

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

НУБІП України

**Пашко Андрія Вікторовича**

**2022**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.333

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Декан механіко-технологічного факультету Завідувач кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки

Братішко В.В.

системотехніки

«    » 2022 р. ім. акад. П.М.Василенка  
Гуменюк Ю.О.  
«    » 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого  
культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітня програма Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Керівник магістерської роботи  
кандидат технічних наук, доцент Смолінський С.В.  
Виконав: студент магістратури 2 року навчання Пашко А.В.

КИЇВ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських

машин та системотехніки

ім. акад. П.М.Василенка, к.т.н., доцент

Гуменюк Ю.О.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Пашко Андрію Вікторовичу

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітня програма Агроінженерія

Магістерська програма Оптимізація параметрів, процесів і режимів роботи техніки АПК

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Тема магістерської роботи Обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку ґрунту

затверджена наказом ректора НУБіП України № 189 від 01.02.2021 р.

Термін подання студентом роботи 15.05.2022 р.

Вихідні дані до магістерської роботи

базова машина – підживлювач ЕКО-600-5,4, культура – цукровий буряк, площа обробки – 100 га, міжряддя – 45см, ширина захвату – 5.4 м, швидкість базової машини – 6 км/год, швидкість модернізованої машини – 9 км/год, збільшення врожайності цукрового буряка – на 20%, зменшення пошкодження рослин – з 5% до 1%

Дата видачі завдання 16.09.2021 р.

Керівник магістерської роботи

Смолінський С.В.

Завдання прийняв для виконання

Пашко А.В.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	
1. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПО ДОТРИМАННЮ ГЛИБИНИ ОБРОБКИ ҐРУНТУ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЮ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, І ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ РОБОЧИХ ОРґАНІВ КУЛЬТИВАТОРІВ НА ЗАСМІЧЕНИХ КАМНЯМИ ҐРУНТАХ .....	
1.1. Коригувальні пристрої сільськогосподарської машини .....	
1.2. Особливості сучасних конструкцій машин для обробки ґрунту в міжрядях просапних культур .....	
2. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ПОСІВІВ ЦУКРОВОГО БУР'ЯКА .....	
2.1. Короткий огляд і аналіз способів обробки посівів цукрового бур'яка .....	
2.2. Механічна обробка міжряддя .....	
2.3. Стрічкове внесення гербіцидів .....	
2.4. Позакореневі підживлення .....	
2.5. Методи боротьби з бур'янами .....	
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРО УДОСКОНАЛЕНИЙ КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ .....	
3.1. Вибір базового підживлювача .....	
3.2. Теоретичні обґрунтування параметрів установки форсунок з круговим розпилювачем .....	
4. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБКИ .....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	

НУБІП України

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота тему: „Обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку ґрунту”

Магістерська робота виконана на 73 сторінках машинописного тексту пояснювальної записки формату А4, містить 32 формули, 2 таблиці, 30 малюнків.

Магістерська робота присвячена питанню підвищення ефективності обробки цукрового буряка шляхом обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого просапного культиватора.

В першому розділі пояснювальної записки проаналізовані технічні рішення по дотриманню глибини обробки ґрунту.

В другому розділі розглянуто технології і технічні засоби для обробки посівів цукрового буряка.

В третьому розділі наведено обґрунтування про удосконалений культиватор для міжрядного обробітку ґрунту.

В четвертому розділі наведено показники економічної ефективності розробки.

Ключові слова: обробка, цукровий буряк, культиватор, підживлювач, параметри і режими роботи.

## ВСТУП

В даний час вітчизняної і зарубіжної промисловості випускаються різні конструкції культиваторів. Для зниження енергоємності процесу обробки ґрунту і для обходу невеликих каменів робочими органами в конструкціях таких машин застосовують пружні стійки і запобіжні пристрої.

Недоліком більшості машин є відсутність в них конструкції ефективних пристроїв для регулювання жорсткості пружних стійок.

При більшій жорсткості останніх знижується амплітуда їх коливань і збільшується енергоємність процесу обробки ґрунту. При недостатній жорсткості порушується глибина обробки.

Найвні в ряді конструкцій прясанних культиваторів пристрої для регулювання жорсткості пружних стійок на практиці дуже незручні.

Регулювання кожної стійки виробляється індивідуально, що потребує більших затрат часу та праці.

Так як навантаження на стійку залежить від твердості оброблюваного ґрунту, типу встановленого робочого органу, глибини обробки і швидкості руху машини, то для максимально ефективної настройки секцій з робочими органами необхідні більш простіші і ефективні пристрої для їх регулювання, що дозволить в підсумку знизити тяговий супротив машини і забезпечить дотримання глибини обробки.

Діапазон варіювання навантажень на робочі органи стає значно ширшим при експлуатації культиватора на ґрунті, який засмічений камнями.

В зв'язку з цим дуже актуальним є створення прясанного культиватора з одночасним регулюванням секцій з пружними стійками для обробки ґрунту, який засмічений камнями.

Метою роботи є підвищення ефективності обробки цукрового буряку шляхом обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку ґрунту.

Об'єктом дослідження є процес обробки цукрового буряку, робочий процес підживлювача.

Предметом дослідження є обґрунтування параметрів і режимів роботи удосконаленого культиватора як шлях до покращеного міжрядного обробітку ґрунту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПО ДОТРИМАННЮ ГЛИБИНИ  
ОБРОБКИ ҐРУНТУ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЮ ВИКОНАННЯ

ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, І ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ НАДІЙНОСТІ

РОБОТИ РОБОЧИХ ОРґАНІВ КУЛЬТИВАТОРІВ НА ЗАСМІЧЕНИХ  
КАМНЯМИ ҐРУНТАХ

Для оптимальної і ефективної роботи проріпних культиваторів на полях, обумовлених великою відмінністю фізико-механічних і технологічних властивостей їх ґрунтів, однією з головних агрономічних потреб є дотримання заданої глибини обробки, з можливістю регулювання в широкому діапазоні пристроїв з робочими орґанами, здійснюючими безпосередньо операцію культивації.

Окрім того, робочі орґани і їх запобіжні пристрої, які використовуються в цих ґрунтообробних машинах повинні бути максимально адаптовані для роботи на ґрунтах, які засмічені камнями.

В зв'язку з цим, спочатку необхідно проаналізувати відомі технічні рішення в області ґрунтообробних машин за наступними напрямками:

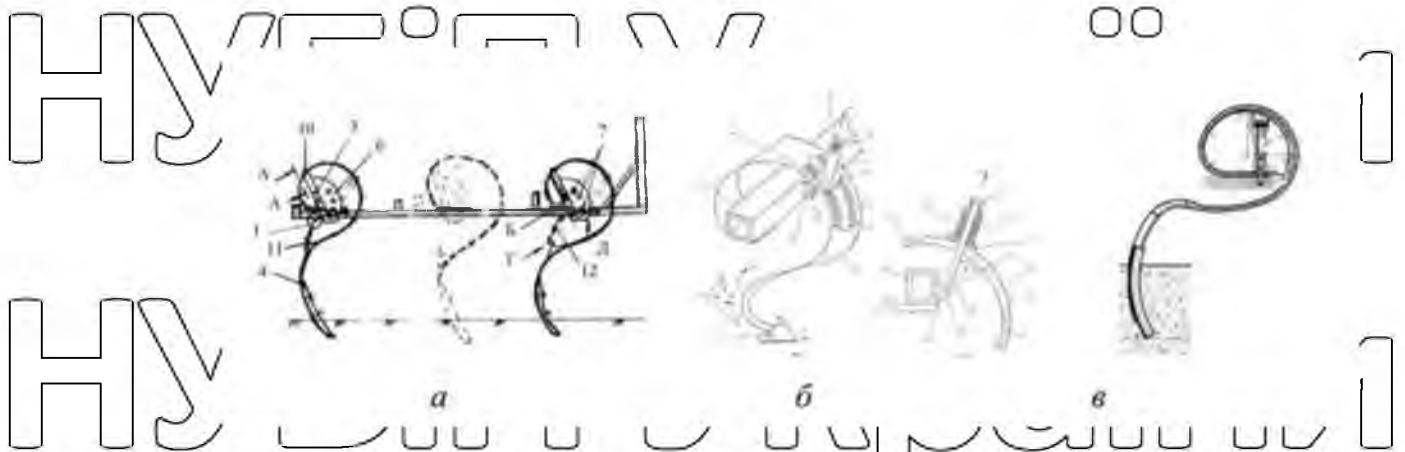
- дотримання заданої глибини обробки при обробці машиною ґрунтів, які мають відмінність по своєму тяговому супротиву;
- особливості аналізованої конструкції, з точки зору енергозбереження;
- пристосованість машини до роботи на ґрунтах, які засмічені камнями.

Крім перелічених напрямків аналізу, необхідно також привернути увагу на технологічність виготовлення конструкції, металоємність і вартість її виготовлення.

Одним з напрямків забезпечення стабільності глибини обробки, є індивідуальні механічні пристрої для регулювання коефіцієнту жорсткості



пружних S-подібних стійок оснащених обмежувачами переміщень верхньої частини. Цей принцип реалізований в конструкції з пристроєм автоматичного регулювання глибини обробки лан культиватора, конструкції культиватора для забезпечення стійкого руху робочого органу і в конструкції з застосуванням опорного елемента підвіски (малюнок 1.1).



*a* – конструкції з механізмом ступінчастого регулювання за допомогою

електродвигуна і електромагнітного фіксатора, *б* – конструкції із наскрізним пазом з

насічками і поворотним підпружинним фіксатором, *в* – конструкції з регульованим профілем заокруглення опорного елемента верхньої частини стійки

Малюнок 1.1 – Пружні S-подібні стійки з індивідуальними пристроями регулювання

Для забезпечення рівномірності ходу робочих органів і підвищення їх надійності і енергоефективності при роботі на ґрунтах засмічених камінням в конструкціях культиваторів більшості виробників с.-г. техніки застосовуються пружні стійки з пристроями їх регулювання і запобігання від поломок з можливістю зміни зусилля спрацювання механічного запобіжника в залежності від тягового опору і типу ґрунту.

В деяких машинах із застосуванням таких систем налаштування до ґрунтових умов можливе шляхом зміни кута установки (кута атаки) робочих органів. Проте, для забезпечення якості обробки на полях з підвищеною щільністю та вологістю ґрунту, з відхиленням тягового опору від середнього

більш ніж у 2 рази, досягти рівномірності глибини ходу робочих органів на практиці не вдається.

Для усунення цього недоліку вченими було запропоновано принципову схему модернізації використаного в конструкціях цих машин робочого органу (малюнок 1.2) з використанням технічного рішення щодо забезпечення автоматичного регулювання положення лез залежно від опору ґрунту.



Малюнок 1.2 – Загальний вид робочого органу культиватора і запропонована схема його модернізації

На відміну від робочого органу, модернізований робочий орган має додатково приварену у фронтальній частині, пластину 16 і повернутий в неї гвинт обмеження повороту лапи 17.

При підготовці до роботи на звичайних не кам'янистих ґрунтах за допомогою болта 15, леза робочого органу 7, встановлюються паралельно дну борозни, а гвинт 17 - повертається в пластину 16 до тих пір, поки між нижньою частиною лівого плеча стійки 6 і кінцевим кінцем регулювального гвинта 17 не встановиться проміжок, який забезпечить різницю висот передніх і задніх кінців лез лемешів 15 мм.

При роботі на кам'янистих ґрунтах гвинт обмеження повороту 17 стійки 6 повинен бути вивернутий настіжки, щоб збільшити прохід горизонтального

плеча останній вниз, тому даний спосіб модернізації актуальний для встановлення кута і обмеження амплітуди коливань робочого органу на прунтах без каменів. При експлуатації машини на тяжких ґрунтах засмічених камінням проблему ефективного регулювання за дотриманням глибини обробки ґрунту запропонована схема не вирішує, через високу трудомісткість процесу налаштування машини та значні витрати часу.



Малюнок 1.3 – Загальний вид культиваторних секцій з пружними стійками

В конструкціях пружних стійок розроблених вченими для суцільної та міжрядної обробки кам'янистих ґрунтів (малюнок 1.3), регулювання їх коефіцієнта жорсткості (пружності) здійснюється в більшості випадків за допомогою гвинтових натяжних механізмів.

Аналіз вищенаведених технічних рішень показав, що використання механічних засобів регулювання та налаштування вимагає великих витрат робочого часу та участі обслуговуючого персоналу. Крім того, неможливо оперативно переналаштувати ґрунтопереробну машину, так як твердість ґрунту може бути різною навіть на одній робочій ділянці.

Альтернатива механічного регулювання в конструкціях деяких машин з шарнірним кріпленням стійок таких як культиватори-глибокорозпушувачі, є гідравлічна система регулювання і запобігання від поломок (малюнок 1.4) схожа за принципом дії з системою, що застосовуються в конструкціях плугів обладнаних гідроциліндрами з гідракумулятором. В порівнянні з механічним способом регулювання настройка цих машин займає мало часу і не вимагає

значних витрат праці. Проте, так як і плуги, ці машини мають ряд недоліків - високу металосмісткість та підвищений тяговий опір.



а

б

в

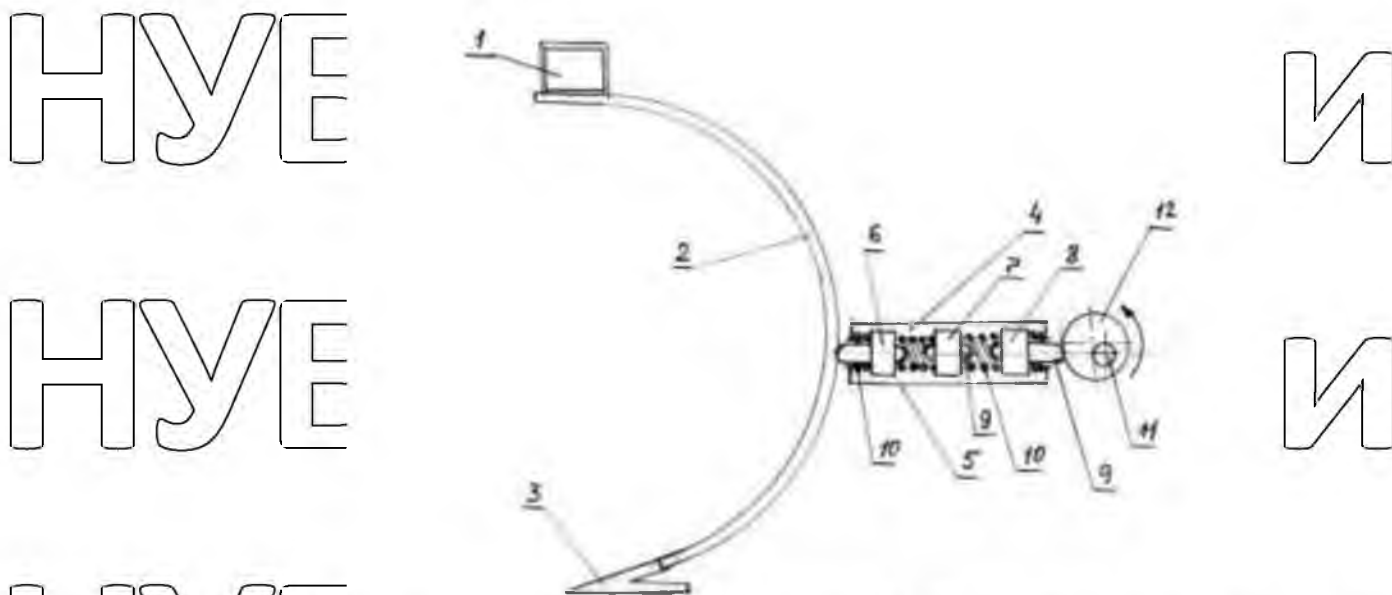
а – Quivogne Maxiculteur (Франція), б – Top Down фірми «Vaderstad» (Швеція), в – Combi CN-LP фірми «Di Raimondo» (Італія)

Малюнок 1.4 – Культиватори-глибокорозпушувачі з гідравлічною системою запобігання і регулювання робочих органів

Багатьма вченими робилися спроби поліпшення якісних показників обробки ґрунту та зниження тягового опору шляхом сполучення робочим органом примусових коливань.

Так, вченими Кримського агротехнологічного університету було розроблено конструкцію віброімпульсних ґрунтообробних робочих органів з примусовим коливальним приводом (малюнок 1.5).

У конструкції використані закріплена на рамі 1 пружна стійка С-подібного типу 2 з робочим органом 3. Коливання стійки під час роботи забезпечує встановлений за нею віброударний механізм 4, який містить горизонтально розташований циліндричний корпус 5, в якому поміщені циліндричні ланки 6,7,8 з ударниками 9. Ланки 6,7,8 пружні одне щодо іншого і щодо корпусу 5 пружинами 10. Ланка 6 віброударного механізму 4 спирається в стійку 2, а ланка 8 контактує з ексцентриком 12, який обертається на валу 11.



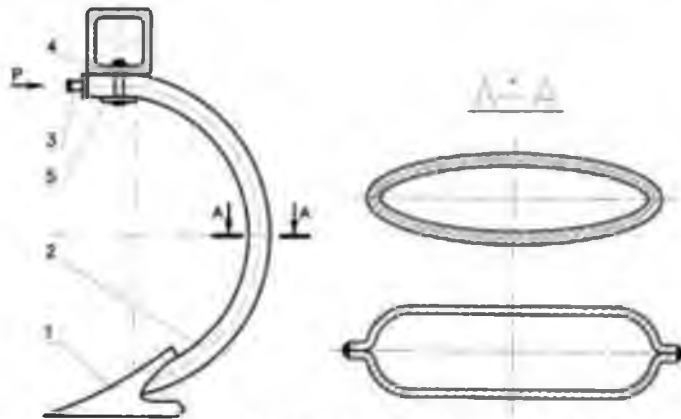
Малюнок 1.5 – Принципова схема віброімпульсного робочого органу

При роботі віброударного механізму стійка 2 з лапою 3 отримують багаторазові імпульси сили в напрямку її руху в ґрунті, внаслідок чого відбувається вібрація стійки 2 і лапи 3, що зменшує тертя ґрунту по робочій поверхні лапи 3 і покращує кришення ґрунту. В результаті істотно знижується тяговий опір лапи 3, а, отже і всієї зброї з пропонуваними робочими органами.

Основною перевагою даної конструкції є можливість регулювання швидкості обертання ексцентрика 11, підбираючи тим самим оптимальну частоту коливань робочого органу незалежно від частоти сколювання робочим органом ґрунтового пласту.

Однак, на практиці це вимагає наявності зовнішнього джерела енергії, а при використанні приводу від валу відбору потужності трактора, спільно з пристроєм регулювання його швидкості обертання та необхідністю передачі крутного моменту до ексцентрика віброударних механізмів кожної стійки, конструктивно ускладнює схему машини підвищуючи її металомісткість. В конструкціях машин для обробки кам'янистих ґрунтів, вимагають можливості обходу перешкод, прихованих у ґрунті, дану схему реалізувати досить складно.

Також була запатентована конструкція робочого органу культиватора, який містить розпушувальну лапу на С-подібній стійці (малюнок 1.6), виконаний у вигляді гнучкого порожнього герметичного трубчастого елемента зі штуцером в порожнину якої при обробці ґрунту під пульсуючим тиском потрапляє робоча рідина. В результаті деформації поперечного перерізу стійки вільний кінець стійки буде коливатись з певною частотою і амплітудою в залежності від параметрів тиску, що подається.



Малюнок 1.6 – Принципова схема робочого органу культиватора з порожнистою трубчастою стійкою некруглого перерізу

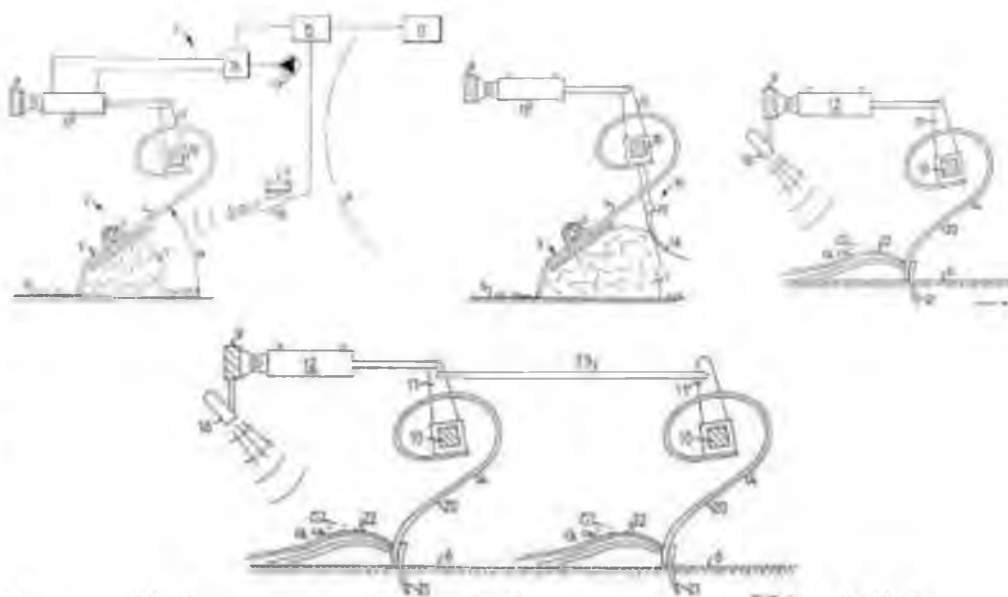
Недоліком даного технічного рішення є порівняно невеликий ресурс експлуатації порожнистої стійки, через малу зносостійкість і надійність. Для підвищення ресурсу роботи така стійка вимагають технології виготовлення з особливо міцних і стійких до механічного впливу матеріалів, що підвищує ціну її виготовлення. Але при цьому стійка відхилятиметься змінюючи кут установки робочого органу, що може негативно відбиватися на стабільності ходу по глибині і на тяговому опір. До того ж регулювання такої стійки на ґрунтового тлі вимагає зміни пульсуючого тиску повітря, що подається в неї, однак при цьому стійка відхилятиметься змінюючи кут установки робочого органу, що може негативно впливати на стабільність ходу по глибині та на тяговому опір.

Великий інтерес представляють зарубіжні джерела в патентній та науково-технічній літературі, в яких описується безліч принципів схем та

пристроїв контролю роботи та регулювання робочих органів ґрунтообробних машин. Для оцінки їх ефективності та працездатності проведемо аналіз запропонованих технічних рішень.

### 1.1. Коригувальні пристрої сільськогосподарської машини

Дана схема пристрою (малюнок 1.7) дозволяє контролювати відхилення кута  $\alpha$ ; S-подібної стійки 3, залежно від утвореного перед робочим органом валу ґрунту 7 під час роботи. Для реєстрації розмірів валу (у разі встановлення датчика спереду) або потоку ґрунту 22 (при встановленні датчиків ззаду) може бути використаний електронний датчик відстані 9 або шунт 18 одночасно з системою керування силсвим механізмом 1/2. При цьому S-подібні стійки кріпляться на поворотній осі 10 і можуть бути пов'язані між собою віссю 5 для групового їх регулювання.



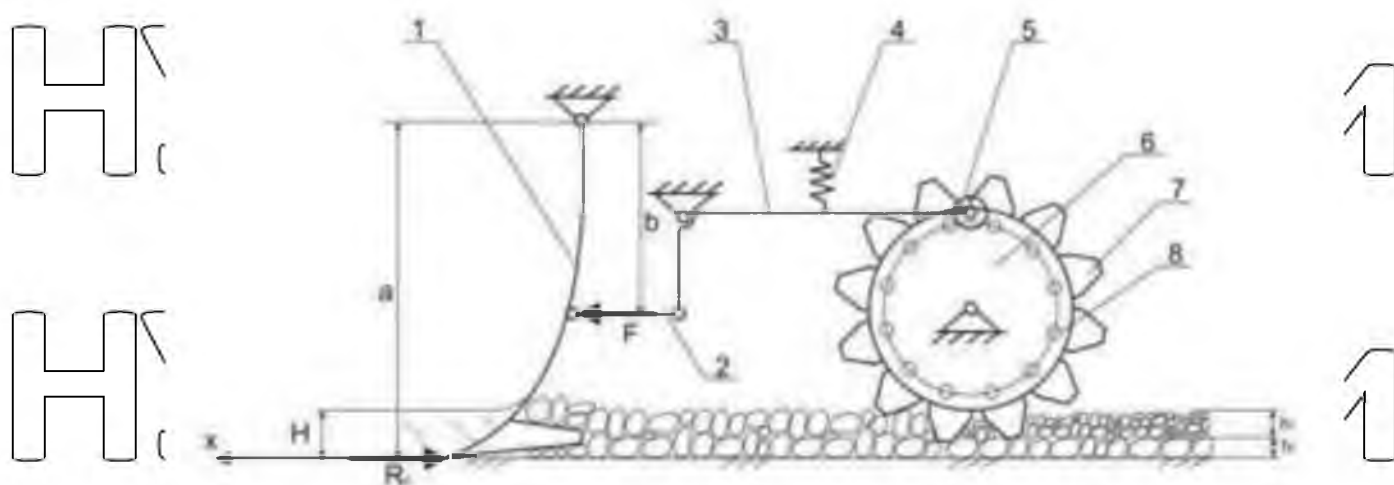
Малюнок 1.7 – Схема фіксуючого пристрою для регулювання пружних стійок

Перевагою даної схеми є можливість зниження витрат праці шляхом регулювання машини в автоматичному режимі, без участі оператора.

Недоліком даної схеми є те, що при роботі на ділянках полів з нерівним рельєфом і наявністю грудок ґрунту різних розмірів можуть виникати пошмигкові спрацьовування силового механізму. У разі розміщення датчика позаду стійки,

зі зменшенням швидкості руху агрегату потік ґрунту буде меншим, і можуть також спостерігатися помилкові випадки спрацьовування силового механізму, що призводить до зайвого заглиблення робочих органів.

Для покращення якості обробки ґрунту, зниження тягового опору та скорочення кількості обробок вченими Кримського агротехнічного університету було запропоновано застосування комбінованих агрегатів з активними робочими органами, коливання яких здійснюється від механічного приводу (малюнок 1.8).



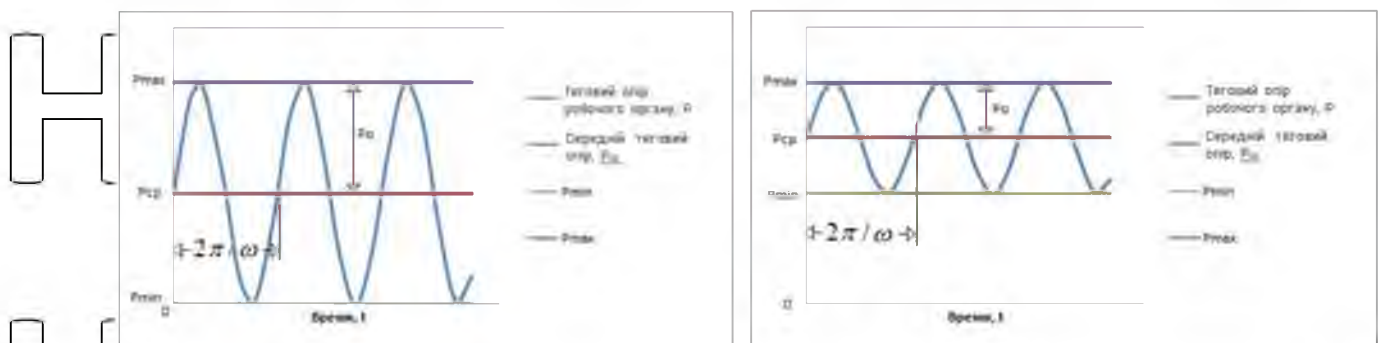
1-стійка з робочим органом, 2- регульована тяга, 3- гойдаючийся

Г-подібний важіль, 4- пружина, 5- ролик, 6- барабан, 7- зубчастий диск, 8 - штифт

Малюнок 1.8 - Технологічна схема поверхневого обробтку ґрунту комбінованим вібраційним робочим органом

Основною перевагою даної конструкції вібраційного робочого органу для поверхневої переробки ґрунту є можливість налаштування такої машини на певний ґрунтовий фон пружинами 4 кожної секції, можливість підбору числа штифтів барабана 8 оптимальної частоти коливань стрілкової лани узгоджено з поступальною швидкістю агрегату, та забезпечення регулювання амплітуди коливань за допомогою змінних роликів 5 різного діаметра.





Мал.1.9. Графіки зміни тягового опору в процесі змушених коливань робочого органу при:  $P_{cp}=P_0$  (вид а) і  $P_{cp}>P_0$  (вид б)

Для випадків коли потрібна експлуатація машини на полях з широким діапазоном варювання значень питомого тягового опору, а також у конструкціях машин для обробки ґрунтів засмічених камінням, дана схема неприйнятна і вимагає значних конструкторських допрацювань, зокрема і самого механізму регулювання.

## 1.2. Особливості сунасних конструкцій машин для обробки ґрунту в міжряддях просапних культур

Міжрядну обробку і підживлення просапних культур проводять багатьма зарубіжними культиваторами – Kverneland (Норвегія), Bomet (Польща), «Rollstar» John Deere, CUP (Молдова), 3Z-2 (Китай), Einbock Chopstar, SK-103 Badalini SH/MAIA EGTPC (Китай), GH4 серії Grimme (Германія), Eascher, Hatzenbichler, Clemens «Teractiv», Agrionat, Bomet, Imaс (Італія), Schmotzer Kombi-PP John Deer 856 Thema (Італія), Garford (Великобританія), Euro-Jabelman P-481 (Польща) і т.д.

На відміну від машин для поверхневої та передпосівної обробки для виконання міжрядної обробки просапних культур у більшості конструкції машин застосовують не тільки жорсткі (малюнок 1.10 і Т.11) або одношарове (малюнок 1.12 і 1.13) кріплення стійок робочих органів до рами машини, але і багатошарове (чотирьох панкове – паралелограмне), коли робочі органи кожної секції машини

встановлюються на паралелограмному підвішеному грядилі, яке має опорне колесо (малюнок 1.14 – 1.15)

Багат шарова система забезпечує краще копіювання мікрорельєфу та збереження заданої глибини обробки за умови дотримання стабільності кута встановлення робочого органу до поверхні поля.

В більшості конструкцій секції з багат шаровим паралелограмним кріпленням до рами можливе регулювання кута встановлення робочого органу зміною довжини верхньої ланки чотирьохланкового механізму. Однак секції з такою системою більш громіздкі, ніж системи з одношаровим і жорстким кріпленням, крім того, багат шаровість системи знижує етійкість ходу робочих органів в горизонтальній площині при неоднорідності поля.



а



б



в



г



д



е

а і б – ООО «ФТГ-Агро»; в – SK-103 (Китай); г – культиватор-

гребенуформувач КГП-4; д – культиватор-гребенуформувач КГ-70 К з фрезбараною е – підгортник-гребенуформувач HD 8000 серії GRIMME (Німеччина).

Малюнок 1.10 – Просапні культиватори з жорстким кріпленням стійок

робочих органів



Малюнок 1.11 – Просапні культиватори з пружними стійками

НУБІП України



Малюнок 1.12 – Культиватори-підгортники з використанням підпружинених

НУБІП України



Малюнок 1.13 – Культиватори з шарнірним кріпленням пружних стійок і механічними запобіжними пристроями

НУБІП України

НУБІП України



Малюнок 1.14 – Загальний вигляд культиватора для міжрядкової обробки посівів цукрового буряка і технічних культур Wil-Rich PT7722



а – КСН-1,4; б – Вофет (Польща); в – АК-2,8 (Білорусь);

г – Р-481 (Польща); д – КОН-2,8А-04.

Малюнок 1.15 – Просапні культиватори з паралелограмним кріпленням робочих органів



Малюнок 1.16 – Просапні культиватори з паралелограмною підвіскою і пружними S-подібними стійками



Малюнок 1.17 – Просапні культиватори з паралелограмною підвіскою робочих органів, які оснащені індивідуальними запобіжниками пружних

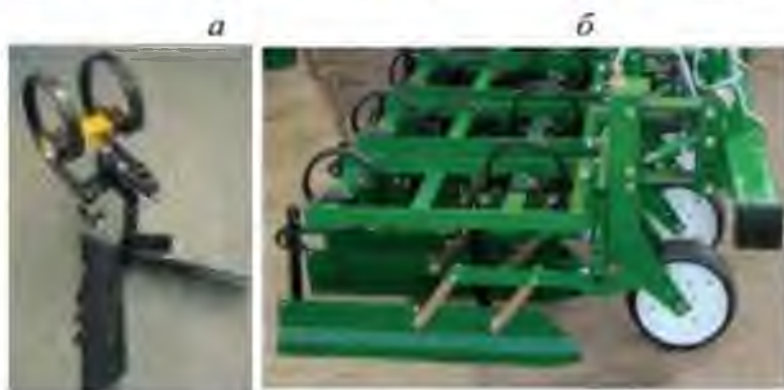
S-подібних стійок

НУ



ИИ

НУ



ИИ

НУ

ИИ

*а* – SCHMOTHER Kombi-PP (Німеччина); *б* – Hatzenbichler (Австрія);

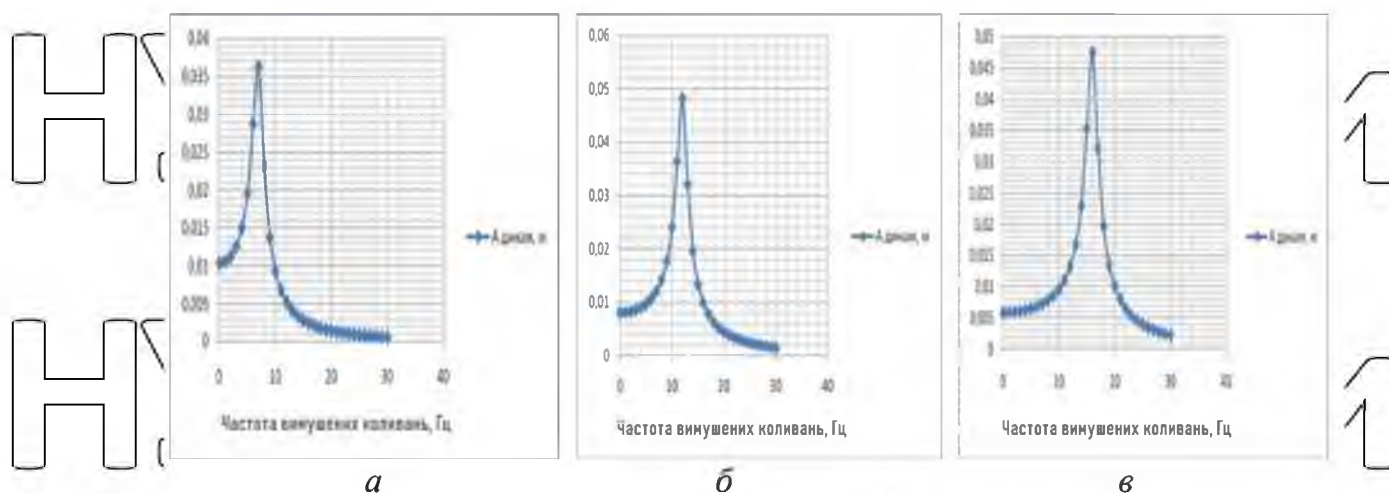
*а* – Garford «AGRLINK LTD» (Великобританія).

Малюнок 1.18 – Просапні культиватори з паралелограмною підвіскою робочих органів, які оснащені комбінованими пружними стійками

Стійкість ходу секції досягається вибором відповідного кута нахилу ланок паралелограмної чотириохланкової системи кривлення. Зі збільшенням цього кута здатність робочих органів до загніблення зменшується, а супротив перекочуванню збільшується. Оптимальний кут нахилу встановлюється при заданих показниках з урахуванням конкретних умов роботи.

Також для просапних культиваторів показані графічні залежності амплітуди  $A$  коливань робочого органу секції культиватора від частоти вимушених коливань в варіантах її компоновки.

НУБІП України



Графічні залежності амплітуди  $A$  коливань робочого

органу секції культиватора від частоти вимушених коливань у варіантах її компонування грядилем з підгортаючим корпусом ОК-3 (вид *a*), пружиню стійкою зі стрільчатою лапою (вид *b*) і грядилем зі стрільчатою лапою на стандартній

жорсткій стійці (вид *v*)

Для обробки кам'янистих ґрунтів секції машини додатково обладнуються системами захисту робочих органів від поломок (малюнки 1.12 – 1.13). Кріплення робочих органів в конструкціях таких машин здійснюється за допомогою підпружинних гряділів, а також спільним використанням пружинних запобіжників і пружних стійок (малюнки 1.14, 1.17).

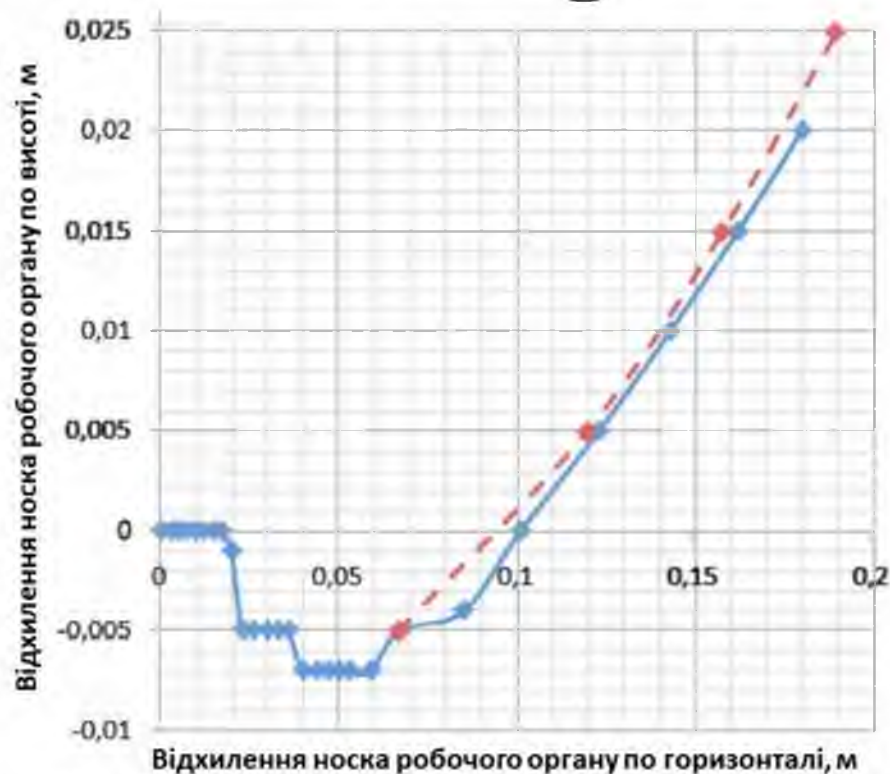
Таким машинам властиві схожі недоліки з передпосівними машинами. Пружні стійки також схильні до порушення глибини, і механізм їх настройки також досить неефективний по діапазону регулювання, витрат часу і праці.

В конструкції причіпного культиватора для міжрядкової обробки посівів цукрового буряка технічних культур «Wil-Rich PT7722» (малюнок 1.14) стабільність роботи по ширині захвату забезпечується шістьма передніми самовстановлюваними колесами.

Робочі органи встановлюються на паралелограмно закріплених на рамі секціях, які забезпечують хороше копіювання рельєфу

На машині передбачене індивідуальне регулювання під пружинних робочих органів.

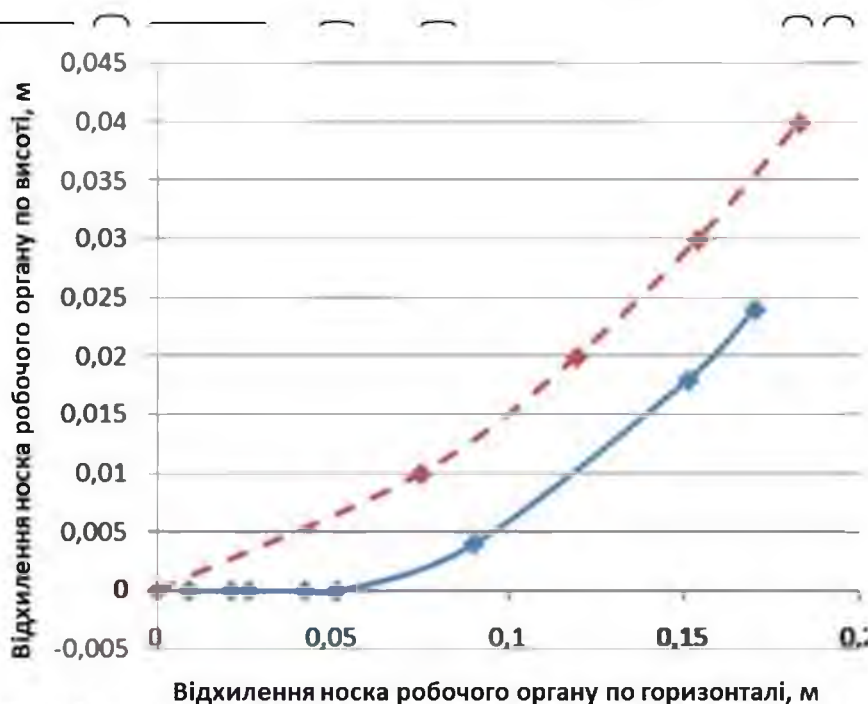
Аналіз вищевказаних конструкцій машин для міжрядкової обробки ґрунту, дозволяє зробити висновок, що в більшості сучасних конструкцій використовуються запобіжні механізми робочих органів, за допомогою яких можна зробити настройку машини на певні умови роботи (по питомому тисковому супротиву). Індивідуальні пристрої забезпечення вібрації в таких машинах широкого поширення не отримали з огляду великої металоємності і складності технологічного процесу. Ефект вібрації цих машин часто забезпечується пружними елементами запобіжних систем. Тому оптимальна настройка даних машин неможлива, так як зводиться до вибору пріоритету між ефектом вібрації (для економії палива), підтримкою заданої глибини (для забезпечення якості), і запасом ходу запобіжника необхідного для виглиблення робочого органу (для надійності роботи). Виконати компромісну настройку, досягти одночасного максимального забезпечення трьох цих факторів на практиці, не вдається.





Малюнок 1.19 - Графік відхилення стійки в горизонтально-вертикальній площині, який підтверджує наявність деформації стійки після спрацювання запобіжника (при виглибленні)

З токи зору стабільності і рівномірності ходу робочих органів по глибині обробки, конструкції з жорстким кріпленням стійок робочих органів переважно машин, які обладнані системою захисту (з шарнірним кріпленням стійок), але по енергозбереженню, забезпеченню надійності, і пристосованості до роботи в різних умовах, в тому числі і на ґрунтах, які замічені каменями, вони значно поступаються. Для надійної роботи в тяжких експлуатаційних умовах робочі органи таких машин повинні мати великий запас міцності. Для районів з наявністю часто зустрічаючих великих каменів в орному шарі, застосування машин, які не обладнані системами запобіжності робочих органів від поломок неефективно.



Малюнок 1.20 - Графік, який підтверджує відсутність деформації стійки після спрацювання запобіжника (при виглибленні)

Одним з недоліків більшості сучасних систем запобіжності робочих органів, значно впливаючим на якість процесу є відсутність ефективних

пристроїв регулювання і настройки машини на умови експлуатації, внаслідок чого при роботі спостерігаються такі явища, як нерівномірність ходу робочих органів по глибині обробки виніс-каменів з підорного шару на поверхність, а також погрешності і пропуски при спрацюванні запобіжних пристроїв.

Спосіб регулювання і настройки машини по тяговому зусиллю робочого органу за допомогою гідроциліндрів, для адаптації до умов роботи таких машин як просапні культиватори – не найкращий варіант, з огляду застосування на них робочих органів різного типу, тяговий супротив яких в різних умовах роботи може значно відрізнятись. Крім того, застосування гідравлічної системи регулювання на культиваторах понижує ефективність стійок (віброефект) і приводить до підвищення металоємності і вартості виготовлення машини.

Виходячи з проведеного обзору і аналізу ґрунтообробних машин можна дійти висновку, що в більшості конструкцій навісних і причіпних машин для поверхневої і передпосадкової обробки ґрунту однакова глибина обробки робочими органами підтримується системою навішування з опорними колесами і додатково застосовуваними модулями катків, що дозволяє рамі рухатись паралельно опорної поверхні.

Механічний спосіб регулювання глибини обробки за допомогою просвердлених в стійках опорних коліс отворів, або гвинтових механізмів чи гідроциліндрів встановлених на опорних колесах дозволяє встановлювати раму паралельно оброблюваної поверхні. Проте, при значних значеннях ухилу і нерівностях рельєфу оброблюваної ділянки це не гарантує рівномірності глибини ходу робочих органів під час роботи (не гарантує однакової відстані від дна борозни до поверхні на всій оброблюваній площі).

Однакова глибина ходу робочих органів впливає на якість виконуваного процесу. Так, наприклад, у посівних та посадкових машинах це гарантує одночасну схожість посівів та проростання насіння. Тому більшість передпосівної техніки додатково комплектується пристроями для вирівнювання

рельєфу, а машини для посіву або посадки оснащуються копіювальними колесами на кожній секції.

З урахуванням проведеного огляду та аналізу машин можна зробити висновок, що серед всього їх різноманіття конструкцій, кріплення робочих органів до рами може бути жорстким, пружним, одношаровим (грядильним), багатошаровим (паралелограмним).

При цьому жорстке кріплення часто застосовують для робочих органів на жорстких стійках, іноді оснащуючи їх запобіжником у вигляді зрізаних болтів.

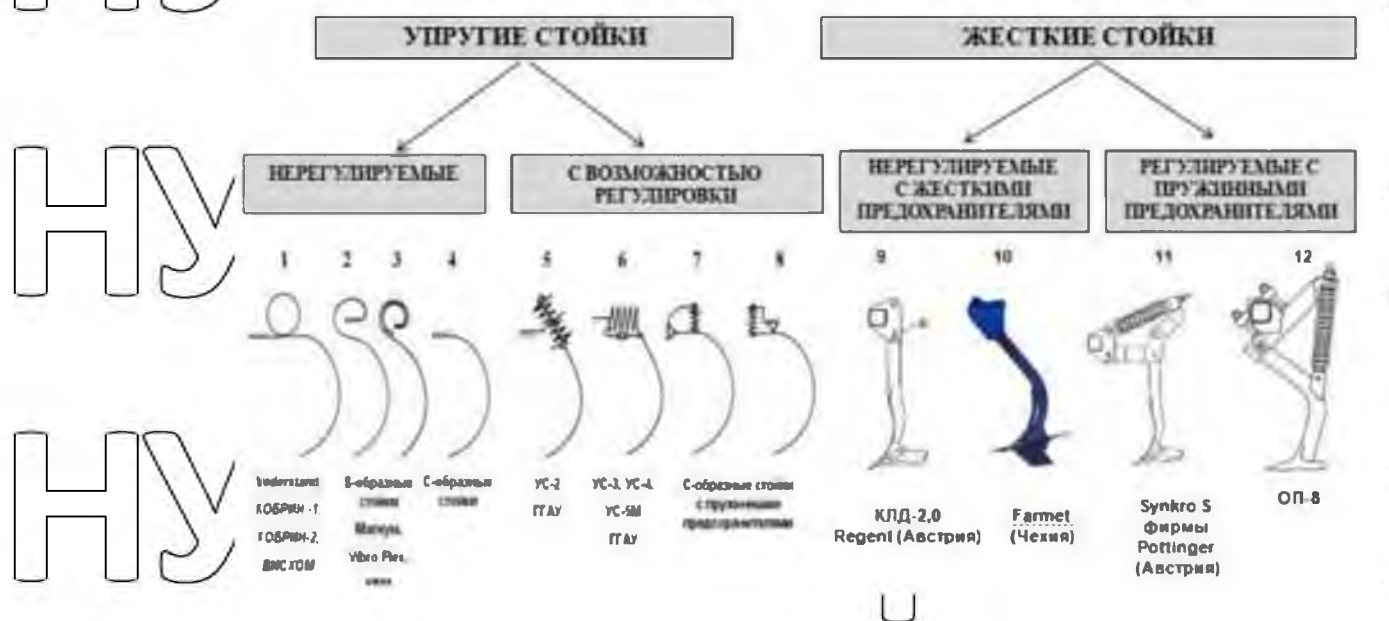
Жорстке кріплення пружин стійок дозволяє робочим органам обходити перешкоди, проте при цьому спостерігається непостійна глибина обробки, що для культивування є великим недоліком.

Одношарове кріплення робочих органів має той недолік, що при копіюванні рельєфу місцевості кут постановки леза лапи (робочого органу) до горизонту непостійний. Щоб вона не виглиблялася, цей кут повинен бути завжди позитивним (леза з тими ж чистими лапами має бути горизонтально або п'яти лез підняті щодо шкарпетки на 1...1,5 см). Для цього у вихідному положенні лапи ставлять під невеликим кутом до горизонту в розрахунок на те, що при копіюванні цей кут змінюватиметься. Але така установка стрілкової лапи збільшує кут кришення, що небажано, оскільки культивування не повинно сприяти висушенню ґрунту.

Багатошарове або паралелограмне кріплення секції забезпечує сталість кута установки лап незалежно від глибини обробки.

За результатами проведеного огляду та аналізу найбільш часто зустрічаються в конструкціях культиваторних секцій стійок і запобіжних механізмів, їх можна розділити на пружні стійки та жорсткі стійки. При цьому серед них зустрічаються нерегульовані та з можливістю регулювання (малюнок 1.18). До першого типу можна віднести пружні стійки Vaderstad, ВИСХОМ, S-подібні стійки Magnum, Vibro Flex, стійки культиватора КБМ, і стійки

вітцізних культиваторів С-подібної форми і жорсткі стійки культиваторів КЛД, Regent (Австрія), Farnet (Чехія).



Малюнок 1.21 – Основні типи культиваторних стійок

До стійок з можливістю регулювання можна віднести пружні стійки С-подібної форми секції культиваторів зарубіжних фірм, таких як John Deere, Glencoe, Farnet, Case IH, Bourgault, Kverneland CLC/CLD. Таким чином, навіть у конструкціях пружних стійок з можливістю регулювання налаштування машини на умови експлуатації індивідуальною затримкою гвинтових механізмів регулювання кожної стійки - досить трудомістке заняття, що потребує значних витрат часу, особливо у випадках великої ширини захоплення машини.

Для оптимального ефекту енергозбереження в неоднорідних польових умовах кам'янистих ґрунтів, де тяговий опір навіть при роботі на одній ділянці поля варіює в широкому діапазоні, проводити таке настє індивідуальне налаштування кожної стійки машини вручну недоцільно, так як витрати праці та часу на її проведення не окупаються заощаджені паливом. Крім того у більшості сучасних конструкцій із шарнірно закріпленим стійками, щоб уникнути порушення заданого кута кришення ґрунту робочим органом, внаслідок підвищеного тягового спору, налаштуванням здійснюється механізмом

регулювання самого запобіжного блоку. При великих значеннях тягового опору натяжка гвинтової пари запобіжного блоку веде до зменшення можливої висоти заглиблення робочого органу (при обході перешкоди), а у випадку використання в конструкції пружної стійки з недостатнім коефіцієнтом жорсткості бажаного ефекту на якість обробітку ґрунту не дає, на увазі порушення стійкості ходу робочого органу по глибині, що супроводжується зміною кута кришення ґрунту (внаслідок прогину нижньої частини стійки).

Таким чином, можна стверджувати, що для максимального налаштування робочих органів регулювання коефіцієнта жорсткості (пружності) стійці повинно бути окремо від регулювання запобіжника. Натяжка запобіжника на зусилля спрацьовування (тяговий опір) не повинен бути на збиток процесу коливань стійки в ґрунті (амплітуді та частоті при якій досягається максимальне енергозбереження) і на збиток якості роботи (рівномірності перебігу робочого органу по глибині). Та навпаки, забезпечення стабільності ходу по глибині не повинно бути на збиток висоті виглиблення робочого органу (зменшувати хід запобіжника).

## ОГЛЯД І АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБКИ ПОСІВІВ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

### 2.1. Короткий огляд і аналіз способів обробки посівів цукрового буряка

По багаторічним даним науково-дослідних установ для отримання високих і стійких врожаїв цукрового буряка необхідно своєчасне і високоякісне виконання комплексу агротехнічних прийомів, які направлені на задоволення біологічних потреб рослин до умов внутрішнього середовища.

Головними факторами при обробці посівів бурякових, що забезпечують отримання високих урожаїв коренеплодів з хорошою якістю, є збереження оптимальної густини стояння рослин до моменту прибирання, знищення бур'янів, збереження ґрунтової вологоти, створення сприятливого мінерального і водно-повітряного режимів, зниження пошкодження рослин шкідниками і хворобами.

За останні роки технологія обробки посівів цукрового буряка суттєво змінилась в результаті застосування високоврожайних сортів і гібридів культури з високою польовою схожістю насіння, нових сівалок, які дозволяють точно висівати одноросткове насіння, більш ефективних гербіцидів і досконалих машин по обробці ґрунту, але агротехнічні цілі її залишились попередніми.

Велику різноманітність природно-кліматичних і ґрунтових умов, засміченість полів багатьма видами бур'янів, і багато інших факторів, які потребують впровадження різних прогресивних технологій застосування пестицидів, що дозволить максимально знизити кількість внесення робочого розчину на одиницю площі і зведе до мінімуму забруднення навколишнього середовища і зібраної продукції шкідливими з'єднаннями.

Одним з найбільш раціональних напрямків у вирішенні цієї задачі є поєднання механічного і хімічного способів боротьби з бур'янами.

Цей спосіб широко застосовують при обробці посівів цукрового буряка, кукурудзи, соняшника і овочів. При обробці посівів цукрового буряка важливі не тільки розпушування міжряддя і хімічна обробка рослин, але і їх підживлення. Літературний аналіз показав, що ріст продуктивності бурякових посівів може

бути пов'язаний з використанням наукоємних технологій, одним з прийомів яких є спільне застосування міжрядних обробок, гербіцидів, мікродобрив і росторегулюючих препаратів.

Ефективність і доцільність поєднання міжрядних розпушувачів з локальним внесенням аміачної води або рідких комплексних добрив підтверджена науковими дослідженнями. Так, по даним досліджень, локальні підживлення аміачною водою і рідкими комплексними добривами підвищує врожайність соняшника на 13-14, кукурудзи на зерно на 14-15, цукрового буряка на 15-16%.

## 2.2. Механічна обробка міжряддя

Багато дослідників вважають, що міжрядні механічні обробки необхідні як для боротьби з бур'янами, так і для покращення агрофізичних властивостей ґрунту. На їхню думку, ущільнення ґрунту міжряддя веде їх до дефіциту вологи, зниження аерації ґрунту, що призводить до зниження її мікробіологічної діяльності та зменшення змісту в ній основних елементів живлення.

У посівах цукрових буряків бур'яни знищують механічним способом, тобто підрізання їх стрічастими лапами культиваторів під час виконання міжрядної обробки. Однак, незалежно від ширини міжрядь і від того по якій культурі проводиться обробка посівів, завжди є захисна зона. Захисна зона потрібна для того, щоб, по-перше, не зрізати культурні рослини під час обробки міжрядь, а по-друге, щоб частинки ґрунту, які будуть піднімати, та переміщати лапи культиваторів, не присипали та не травмували листя. Враховуючи це, по обидва боки від осі рядка створюється захисна смуга, яка є стрічкою. Ширина цієї стрічки залежить від культури та способу ведення агрегату і становить приблизно 18-25 см.

Механічна міжрядна обробка є важливим агротехнічним прийомом боротьби з бур'янами та розпушування верхнього шару ґрунту з метою покращення аерації та запобігання втрат вологи, що зумовлює підвищення життєдіяльності корисної мікрофлори у ґрунті, а це в свою чергу покращує живлення рослин.

Розпушування ґрунту в міжрядді повинно проводитись у встановлені агротехнічні терміни, відхилення від середньої заданої глибини розпушування

при заглибленні робочих органів до 7 см не повинно перевищувати  $\pm 1$  см, а при більш глибокому розпушуванні – не більше  $\pm 2$  см.

Захисні зони при міжрядному обробітку встановлюються в залежності від стану рослин і складають при глибині розпушування до 8 см від 5 до 8 см, при 10 см – від 10 до 12 см і при 16 см – від 14 до 15 см.

Перша міжрядна обробка проводиться для знищення бур'янів і ґрунтової кірки за допомогою культиваторів з спеціальними бритвами для розпушування міжряддя. Її рекомендується проводити при появі перших дружніх сходжень на глибину близько 5 см. Для запобігання засипання буряка просапні культиватори повинні бути оснащені захисними дисками.

Друга і наступні міжрядні обробки проводяться з ціллю розпушування ґрунту, знищення бур'янів і внесення підживлень. Глибина розпушування при другій 1–12 см., при третій обробці 6-8 см.

Після смикання листя в міжряддях в більшості випадках необхідність в розпушуванні ґрунту відпадає. Його проводять тільки в випадку збиткового зволоження і ущільнення ґрунту, обов'язково обладнавши трактор спеціальними пристроями.

При сильному ущільненні ґрунту за 14-15 днів до збирання урожаю можна проводити передзбиральне розпушування ґрунту в міжрядді.

Міжрядні обробки посівів цукрового буряка – процес малопродуктивний, так як швидкість руху агрегатів складає не більше 6 км/год. Для підвищення продуктивності культивачі була впроваджена технологія з використанням направляючих ущільнень. Ущільнення формують при проведенні передпосівної культивачі. Культивачія здійснюється лініями по 15 см, при цьому також вносять, зменшені в 3 рази, дози гербіцидів. Ущільнення дають можливість рухатись культиватору на підвищених швидкостях не зачіпаючи рослини, проводять розпушування ґрунту в міжрядді з невеликими захисними зонами. При цьому площа міжряддя, доступна для обробки, досягає 90%. Смужку, що залишилася, з рядами до 10 см засипають ґрунтом при підгортанні.

Міжрядна обробка ґрунту займає важливе місце в регулюванні ґрунтових умов життя рослин.

Щільність ґрунту надає безпосередній вплив на ріст і продуктивність сільськогосподарських культур. При високій щільності бурякові рослини



пригнічуються внаслідок зменшення загальної пористості, забруднення газообміну між ґрунтом і атмосферою.

При виборі того або іншого виду міжрядних обробок необхідно прагнути до зниження навантаження на ґрунт і зменшення витрат палива при їх проведенні.

В останні роки широке розповсюдження отримали закордонні технології обробітку цукрового буряка, які не передбачають міжрядні обробки ґрунту, що пояснюється їх адаптацією до умов достатнього зволоження, де систематичне розуцільнення ґрунту відбувається за рахунок регулярних атмосферних опадів.

Проте застосування цих технологій в країні показало, що без міжрядних обробок в більшості зон буряківництва обійтись не можна, так як вони характеризуються в основному нестійким і недостатнім зволоженням. В посушливі періоди без міжрядних обробок ґрунт розтріскується, випаровування із нього суттєво зростає, що знижує продуктивність цукрового буряка. Таким чином, на думку вітчизняних дослідників, в умовах недостатнього зволоження невірно ставити питання про необхідність або про непотрібності міжрядної обробки, а необхідно вирішити, коли і яку кількість їх проводити і на яку глибину.

Досліди по кратності і глибини міжрядних обробок дали суперечливі результати. Вони показали, що вибір кращого варіанту пов'язаний зі ступенем зволоження року: у вологі роки кращі результати забезпечувала система різноглибинних розпушуваль, в сухі роки – проведення до 3-4 дрібних розпушуваль в різні терміни. Для додаткової боротьби з бур'янами пропонувалось поєднувати міжрядні обробки з підгортанням захисних зон рядків.

За даними зарубіжних дослідників пізня міжрядна обробка посівів цукрового буряка, коли паростки буряка знаходяться в стадії 8-10 листків, може стати причиною зниження врожайності внаслідок пошкодження коренеплідів.

Деякі дослідники вважають, що скорочення міжрядних обробок до 1-2 позитивно відображається на зростанні та розвитку цукрового буряка. Вони пояснюють це тим, що зайві міжрядні обробки ґрунту пошкоджують листковий апарат і кореневу систему рослин, а також викликають значне ущільнення ґрунту колесами тракторів і сільськогосподарських машин, особливо в весняний період.

Проведення одного-двох розпушуваль міжрядків за вегетацію чи відмову від міжрядних обробок на користь гербіцидних призводить до ущільнення ґрунту в липні-серпні до  $1,4 \dots 1,6 \text{ г/см}^3$  (при оптимальній для буряка  $0,9-1,2$

г/см<sup>3</sup>), що тягне за собою збільшення втрат врожаю при зборі до 32% і пошкодженню коренеплодів працюючими органами збиральних машин.

Кратність міжрядних обробок є актуальною проблемою на фоні гербіцидних технологій. Результати дослідів показали, що при поєднанні міжрядних і гербіцидних обробок до кінця вегетації засміченість посівів значно знижувалась. Решта бур'янів до зборів мали слабку вегетуючу масу і не надавали негативного впливу на продуктивність цукрового буряка.

Завдяки застосуванню гербіцидів на бурякових посівах можна обмежитись одною, максимум двома міжрядними обробками протягом вегетації, що не знижує продуктивності цукрового буряка, дає при цьому значний економічний ефект і дозволяє знизити витрати ручної праці при обробці посівів на 40-45%.

В той же час досліді багатьох вчених, вивчаючих поєднання різних прийомів, показують, що застосування раціональної системи обробки посівів дієвіше, чим тільки хімічні способи, а максимальний ефект досягається при їх спільному використанні.

### 2.3. Стрічкове внесення гербіцидів

Так як в захисній зоні рядка рослин знищити бур'яни механічним способом практично неможливо, то застосовують ефективний спосіб обробки хімічними препаратами захисної смуги – стрічкове внесення гербіцидів.

Сутність цього способу полягає в тому, що гербіциди наносяться лише на ті ділянки поля, які не підлягають обробці ґрунтообробними знаряддями.

Основна перевага даного способу полягає у зниженні вартості хімічного прополювання, так як гербіцид вноситься одночасно з міжрядними обробками, тобто за один прохід агрегату виконуються дві технологічні операції. При цьому витрата препарату скорочується в 2-3 рази, що призводить до економії коштів на придбання дороговартісного препарату і приготування діючого розчину, а також час на заправку їм агрегатів.

Даний спосіб внесення пестицидів знижує небезпеку накопичення залишкових кількостей препаратів в ґрунті при інтенсивному їх використанні, що знижує навантаження на навколишнє середовище.

Проте не завжди стрічкове внесення гербіцидів в поєднанні з міжрядною культивуацією економічно доцільніше в порівнянні з суцільним внесенням. При високій засміченості полів сумарні витрати на стрічкове внесення гербіцидів двох- або триразовий міжрядний обробок просапними культиваторами в деяких випадках перевищує витрати на суцільне внесення препарату.

До недоліків цього способу відноситься зниження продуктивності машини, яка здійснює основну операцію.

Однією з різновидностей стрічкового обприскування є спрямоване обприскування. Воно досягається зміненням орієнтації факела розпилювання відносно культурної рослини. Вісь факела розташовується під таким кутом до рослини, при якому забезпечується оптимальна густина його покриття робочою рідиною.

Розроблено спосіб стрічкового внесення гербіцидів в пристеблеву зону з двох сторін від рядка з переміщенням токсифікованого ґрунту з половини ширини стрічки до рядка рослин з утоваренням валика із суміші ґрунту і гербіцида в захисній зоні рядка.

Спосіб здійснюють наступним чином. При робочому ході агрегату розчин гербіциду через розпилювачі наносять стрічкою на поверхню ґрунту в міжряддя вздовж рядків рослин з двох сторін від них. Далі токсикований ґрунт з половини ширини обробленої стрічки лапами відвальниками переміщують до ряду рослин, присипаючи нею решту частини поверхні обробленого ґрунту і формують суміш ґрунту з гербіцидами в формі ґрунтового гребеня у ряді рослин.

Норму внесеного гербіциду не змінюють, але спочатку препарат розподіляють на більшій поверхні ґрунту, чим зменшують негативний вплив

пестициду на культурні рослини на ранніх стадіях їх розвитку, в тому числі, виключаючи проникнення препарату до кореневої системи рослин. При переміщенні токсикованого ґрунту в захисну зону рослин одночасно відбувається її змішування. Цей спосіб практично повністю виключає втрати препарату, пов'язані з його випаровуванням і фотохімічним розкладанням, а також зайве забруднення ґрунту міжряддя пестицидами і підвищує ефективність обробки за рахунок зниження відстані переміщення суміші препарату з ґрунтом і зменшенням кратності механічних обробок.

Недоліком описаного способу є те, що при внесенні контактних гербіцидів вони, змішуючись з ґрунтом, втрачають свою активність.

Стрічкове внесення гербіцидів знижує небезпеку накопичення залишкової кількості препаратів при інтенсивному їх використанні, а в ряді випадків дозволяє в сівозміні оброблювати деякі культури, не побоюючись негативного наслідку гербіцидів на чутливі до них наступні культури.

Основними технологічними потребами при локальному внесенні гербіцидів є:

- якісна підготовка ґрунту (дрібно комковата структура);
- знищення проростків бур'янів в захисній зоні рослин і на глибині проростання смітцевого насіння;
- оптимізація подачі робочих розчинів у вологий ґрунтовий шар при збереженні структури капілярів, що склалася.

#### 2.4. Позакореневі підживлення

В несприятливих умовах вегетації на певних стадіях росту і розвитку рослин, коли коренева система не може використовувати елементи живлення з ґрунту, єдиним джерелом їх поповнення є позакореневе підживлення.

Живильні елементи швидко надходять через листову поверхню і ефективно засвоюються, забезпечуючи при цьому рослини всіма необхідними речовинами в точній відповідності з їх потребами в критичні фази росту розвитку.

Основну дію виконують мікроелементи, направляючи обмінні процеси в сторону білкового (більше азоту), або ж вуглеводного синтезу (більше калію), мікроелементи покращують засвоєння і роботу мікроелементів, стимулюючи метаболізм.

Застосування позакорневих підживлень сприяє підвищенню врожайності і якості виробленої продукції за рахунок покращення балансу живлення в критичні періоди росту, подолання стресів при порушеному кореновому живленні і запобігає дефіцит мікроелементів.

Живильні речовини добрив, які внесені на листову поверхню, швидше і ефективніше використовуються рослинами. Так, наприклад, в рік внесення добрив в ґрунт культурні рослини використовують: азот – близько 65%, фосфор – 25%, калію – 60%. Частина їх перетворюється в недоступні для рослин з'єднання.

Позакореневе підживлення можна проводити в різні періоди росту і розвитку рослин.

В посушливі періоди ефективність корневих підживлень низька, так як добрива в сухому ґрунті практично недоступні для кореневої системи рослин.

При позакореновому внесенні добрив можна досягти рівномірного їх розподілення по листовій поверхні рослин цукрового буряка.

Будо доведено, що проведені листових підживлень, приводить до підвищення коефіцієнту засвоєння елементів мінерального живлення з ґрунту і добрив на 10-15%.

Результати досліджень показали, що підживлення, які проводились в першій половині вегетації культури, направлені на зниження впливу стресових факторів, покращення балансу живлення і підвищення врожайності. Дослідниками відзначено також, що листові підживлення, які проведені в другій половині вегетації бурякових рослин, надає вплив на якість коренеплодів, в тому числі і при їх зберіганні. При застосуванні листових підживлень мікродобривами з додаванням росторегулюючих препаратів ефективніше працює асиміляційна поверхня і коренева система, підвищується врожайність і покращується якість продукції.

На врожайність і якість коренеплодів цукрового буряка впливає термін внесення добрив. Некореневі внесення азотних добрив в рідкій формі ( від 25 до 35 кг/га азоту) краще проводити в фазу 2-4, але не пізніше 6 листків з урахуванням густини стояння рослин. Застосування азотних добрив в більш пізніші терміни викликає дуже помітне зниження вмісту цукру в цукровому буряку, що, не дивлячись на підвищення врожаю коренеплодів, веде до зменшення його виходу з кожного гектара.

Для листової обробки можна використовувати препарати, які містять в своєму складі прилипатель.

При необхідності позакореневе підживлення можна комбінувати з внесенням гербіцидів, інсектицидів або фунгіцидів.

Для цукрового буряка важливим фактором є збереження інтенсивності росту і розвитку в ранні фази, чому не сприяє застосування в цей час гербіцидів, низькі або високі температури, і інші стрес-фактори. Проведення двох-трьох підживлень листовими добривами спільно з регуляторами росту дозволяє

ефективно вирішувати дану проблему, суттєво підвищуючи врожайність коренеплодів.

Було встановлено, що введення в бакові суміші гербіцидів-мікродобрив і регуляторів росту сприяло підвищенню густини стояння рослин до збирання в порівнянні з посівами, які оброблені тільки гербіцидами.

За результатами польових досліджень виявлено, що після одноразової обробки посівів в фазі 2-3 пар справжнього листя спостерігалось прискорення росту і розвитку рослин цукрового буряка, а на 10 день після обробки було сформовано 5 пар справжнього листя, тоді як в контрольних варіантах всього лише 4. Діаметр коренеплоду перевищував контроль в 1.2 рази. Після гербіцидної обробки якість листя з ознаками фізіологічного пожовтіння в варіантах, що оброблені мікродобривом, було в 1.5 рази менше, ніж в контролі.

Повторна обробка в фазу смикання листя в рядках надала значний вплив на рослинність цукрового буряка, що виявилось в підвищенні їх біометричних показників. Листкове підживлення рослинності цукрового буряка росторегулючими препаратами спільно з мікроелементами протягом вегетаційного періоду сприяли збільшенню висоти рослин, кількостю листя на ньому і площі листової поверхні.

Для зниження фіто токсичності гербіцидів і підвищення їх біологічної активності на бур'яни, необхідно проводити обробки бурякових посівів баковими сумішами, які складаються з після сходових гербіцидів, ікродобрив і регуляторів росту. Триразова обробка бурякових посівів такими баковими сумішами сприяє підвищенню врожайності коренеплодів, стійкості бурякових рослин до несприятливих факторів середовища, хворобам і токсикантам, а також стійкості коренеплодів до гнильним захворюванням, що позитивним чином давалась взнаки на терміни їх зберігання в кагатах.

При такому їх спільному застосуванні збільшення врожаю складаються з трьох взаємопов'язаних ефектів. По-перше, проявляється ростостимулююча

активність препарату, по-друге, підвищується стійкість рослин до різних несприятливих факторів навколишнього середовища, по-третє, регулятор росту, який застосовується і мікродобриво може виступати і в якості антитоду проти токсичної дії гербіцидів на культурні рослини.

Результати досліджень показали, що дворазове застосування мікродобрив і регуляторів росту спільно з наземними гербіцидами дозволяє підвищити врожайність коренеплодів цукрового буряка на 4.5-5 т/га (17.9-39.2%). При цьому відношення коренеплодів: бадилля при використанні тільки гербіцидів склало 1:0.53, гербіцидів зі стимуляторами росту – 1:0.6-0.67. Крім того, регулятори росту рослин, мікродобрив при спільному внесенні з гербіцидами не надали суттєвого впливу на засміченість посівів, вміст цукру в коренеплодах, але завдяки більш високій врожайності буряка вихід цукру з гектару в цих варіантах було на 0.47-0.84 т вище.

Аналіз літературних джерел свідчить про позитивну роль регуляторів росту і мікродобрив в адаптації рослин до несприятливих умов внутрішнього середовища і хворобам.

Виходячи з викладеного, слід відзначити, що листове підживлення є інструментом оперативного впливу на рослину, який дозволяє в будь-який період вегетації цукрового буряка вплинути на процеси, які визначають майбутній урожай і його якість.

## 2.5. Методи боротьби з бур'янами

Практика сільськогосподарського виробництва показує, що в умовах інтенсивного землеробства досягти мінімальної чисельності бур'янів можна тільки при комплексному застосуванні профілактичних і винищувальних (агротехнічних, хімічних, механічних, біологічних) мір боротьби з бур'янами.

Попереджувальні міри передбачають: карантинні заходи, задача яких – не допустити проникнення бур'янів з інших країн або районів, очищення матеріалу, сільськогосподарських машин і знарядь, особливо після прибирання засмічених



посівів, правильну підготовку органічних добрив перед внесенням, очищення зрошувальних систем і поливних земель від бур'янів, створення сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин.

Основу мір боротьби з бур'янами в сучасному землеробстві складають агротехнічні методи і в першу чергу обробка ґрунту. Розроблені і широко використовуються методи знищення і придушення бур'янів (провокація насіння до проростання, механічне знищення, виснаження, висушування і т.д.).

Раціональна і сучасна обробка ґрунту на 50-60% знижує засміченість посівів бур'янів. Вона сприяє інтенсивному росту і розвитку культурних рослин.

Особливе місце в боротьбі з рослинністю бур'янів належить луценню ґрунту, яке не тільки провокує проростання насіння бур'янів, але і знищує низькорослі бур'яни, які зростають. При сприятливих погодних умовах луцення ґрунту

забезпечує проростання 30-40% насіння, яке знаходиться в оброблюваному шарі

ґрунту. Для провокування проростання насіння застосовуються культивація, а між першою і другою культивацією рекомендується прикатати ґрунт. При цьому збільшується до 60-70% сходів бур'янів, які знищуються наступними обробками ґрунту.

Для знищення кореневищних бур'янів, луцення проводять вслід за збиранням урожаю на глибину 12...15 см і через 10-15 днів пагони та відрізки кореневищ заорюють плугами з передплужниками на глибину орного шару.

Задовільних результатів в боротьбі з кореневідпорними бур'янами домагаються при дворічній інтенсивній обробці пари, проте при цьому необхідно мати в середньому до 20 обробок в рік. При скороченні числа обробок бур'яни з'являються знову.

Для зниження засміченості посівів широко застосовують дворазове луцення. Перше дисковими лушительниками, а друге – тяжкими дисковими боронами або лемішними лушительниками на глибину 12-14 см. Цей метод у поєднанні з оранкою знижує засміченість на 80-90%.

Проте інтенсивна обробка ґрунту, яка проводиться для знищення бур'янів, приводить до ряду небажаних наслідків: розміщення ґрунту, посилення ерозії, розпаду ґрунтового гумусу, ущільненню підорного шару, погіршенню водного, повітряного і харчового режиму культурних рослин.

В зв'язку з ним в останні роки як в Україні, так і в ряді зарубіжних країн створюються нові ґрунтозахисні технології обробки ґрунту на основі її мінімалізації. Вона направлена на скорочення числа операцій, їх суміщення, на відмову від деяких прийомів.

Багато вчених-агрономів бачать перспективність цих технологій. Проте застосування мінімальної механічної обробки ґрунту веде до посилення засміченості. Чисельність і маса бур'янів на ділянках з плоскорізною і мінімальною обробками зростає на 60-80%. Особливо сильно збільшується кількість багаторічних бур'янів. Тому в теперішній час в комплекс ґрунтозахисних заходів включають більше число механічних операцій, проводити які доводиться тільки заради знищення бур'янів. Крім того, в боротьбі з багаторічними бур'янами окремі прийоми механічної обробки полів малоефективні і навіть марні, а збільшення числа обробок не приносить бажаних

результатів, а іноді приводить до пошкодження культурних рослин. Тому для зниження чисельності бур'янів до допустимих величин, агротехнічні заходи повинні доповнятися і поєднуватися з іншими методами боротьби з бур'янами. В теперішній час одним з найбільш поширених методів у нас в країні і за кордоном є хімічний метод, який дозволяє знищувати до 85% бур'янів.

Обґрунтоване використання хімічних засобів сприяє збільшенню збору врожаю, підвищенню продуктивності праці, зниженню собівартості продукції рослинництва. Але високої ефективності застосування гербіцидів досягають не завжди. Застосування гербіцидів викликає негативне явище в природі. Під їх впливом змінюється видовий склад бур'янів, і з'являється стійкість до

гербіцидів.

Обґрунтоване використання хімічних засобів сприяє збільшенню збору врожаю, підвищенню продуктивності праці, зниженню собівартості продукції рослинництва. Але високої ефективності застосування гербіцидів досягають не завжди. Застосування гербіцидів викликає негативне явище в природі. Під їх впливом змінюється видовий склад бур'янів, і з'являється стійкість до

гербицидам. Найбільш швидко ця стійкість виникає у розмножуючихся вегетативними органами бур'янів, особливо кореневідпорних.

Гербициди негативно впливають на розвиток культурних рослин, відбувається забруднення навколишньої середовища і утворення токсичних метаболітів. Їх недостатня вибірковість, висока токсичність для корисної мікрофлори, корисних комах, накопичення їх в водоймах, повітрі, культурних рослинах, продуктах харчування і т.д., заставляє переоцінити широке застосування гербицидів.

В зв'язку з цим гостро постало питання як про вдосконалення хімічних засобів боротьби з бур'янами, так і про пошук інших методів в додаток до традиційних, сприятливих охороні навколишнього середовища. Одним з таких методів є біологічний. Основний принцип біологічної боротьби з бур'янами – взаємодія корисних і шкідливих мікроорганізмів в агробіоценозах. Головний напрямок – пошук природних специфічних ворогів на батьківщині бур'яну та завезення їх в район розселення рослини.

Для біологічного придушення бур'янів до недавнього часу використовували тільки комах фітофагів. В останні десятиріччя значно розширились дослідження по застосуванню для боротьби з бур'янами фітопатогенних і інших мікроорганізмів. Виявлено, що продукти життєдіяльності патогенних грибів можуть бути використані в якості біологічних гербицидів. Перевага біологічного методу складається у відсутності токсичної дії на культурні рослини і безпеку для людини і навколишнього середовища. Проте цей метод має ряд суттєвих недоліків: не виключено харчування фітофагів і фітопатогенів культурними рослинами; можлива поява замість одних видів небажаної рослинності інших; утруднена боротьба з місцевими видами бур'янів. Біологічний метод застосовують тільки проти окремих видів бур'янів і його недоцільно використовувати на полях з великою різноманітністю бур'янів.

Поряд з приведеними способами боротьби з бур'янами в багатьох країнах світу широко проводяться дослідження по різним фізичним методам знищення: вогневою культивування, електротермічною обробкою ґрунту, ультразвуком, лазерним променем за допомогою сонця, НВЧ-енергією, електричним струмом високої напруги і т.д.

Вогневий метод застосовується на необроблюваних ділянках, посівах окремих прорісаних культур, на відкритих зрошувальних каналах, для винищення бур'янів на стерневому фоні, а також для знищення насіння бур'янів після збирання зернових і інших сільськогосподарських культур.

Для цих цілей використовуються культиватори, обладнані пальниками, які працюють на газоподібному або рідкому паливі. Молоді сходи бур'янів при висоті 3...5 см знищуються при температурі вище  $50^{\circ}\text{C}$ . При цьому у рослин спостерігається обезводнення, згорання протоплазми, засихання листків і стебел, що приводить до їх смерті. Для дорослих однорічних бур'янів достатня температура  $300^{\circ}\text{C}$ , для багаторічних –  $1000\text{...}1200^{\circ}\text{C}$ .

При використанні вогневого культиватора для знищення життєздатного насіння бур'янів після збирання сільськогосподарських культур необхідно застосування культиватора з пальниками, який дозволяє отримати вогонь з  $t=250\text{...}300^{\circ}\text{C}$  на поверхні ґрунту. Технологічна ефективність досягає при цьому 90...95%. Проте цей метод не знайшов широкого застосування в боротьбі з бур'янами через низьку продуктивність, великих енергозатрат, особливо при знищенні коріння бур'янів, коли необхідно прогріти весь поверхневий шар ґрунту, в якому функціонує коріння, до  $60\text{...}70^{\circ}\text{C}$ .

В останні роки почалося використання сонячної енергії для запобігання проростання насіння бур'янів в ґрунті. В основу покладено тепловий спосіб знищення насіння шляхом нагрівання середовища проживання. Суть методу заключається в тому, що перед посівом ґрунт накривають мульчуючою поліетиленовою плівкою для підвищення поглинаючої здібності ґрунту. В

результаті цього на піщуватому суглинку ґрунт в сонячні дні до 16 години прогрівалась (по даним університету штату Луїзіана, США) на глибині 5 см – до 50°C, на глибині 15 см – 40°C.

При утриманні ґрунту під плівкою протягом тижня насіння бур'янів в шарі ґрунту 0-4 см втрачали сходження, а при 4-х тижневому утриманні під плівкою товщина шару ґрунту з нежиттєздатними насінинами збільшувалась до 8 см, після 9-тижневого – до 13 см. Можливим механізмом придушення бур'янів рахують пряму смерть насіння при нагріванні сонячною енергією в результаті необоротних змін в обміні речовин і структурі клітин.

Перевага цього методу полягає в тому, що він нешкідливий для обслуговуючого персоналу, виключає забруднення навколишнього середовища. Цей метод можна застосовувати на великих площах, використовуючи механізацію розстилання та знімання плівки.

Проте цей метод можна застосовувати тільки в районах з відповідними кліматичними умовами, а також в тих місцях, де ґрунт буває довгий час вільним від культурних рослин. Крім того на недорогих культурах вартість плівки і витрати на її розстелення не окупаються вартістю додаткового врожаю, тобто застосування цього методу не завжди економічно виправданий.

В тепличних господарствах з ціллю дезінфекції і знищенню запасу насіння бур'янів в ґрунті через неї пропускають звичайну або іонізовану пару.

Проте цей метод малопродуктивний, енергоємний і може бути застосований тільки для теплиць. Як видно з наведеного аналізу жоден з відомих способів боротьби з бур'янами не є високоефективним і має суттєві недоліки.

Крім переглянутих вище способів, найбільш науковий та практичний інтерес з точки зору екологічної чистоти, а в деяких випадках і ефективності впливу, представляють електрофізичні методи боротьби з бур'янами.

**Використання електричної енергії для боротьби з бур'янами**

При використанні електричної енергії для боротьби з бур'янами слід виділити наступні основні етапи:

- пригнічення або «провокація» проростання насіння бур'янів, які знаходяться в орному шарі ґрунту;
- знищення сходів, знищення дорослих бур'янів і їх кореневищ.

Діючи позитивними і негативними зарядами електрики на насіння зернових культур, отримав ряд позитивних результатів. В теперішній час для знищення або «провокації» проростання насіння застосовуються такі електрофізичні впливи як електромагнітні поля високих і надвисоких частот, ультразвуковий вплив, іонізуюче випромінювання, електромагнітні поля промислової частоти, електростатичне поле, високовольтний імпульсний розряд і т.д.

Одним із перспективних електричних способів боротьби з насінням бур'янів є використання для цих цілей електромагнітних коливань високої і надвисокої частот. Проводяться широкі дослідження цього методу як у нас в країні, так і за кордоном.

НВЧ-метод має ряд позитивних сторін: не надає будь-якої дії на хімічну властивість ґрунту, не відмічено шкідливих впливів на корисну мікрофлору ґрунту, не забруднює навколишнє середовище і безпечний для наступної культури сівозміни. Цей метод добре керується і тому менш небезпечний для природи. Застосовувати його можна після збирання врожаю або весною до посіву. При цьому, в залежності від дози опромінення, стан насіння і ґрунту, можливі два режими роботи: стимуляція і пригнічення бур'янів. Енергозатрати при стимуляції складають 100...150 кВт.год/га. Цей режим служить для провокації проростання насіння бур'янів, які знаходяться в ґрунті, з подальшим знищенням їх проростків будь-яким з відомих способів. Режим пригнічення, заснований на термічному знищенні насіння бур'янів, потребує більш високих

затрат енергії – 1500... 8000 кВт. год/га. Глибина впливу на насіння в ґрунті НВЧ-енергією не перевищує 10 см.

Фахівці рахують, що суцільна обробка ґрунту НВЧ-енергією не знайде широкого застосування через високу вартість установок, малої продуктивності і великих затрат електроенергії. Використання НВЧ-методу в теперішній час може знайти застосування для пригнічення насіння бур'янів в теплицях або для провокації сходу насіння бур'янів в поверхневому шарі ґрунту з їх подальшим винищенням.

Для винищення бур'янів може бути використана енергія ультразвукових коливань. В США видано патент на «Спосіб затримання розвитку бур'янів». Суть цього способу закладається в наступному: ґрунт насичують водою і до поверхні подають ультразвук з частотою 20...40 Гц, тривалістю від 3 до 120 с. Проте про ефективність способу не повідомляється.

Обробка насіння ультразвуком покращує їх проростання. Наприклад, при короткочасному (від 20 сек. до 5 хв.) впливу на насіння при оптимальних режимах обробки, підвищується енергія їх проростання і сходження, що в значній мірі зв'язано з кращим набуханням насіння і кращою їх взаємодією з киснем.

Застосуванням іонізованих випромінювань при обробці насіння вдається посилити енергію їх проростання. У відповідь реакція насіння в цьому випадку залежить від їх спадкових особливостей і фізіологічного стану. Стимуляція схожості насіння електричними полями приваблює увагу вчених і фахівців як у нас в країні, так і за кордоном. Було встановлено, що посівні якості зернових і овочевих культур значно покращуються при дії на їх електричними полями. Вони також виявили, що для кожного виду і сорту рослин існує певний діапазон напруженості і часу перебування насіння в електричному полі.

Обробка насіння електричним полем коронного розряду особливо підвищує енергію проростання і польову схожість, яка в залежності від сортових

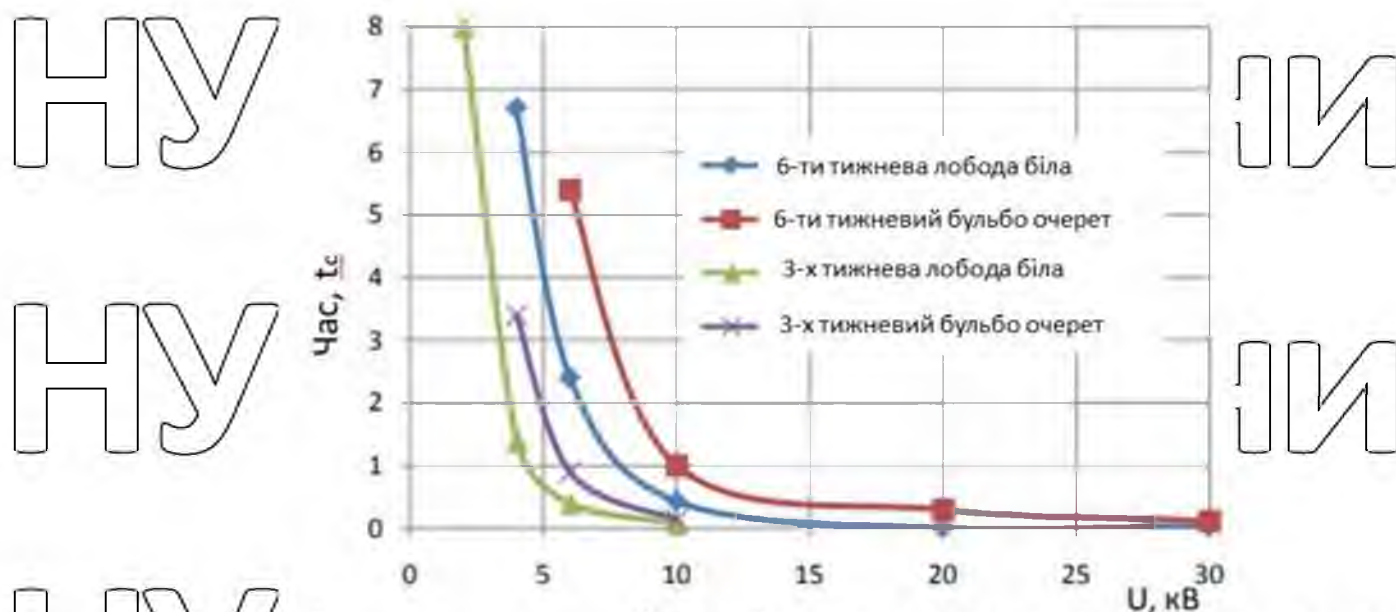
особливостей насіння зростає на 17-22%. У обробленому насінні підвищилась водо поглинаюча властивість. Позитивна дія електричного поля коронного розряду на рослинні об'єкти зв'язана з активізуванням фізіологічних процесів, що особливо проявляються на ранніх стадіях росту.

В роботі проводяться результати впливу електричного поля змінного струму високої напруги на насіння, яке оброблювалось при наступних умовах: вологість – 10%, напруженість електричного поля 1, 2, 4, 8 кВт/см, час обробки – 30 сек. Аналіз отриманих результатів показав, що після обробки збільшився вміст нуклеїнових кислот, необхідних для розвитку рослин на 45...73% в паростках і 13-35% у корінцях, порівнюючи з контролем.

Використання імпульсів високої напруги, які створюються розрядом високовольтного конденсатора, для обробки зволоженого насіння, яке знаходиться в повітряному середовищі, дозволило підвищити сходження і енергію проростання насіння. Деяке підвищення сходження і енергії проростання насіння порівнюючи з контролем відзначали також в роботах, причому стимулююча або пригнічуюча дія електроімпульсних розрядів залежить від електричних параметрів обробки. Зі збільшенням абсолютної величини електричних параметрів, стимулюючий ефект зростає до певної межі, потім знижується до контролю і далі виникає ефект пригнічення. В цих же роботах дано зрівнюючий аналіз впливу різних полів на насіння і показано переваги стимуляції насіння високовольтними імпульсними розрядами в порівнянні з електричними полями.

Слід відзначити, що при різних фізичних впливах стимуляція або пригнічення насіння залежить від дози, режиму обробки і їх стану.





Малюнок 2.1 – Залежність часу життя бур'янів від величини прикладеної напруги

В теперішній час дослідники використовують в якості дози енергію, яка поглинається в одиниці маси, об'ємі або підведеної до одиниці поверхні оброблюваного насіння.

Підведена енергія є кількісною характеристикою самого фізичного агента, а поглинаюча енергія характеризує взаємодію фізичного агента з об'єктом. Не вся підведена енергія сприймається насінням, а частково відображається або проходить через їх. А поглинаюча енергія – це та енергія, яка сприйнята насінням і фактично викликає біологічний ефект. Тому найбільш прийнятним параметром, який реально може розглядатися в якості можливого варіанту дози впливу, є поглинаюча енергія.

При різних фізичних впливах стимулюючий ефект досягається при різних по величині поглинаючих енергіях і залежить від виду фізичного впливу. Це пояснюється тим, що жива система (клітина) реагує на зовнішній вплив лише тоді, коли енергія цього впливу по своєму виду відповідає власній енергії системи (клітини). Отже, для того, щоб викликати реакцію клітини енергія зовнішнього фізичного впливу повинна бути попередньо перетворена в якісну

подібну з власною енергією клітини. При цьому енергія впливу досягає деякого порогу або перевершує його, то розрядка енергії в клітині приймає характер ланцюгової реакції, що приводить до вивільнення енергії значно перевершуючої енергії впливу, а це викликає ефект стимулювання або інгібування, тобто фізичний вплив є свого роду ключем, «який відмикає» внутрішню енергію клітини. Даний механізм скоріше енергетично-інформаційний: впливом повідомляють певну енергію, яка управляє власною енергією насіння.

Слід відзначити, що при всіх розглянутих фізичних впливах відбувається стимуляція або пригнічення насіння. Проте не всі впливи можуть бути застосовані до обробки насіння, яке знаходиться в орному шарі ґрунту і крім того кожен із перерахованих методів обробки має вузький спектр енергій і частот і тому може впливати на сходження і енергію проростання лише певних видів насіння. Тому бажано знайти такий спосіб, який би поєднував в собі переваги всіх або більшості із розглянутих вище електрофізичних методів і дозволяв би оброблювати різні види насіння бур'янів, які знаходяться в орному шарі ґрунту в різних фізіологічних станах. В цьому випадку для необхідного на них впливу потрібен широкий спектр енергій як по амплітуді, так і частоті. Цим умовам в найбільшій мірі відповідає імпульсний високовольтний розряд. Процес розвитку розряду в ґрунті під впливом прикладеної до електродів напруги обумовлене ударною іонізацією, яка викликана електронами і іонами, фотоіонізацією в об'ємі газу і супроводжується ультрафіолетовим і іонізаційним випромінюванням, електричними і магнітними полями, великою щільністю електричного струму, високочастотними і звуковими коливаннями, тобто при високовольтному імпульсному розряді діє на насіння не один фактор, а суміш різних факторів, які мають широкий спектр впливів, що дозволяє надавати вплив на різні види насіння в різних їх станах.

Таким чином імпульсний високовольтний розряд в ґрунті може виявитись найбільш перспективним для стимуляції і знищення (пригнічення) насіння, яке

знаходиться в орному шарі ґрунту в порівнянні з іншими електрофізичними впливами.

Як було відмічено вище, другий етап боротьби з бур'янами – це електричний вплив на сходи і дорослі рослини.

В теперішній час для знищення бур'янів дослідження ведуться в використанні змінного, постійного струму високої напруги (метод безперервного контакту) і високовольтих імпульсів (іскровий розряд).

Перший метод використовують для видалення і засушення листя, коренеплодів, а також для боротьби з бур'янами.

Другий метод застосовується для проріджування рослин, прискорення дозрівання культурних рослин і знищення бур'янів.

Для вибору оптимальних режимів знищення бур'янів необхідно виявлення пошкоджуючих факторів. Автори робіт, що присвячені впливу електричного струму на рослинну тканину, до таких факторів відносять струми провідності, ударну хвилю, яка виникає при перекритті поверхні рослини каналом розряду, напруженості електричного і магнітного полів, струми зміщення, оптичне і акустичне випромінювання і енергію. В роботах закордонних вчених, які використовують для боротьби з бур'янами в основному змінний і постійний струм високої напруги, в якості факторів, що викликають смерть бур'янів, розглядалися струми провідності і величина енергії.

Англійські вчені вважають, що при впливі електричного струму на рослинну тканину відбувається локальний нагрів соку в клітинах і міжклітинниках, що призводить до википання рідини і вибуху клітин.

Встановлено, що навіть при незначних напругах (300-400 В) може бути досягнуто летальний кінець, внаслідок проходження струму через рослину. Проте для цього потрібно, наприклад, для гороху десятки хвилин, що виключає використання низьких напруг при створенні мобільних агрегатів. Було

проведено дослідження по впливу напруги на тимчасові характеристики процесу руйнування рослин, які показали, що час необхідний для летального кінця, сильно залежить від рівня використовуваної напруги. В першому наближенні можна вважати, що час обробки пропорційно квадрату прикладеної напруги. Цей висновок підтвердився і в наступних дослідах з бур'янами. Наприклад, при зміні напруги від 1 до 4 кВ час обробки, який необхідний для летального впливу на великі рослини гірчиці польової, зменшились з 148 до 13 с.

Тому доцільніше використовувати більш високі напруги, що приведе до скорочення необхідного часу впливу і зменшення дози впливу.

Американські вчені, що проводили такі ж роботи, вважають, що визначальним фактором при протіканні струму через рослину, є енергія, яка викликає розриви в клітинах і міжклітинниках. Їх дослідження показали, що летальна доза енергії необхідна для знищення рослин змінюється в широких межах і складає 40-3000 Дж. Окрім того, в залежності від часу вегетації, для однієї і тієї ж клітини летальна доза може відрізнятися в 10-15 разів. В цій же роботі американські вчені дають теоретичне обґрунтування селективності впливу струму на рослину, розглядаючи його як елемент електричного ланцюга, яке може бути представлено змінним супротивом  $R(t)$ . Тоді енергія, розсіяна на рослині за час  $t$ , рівна  $W = B/R(t)$ , де  $B$  – постійна, тобто при постійній напрузі та часі впливу енергія, розсіяна на рослині, обернено пропорційна його супротиву.

Тепловий вплив струму характеризується збільшенням температури:

$$\Delta t = B/R(t) \cdot M \cdot C;$$

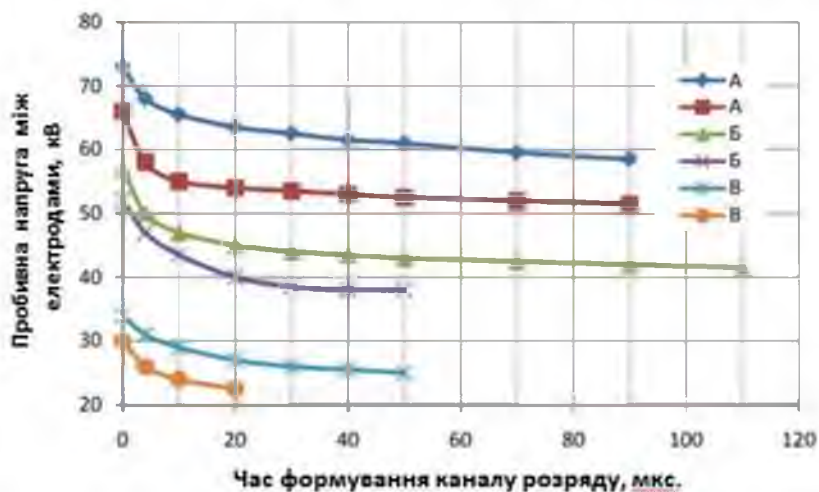
де  $M$  – маса рослини;  $C$  – питома теплоємність.

Подальші дослідження показали, що селективність реакції рослин на електродію визначається вмістом в них целюлози і лігніну, які мають низьку провідність, а відповідно і енергію, що виділяється в рослині в одиницю часу.

Великий вплив на ефект електродії надає вологість ґрунту. При великій вологості ефективність впливу на кореневу систему зменшується.

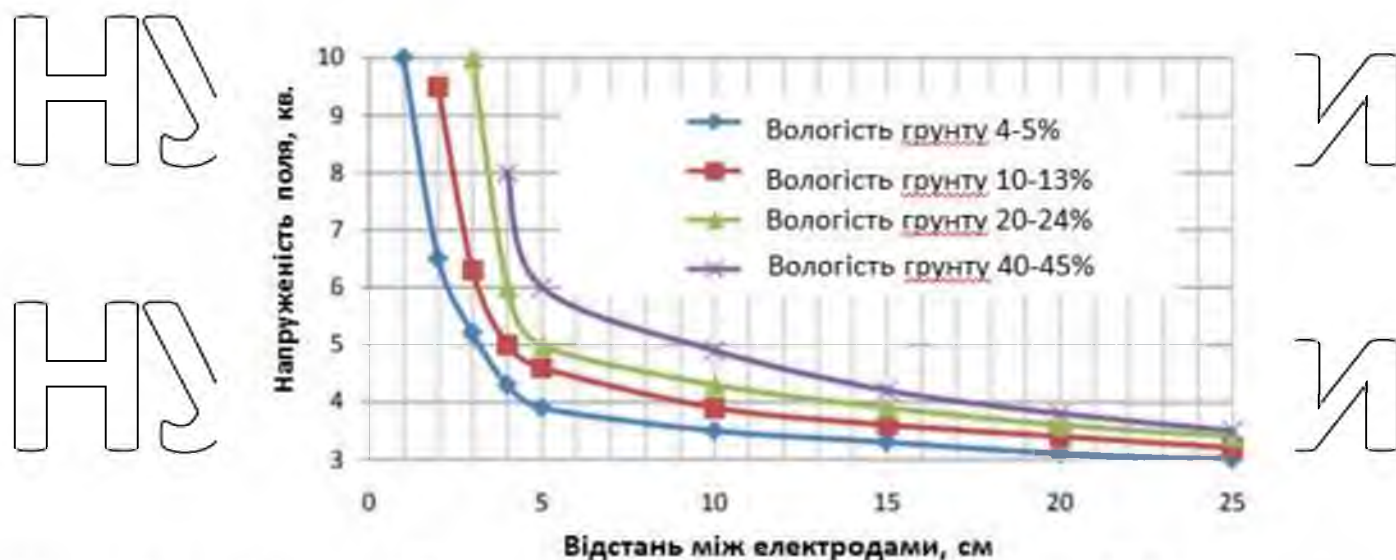
На основі лабораторних і польових дослідів показано можливість використання імпульсного струму високої напруги для суцільного знищення бур'янів.

В цих дослідках на бур'яни і на корені подавались короткочасні імпульси високої напруги (до 150 кВ), що викликали порушення електричної структури рослини. Наявність такого ефекту було пояснено миттєвим виникненням сильних електричних полів. При цьому вважалось, що летальний ефект не пов'язаний з тепловим механізмом впливу на рослинну клітину, відмічено, що це дозволяє різко зменшити енергетику процесу знищення бур'янів.



A –  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ;  $L = 15 \text{ см}$ ;  $E = 3,5 \text{ кВ/см}$ ; B –  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ;  $L = 10 \text{ см}$ ;  $E = 3,9 \text{ кВ/см}$ ; B –  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ;  $L = 5 \text{ см}$ ;  $E = 4,8 \text{ кВ/см}$ .

Малюнок 2.2 - Вольт-секундні характеристики розряду в ґрунті



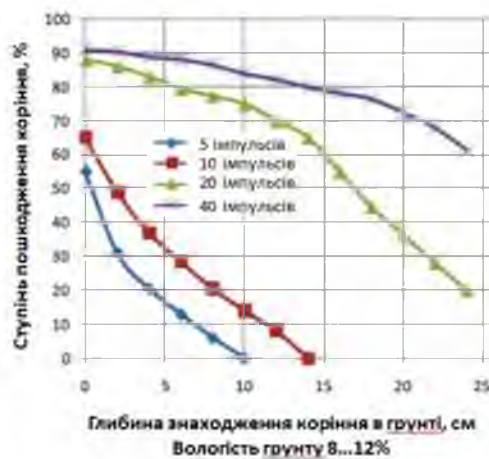
Малюнок 2.3 – Залежність пробивних градієнтів в ґрунті від її вологості і відстані між електродами (електроди площинно-площинна)

Встановили, що під дією електричних розрядів від 30 до 50 кВ протягом  $10^{-6}$  с. сходи всіх випробовуваних бур'янів (лобода біла, щиреця, витка гречка берізкова та інші) в лабораторних умовах гинули на 4-6 день. Найважливіші фізіологічні процеси (фотосинтез, дихання, транспірація та ін.) припиняються на 3 день після впливу струму. Автори виявили, що імпульсний струм руйнує оболонку клітин і їх вміст вільно дифундує. Збільшення напруги або діяльності впливу струму на бур'яни прискорює їх загибель.

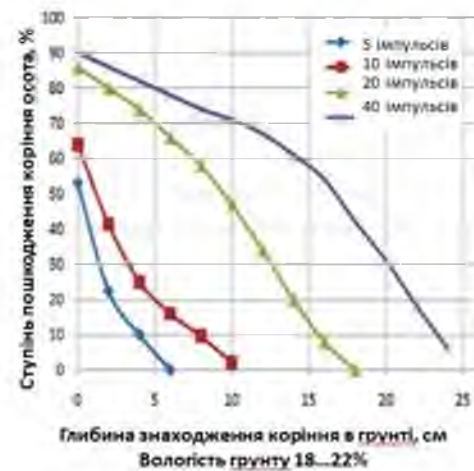
Розглядаючи механізм руйнування рослинної тканини і дійсні фактори, супутні електроіскровому розряду через рослину більшість авторів при відсутності перекриття рослинної тканини каналом розряду, вважають струм провідності основним пошкоджуючим фактором. Висловлена можливість пошкодження рослинних клітин струмом зміщення. Про механізм впливу пошкоджуючих факторів єдиної думки немає.

В дослідах тиск ударної хвилі змінювався від 8 до 79 атм. Ступінь пошкодження майже не змінювався. Струм, що проходив через рослину, змінювався зі зміною енергії імпульсу від 0.1 до 0.8 Дж. Ступінь пошкодження

рослини зростає при збільшенні енергії імпульсу. Максимальне пошкодження рослинної тканини спостерігалось при енергії  $W = 0.4$  Дж.



а)



б)

а) та б) - графіки залежності ступеня пошкодження коріння рослин від глибини залягання та вологості ґрунту.

Виявлено, що напруженість електричного і магнітного полів не є головним пошкоджуючим фактором. При зміні  $E$  від 10 до 30 кВ ступінь пошкодження майже не змінювався. Що стосується струму провідності, то він пошкоджує рослинну тканину тільки до перекриття поверхні рослини іскровим каналом. Пошкодження рослинних клітин при цьому обумовлюється електробіохімічними і структурними змінами в рослинній тканині. При перекритті поверхні рослини її поверхневий супротив щупається низьким супротивом каналу іскри і основним пошкоджуючим фактором очевидно є тиск на фронті ударної хвилі. Умова перекриття – напруженість електричного поля, рівна 2.5 кВ/см.

При пробитті мембрани, в якій утворюється іскровий канал, імпульс струму проходить через клітину. Мала площа поперечного перерізу іскрового

каналу обумовлює підвищену щільність енергії і утворення розрядної плазми, що приводить до підвищення тиску в каналі, швидкому його розширенню і утворення ударної хвилі, яка викликає руйнування клітини. В цьому випадку можуть виникнути значні гідродинамічні зусилля, які здатні зруйнувати навіть сусідні клітини. При цьому головним діючим фактором є струм об'ємної провідності, а руйнування клітин відбувається в основному під дією гідродинамічних зусиль, причому руйнуються клітини, які мають великі розміри, високий тургорний тиск і малу товщину оболонок, тобто клітини серцевини.

Тепловий вплив на рослинну тканину, при обробці імпульсним струмом, практично відсутній. Слід відзначити, що питання про можливість виникнення іскрового розряду в середині рослини не розглядається.

Трохи інша точка зору на вплив електричного струму на рослинну клітину викладена в роботі, яка пов'язана з плазмолізом. В залежності від градієнту напруги прикладеного до рослинного матеріалу розрізняють:

а) коацеративний електроплазмоліз: градієнти напруги  $3 \cdot 10^4$  В/м, який характеризується тепловим впливом струму, що проходить через живі клітини;

б) селективний: градієнти  $1 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^5$  В/м, характеризуючим виборчим нагрівом плазми лема без суттєвого нагріву всієї маси протоплазми клітин;

в) імпульсний: градієнти напруги більше  $2 \cdot 10^5$  В/м, при якому крім струмів провідності діє струм зміщення в елементах з високим електричним супротивом, плазма лема нагрівається до температури термічної коагуляції білків і в результаті кінетичних явищ відбувається розпад мембрани протоплазми.

Відзначається різниця між імпульсним електроплазмолізом і електрогідролітичним ударом в клітині.

В першому випадку канал пробосо відсутній, щільність струму по всьому перерізі приблизно однакова і клітини гинуть під дією електричного струму,



який проходить через їх. Для електрогідравлічного удару характерні пробої рідини клітини і механічний вплив ударної хвилі. Умови виникнення того чи іншого типу впливу на рослинну клітину не розглядаються.

Розглядається вплив електричного струму на рослини з урахуванням біохімічних процесів в клітинах. Представляючи клітину як розчин електроліту, оточений напівпроникною мембраною, автор розглядає процеси, які проходять в клітині при накладанні зовнішнього електричного поля.

Іони електроліту дисоціюють і накопичуються на зовнішніх і внутрішніх сторонах клітини. При певній силі струму відбувається «пробій» мембрани, що супроводжується змінами клітинної структури (збудженням).

Внаслідок незначної маси мембрани і великого її супротиву може спостерігатись селективна дія електричного струму, що виражається в переважному нагріві мембрани до температури коагуляції білків. Короткочасна (імпульсна) дія струму великих амплітуд приводить до підвищення термоселективності. Тривале протікання струму через рослинну тканину приводить до нагріву не тільки мембрани, але і всієї клітини, що є не економічним, з точки зору витрат енергії, процесом. Загибель клітини, згідно концепції автора, при імпульсному впливі відбувається під дією двох факторів: селективного нагріву мембрани і електровсмогичного пошкодження всередині вмісту клітини, що приводить до механічного пошкодження скоагульованої мембрани і виходу вологи з клітини.

Розглядаючи рослинну тканину, як провідник другого роду, який має комірчасту структуру і ділянки з різними тепловими і електронними характеристиками, що складається з окремих «ниток» клітин-комірок, що розташовані послідовно, автори вважають що при походженні електричного струму через таку «нитку», крім розігріву клітин, у біполярних електродів на межі їх контакту з рідким вмістом буде відбуватись електролітичний розклад води з виділенням газів водню і кисню. Автори, використовуючи закон Фарадея,

проводять розрахунок кількості і об'єму газу, який виділяється при проходженні електричного струму через рослинну тканину в електроплазмолізаторах. Кількість газу, що виділився згідно проведеному розрахунку на декілька порядків більше об'єму клітини, що приводить по думці авторів до різкого підвищення тиску, який створюється газом всередині клітини і викличе руйнування її оболонки. Крім того розрахунок показує, що тривалість електроплазмолізу ( $t=30$  с) у використовуваних установках на декілька порядків більше, чим потрібно для руйнування клітин, і цей час можна різко зменшити, що і спостерігалось в роботі, де тривалість досягала тисячних часток секунди.

Автори вважають, що при збільшенні часу обробки і достатніх струмах відбувається тепловий вплив. Розрахунки, які проведені авторами показують, що температура вмісту клітини до  $100^{\circ}\text{C}$  досягає за час  $t \approx 1/4$  періоду коливання живильної напруги частотою 50 Гц. Після цього починається паровиділення. Але до цього моменту відбувається розрив оболонки через виділення газу при електролізі і подальша дія струму заключається в нагріві рослинної тканини вже з розірваними оболонками. Цей нагрів призводить до різних термо- і електроагуляційним ефектам. Порівняння кількості тепла, яке необхідне для плазмолізації бурякової стружки при термо- і електроплазмолізі, показує, що при термоплазмолізі його поглинається на 56% більше, чим при електроплазмолізі, наприклад при 1000 В. Це підтверджує думку, що при електроплазмолізі тепловий механізм впливу, що призводить до руйнування клітин, не є основним і найбільш ймовірною першопричиною загибелі клітин є виділення газу при електроплазмолізі.

З розгляду робіт по впливу електричного струму на рослинну тканину можна зробити висновки, що більш ефективнішим є імпульсний вплив струму, що виключає непродуктивні втрати енергії.

Таким чином, підводячи підсумки роботам по механізму летального впливу струму на рослинні клітини чинним фактором, що викликає загибель

рослинної тканини можна вважати, що по механізму впливу розрізняють наступні точки зору:

- теплова дія струму, який проходить через рослинні тканини і викликаючого нагрів і пошкодження клітин;

- селективний нагрів мембрани, який викликає її руйнування і виникнення електроосмотичного поштовху внутрішньовмісту клітини, що призводить до пошкодження скоагульованої мембрани і виходу вологи з клітини;

- вплив гідродинамічних зусиль виникаючих при мікророзрядах в клітинах і міжклітинниках;

- вплив тиску газу, який виділився в клітині в результаті електролізу при проходженні через неї електричного струму, що призводить до різкого зростання тиску всередині клітини і викликає руйнування її оболонки.

- порушення функції виборчої дії пір в стінках мембрани, в результаті чого порушується її напівпроникні властивості, клітина пошкоджується і гине.

Відповідно можна вважати, що основними діючими факторами, що викликають загибель рослинної тканини є:

- струми провідності, які протікають через рослину;

- ударна хвиля, що розповсюджується по поверхні рослини при обробці сходжень;

- струми провідності і зміщення – при градієнтах напруги вище  $2 \cdot 10^5$  В/см;

- порушення функції виборчої дії пір в стінках мембрани;

- електроліз, що призводить до виділення газу в клітині;

Незважаючи на багаточисельні гіпотези, до цих пір немає повного уявлення про механізм руйнування рослинної тканини, і умов при яких цей механізм діє.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3  
 ОБГРУНТУВАННЯ ПРО УДОСКОНАЛЕНИЙ КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ  
 МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

### 3.1. Вибір базового підживлювача

На основі системного аналізу існуючих підживлювачів українського виробництва за базову машину був прийнятий навісний обприскувач-підживлювач ЕКО, моделі 600—5.4 л., який призначений для здійснення підживлення культур рідкими добривами під час просапної культивуації. Навісна конструкція підживлювачів передбачає їх установку на агрегат, що складається з тягового трактора з культиватором (типу КРН, УСМК).



Мал. 3.1. Підживлювач ЕКО-600-5.4л.

Основні показники технічної характеристики підживлювача: ширина захвату – залежить від ширини культиватора (сівалки), робоча швидкість – 4...8 км/год, об'ємності для добрив – 600 л, продуктивність основного часу – 0,4 ... 0,8 га/год., витрата добрив – 33-850 л/га, насос – мембранно-поршневий, об'ємна подача насоса – 70л/хв..

Використовуючи спеціальний механічний регулятор, можна задавати норми подачі добрива з бака для добрив обприскувача-підживлювача на секції культиватора. Надлишки добрив перенаправляються назад в ємність. Щоб об'єм подачі добрив точно відповідав нормі при будь-якій швидкості руху агрегату, насос для подачі добрив приводиться в дію від опорного колеса культиватора. Також привід насоса може здійснюватись від ВВП трактора.

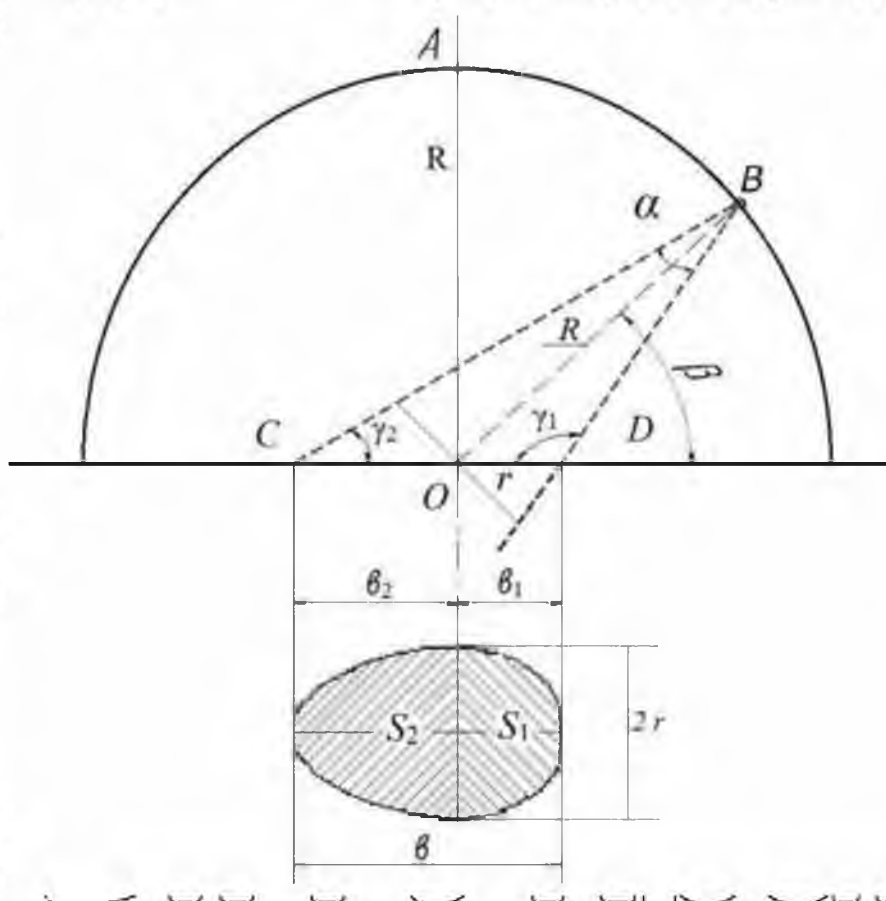
### 3.2. Теоретичні обґрунтування параметрів установки форсунок з

**круговим розпилювачем**

Завданням до досліджень передбачено було обґрунтувати основні параметри установки форсунок з круговим розпилювачем.

Найбільший вплив на якісні показники обробки здійснюють: висота установки розпилювача (відстань від форсунки до рослини), кут факела розпилювання і кут, під яким робочий розчин подається до оброблюваної рослини, визначили вплив параметрів установки розпилюючої форсунки, на величину оброблюваної площі. Розглянемо випадок, коли форсунка з кривим радіусом розпилювання може переміщуватись навколо рослини (точка  $O$ ) по колу радіусом  $R$ , малюнок 3.2.

Площа розпилювання розчинів форсункою змінюється в залежності від кута розпилювання ( $\alpha$ ) відстані ( $R$ ) до рослини точка ( $O$ ) і кута, під яким розчин подається на оброблювану поверхню ( $\beta$ ).



$\alpha$  – кут факела розпилювання;  $\beta$  – кут установки форсунки;  $R$  – відстань від форсунки до центру поверхні розпилювання;  $S_1, S_2$  – складові загальної площі розпилювання.

Малюнок 3.2 – Схема до розрахунку взаємодії факела розпилювання з поверхнею

Загальну площу обробки можна представити в вигляді суми площ  $S_1$  і  $S_2$ , кожна з яких представляє половинку площі елапса з розмірами  $2r$ ,  $b_1$  і  $b_2$ ,

Зі схеми, малюнок 3.2:

$$\gamma_1 = 180 - \frac{\alpha}{2} - \beta = 180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right); \quad (2.1)$$

$$\gamma_2 = 180 - \alpha - \gamma_1 = 180 - \alpha - \left[180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)\right] = \beta - \frac{\alpha}{2} \quad (2.2)$$

З теореми синусів

$$\frac{b_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{R}{\sin \left(180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)\right)}; \quad \frac{b_2}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{R}{\sin \gamma}; \quad (2.3)$$

Звідки

$$b_1 = R \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \left(180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)\right)}; \quad (2.4) \quad b_2 = R \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)}; \quad (2.5)$$

Загальна площа з достатньою точністю можна виявити по формулам площі еліпса:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{\pi r b_1}{2} + \frac{\pi r b_2}{2} = \frac{\pi r}{2} (b_1 + b_2) \quad (2.6)$$

де

$$r = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = R \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (2.7)$$

$$S_1 = \frac{\pi r}{2} \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot b_1 = \frac{\pi R^2}{2} \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \left(180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)\right)}; \quad (2.8)$$

$$S_1 = \frac{\pi R^2}{2} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2} \sin \left(180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)\right)}; \quad (2.9)$$

З теореми синусів подвійних кутів

$$\sin\left(180 - \left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)\right) = \sin 180 \cos\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right) + \cos 180 \sin\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right) =$$

$$\sin\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right). \quad (2.10)$$

Звідки

$$S_1 = \frac{\pi R^2}{2} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{1}{\sin\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)}; \quad (2.11)$$

$$S_2 = \frac{\pi R^2}{2} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{1}{\sin\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)}; \quad (2.12)$$

Загальну площу  $S$  розпилювання при розміщенні розпилювача під різними кутами нахилу відносно горизонталі  $\beta$  і кутами факела розпилювання  $\alpha$

можна виразити сумою складових  $S_1$  і  $S_2$

$$S = \frac{\pi R^2}{2} \cdot \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \cdot \left[ \frac{1}{\sin\left(\beta + \frac{\alpha}{2}\right)} + \frac{1}{\sin\left(\beta - \frac{\alpha}{2}\right)} \right]; \quad (2.13)$$

де  $S$  – загальна площа обробки поверхні ґрунту одним розпилювачем,  $\text{см}^2$ ;

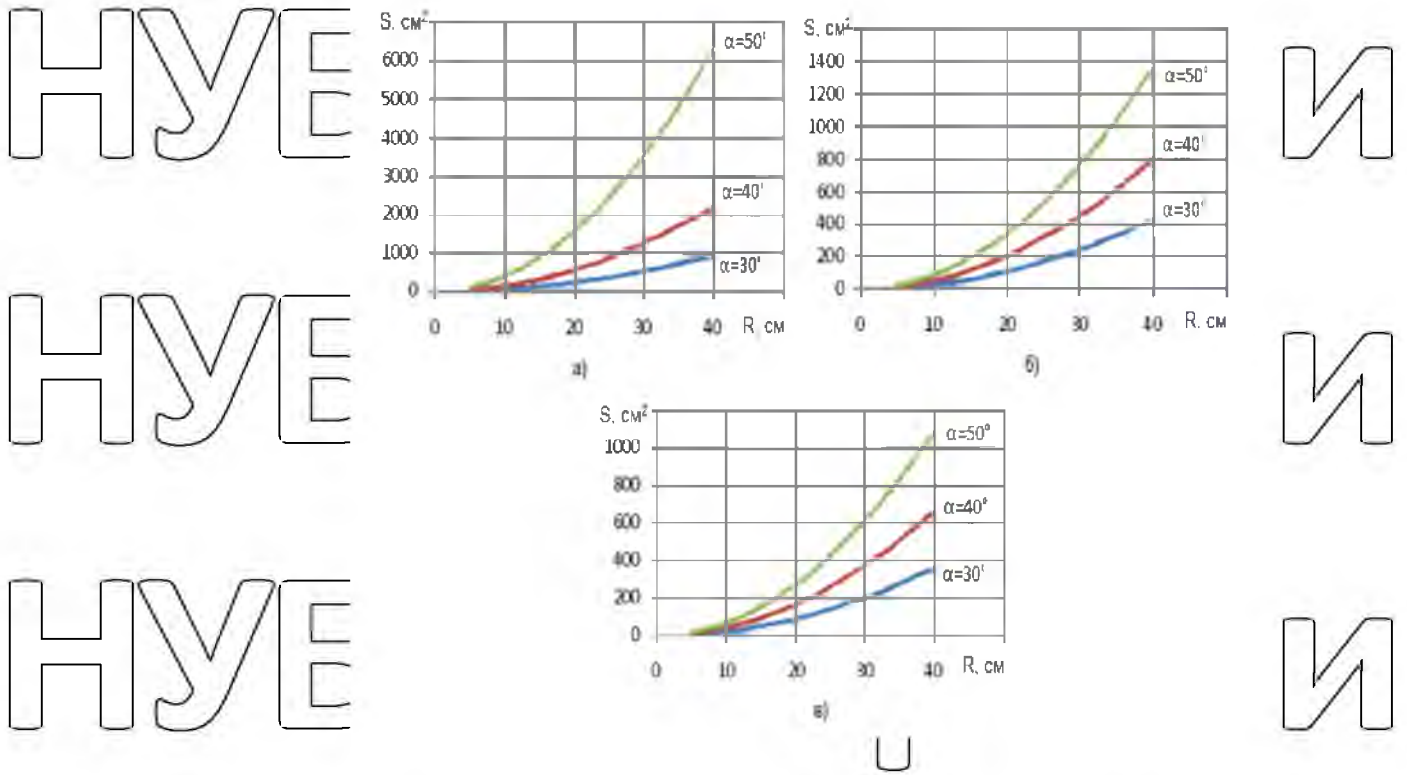
$R$  – відстань від розпилювача до поверхні ґрунту,  $\text{см}$ ;

$\alpha$  – кут факела розпилювання, град;

$\beta$  – кут нахилу осі факела розпилювання відносно горизонтальної поверхні ґрунту, град;

Форма площі плями розпилювання змінюється в залежності від величини кута установки розпилювача від кола при  $\beta=90^\circ$  до еліпса з розмірами більшої осі  $B$  і меншої осі  $b$ , тобто  $S=f(R, \alpha, \beta)$ .





Малюнок 3.3 - Залежність площі розпилювання форсункою з

круглим факелом від кута розпилювання  $\alpha$ , відстані до поверхні  $R$  і кута нахилу струменя  $\beta = 30^\circ$  (а),  $\beta = 60^\circ$  (б) і  $\beta = 90^\circ$  (в)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4

## ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБКИ

Для економічної оцінки розробки було проведено розрахунок показників економічної ефективності на основі загальноприйнятих методик.

Базовою машиною було прийнято підживлювач ЕКО-600-5.4. Навісна конструкція підживлювача встановлюється на агрегат, що складається з тягового трактора з культиватором (типу КРН) (мал. 4.1). За модернізовану машину прийнято цей же підживлювач, що також агрегується з тяговим трактором з культиватором, але в модернізованій машині збільшуємо швидкість до 9 км/год. Об'єм подачі добрив точно відповідатиме нормі при будь-якій швидкості руху агрегату, так як насос для подачі добрив приводиться в дію опорного колеса культиватора.



Мал. 4.1. Підживлювач ЕКО-600-5.4

Вихідні дані розрахунків показників економічної ефективності представлено в табл.4. 1.

НУБІП України

Таблиця 4.1

## Вихідні умови для розрахунку економічної ефективності

Показник	Базова машина	Модернізована машина
Площа обробки, га	100	100
Робоча ширина захвату машини, м	5,4	5,4
Робоча швидкість руху машини, км/год	6,0	9,0
Витрата добрив, л/га	50	40
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
Міжряддя, м	0,45	0,45
Прогнозоване пошкодження цукрового буряку, %	5,0	1,0

Економічний ефект внаслідок застосування удосконаленого просапного культиватора з підживлювачем, дозволить підвищити продуктивність культиватора при зростанні швидкості руху агрегату, а також зменшення пошкодження рослин.

Визначимо основні економічні показники:

продуктивності основного часу та змінної продуктивності

для базової машини:

$$W_0 = 0.1 \cdot 5.4 / 6 = 3.24 \text{ га/год}$$

$$W_z = 3.24 \cdot 0.75 = 2.43 \text{ га/год}$$

для модернізованої машини:

$$W_0 = 0.1 \cdot 5.4 \cdot 9 = 4.86 \text{ га/год}$$

$$W_z = 4.86 \cdot 0.75 = 3.65 \text{ га/год}$$

затрати на оплату праці робітникам:

# НУБІП України

$N_i$  - кількість робітників, люд.;

$CT_i$  - погодинна оплата праці робітника, грн/год люд (23,13 грн/год.люд).

для базової машини:

# НУБІП України

$$C_1 = \frac{1 \cdot 23.13}{2.43} = 9.52 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для модернізованої машини:

$$C_1 = \frac{1 \cdot 23.13}{3.65} = 6.33 \text{ грн/га}$$

затрати на добрива:

# НУБІП України

$$C_2 = C_d \cdot \Phi, \text{ грн/га}$$

де  $C_2$  - приведена вартість добрив, грн/л (90 грн/л);

$\Phi$  - питома витрата добрив, л/га;

для базової машини:

# НУБІП України

$$C_2 = 90 \cdot 50 = 4500 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для модернізованої машини:

$$C_2 = 90 \cdot 40 = 3600 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

затрати на реновацію :

# НУБІП України

для базової машини:

$$C_3 = \left( \frac{440000 \cdot 0.166}{2.43 \cdot 1000} \right) + \left( \frac{65000 \cdot 0.166}{100} \right) = 138 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для модернізованої машини:

# НУБІП України

$$C_3 = \left( \frac{440000 \cdot 0.166}{3.65 \cdot 1000} \right) + \left( \frac{70000 \cdot 0.166}{100} \right) = 136 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

# НУБІП України

затрати на ремонт і ТО:

для базової машини:

$$C_4 = \left( \frac{440000 \cdot 0.34}{2.43 \cdot 1000} \right) + \left( \frac{65000 \cdot 0.15}{100} \right) = 160 \frac{\text{грн}}{\text{га}},$$

для модернізованої машини:

$$C_4 = \left( \frac{440000 \cdot 0.34}{3.65 \cdot 1000} \right) + \left( \frac{70000 \cdot 0.15}{100} \right) = 146 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

Звідси сумарні загрози становитимуть:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для базової машини:

$$C = 4807.5 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для модернізованої машини:

$$C = 3888.3 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

Величина капіталовкладень визначатиметься:

для базової машини:

$$K = \left( \frac{440000}{2.43 \cdot 1000} \right) + \left( \frac{65000}{100} \right) = 831.1 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для модернізованої машини:

$$K = \left( \frac{440000}{3.65 \cdot 1000} \right) + \left( \frac{70000}{100} \right) = 820.5 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

Тоді, приведені експлуатаційні затрати дорівнюватимуть:

$$П = e \cdot K + C$$

де  $e$  - коефіцієнт ефективного використання капіталовкладень (0,15),

для базового варіанта:

$$П = 4932.17 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

для модернізованого варіанта

$$П = 4011.38 \frac{\text{грн}}{\text{га}};$$

Отже, зменшення приведених експлуатаційних затрат становитиме

$$4932.17 - 4011.38 = 920.79 \frac{\text{грн}}{\text{га}}$$

Величина інноваційного ефекту внаслідок:

зменшення величини пошкодження цукрового буряку

$$3200 \text{ грн./га} \cdot (0,05 - 0,01) = 800 \text{ грн./га}$$

Тоді, загальний економічний ефект становитиме

$$920.79 \text{ грн./га} + 800 \text{ грн./га} = 1720.79 \text{ грн./га}$$

Отже, в результаті проведених розрахунків встановлено, що економічний ефект від застосування при підживленні цукрового буряку удосконаленого просяного культиватора складає 1720.79 грн./га.

Отримані в результаті проведених розрахунків значень наведено в табл. 4.2), що підтверджує доцільність зазначеного удосконалення просяного культиватора з підживлювачем.

Таблиця 4.2.

#### Результати розрахунку економічних показників

Показник	Базова машина	Модернізована машина
Продуктивність основного часу, га/год	3.24	4.86
Продуктивність змінного часу, га/год	2.43	3.65
Прямі експлуатаційні затрати на оплату праці, грн/га	9.52	6.33
Прямі експлуатаційні затрати на добрива, грн/га	4500	3600
Прямі експлуатаційні затрати на реновацію, грн/га	138	136

Прямі експлуатаційні затрати на ремонт і ТО, грн/га	160	146
Сумарні прямі експлуатаційні затрати, грн/га	4807.5	3888.3
Розмір капітальних вкладень, грн/га	831.1	820.5
Приведені експлуатаційні витрати, грн/га	4932.17	4011.38
Зменшення приведених експлуатаційних витрат, грн/га	920.79	
Інноваційний економічний ефект, грн./га		800
Економічний ефект, грн./га		1720.79

# НУБІП України

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. З метою підвищення ефективності застосування підживлювача ЕКО-600-5.4 при обробці посівів цукрового буряка пропонується збільшити швидкість спеціального механічного регулятора, за допомогою якого можна задавати норму подачі добрива з бака для добрив обприскувача-підживлювача на секції культиватора.

2. На основі проведених розрахунків встановлено раціональні значення параметрів і режимів роботи обприскувача-підживлювача на секціях культиватора.

3. В результаті проведених розрахунків встановлено, що економічний ефект від застосування при механізованій обробці цукрового буряка удосконаленого просапного культиватора з обприскувачем-підживлювачем складає 1720.79 грн./га при площі обробки 100 га.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Уртаєв Т.А. Розробка та дослідження прованного культиватора з одночасним регулюванням секцій для обробки ґрунтів, засмічених каменням // 4-27 с.
2. Омаров А.Н. Технологія та технічний засіб для локальної обробки посівів цукрових буряків // 13-50 с.
3. Гопорков В.М. Електроімпульсна установка для боротьби з бур'янами // 12-36 с.
4. Інтернет-джерело <https://boguslav.ua/produkcziya/amvoda/eko-600-54/>

Підживлювач ЕКО-600-5.4

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України