дані замірів під час проведення досліджень заносилися в хронометражні аркуші. Дані після попередньої обробки при необхідності уточнювалися й по розробленій програмі оброблялися на електронно-обчислювальній машині

типу СМ-4. При визначенні технологічних якостей сировини використовувалася методика, розроблена ВНИИСП /28/.

Економічна ефективність застосування зрізу бадилля без копіювання голівок коренеплодів визначалася на підставі загальноприйнятої методики /48/.

3.5. Закономірність зміни висоти виступання голівок коренеплодів

відносно поверхні ґрунту

Висота виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту носить випадковий характер. Відомо, що випадкову величину можна охарактеризувати функцією розподілу.

Таблиця 3.3. Розподіл висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту за даними ІІБ

Інтервал, мм	Рік					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	%	%	%	%	%	%
-20-0	-	-	4,5	9,2	1,7	-
0-20	20,1	27,0	43,5	41,6	40,2	19,2
20-40	28,6	33,1	27,8	20,2	18,3	28,9
40-60	22,2	17,2	11,7	16,3	17,6	23,8
60-80	18,9	13,9	10,1	7,8	12,4	16,3
80-100	8,1	5,6	2,3	3,3	7,8	11,2
100-120	1,7	2,5	-	1,0	1,2	0,6
120-140	0,4	0,7	-	0,6	0,7	-

Отриманий варіаційний ряд випадкової величини висоти виступання голівок коренеплодів представлений в таблиці 3.3.

Аналізуючи дані таблиці 3.3 видно, що основна кількість голівок коренеплодів виступає відносно ґрунту від 0 до 80 мм.

Деяка частина голівок від 1,7 до 9,2% коренеплодів розташована нижче рівня ґрунту. На висоті понад 100 мм перебуває від 0,6 до 2,5% голівок коренеплодів.

Варіаційні ряди висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту, які представлені по роках, розподілені за певним законом.

Використовуючи формули, а також методику розрахунку основних характеристик розподілу випадкової величини [28]. Початкові моменти не

мають прикладного значення, а тільки є допоміжною ланкою для обчислення інших моментів.

Розглянемо розподіл висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту (2000 р.) з математичним сподіванням $\bar{h} = 44,6$ мм із

гіпотезою про те, що воно апроксимується нормальним законом [18].

Розрахунок представлений у таблиці 3.4.

Наприклад, для інтервалу 80-100 мм значення емпіричної функції розподілу висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту становить:

$$F(100) = \frac{60 + 86 + 67 + 57 + 24}{300} = 0,980$$

Значення теоретичної функції розподілу визначається для тих же значень аргументу, що і для емпіричної функції. Значення функції $F(x)$ табульовані, наприклад, у додатку 1 [33].

Таблиця 3.4 - Розрахунок емпіричного і теоретичного розподілу висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту

Інтервал, мм	Число висот	Частість	F(x)	Ft(x)	Ft(x)- F(x)
0-20	60	0,201	0,200	0,176	0,024
20-40	86	0,286	0,486	0,433	0,053
40-60	67	0,222	0,710	0,719	0,009
60-80	57	0,189	0,900	0,909	0,009
80-100	24	0,081	0,980	0,982	0,002
100-120	5	0,017	0,996	0,997	0,001
120-140	1	0,004	1,000	0,999	0,001

Після визначення максимальної різниці між відповідними значеннями емпіричної і теоретичної функції розподілу, визначимо критерій згоди

Колмогорова λ :

$$\lambda = 0,053 \sqrt{300} = 0,916$$

По таблиці знаходимо, що цьому значенню відповідає ймовірність $P(\lambda) = 0,3791$. Це означає, що дані замірів добре погодяться із припущенням про те, що випадкова величина висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту апроксимується нормальним законом.

Криві експериментального й теоретичного розподілу висот виступання голівок коренеплодів представлені на рисунку 3.5. Після попереднього аналізу встановлено, що розподіл випадкової величини висоти виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту 2020 р. апроксимується розподілом Ерланга, рівняння (3.11, 3.13). Розподіл Ерланга є частковим випадком гамма-розподілу, коли параметр η обмежений позитивними цілими числами [34]. Для визначення параметрів розподілу Ерланга, необхідно обчислити математичне сподівання і дисперсію емпіричного розподілу. Після обчислень одержимо,

що:

$$\bar{h} = 39,6 \text{ мм} \quad \sigma^2 = 729,1 \text{ мм}^2$$

Використовуючи формулу (3.11), визначаємо

НУБІП України

$$\lambda = \frac{\bar{h}}{G^2} = \frac{39,6}{729,1} = 0,054$$

$$K = \frac{h^2}{G^2} - Y = \frac{9,6^2}{729,1} - 1 \approx 1$$



Рисунок 3.5. - Нормальний закон розподілення висот виступання

голівки коренеплодів відносно поверхні ґрунту:

Таблиця 3.5. Розрахунок експериментальної і теоретичної щільності розподілу

Інтервал, мм	Середина інтервалу, t	Частота, m	Частота	Щільність розподілу	
				Емпірична, a, f _э (t)	Теоретична, f _к (t)
0-20	10	81	0,270	0,0136	0,0156
20-40	30	99	0,331	0,0165	0,0170
40-60	50	52	0,172	0,0086	0,0092
60-80	70	42	0,139	0,0069	0,0043
80-100	90	17	0,056	0,0028	0,00207
100-120	110	7	0,025	0,0015	0,000797
120-140	130	2	0,007	0,0005	0,000345

Параметр K необхідно округлити до цілих значень, тому що він входить у формулу щільності розподілу як факторіал. Щільність емпіричного

розподілу визначається шляхом ділення частоти на величину інтервалу. Підставивши значення середин інтервалів, а також параметрів K і λ , визначимо чисельне значення теоретичної щільності. Наприклад, для значення середини інтервалу 10 мм порядок обчислень представляється в такому виді:

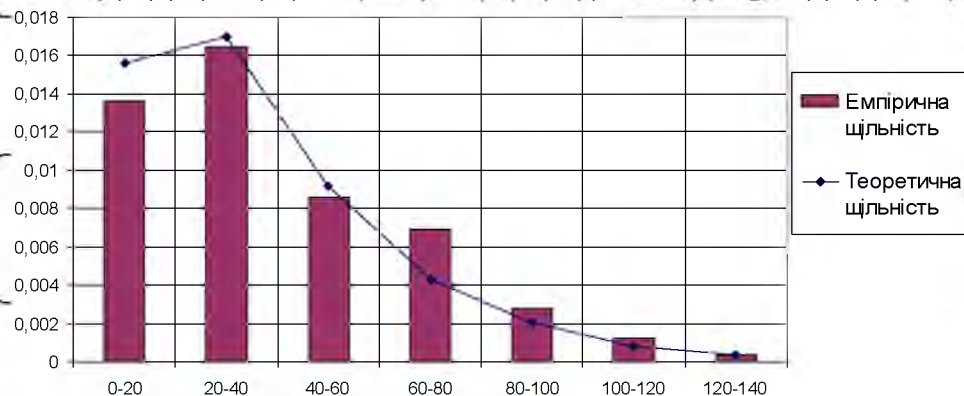
$$f_k(10) = \frac{0,054(0,054 \cdot 10)^1}{1!} e^{-0,054 \cdot 10} = 0,0169$$

Значення функції e^{-x} табульовані й представлені, наприклад у табл. 1.1. [10/26].

Розрахунок емпіричної й теоретичної щільності представлений в табл.4.3. Для відповідності емпіричного розподілу висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту розподілу Ерланга приймемо критерій χ^2 Пірсона,

$$\chi^2 = 300 \cdot 20 \cdot 0,0015 = 9,0$$

Так як, розподіл Ерланга двопараметричне рівняння, то число ступенів свободи $DO = 4$. По додатку [77] при $DO = 4$ і $\chi^2 = 9,0$ визначаємо, що ймовірність погодження становить $P = 0,0611$.



Рисунком 3.6. Розподіл висот виступання голівок коренеплодів відносно поверхні ґрунту за законом Ерланга

У цьому випадку $P = 0,0611 > 0,05$, то варто вважати несуттєвими наявні розбіжності між теоретичними та дослідними частотами, тобто експериментальний розподіл погодиться з теоретичним кривою яких представлені на рисунку. 3.6.

3.6 Вплив висоти зрізу на втрати цукроносної маси і залишки гички на коренеплодах

Закономірності зміни відходів цукроносної маси в гичку і залишків гички на голівках коренеплодів залежно від висоти зрізу встановлювалася при об'ємі вибірки не менш 300 показників.

Таблиця 3.6. Відходи цукроносної маси (%) коренеплодів залежно від висоти зрізу

Діаметр коренеплоду, мм	Висота зрізу, мм								
	20	40	60	80	100	120	140	160	180
40-00	7,2	26,4	50,1	69,1	79,8	85,3	67,2	87,5	38,5
60-80	5,5	19,6	37,0	54,5	68,6	78,3	84,0	87,2	88,6
80-100	2,9	9,7	20,9	38,3	58,3	74,3	83,5	87,0	88,0
100-120	2,0	6,3	13,5	23,16	35,8	48,8	61,1	71,7	79,6
120-140	1,1	4,2	9,6	17,1	26,1	35,5	45,6	56,8	66,5

З аналізу даних табл.4.4 видно, що із зниженням висоти зрізу до хвостової частини коренеплоду відходи цукроносної маси збільшуються для всіх розмірних груп коренеплодів, а із збільшенням діаметра коренеплоду відходи цукроносної маси зменшуються при одній і тій же висоті зрізу.

Аналогічно і залишки гички на голівці збільшуються із збільшенням висоти зрізу (табл.3.7).

Таблиця 3.7. Залишки гички (% до маси коренеплоду) на голівках коренеплодів залежно від висоти зрізу

Діаметр коренеплоду, мм	Висота зрізу, мм					
	20	40	60	80	100	120
40-60	4,9	11,1	15,9	20,2	24,4	28,2
60-80	2,8	8,3	12,9	17,2	21,0	24,9
80-100	1,9	5,9	9,4	12,7	15,7	18,4
100-120	1,6	4,1	6,9	9,2	11,5	13,5
120-140	1,1	3,0	5,2	6,9	8,7	10,4

Із збільшенням діаметра коренеплодів, залишки пички на голівках коренеплодів зменшується в 4,5-2,7 рази або від 4,9 до 1,1% і від 28,2 до 10,4%.

Втрати гички наведені в табл.4.6

Загальна закономірність збільшення втрат гички залежно від збільшення висоти зрізу зберігається і в цьому випадку. Необхідно відзначити, що коренеплоди діаметром 100 мм і більше мають бічні відростки гички, що при зрізі необхідно враховувати, тому що вони впливають на засміченість вороху коренеплодів зеленою масою.

3.7. Показники якості роботи гичкорізальних апаратів виробничих машин

Дослідження якості роботи виробничого гичкорізального апарата, що складається з пасивного копіра й активного ножа гичкозбиральної машини БМ-6В, проводилися в діапазоні робочих швидкостей при оптимальних параметрах /29,30/. Параметрами гичкорізального апарата були: горизонтальний зазор між ножем і копіром $a = 45$ мм і вертикальний $b = 25$ мм.

Якість роботи гичкорізального апарата, що складається з пасивного копіра і активного ножа, наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8. - Показники якості роботи гичкорізального апарата виробничої гичкозбиральної машини БМ-6В

Найменування показників	Робоча швидкість, м/с		
	1,0	1,8	2,3
Зв'язана гичка, % *	27,7/9,1	11,4/9,6	10,6/9,7
Вільна гичка, %	27,7	27,4	26,8
Зібрана гичка, %	63,2	63,0	64,1
Втрати цукроносної маси коренеплоду, %	4,3	5,4	6,8

* у чисельнику - до маси коренеплоду;
у знаменнику - до маси гички.

Дані досліджень дають можливість зробити висновок про те, що зміна робочої швидкості практично не робить впливу на кількість зібраної гички. Якщо при швидкості 1,0 м/с кількість зібраної гички склала 63,2%, то при швидкості 2,3 - 64,1%. Кількість зв'язаної гички також практично залишається незмінною при збільшенні робочої швидкості. Істотним недоліком досліджуваного ріжучого апарата є наявність втрат цукроносної маси коренеплодів. При швидкості переміщення 1,0 м/с відходи становлять 4,3%, а при швидкості 2,3 м/с - 6,8%.

Підвищення відходів цукроносної маси при збільшенні робочої швидкості зумовлене зростанням інерційно-динамічних зусиль ріжучого апарата, які негативно впливають на якість зрізу гички на голівках коренеплодів.

3.8. Технологічні параметри робочих органів для зрізу гички

цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів і показники якості їхньої роботи

В ході досліджень якості роботи гичкоразальних приладів сегментного типу встановлено ряд технологічних недоліків, на які впливають його конструктивні особливості. Роблячи зріз гички на висоті 40-60 мм відносно поверхні ґрунту, пальці протирізальними пластинами, а також ніж передньою частиною викидають сильно виступаючі коріння з наступним їх зрізом на кут до осі.

Цей фактор змушує зробити зріз на рівні або над сильно виступаючими головками коренів.

При збільшеній висоті зрізу, коли лінія зрізу проходить на пагоні (не зачіпаючи головки коренеплодів), верхівка розвалюється і її втрати збільшуються.

До переваг різача сегментарного типу належить той факт, що відхилення коренів відносно поверхні центральної лінії ряду практичних не впливає на здійснення технологічного процесу зрізання стебла і воно не засмічується ґрунтом та ін. органічні залишки.

Встановлено, що зі збільшенням робочої швидкості якість роботи різальної машини сегментарного типу різко погіршується. Так, при робочій швидкості 0,88 м / с втрати вільного верху (підряд) становлять 5,4, а при збільшенні швидкості до 1,8 м / с - 23,9%, або в 4,5 рази більше, відповідно повнота збору топ-71,1 та 36,2%, або в 2 рази менше (таблиця 3.9).

Зі збільшенням робочої швидкості при однаковій висоті зрізу збільшується і кількість решток бруньок на головках коренів. При робочій швидкості 0,88 м / с залишки бруньки на головках коренеплодів становили 31,4% від маси коренеплоду, а при швидкості 1,8 м / с - 43,6%. Це пов'язано з тим, що під час роботи відрізок передньої частини лід час руху згинає гак, а потім відбувається косий зріз (рис. 4.7).

Таблиця 3.9 - Якість роботи гичкорізального апарата сегментного типу

при висоті зрізу $h = 50$ мм

Показник

Робоча швидкість, м/с

	0,88	1,33	1,8
Зв'язана гичка, % *	31,4/23,5	41,2/33,0	43,6/39,9
Вільна гичка, %	5,4	15,5	23,9
Зібрана гичка, %	71,1	51,5	36,2

* у чисельнику - до маси коренеплоду;

у знаменнику - до маси гички.

Після проходження гичкорізного апарату фактична висота зрізу гички перевищує початково встановлену висоту і збільшується зі збільшенням робочої швидкості.

Зі збільшенням висоти зрізу при постійній робочій швидкості кількість залишків бруньок на головках коренів збільшується як відносно ваги кореня, так і до ваги всієї бруньки (рис. 4.15). При цьому вага зібраних гіф зменшується за рахунок збільшення її втрат між рядами та на головках коренеплодів.

Вивчаючи якість роботи гіпсоріза роторного типу з горизонтальною віссю обертання (КІР-1,5) з навісними ножами на валу, було встановлено, що під час обертання пристрій порційно косить жолоб і подає його в направляюча оболонка. Ступінь подрібнення залежить від величини захоплення порції гіф ножем. Крім того, зібрані та подрібнені гіфи забруднені ґрунтом та іншими органічними залишками, які є носіями або джерелами шкідливої мікрофлори. При великій кількості соку в подрібнених гіфах та наявності шкідливої мікрофлори виникає піноутворення, і гіфи стають майже непридатними для використання.

Таблиця 3.10. Якість роботи гичкорізного апарату роторного типу з горизонтальною віссю обертання залежно від висоти зрізу при швидкості $V = 2,5$ м/с

Показники	Висота зрізу, мм			
	40	60	100	120

Зв'язане гичка,	1,1/5,1	17,8/11,1	21,3/13,9	23,5/15,9
Зібрано гички, %	94,9	88,9	36,1	84,1
У тому числі вільної землі, %	1,6	0,7	0,4	0,3

* у чисельнику - до маси коренеплодів;

у знаменнику - до маси гички.

Встановлено, що зміна робочої швидкості не впливає на кількість зібраної гички на однаковій висоті зрізу. Якщо при робочій швидкості 1,25 м / с кількість зібраних гіф становило 64,5%, то при швидкості 2,5 м / с - 84,6% (висота зрізу 120 мм. Дослідження якості роботи гичкорізального апарата роторного типу з вертикальною віссю обертання проводилися на лабораторно-польовій установці (рисунок 3.7.) з наступними основними параметрами (таблиця 3.11).

Під час проведення досліджень гичкорізального апарата роторного типу з вертикальною віссю обертання встановлено, що даний апарат надійно виконує процес зрізу й передачі гички на транспортуючий пристрій, практично не засмічує ворох гички ґрунтом й іншими органічними залишками, не подрібнює гички. Відхилення коренеплодів відносно умовної осьової лінії рядка і наявність бур'янів не робить впливу на виконання технологічного процесу. Якість роботи гичкорізального апарата наведена в таблиці 3.9.

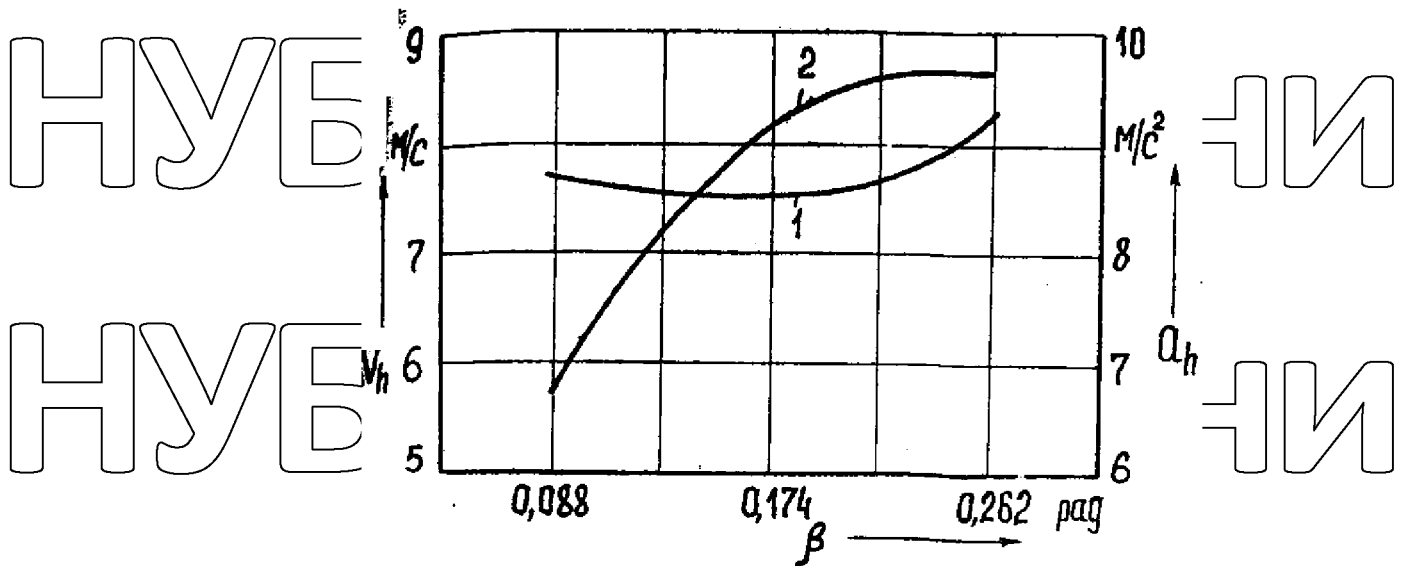


Рисунок 3.7. - Швидкість зміни висоти (1) і максимальне прискорення, (2) леза ножа гичкорізного апарата залежно від кута нахилу нерівностей поверхні ґрунту у вертикальній площині:

V_h - швидкість леза ножа;

a_h - максимальне прискорення леза ножа;

β - кут нахилу нерівностей ґрунту.

Аналіз даних (таблиця 3.9) показує, що при постійній робочій швидкості з підвищенням висоти зрізу кількість зібраної гички зменшується, а, природно, кількість гички, що залишилася, на голівках збільшується. Якщо при висоті зрізу $h = 60$ мм було зібрано 80,7 гички, то при висоті $h = 120$ мм - 69,5%.

Зміна робочої швидкості не робить істотного впливу на кількість зібраної гички і гички, що залишилася, на голівках коренеплодів при одній і тій же висоті зрізу. При швидкості $V_M = 1,1$ м/с кількість зібраної гички становить 81,2%, а при збільшенні швидкості до $V_M = 2,5$ м/с - 80,9%, залишки гички на голівках коренеплодів склали 15,7 й 17,9%.

Таблиця 3.11. Основні параметри гичкорізального апарата роторного типу з вертикальною віссю обертання

Найменування й розмірність параметра	Позначення параметра	Величина параметра
Діаметр ротора по кінцях лез ножа, мм	D	600
Кут встановлення ротора до горизонтальної площини, рад.	α	0,436
Довжина прямолінійної частини ножа, мм	l	120
Довжина вигнутої частини ножа, мм	h_{ϕ}	50
Висота картера бусо-редуктора, мм	H	50
Ширина картера бусо-редуктора, мм	b	210
Конструктивний зазор між верхньою площиною бусо-редуктора й ротором, мм	ε	5
Лінійна швидкість ножа, м/с	V_o	38
Кутова швидкість обертання ротора, рад./с	ω	20,2
Діаметр гичкозабірника, мм	D_1	500
Діаметр гладкого барабана, мм	D_2	260
Початковий кут захоплення першого барабана, рад.	θ_1	0,872
Початковий кут захоплення другого барабана, рад.	θ_2	1,213
Кут подачі каси потоку гички, рад.	γ	0,036
Кількість ножів на роторі, шт	m	2
Міжцентрова відстань між роторами, мм	L_p	450
Робоча швидкість, м/с	V_M	2,2-2,5
Продуктивність лабораторно-польової установки, га/ч	W_{CM}	1,27-1,45

Таблиця 3.12 - Якість роботи гичкорізального апарата роторного типу з вертикальною віссю обертання залежно від висоти зрізу, при $V_M = 1,8$ м/с

Назва показників	Висота зрізу, мм		
	60	90	120
Зв'язана гичка,	17,4/10,5	21,9/14,4	24,6/17,2
Вільна гичка, %	8,8	10,0	13,3
Зібрана гичка, %	80,7	75,6	69,5

* у чисельнику - до маси коренеплодів, у знаменнику - до маси гички.

Кількість зв'язаної гички на голівках коренеплодів після проходу гичкорізальних апаратів роторного типу однакова й коливається в межах 17%. Вільна гичка, тобто гичка в міжряддях, після проходу гичкорізального апарата роторного типу з горизонтальною віссю обертання відсутня. Це пояснюється тим, що даний вид апарата під час роботи створює повітряний потік, що захоплює не тільки дрібні фракції ґрунту, але й залишки листків також бур'янистих рослин. За рахунок зазначеної властивості кількість зібраної гички становить 88-89% і більше, ніж кількість зібраної гички гичкорізальним апаратом роторного типу з вертикальною віссю обертання - 80-81%.

Таким чином, гичкорізальний апарат сегментного типу має малу продуктивність і не може бути застосований на гичкозбиральних машинах, що входять у бурякозбиральний комплекс. Гичкорізальний апарат з горизонтальною віссю обертання подрібнює гичку й засмічує її землею й іншими органічними залишками, що перевищують допустимі норми агрозоовимог. Найбільш прийнятний по продуктивності й виконанню агрозоовимог гичкорізальний апарат роторного типу з вертикальною віссю обертання й нижнім його приводом.

3.9 Показники якості сировини коренеплодів, після зрізу гички цукрових буряків з копюванням та без копювання голівок коренеплодів

При дослідженнях встановлено, що лабораторно-польова установка на базі трактора ХТЗ-121 інтегрального типу, що складається з гичкорізальної і дочисаючої частин, дозволяє здійснити технологічний процес зрізу гички без копювання голівок коренеплодів і збору їх в широкому швидкісному діапазоні від 0,94 до 2,5 м/с та здавати сировину без ручного доочищення (табл.4.11). У той же час, при однакових умовах випробування, виробнича гичкозбиральна машина БМ-6В стійко здійснює технологічний процес збирання гички з копюванням голівок коренеплодів, при робочій швидкості до 1,3 м/с. Оптиміальні швидкісні режими роботи дозволяють зробити

висновок про те, що продуктивність лабораторно-польової установки вища на 70-80% від виробничої гачкозбиральної машини БМ-6В.

Крім того, забруднення сировини зеленою масою після гачкозбиральної машини БМ-6В становить 2,0 % що не перевищує норми 3,0%, а відходи цукроносної маси 3,6%. При врожайності коренеплодів 41,2 т/га втрати маси коренеплодів становлять 1,48 т/га, а після лабораторно-польової установки - 0,08 т/га.

Таблиця 3.13. - Показники якості лабораторно-польової установки й гачкозбиральної машини БМ-6В в комплексі з коренезбиральною машиною РКС-6

Показник	Лабораторно-польова установка			БМ-6В
Робоча швидкість, м/с	1,3	2,0	2,5	1,3
Склад вороху, %				
- коренеплоди	94,5	92,1	92,0	92,7
- гички	0,5	1,5	1,9	2,0
- загальне забруднення купи	6,5	7,9	6,0	7,3
Кількість коренеплодів із зрізом, %	89,3	31,8	78,2	75,2
- нормальним	0,9	1,0	0,3	9,0
- низьким	0,8	12,2	21,5	15,8
- високим	0,2	0,2	0,2	3,6
Відхід маси голівок у гичці при зрізі, %				
- т/га	0,08	0,08	0,08	1,48
Середня маса вибитих коренеплодів, м	662	670	680	758
Втрати коренеплодів після РКС-6,%	3,0	3,5	3,3	3,4
Середня маса втрачених коренеплодів, м	206	219	154	278
Ушкоджено коренеплодів усього по масі, %	41,9	39,5	36,7	58,6
у т.ч. сильно	21,2	21,2	11,5	33,7

Із збільшенням робочої швидкості лабораторно-польової установки від 1,3 до 2,5 м/с кількість нормально зрізаних й очищених коренеплодів зменшується з 89,3 до 78,2%, а після проходу гачкозбиральної машини БМ-6В - 75,2%. Кількість високо зрізаних коренеплодів зростає з 9,8 до 21,5%, а після проходу машини БМ-6В - 15,8%. В той же час, кількість коренеплодів з низьким зрізом зменшується з 1,0 до 0,3%, а після проходу машини БМ-6В 9%. Відомо, що низько обрізані коренеплоди негативно впливають на технологічні якості всіх коренеплодів при тривалому їхньому заводському зберіганні.

Кількість сильно ушкоджених коренеплодів зменшується із збільшенням робочої швидкості лабораторно-польової установки з 21,2 до 11,5%, а після проходу машини БМ-6В - 33,7%.

Аналіз даних показує, що кількість високозрізаних коренеплодів після зрізу гички без копіювання їхніх голівок становила 43,1%, а при зрізі з копіюванням - 12,8%, що в 3,4 раза більше. Забруднення зеленою масою в обох випадках перебувало в межах агрономог.

Підвищена кількість сильно пошкоджених коренеплодів при зрізі гички з копіюванням голівок пояснюється тим, що рушії трактора, внаслідок не прямолінійного руху в міжряддях, наносять травми голівкам коренеплодів.

Після рухів трактора копір гичкорізального апарата вдаряється до голівок високо-виступаючих коренеплодів, а ніж, внаслідок зміни інерційно-динамічних навантажень, здійснює не тільки косі зрізи, але й сколи верхньої частини коренеплоду. Для видалення гички, що залишилися, бильні елементи очисника наносять додаткові удари по зрізаній частині голівок коренеплодів.

В результаті, кількість сильно ушкоджених коренеплодів, після зрізу гички машиною БМ-6В, склала 8,8 %, а після зрізу гички лабораторною установкою - 4,6 %, або в 1,9 рази менше.

Після 74 діб зберігання коренеплодів, зібраних з допомогою копірного зрізу, середньодобові втрати маси й цукру були на 0,003% більше, ніж у коренеплодів, при зрізі без копіювання голівок.

Коренеплоди, на яких зрізана тільки гичка без голівок, менше ушкоджуються й при зберіганні в меншому ступені піддаються впливу хвороботворних мікробів. Кількість коренеплодів, що загнили, після зрізу гички лабораторною установкою склала 1,7 %, а після зрізи гичкозбиральною машиною БМ-6В - 2,4%.

Таким чином, на підставі отриманих результатів і їхнього аналізу, необхідно зробити наступні висновки.

1. Застосування технологічного процесу зрізу гички без копіювання голівок коренеплодів гичкорізальним апаратам роторного типу з вертикальною віссю обертання, при даній конструктивно-компоновочній схемі установки, дозволяє якісно робити видалення гички й здавати сировину без ручного доочищення

2. Продуктивність гичкорізального апарата, виконаного у вигляді ротора з вертикальною віссю обертання і нижнім його приводом, в 1,7-1,8 рази вище, ніж виробничого - на гичкозбиральній машині БМ-6В.

3. Відходи маси голівок коренеплодів після гичкорізального апарата роторного типу з вертикальною віссю обертання менше на 3,4%, ніж після виробничого.

4. Продуктивність лабораторно-польової установки з гичкорізальним апаратом роторного типу з вертикальною віссю обертання перевищує продуктивність застосовуваних коренезбиральних машин у 1,3-1,5 рази.

НУБІП України

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці та екологічної безпеки на підприємстві

З метою організації здійснення правових, організаційно-економічних, лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на попередження нещасних випадків, професійних захворювань та нещасних випадків на виробництві, у господарстві організована служба охорони праці, яку очолює спеціаліст з охорони праці. Служба охорони праці (СОП) створюється на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів їх діяльності, включаючи невиробничу сферу. СОП є частиною структури підприємства, установи, організації як одна з основних виробничо-технічних служб. Більш детально, всі питання, що стосуються служби охорони праці на підприємстві, викладені в Типовому положенні про службу охорони праці, затвердженому наказом Державної інспекції праці України від 3 серпня 1993 р. №73.

СОП залежно від кількості працівників та ступеня складності та небезпеки виробництва може бути самостійним підрозділом або у формі групи або окремого фахівця. На підприємствах невиробничої сфери та виробничої сфери з чисельністю працівників менше 50 осіб функції цієї служби можуть виконувати в поєднанні особи, які пройшли перевірку знань з охорони праці. На підприємствах з чисельністю працівників від 51 до 500 включно (невиробнича сфера - від 101 до 500) таку службу повинен представляти один фахівець з охорони праці з інженерною освітою. Ліквідація СОП дозволяється лише у разі ліквідації підприємства. СОП підпорядковується керівнику підприємства і працює під керівництвом головного інженера.

Для забезпечення стабільної та тривалої роботи в економіці необхідно враховувати екологічні аспекти функціонування підприємства. Його перехід до впровадження та використання екологічно чистих технологій. Водночас слід впроваджувати екологічно чисті, безвідходні та ресурсозберігаючі технології, засновані на таких принципах:

а) турбота про підтримку родючості ґрунту;

б) використання органічних добрив, зелені та посівів багаторічних трав,

в) внесення мінеральних добрив та хімічна рекультивация на суворій науковій основі;

г) збільшення частки методів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин;

д) комплекс заходів щодо запобігання ерозії ґрунтів, включаючи контурно-меліоративне сільське господарство, заліснення полів, скидання та мінімальний обробіток ґрунту;

е) обмеження використання важкої техніки.

Важливим елементом екологізації рослинництва є захист ґрунту. Це може здійснюватися різними методами: заліснення перелогів та еродованих земель, використання раціональних агротехнічних прийомів, відмова від монокультур.

Технологія сільськогосподарського виробництва повинна базуватися на екологічно раціональних нормах, виключати обробіток ґрунту на схилах крутіше 7° та активізувати використання сільськогосподарських угідь, що залишаються в обробці.

Важливим елементом екологізації худоби є утилізація твердих та рідких відходів та зменшення газових викидів. У наш час гній використовується переважно як добриво і погано готується до експорту на поля. Це призводить до потрапляння в ґрунт паразитичної мікрофлори, яєць гельмінтів, великої кількості насіння бур'янів. Існує багато можливостей знешкодити такий гній. Але найбільш екологічним та економічно вигідним є переробка відходів тваринництва на біогаз.

Потреби цього сільськогосподарського підприємства в екологічній конверсії визначаються на основі матеріалів екологічних експертиз. Екологічна експертиза технічних проектів вперше була використана у 60-х роках у

Великобританії. Закон України про охорону навколишнього природного середовища передбачає проведення екологічних експертиз існуючих

промислових та сільськогосподарських підприємств, а також тих, що проєктуються, а також окремих територій.

4.2 Вимоги охорони праці при вирощуванні цукрових буряків

1. Цукрові буряки - це основна технічна культура, яка потребує належного догляду, починаючи з підготовки поля після попередника і закінчуючи збиранням врожаю. Загалом на дослідному полі працюють механізатори, які знають основні вимоги безпеки при посіві, догляді та збиранні буряків. До роботи допускаються лише технічно справні машини та інструменти, які повністю відповідають вимогам безпеки. Тягач комплектується трактористом під обов'язковим наглядом майстра, механіка або агронома. Усі працюючі самохідні машини та трактори повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.019-91.

2. Загальні вимоги до охорони праці у рослинництві.

3. Ця частина Правил встановлює вимоги безпеки щодо організації та здійснення технологічних процесів вирощування, збирання врожаю та первинної обробки сільськогосподарських культур.

4. Під час виробництва працівники піддаються дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів, властивих всім типам виробництва, включаючи процеси рослинництва.

5. Агрегування машин і устаткування з тракторами, самохідними шасі, а також переведення їх у транспортне положення необхідно проводити відповідно до вимог, передбачених експлуатаційною документацією.

6. Роботу агрегату, який обслуговують кілька працівників, необхідно починати тільки за встановленим сигналом, переконавшись у тому, що всі працівники його зрозуміли.

7. Розвороти машин потрібно проводити лише при виглиблених із ґрунту робочих органах. При цьому швидкість повинна бути не більше 4 км/год.

8. Переїзд сільськогосподарської техніки слід проводити відповідно до маршрутів, затверджених власником.

Вимоги до технологічних процесів в рослинництві.

1. Технологічні процеси вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва повинні відповідати типовим технологіям, затвердженим власником.

2. При розробці нових технологій вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва безпека працівників повинна забезпечуватися вимогами правил, а також через:

– усунення прямого контакту працівників із протруєним насінням під час завантаження у транспортні засоби, доставки на поле, завантаження сівалок і

саджалок;
– забезпечення трактористу-машиністу з кабіни оглядовості робочих органів напіпних сільськогосподарських машин;

– застосування сільськогосподарських машин з автоматичним приєднанням до енергетичних засобів;

– передбачення візуальної та звукової сигналізації, які б забезпечували узгоджені та безпечні дії спільно працюючих агрегатів та машин;

– погодженість роботи агрегатів, яка унеможливує виникнення небезпек.

Вимоги до обробітку ґрунту, посіву, посадки та догляду за посівами.

1. Механізовані роботи з обробітку ґрунту, сівби, посадки та догляду за посівами повинні проводитися відповідно до вимог технологічних (експлуатаційних) карт, експлуатаційної документації та правил.

2. У зоні можливого переміщення маркерів або навісного обладнання під час повороту машин-тракторних агрегатів не повинно бути людей.

3. Не дозволяється одночасне обслуговування двох або більше тренувань одним працівником під час руху агрегату.

4. Завантаження сівалок та садильних машин насінням, садивним матеріалом та добривами повинно здійснюватися за допомогою механізації.

Ручне завантаження дозволяється лише при зупиненому посівному або посадковому агрегаті, зупиненому двигуні трактора із застосуванням засобів

індивідуального захисту та дотриманням гранично допустимих навантажень при русі вантажів вручну.

5. Заміна, очищення та регулювання робочих органів навісних машин та знарядь, що знаходяться у підвищеному стані, слід проводити після вжиття заходів щодо запобігання їх несанкціонованому опусканню.

6. Не дозволяється піднімати працівників на верстатах під час їх руху, а також спускатися в них.

7. Робота сівалок на навісних сівалках не дозволяється.

Безпека - це сукупність правил і прийомів, спрямованих на запобігання можливості нещасних випадків, що можуть трапитися з персоналом, що обслуговує підрозділ, у разі порушення цих правил.

Однією з головних умов безпечного виконання механізованих робіт є справність машин. Тому категорично заборонено працювати на несправних машинах.

Для створення безпечних умов праці на машинах необхідно забезпечити такі запобіжні заходи:

1) захистити стрічкові та карданні передачі, а також оснастити важелі управління автомобілями надійними засувками для запобігання їх довільному перемикаючому;

2) не допускати експлуатації машин з несправними або погано відрегульованими механізмами;

3) запустити двигун відповідно до інструкції;

4) загнати трактор до причепа тихим ходом, без ривків; причепити машину можна лише після зупинки трактора;

5) під час руху агрегату не спускатися і не сідати на нього, не переходити з трактора на машини і навпаки;

6) не їздити на причіпних знаряддях, якщо вони не обладнані спеціальним сидінням;

7) запобігати різким поворотам на високих швидкостях і на похилих пагорбах;

8) спускатися і підніматися лише на низькій передачі і ні в якому разі не перемикаючи передач;

9) під час роботи двигуна забороняється надягати і знімати ремінь вентилятора;

10) якщо необхідно усунути несправності під трактором, необхідно зупинити двигун;

11) під час огляду приводних машин і комбайнів головний приводний ремінь повинен бути знятий, а якщо машина приводиться в рух від валу відбору потужності, двигун повинен бути зупинений;

12) не дозволяється чистити та регулювати машини, якщо не виключена передача в робочі органи;

13) забороняється передавати управління автомобілем третім особам;

14) перетинати залізничні, шосейні та польові дороги можна лише в тому випадку, якщо це не створює небезпеки;

15) трактористи повинні працювати у спецодязі та мати захисні пристрої. Санітарні правила, затверджені Міністерством охорони здоров'я України. Основними причинами травматизму є недотримання правил техніки безпеки, порушення трудової дисципліни.

4.3 Охорона навколишнього середовища

У природі відбувається все більше змін, спричинених сільськогосподарською діяльністю через збільшення попиту на їжу. Нерозуміння того, що все в природі пов'язане і обумовлене, часто призводить до небажаних наслідків. Невміле використання хімічних речовин однаково шкідливе для домашніх та диких тварин, культурних рослин та людей.

Людина, витісняючи природний біогеоциноз та закладаючи агробіогеоциноз, своїми прямими та побічними ефектами порушує стабільність усієї біосфери. Прагнучи отримати більше продуктів, він впливає на навколишнє середовище, застосовуючи набір агротехнічних заходів, пов'язаних із хімізацією.

Збільшення кількості пестицидів, що потрапляють у ґрунт, призводить до шкідливого впливу на навколишнє середовище. Хімічні добрива, гербіциди та пестициди широко використовувались у наступному столітті для підвищення продуктивності агробіогеоценозів. Це дозволило задовольнити потреби рослин в азоті, фосфорі, тим самим збільшивши врожайність сільськогосподарських культур.

Зростає використання хімічних добрив, гербіцидів та пестицидів збільшує їх вимивання та потрапляння у водоїми. Існують сприятливі умови для розвитку водоростей, які, як відомо, потребують багато кисню і тим самим ускладнюють життя у водних об'єктах.

Зростає також кількість інших хімічних речовин, що використовуються в сільському господарстві (інсектициди, дефолганти та інші).

Застосування хімічних добрив, гербіцидів, пестицидів, поряд із позитивними, призводить до серйозних негативних наслідків, які в кінцевому підсумку негативно впливають на продуктивність агробіогеоценозу та на все довкілля. Але здається людина без добрив і гербіцидів не може. З позиції охорони природного середовища вихід із складного становища буде в тому, щоб звести до мінімуму негативний вплив сільськогосподарської хімії. Для цього необхідно суворо дотримуватись правил використання добрив та хімічних засобів захисту рослин.

При невмілому і необережному використанні хімічних речовин, вони з союзників землероба і тваринника перетворюються в жорстокого ворога. Потрібно пам'ятати, що шляхи підвищення екологічної стійкості агробіогеоценозів різноманітні. При їх конструюванні необхідно враховувати комплекс факторів, винайдення сортів, стійких до хвороб і шкідників; відповідність природи вирощуваних культур до кліматичних умов; різноманітність видів і сортів в агробіогеоценозах та інші.

НУБІП України

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ

5.1 Розрахунок показників економічної ефективності

Показники економічної ефективності використання гичкозбиральної машини з безкопирним зрізом голівок коренеплодів визначають в порівнянні з базовою машиною БМ-6В.

Порівняння економічної ефективності базової БМ-6В та нової удосконаленої машини проведемо за рівнем приведених затрат на операції збирання гички пуркових буряків.

Приведені затрати на одиницю зібраної площі Π_{np} (грн./га) визначаємо за формулою

$$\Pi_{np} = C_{np} + E \cdot K_{нк}, \quad (5.1)$$

де C_{np} - прямі експлуатаційні затрати, грн./га;

E - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень ($E = 0,15$);

$K_{нк}$ - питомі капітальні вкладення, грн./га.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю зібраної площі визначаємо за формулою

$$C_{np} = C_{зп} + C_{ам} + C_{рем} + C_{пмм} + C_{ін}, \quad (5.2)$$

де $C_{зп}$ - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{ам}$ - затрати на амортизацію, грн./га;

$C_{рем}$ - затрати на поточний ремонт і планове-технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$ - затрати на паливно-мастильні матеріали, грн./га;

$C_{ін}$ - інші прямі затрати (вартість додаткових матеріалів), грн./га.

Затрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу визначають

$$C_{зп} = (n \cdot r) K_n / W, \quad (5.3)$$

де n - кількість робітників, що працюють по i -му розряду ($n = 1$);

r - тарифна ставка тракториста ($r = 40$ грн./год.);

K_n - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату ($K_n = 1,375$);

W - продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.

Продуктивність базової машини БМ-6В приймаємо рівно 1,1 га/год. Продуктивність удосконаленої машини становить 1,5 га/год -

підвищення продуктивності обумовлене можливістю виконання технологічного процесу на підвищених швидкостях.

Тоді затрати на заробітну плату по базовій і удосконаленій машинах

складуть:

$$C_{zn(b)} = (1 \cdot 40) \cdot 1,375 / 1,1 = 50 \text{ (грн./га);}$$

$$C_{zn(y)} = (1 \cdot 40) \cdot 1,375 / 1,5 = 36,67 \text{ (грн./га).}$$

Затрати на амортизацію і поточний ремонт

$$C_{ам(рем)} = B \cdot \alpha_{ам(рем)} / 100 T W \quad (5.4)$$

де B - балансова вартість машини, грн., відповідно $B_{(b)} = 37786$ грн.;

$B_{(y)} = 43318$ грн.;

$\alpha_{ам(рем)}$ - коефіцієнт відрахувань на реновацію (ремонт) машини, при

цьому $\alpha_{ам} = 14,3\%$; $\alpha_{рем} = 7\%$;

T - річне завантаження машини, $T_{(b)} = T_{(y)} = 540$ год.

Тоді затрати на реновацію та ремонт базової і удосконаленої машини

складуть

$$C_{рен(b)} = 37786 \cdot 0,143 / 100 \cdot 1,1 = 49,12 \text{ грн./га}$$

$$C_{рен(y)} = 43318 \cdot 0,143 / 100 \cdot 1,5 = 41,30 \text{ грн./га}$$

$$C_{рем(b)} = 37768 \cdot 0,07 / 100 \cdot 1,1 = 24,03 \text{ грн./га};$$

$$C_{рем(y)} = 43318 \cdot 0,07 / 100 \cdot 1,5 = 20,22 \text{ грн./га}$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали розраховували за формулою

$$C_{пмм} = g_{пмм} \cdot \Pi_{пмм} \quad (5.5)$$

де $g_{пмм}$ - витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/га; $g_{пмм(б)} = 13,7$ кг/га; $g_{пмм(у)} = 13,1$ кг/га;

$C_{пмм}$ - ціна паливо-мастильних матеріалів, грн./кг, приймаємо

$$C_{пмм} = 30 \text{ грн./кг.}$$

Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали будуть:

$$C_{пмм(б)} = 13,7 * 30 = 411 \text{ (грн./га);}$$

$$C_{пмм(у)} = 13,1 * 30 = 393 \text{ грн./га.}$$

Інші прямі затрати вираховували за формулою

$$C_{ин} = \frac{g_m}{B} \quad (5.6)$$

де g_m - витрата додаткових матеріалів, $g_m = 4589$ грн.;

B - площа, яку збирає машина за рік, $B = 150$ га.

$$C_{ин(у)} = 4589/150 = 30,59 \text{ грн./га.}$$

Тоді прямі експлуатаційні затрати по базовій і удосконаленій машині будуть складуть згідно формули (5.2)

$$C_{пр(б)} = 50 + 49,12 + 24,03 + 411 = 534,15 \text{ грн./га}$$

$$C_{пр(у)} = 36,67 + 41,30 + 20,22 + 393 = 491,19 \text{ грн./га.}$$

5.2 Річний економічний ефект

Питомі капітальні вкладення на машину визначали за формулою

$$k_{num} = B / (T \cdot H), \quad (5.7)$$

тобто $k_{num(б)} = 37786/540 * 1,1 = 63,61$ грн./га; $k_{num(у)} = 43318/540 * 1,5$

$$= 53,48 \text{ грн./га.}$$

Тоді загальні приведені затрати базового і удосконаленого зразків машини знаходимо за формулою (5.1), підставляючи в неї значення прямих

експлуатаційних затрат, питомих капіталовкладень і значення нормативного коефіцієнта

$$\Pi_{np(b)} = 534,15 + 0,15 * 63,61 = 543,69 \text{ грн./га};$$

$$\Pi_{np(y)} = 491,19 + 0,15 * 53,48 = 499,21 \text{ грн./га.}$$

Як видно із наведених розрахунків, балансова вартість базової машини БМ-6В становить 37768 грн., а удосконаленої – 43318 грн.

Однак, встановлено, що змінна продуктивність нової коренезбиральної машини збільшилась з 1,1 га/год. у серійної машини БМ-6В до 1,5 га/год., або на 35,5 %. Збільшення продуктивності нової машини привело до зменшення приведених затрат з 543,69 грн./га у базової машини до 499,21 грн./га у удосконаленої, або на 8,18 %.

Річний економічний ефект від застосування удосконаленої машини визначаємо за формулою

$$E_{p.e} = (\Pi_{np(b)} - \Pi_{np(y)} + U) \cdot B, \quad (5.8)$$

де B – площа, яку збирає машина за рік, га; при цьому $B = 150$ (га);

U – середня урожайність кормових буряків, ц/га.

$$E_{p.e} = (543,69 - 499,21 + 0,219 * 191) * 150 = 12946,35 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень в удосконалену машину визначали за формулою:

$$T_{ок} \cong (B_y - B_0) / E_{p.e.} \cong (43318 - 37786) / 12946,35 = 0,4 \text{ років.}$$

Затрати праці по комплексу робіт при збиранні кормових буряків удосконаленою машиною склали 6,55 людгод./га, а у серійної машини відповідно 7,6 людгод./га, тобто затрати праці у нового зразка машини знизилися на 13,2 %. Зниження затрат праці отримано за рахунок збільшення продуктивності дослідного зразка, підвищення якої досягається високим зрізом голівки коренеплодів.

Прямі експлуатаційні затрати зменшилися на 8 % і склали у новій машині 491,19 грн./га, а у базовій – 534,15 грн./га за рахунок покращення показників якості виконання технологічного процесу збирання.

Показники економічної ефективності використання удосконаленої машини наведені в табл. 5.1.

Показники економічної ефективності

п/п	Показники	Значення показників		Зниження (підвищення) показників
		Базова машина	Нова машина	
	Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	534,15	491,19	8 %
	Приведені затрати, грн./га	543,69	499,21	8,18 %
	Продуктивність машини, га/год	1,1	1,5	13,5%
	Питомі капіталовкладення, грн./га	63,61	53,48	16 %
	Затрати праці по комплексу робіт, грн.	7,6	6,55	14%
	Річний економічний ефект, грн.	-	12946,35	
	Термін окупності, років	-	0,4	

5.3. Висновки по розділу

1. Встановлено, що змінна продуктивність нової коренезбиральної машини збільшилась з 1,1 га/год. порівняно з базовою до 1,5 га/год. Збільшення продуктивності нової машини привело до зменшення приведених затрат з 543,69 грн./га у базовій машині до 499,21 грн./га у вдосконаленій, або на 8,18%.

2. Затрати праці по комплексу робіт при збиранні цукрових буряків удосконаленою машиною склали 6,55 люд.год./га, а у серійної машини відповідно 7,6 люд.год./га, тобто затрати праці у нового зразка машини знизилися на 14%. Зниження затрат праці отримано за рахунок збільшення продуктивності дослідного зразка, підвищення якої досягається високим зрізом голівок коренеплодів.

3. За рахунок застосування високого зрізу голівок коренеплодів підвищується валовий збір урожаю цукроносної маси на 5%.

4. Прямі експлуатаційні затрати зменшилися на 8 % і склали у новій машині 534,15 грн./га, а у базовій – 491,19грн./га за рахунок покращення показників якості виконання технологічного процесу збирання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Застосування для збирання цукрових буряків комплексу 6-рядних машин не забезпечує необхідної якості сировини коренеплодів. Втрати коренеплодів машинами становлять 10-15% (3,0-4,0 т/га), робочими органами пошкоджується 25-35%, ріжучими апаратами гичкозбиральних машин травмується понад 90% коренеплодів.

2. Якість збирання гички і коренеплодів цукрових буряків багато в чому залежить від технології і конструктивних особливостей ріжучих апаратів гичкозбиральних машин, а також від взаємного розміщення рослин в рядку й відносно рівня поверхні ґрунту. Збирання гички при зрізі її з копюванням голівок супроводжується зниженням валового збору врожаю коренеплодів на 5-9% (1,5 - 2,6 т/га) і травмуванням кожного коренеплоду, при довготривалому зберіганні яких, втрати маси й цукристості перевищують в 1,5 - 2,5 рази аналогічні показники для неушкоджених коренеплодів.

3. Експериментальними дослідженнями встановлено, що в більшості випадків розташування коренеплодів відносно рівня поверхні ґрунту можна апроксимувати нормальним законом розподілу, а величину відходів цукроносної маси з гичкою при зрізі з копюванням голівок коренеплодів відповідно кубичною або квадратичною регресією. При суцільному зрізі (без копювання голівок коренеплодів) втрати цукроносної маси описуються показниковою функцією. На основі встановлених залежностей здійснюється вибір оптимальної висоти зрізу гички цукрових буряків.

4. Аналіз математичної моделі руху начіпної гичкозбиральної машини з апаратами суцільного (без копювання голівок) зрізу гички, а також експериментальна перевірка дослідних зразків дозволили оптимізувати по динамічних, економічних і технічних критеріях рівень зрізу гички - в межах

50-70 мм відносно рівня ґрунту; відстань від опорних коліс до центру мас ріжучого апарата - 0,5-0,7 м.

5. Застосування нового технологічного процесу зрізу гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів дозволяє збільшити врожай на 1,0 - 1,5 т/га, зменшити кількість сильно ушкоджених коренеплодів на 11-13%, повністю виключити травмування їхніх голівок ріжучими апаратами, підвищити продуктивність гичкозбиральних машин в 1,5-1,7 рази. Економічний ефект при цьому становить 12946,35 грн. на одну машину в рік.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борис А.М. Моделювання технологічного процесу видалення гички комбінованим способом / Борис А.М. // Вісник аграрної науки. – Київ, 2011. – Вип. 7. – С. 66-68.
2. Борис А.М. Обґрунтування раціонального діапазону копінного зрізу гички цукрових буряків / Борис А.М. // Збірник наукових статей Луцького національного технічного університету. № 21(1). – Луцьк, 2011. – С. 26-30.
3. Булгаков В.М. Бурякозбиральні машини. – К.: Аграрна наука, 2011. – 352 с.
4. Булгаков В.М. Методика та засоби лабораторних досліджень процесу відокремлення гички експериментальними робочими органами / Булгаков В.М., Борис А.М. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, Вип. 107, т. 1. – Харків, 2011. – С. 175-188.
5. Булгаков В.М. Теорія робочого процесу видалення гички з коренеплодів цукрових буряків / В.М. Булгаков, А.М. Борис // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Вип. 166, ч. 1. – К., 2011. – С. 335-342.
6. Дефолтатор 4 Row 30 фірми Alloway Standard Industries [Електронний ресурс] // Інформація виробника – Режим доступу: <http://www.alowaystandart.com>.
7. Зуев Н.М. Безкопирный срез головок корнеплодов. / Зуев Н.М., Топоровский С.А. // Сахарная свекла. – 1988, № 6. – С. 42-45.
8. Гуляев В.И. Колебания систем твердых и деформируемых тел при сложном движении / В.И. Гуляев, П.П. Лизунов. – К.: Вища школа, 1989. – 197 с.
9. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник для ВТУЗов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 416 с.
10. Мартиненко В.Я. Гичкозбиральні машини / Мартиненко В.Я. – Тернопіль: Поліграфіст, 1997. – 110 с.

11. Погорелый Л.В., Татьянко Н.В., Свеклоуборочные машины: История, конструкция, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

12. Уборка сахарной свеклы с VM330 и Rootster 604 [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2008, № 2. – Режим доступа до журнала: <http://russia.profi.com>.

13. Надикто В. Т. Основи наукових досліджень: підручник / В. Т. Надикто : ТДАТУ. – Херсон, 2017. – 268 с.

14. Хайліс Г.А. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник / Г. А. Хайліс, Д. М. Коновалюк. – К.: НМК ВУ, 1992. – 320 с.

15. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова. – Харків: Веста, 2001. – 347 с.

16. Бендера І.М. Експлуатація машин і обладнання / І.М. Бендера та ін. Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т. – Кам'янець-Подільський : Сисин О.В.: Абетка, 2013. – 576 с.

17. Булгаков В. М. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, Є. І. Ігнат'єв // Вісник аграрної науки. – 2017. – №3. – С. 47-53.

18. Ігнат'єв Є. І. Дослідження агрегування гичкозбиральної машини з колісним інтегральним просапним трактором тягового класу 3 / Ігнат'єв Є. І. // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної конференції «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». – К., 2017. – С. 37 – 38.

19. Ігнат'єв Є. І. Розробка нової конструктивно-технологічної схеми збирання гички цукрового буряку з використанням орно-просапного трактора / Ігнат'єв Є. І. // Вісник аграрної науки. – 2016. – №8. – С. 67-71.

20. Булгаков В. М. Теоретичне дослідження очищення головок коренеплодів буряків гнучкою очисною допаттю, встановленою на привідному горизонтальному валу / В. М. Булгаков, Є. І. Ігнат'єв // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2016. – Вып. 6., Т. 3. – С. 3-24.