

УДК 631.356:2

М.І. Черновол, проф., д-р техн. наук, чл-кор. НААНУ, М.О. Свірень, проф., д-р техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

М.М. Борис, доц., канд. техн. наук

Подільський державний аграрно-технічний університет

Обґрунтування технологічного процесу та конструкції машини для безкопінного зрізу гички цукрових буряків

Розроблено математичну модель безкопінного зрізу основної маси гички. Обґрунтовано технологічну схему відокремлення гички. Виготовлено трирядну машину та проведено її польові випробування.

цукрові буряки, відокремлення гички, безкопінний зріз, доочистка головок коренеплодів, гичкозбиральна машина

Постановка проблеми. В технологічному процесі збирання коренеплодів цукрових буряків існує технологічна несумісність між викопувальними та гичкозбиральними робочими органами. Це різниця в робочих швидкостях: гичкозбиральні робочі органи задовільно працюють на швидкості до 1,5 м/с, а дискові викопувальні органи можуть працювати на швидкості до 2,5 м/с. Також важливою проблемою є зменшення відходів цукроносною та залишків гички на коренеплодах. При великому вмісті гички у воросі коренеплодів зменшується вихід цукру.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання дослідження способу зрізу вивчалось Зуєвим М.М. і Топоровським С.А. [1, 2] Визначалась висота безкопінного зрізу гички, при якій можна оптимізувати відходи цукроносною маси в гичку для

© М.І. Черновол, М.О.Свірень, М.М.Борис, 2012

діючих закупівельних цін. Розподілення висот виступання головок коренеплодів моделювалося нормальним законом, а форма головки коренеплода - конусом, зрізаним конусом та сферою. Але дані дослідження носять досить наближений характер і їх неможливо використати для моделювання процесу безкопінного зрізу.

Постановка завдання. Збирання гички цукрових буряків є однією з найбільш технічно складних операцій у вирощуванні цієї культури. Завданням вітчизняного машинобудування є випуск бурякозбиральних машин, якість роботи яких повинна відповідати агротехнічним вимогам, а функціональні та експлуатаційні показники - знаходитись на рівні кращих світових зразків.

Підвищення якісних та експлуатаційних показників процесу збирання гички цукрових буряків є науково-практичною проблемою, розв'язання якої повинно базуватись на пошуку нових методів наукових досліджень, конструктивних рішень робочих органів і компонувальних схем машин.

Виклад основного матеріалу. Гичкозбиральні машини призначені для зрізання основної маси гички з коренеплодів, доочищення головок від незрізаних залишків, видалення гички та рослинних решток із зони дії викопувальних робочих органів. При збиранні цукрових буряків необхідно якісно і без пошкоджень коренеплодів відокремити гичку.

Останнім часом в багатьох зарубіжних гичкозбиральних машинах широко застосовують ротаційні різальні апарати. При цьому є багато конструкцій таких машин, в

яких ножі можуть обертатися у вертикальній чи горизонтальній площинах. При обертанні ножів в горизонтальній площині зрізуються в основному пучки гички, які можна використати на корм. Але це значно ускладнює конструкцію гичкозбиральної машини, тому що вимагає встановлення валу з ножом на кожен рядок. Кількість привідних валів з ножами відповідає рядності гичкозбиральної машини. Якщо ножі обертаються у вертикальній площині, то вони не лише зрізують пучки гички, а й подрібнюють її. Гичка в такому стані стає непридатною для згодовування вже через декілька годин після збирання. Крім цього гичка забруднюється землею. В даному випадку її необхідно розподілити на зібраному полі і використати як добриво. Для гичкозбиральної машини з обертанням ножів у вертикальній площині, достатньо одного валу для приводу робочих органів, що значно спрощує конструкцію машини. Машини з такими робочими органами можуть виконувати зріз гички на високих робочих швидкостях, що при створенні високоефективних очисників головок коренеплодів відкриває шлях до підвищення продуктивності процесу збирання.

Для вивчення можливостей безкопінного зрізу створена математична модель цього процесу [3]. Суть цієї моделі полягає в підрахунку, за допомогою методів чисельного інтегрування і теорії ймовірності, втрат цукроносної маси та маси гички, що залишилися на коренеплодах внаслідок безкопінного зрізу на одиниці площі [4;5].

Під терміном «втрати цукроносної маси» мається на увазі втрата частини головки коренеплоду внаслідок зрізу. Під терміном «залишки гички» розуміється та частина гички, яка залишилася на головці коренеплоду внаслідок зрізу вище основи зелених листків.

Згідно даної моделі, розподілення висот виступання коренеплодів над рівнем ґрунту не заперечує закон нормального розподілення [5]. Форма головки коренеплоду моделювалась зрізаним конусом, а форма залишків гички - циліндром. В результаті цього дослідження отримані теоретичні залежності для розрахунку відходів цукроносної маси та залишків гички.

Відходи цукроносної маси і залишків гички визначаються відповідно за формулами

$$BM(h, h_3) = \sum_{i=h_3}^n \left[N \cdot F\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3n} \sum_{j=0}^n c_j \cdot f(h)\right) \right],$$

$$GM(h, h_3) = \sum_{i=h_3}^n \left[N \cdot F_c\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3n} \sum_{j=0}^n c_j \cdot f(h)\right) \right],$$

де n - кількість інтервалів на які розбивається зона зрізу головки коренеплоду;

N - кількість коренеплодів на одиниці площі;

$F = f(h, h_3)$ - функція, за якою визначаються відходи цукроносної маси в певному інтервалі висот виступання головок коренеплодів;

$F_c = f(h, h_3)$ - функція, за якою визначаються залишки гички в певному інтервалі висот виступання головок коренеплодів;

h_i і h_{i+1} - межі інтервалу;

c_j - члени ряду, $c_j = 1, 4, 2, 4, 2, \dots, 2, 4, 1$;

$f(h)$ - функція щільності нормального розподілення.

Нами проведено моделювання процесу безкопінного зрізу на ЕОМ з використанням програми Microsoft Office Excel та інтегрованого в неї середовища програмування VBA. Побудовано графіки залежностей відходів цукроносної маси та залишків гички від параметрів нормального розподілення висот виступання головок коренеплодів та висоти зрізу відносно поверхні ґрунту. Графіки залишків гички та відходів цукроносної маси, при нормальному розподіленні, побудовано для реального математичного сподівання висот виступання головок коренеплодів $m = 40$ мм і приведено на рисунку 1. Внаслідок чого зроблено висновок, що досягти необхідної якості збирання гички при дотриманні агротехнічних вимог (відходи цукроносної маси, залишки гички на коренеплодах) лише одним безкопінним зрізом неможливо. Тому необхідно використовувати додаткові пристрої для відокремлення гички, що залишилась на

коренеплодах після зрізу.

В багатьох машинах іноземного та вітчизняного виробництва використовуються пасивні або активні дообрізчики головок коренеплодів. Використання даних робочих органів приводить до неповного дообрізання залишків гички і додаткових втрат цукроносної маси. Більш раціонально, на нашу думку, використовувати гнучкі доочищувальні робочі органи, виключаючи при цьому додаткові втрати цукроносної маси.

На основі проведених нами досліджень, запропонована наступна технологічна схема відокремлення гички. Процес збирання гички здійснюється у дві стадії.

Перша стадія — зрізання гички на рівні високорозташованих головок коренеплодів з одночасним її подрібненням і розкиданням по полю (або навантаженням у транспортний засіб, що рухається поряд). Друга стадія — доочищення головок коренеплодів. Першу стадію зрізання гички здійснюють роторні гичкорізи з горизонтальним валом і шарнірно підвішеними до нього ножами, другу — доочисники з активними робочими елементами.

Двостадійний процес збирання гички ми пропонуємо реалізувати за допомогою гичкозбиральної машини, створеної на базі косарки-подрібнювача КДР-1,5. Ширина захвату КДР-1,5 дозволяє збирати гичку з трьох рядків коренеплодів.

Для забезпечення першої стадії збирання гички (зріз на рівні високорозташованих коренеплодів) пропонується використати ротаційний різальний апарат косарки-подрібнювача КДР-1,5. Для доочищення головок коренеплодів пропонується дообладнати КДР-1,5 очисником.

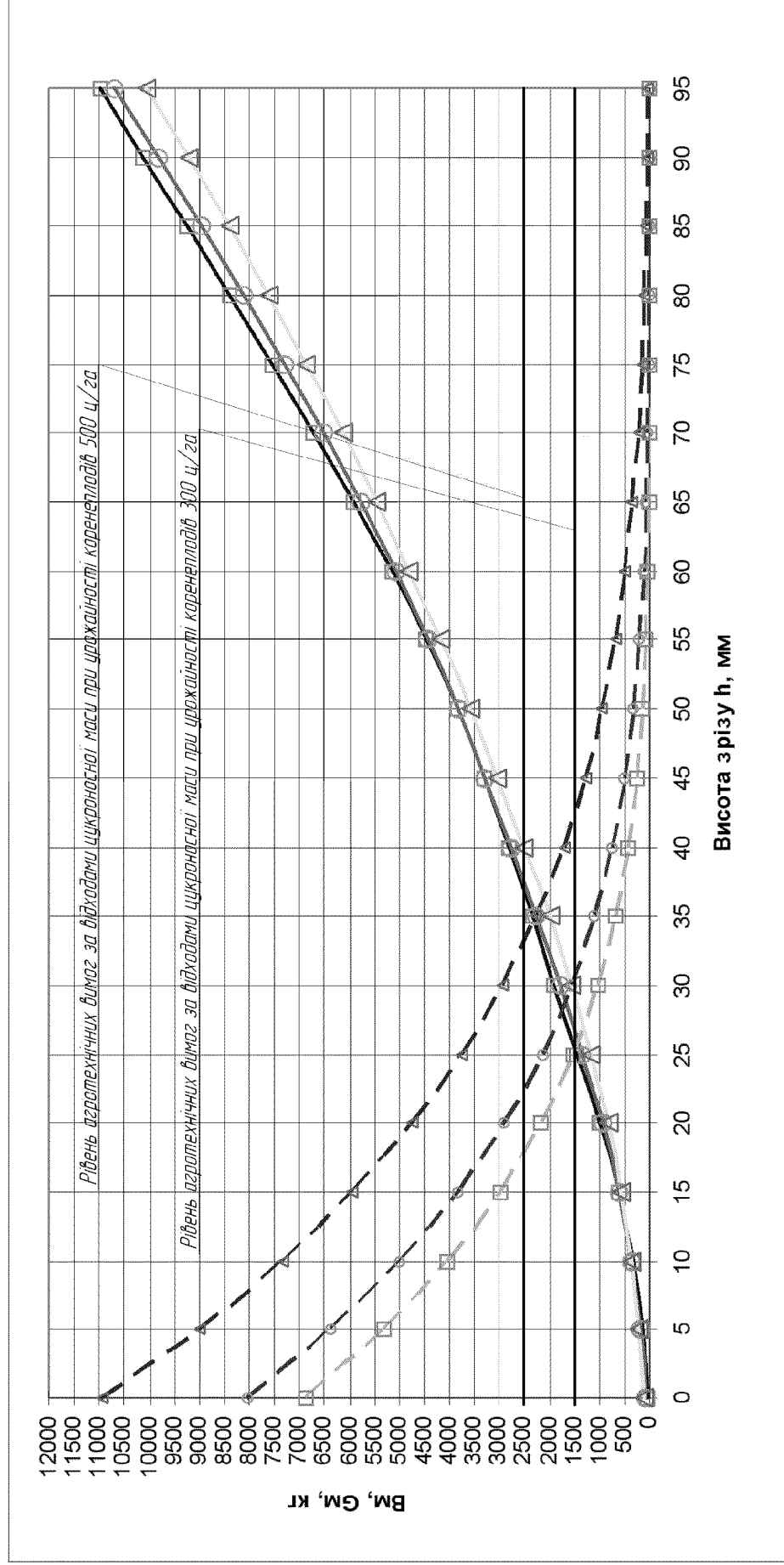


Рисунок 1. – Залежність відходів цукроносної маси та залишків гички від висоти зрізу при різних характеристиках нормального розподілу

- Відходи цукроносної маси, кг
- Залишки гички, кг
- $m = 40, \sigma = 15$
- △ $m = 40, \sigma = 20$
- $m = 40, \sigma = 30$

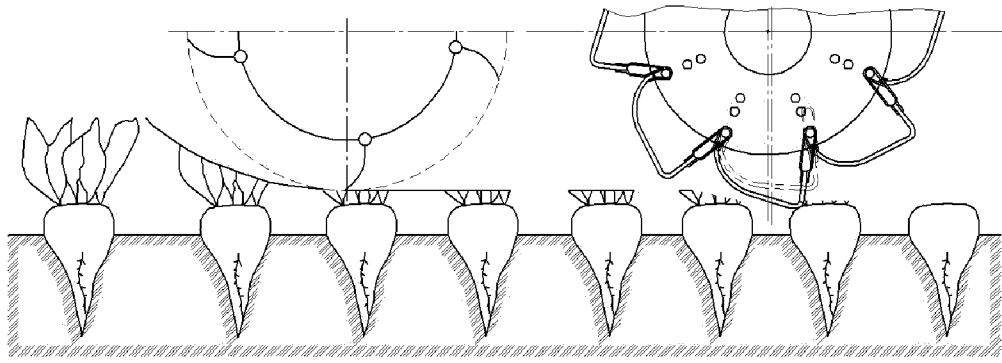


Рисунок 2 – Технологічна схема збирання гички

КДР-1,5 в якості гичкозбиральної машини має свої недоліки та переваги. Основними перевагами гичкозбиральної машини ротаційного типу є те, що, маючи усього лише один робочий орган - ротор з ножами, вона забезпечує якісне зрізання основної маси гички і транспортування її у транспортний засіб, що рухається поруч, або може розкидати подрібнену гичку на зібрану частину бурякового поля. До недоліків гичкозбиральної машини слід віднести подрібнення гички в разі її збирання в кузов транспортного засобу, деяке забруднення зібраної маси гички ґрунтовими домішками (особливо при роботі на сухому ґрунті), значні складнощі технічного обслуговування (зокрема при знятті дугоподібних ножів для заточування, заміни тощо).

Польові дослідження показали, що спостерігається забивання кожуху повітропроводу гичкою. Для усунення цього недоліку нами була змінена форма кожуха ротаційного різального апарату. Кожух змінили таким чином, щоб він забезпечував утримання зрізаної гички на лопатці г-подібного ножа від моменту зрізу до виходу на траєкторію польоту в повітропроводі. Завдяки цьому, гичка встигає набути необхідної кінетичної енергії і, злетівши по дотичній до траєкторії руху ножа, вилетіти назовні.

Досягти одним зрізом необхідної якості коренеплодів неможливо (що було показано вище), тому ми пропонуємо дообладнати КДР-1,5 ефективним очисником головок коренеплодів. Для цього розміщуємо за валом роторного різального апарату горизонтально-розміщений вал очисника. На цьому валу розміщуємо шарнірно закріплені очисні робочі органи. Робочий орган складається з гумового елемента, який містить зону очищення високо розташованих коренеплодів та зону очищення низько розташованих коренеплодів.

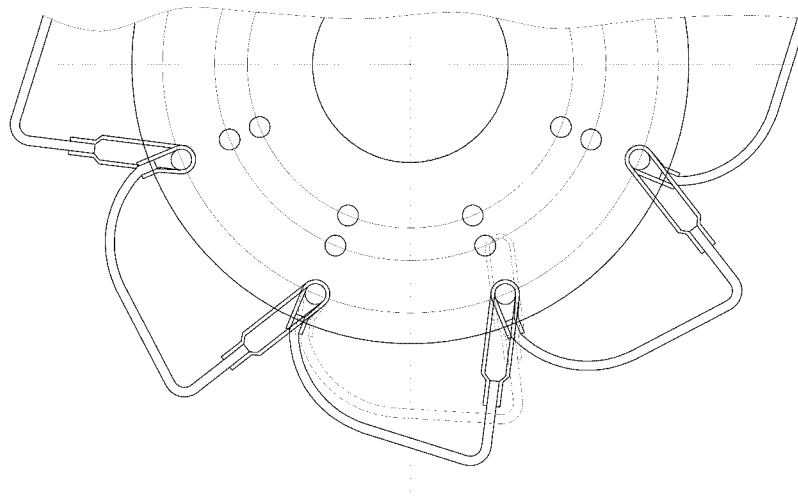


Рисунок 3 - Робочий орган для доочищення головок коренеплодів

Для забезпечення переходу двовальної машини із робочого положення в транспортне і навпаки, а також для регулювання висоти зрізу гички ми дообладнали машину механізмом підйому та регулювання висоти зрізу.

Механізм працює наступним чином. Переведення машини із робочого у транспортне положення здійснюється гідроциліндрами. Підйом машини здійснюється за рахунок переміщення опорних коліс. Вирівнювання рами машини в горизонтальній площині здійснюється підйомом або опусканням начіпного пристрою.

Макетний зразок і документація на переобладнання косарки-подрібнювача КДР-1,5 розроблена в інституті механізації та електрифікації сільського господарства ПДАТУ.

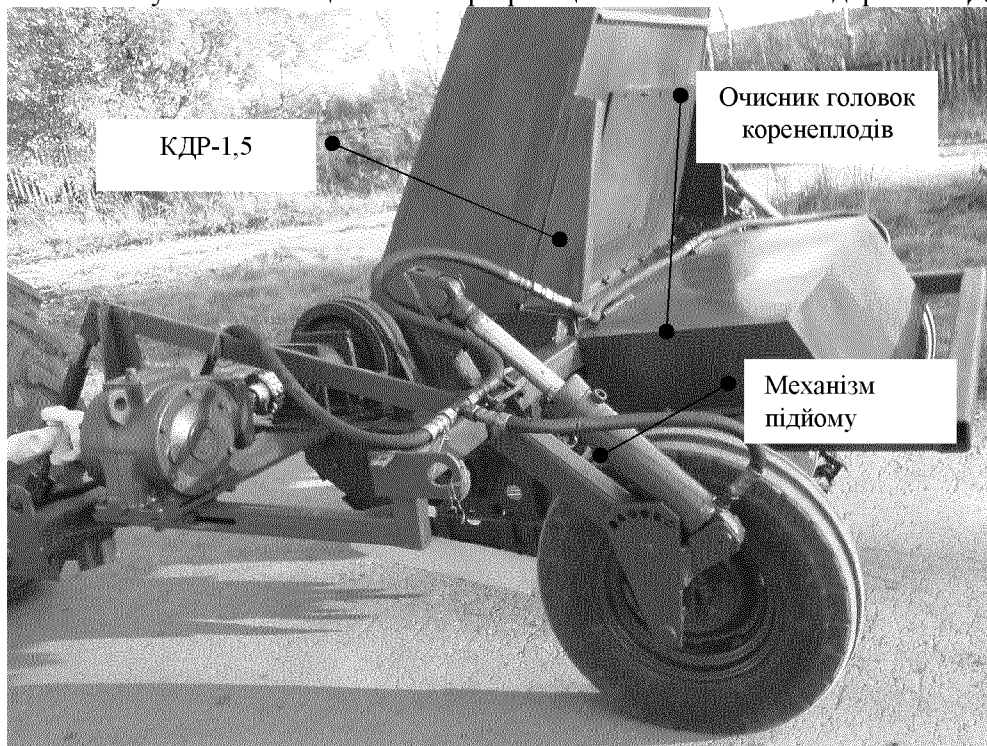


Рисунок 4 - Косарка-подрібнювач КДР-1,5 обладнана очисником головок коренеплодів

Висновки. Теоретичним шляхом підтверджено, що неможливо відокремити гичку від коренеплодів, при дотриманні агротехнічних вимог, за допомогою безкопирного зрізу. Конструктивно найбільш простою машиною для відокремлення основної маси гички є машина з горизонтальним ротором-гичкорізом. При збиранні цукрових буряків на невеликих площах доцільно застосовувати переобладнану косарку-подрібнювач КДР-1,5 в якості гичкозбиральної машини. За допомогою вище приведених теоретичних залежностей та графіків можна провести технологічне налагодження гичкозбиральних машин. При наявності у гичкозбиральній машині: вимірювача висот виступання головок коренеплодів та лічильника їх кількості, передачі інформації на обробку в бортовий комп'ютер з використанням розроблених алгоритмів та програм, можливо автоматично коригувати висоту встановлення різального апарату відносно поверхні ґрунту

Список літератури

1. Зуев Н.М., Топоровский С.А. Бескопирный срез головок корнеплодов. Сахарная свекла. М.: 1988, №6. – С. 42-45.
2. Топоровський С.А. Обґрунтування технологічного процесу і основних параметрів робочого органу для збирання гички цукрових буряків без копіювання голівок коренеплодів. Автореферат на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук. Київ, - 1988 р., 19 с.
3. Борис М.М. Моделювання процесу зрізу гички від коренеплодів цукрових буряків. Збірник Наукових праць Національного аграрного університету. Перспективні технології вирощування та збирання цукрових буряків. Том 2, Київ – НАУ.– 1997. – С. 77-80.
4. Фильчаков П.Ф. Справочник по высшей математике. К.: Наукова думка, 1974. - 743с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1964. -576с.

Обоснование технологического процесса и конструкции машины для бескопирного среза ботвы сахарной свеклы

Разработана математическая модель бескопирного среза основной массы ботвы. Обоснована технологическая схема отделения ботвы. Изготовлена трёхрядная машина и проведены ее полевые испытания.

M.Chernovol, N.Sviren, N.Boris

Background and design process machinery cut tops sugar beet

A mathematical model for the bulk of the cut tops without copying the head of root crops. Sound technological scheme branch leaves. Made three-row machine and conducted its field test.

Одержано 12.10.12