

УДК 631.356.02

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИНИ ДЛЯ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

М. М. Борис, канд.техн.наук, *Подільський державний аграрно-технічний університет*; **В.Г. Присяжний**, канд. техн. наук, зав. лабораторією, *ННЦ «ІМЕСГ»*; **В. Т. Надикто**, докт.техн.наук., проф., чл.-кор. НААН, *Таврійський державний агротехнологічний університет*

Розроблено математичну модель безкопірного зрізу основної маси гички. Проведено обґрунтування технологічної схеми видалення гички. Виготовлена трирядна машина і проведені її польові випробування.

Ключові слова: *коренеплід, головка коренеплоду, гичка, безкопірний зріз, математична модель, гичкозбиральна машина.*

Проблема. 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.

Розробка нових наукових методик для обґрунтування технологічних схем машин та конструкцій робочих органів, що покращать експлуатаційно-технологічні показники процесу збирання гички цукрових буряків є науково-технічною проблемою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання дослідження способів зрізу гички цукрових буряків вивчалось Зусвим М. М. і Топоровським С. А. [1, 2]. Визначалась висота безкопірного зрізу гички за оптимальними значеннями відходів цукроносної маси в гичку для діючих закупівельних цін. Розподіл висот виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту моделювався нормальним законом, а форма головки коренеплоду — конусом, зрізаним конусом та сферою. Але дані дослідження носять

досить наближений характер і їх неможливо використати для моделювання процесу безкопінного зрізу.

Конструктивна схема машини визначається агрофізичними властивостями коренеплодів та посівів, рівнем розвитку технологічного процесу та конструкцій робочих органів. Тому необхідно створити теоретичну модель процесу, у якій параметри технологічного процесу коренеплодів та посіву будуть взаємопов'язані. Дослідження даної моделі дасть можливість визначити раціональну схему та параметри процесу відокремлення гички.

Результати досліджень. 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 для безкопінного зрізу основної маси гички. При цьому є багато конструкцій таких машин, в яких ножі можуть обертатися у вертикальній чи горизонтальній площині. При обертанні ножів у горизонтальній площині зрізуються в основному пучки гички, які можна використати на корм. Але це значно ускладнює конструкцію гичкозбиральної машини, тому що вимагає встановлення вала з ножем на кожен рядок. Кількість приводних 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 вала 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 високоєфективних 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, відходів цукроносної маси та маси гички, що залишилися на коренеплодах внаслідок безкопінного зрізу на одиниці площі [4, 5].

Під терміном «відходи цукроносної маси» розуміється втрата частин головок коренеплодів внаслідок зрізу. Під терміном «залишки гички» розуміється та частина гички, яка залишилася на головці коренеплоду після зрізу.

Згідно даної моделі, розподіл висот виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту не заперечує закон нормального розподілення [5]. Форма головки коренеплоду моделюється зрізаним конусом, а форма залишків гички — циліндром.

Відходи цукроносної маси і залишки гички визначаються відповідно за виразами:

$$BM(h, h_3) = \sum_{i=h_2}^n \left[N \cdot F\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3n} \sum_{j=0}^n c_j \cdot f(h) \right) \right],$$

$$GM(h, h_3) = \sum_{i=h_2}^n \left[N \cdot F_c\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3n} \sum_{j=0}^n c_j \cdot f(h) \right) \right],$$

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.

В результаті вказаного дослідження отримані теоретичні залежності для розрахунку відходів цукроносної маси та залишків гички. 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 наведено 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 безкопірним 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 призводить до неповного дообрізання залишків гички і додаткових втрат цукроносної маси. Більш раціонально, на нашу думку, використовувати гнучкі доочишувальні робочі органи, виключаючи при цьому додаткові втрати цукроносної маси.

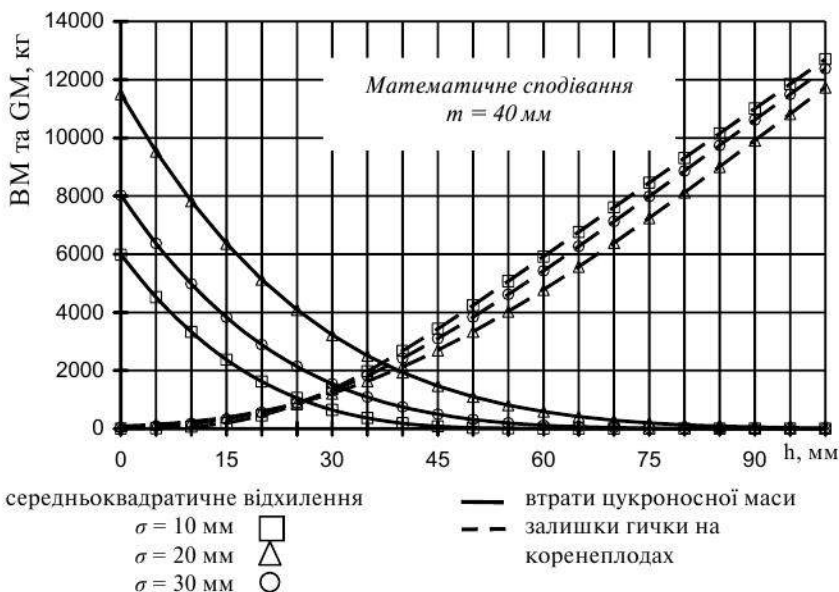


Рис. 1. Залежності втрат цукроносної маси та залишків гички на головках коренеплодів при безкопірному зрізі гички цукрових буряків

На основі проведених досліджень нами пропонується використовувати наступну технологічну схему 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 — доочишники з високоефективними активними робочими елементами.

Для проведення польових досліджень нами розроблено і виготовлено трирядну машину, що здійснює відокремлення гички. Технологічний процес відокремлення гички складається з наступних операцій: 1) безкопінний зріз гички при відходах цукроносної маси, що не перевищують 2 % від загальної маси коренеплодів; 2) відокремлення решток гички копінним очисником. Машина складається з двох горизонтальних роторів (рисунок 2). Передній, різальний ротор, виготовлений з використанням базових деталей та вузлів машини КДР - 1,5. На кожен рядок встановлено 8 П-подібних, шарнірно закріплених ножів для зрізання гички на фіксованій висоті відносно поверхні ґрунту.



Рис. 2. Експериментальна машина для відокремлення гички

За різальним ротором встановлено ротор доочисника з шарнірно встановленими прогумованими робочими елементами. Частота обертання різального ротора 1500 хв^{-1} , очисного — 950 хв^{-1} . Конструкція машини перед-бачає можливість встановлення пасивних гичкопідіймачів, що дещо покращує відокремлення гички. Гичка подрібнюється робочими органами різального та очисного валів і розподіляється в рядках та міжряддях (рисунк 3). Завдяки подрібненому стану легко просіюється на сепаруючих робочих органах коренезбиральної машини, не забруднюючи сировину зеленою масою. Напрямок обертання переднього і заднього валів проходить за рухом машини.



Рис. 3. Вигляд поля після проходження експериментальної машини для відокремлення гички

Показники якості технології відокремлення гички визначали на залізкових ділянках довжиною 20 м. Гичка з коренеплодів видалялася серійною та експериментальною машинами при швидкостях руху 1,3; 2; 2,5 м/с. Швидкість руху коренезбиральної машини КС-6Б в обох випадках дорівнювала 2 м/с. Проби для визначення якості роботи брали після КС-6Б на брезент, розташований у кузові транспортного засобу. Маса завалених коренеплодів визначалась після проходження очисників.

При дослідженнях встановлено, що експериментальна машина, яка складається з гичкорізальної і доочищаючої частин, дозволяє здійснити технологічний процес відокремлення гички у більш широкому швидкісному діапазоні від 1,3 до 2,0 м/с. У той же час, при однакових умовах випробування, виробнича гичкозбиральна машина БМ-6Б задовільно здійснює технологічний процес збирання гички з показниками якості, близькими до агротехнічних вимог, при робочій швидкості до 1,3 м/с. Оптимальні швидкісні режими роботи дають можливість зробити висновок про те, що продуктивність експериментальної установки вища на 50...60 % від виробничої гичкозбиральної машини БМ-6Б.

Крім того, залишки зв'язаної гички на коренеплодах після гичкозбиральної машини БМ-6Б становлять 2,1 %, що перевищує норматив. Відходи цукроносної маси при зрізі гички становлять 3,6 %, що також перевищує норматив на 2 %. За показниками вибивання та пошкодження якості роботи серійної машини близька до агротехнічних вимог.

Аналізуючи якість роботи експериментальної машини, можна зробити висновок, що оптимальним режимом роботи є поступальна швидкість машини близько 2 м/с. При швидкості 1,3 м/с збільшується кількість взаємодій і пошкодження перевищують допустимі нормативні значення. При швидкості 2 м/с кількість зв'язаної гички збільшується до 2,9 %, що перевищує норматив на 1,5 %. Використання експериментальної машини на швидкостях менших 2 м/с не є раціональним через збільшення питомих витрат енергії на одиницю забрудненості — відсоток зв'язаної гички.

Кількість сильно пошкоджених коренеплодів зменшується із збільшенням робочої швидкості експериментальної машини з 5,9 до 3,7 %, а після проходження машини БМ-6Б — 6,0 %.

Аналіз даних показує, що кількість високозрізаних коренеплодів після зрізу гички без копіювання їхніх голівок становила 37,3 %, а при зрізі з копіюванням — 20,8 %, що на 16,5 % більше. Коренеплоди, на яких зрізана

тільки гичка без головок, менше ушкоджуються і при зберіганні менше піддаються впливу хвороботворних мікробів.

Висновки. Теоретичним шляхом обґрунтовано технологічну схему процесу бескопирного зрізу основної маси гички з доочищенням головок коренеплодів високоефективним робочим органом.

За допомогою отриманих графічних залежностей можна визначити раціональні параметри процесу та провести технологічне налагодження робочих органів для відокремлення гички.

Підтверджено ефективність застосування результатів досліджень при польових випробуваннях трирядної машини для відокремлення гички.

Бібліографія

1. Зуев Н. М., Топоровский С. А. Бескопирный срез головок корнеплодов. Сахарная свекла. — 1988. — № 6. — С. 42–45.
2. Топоровський С. А. Обґрунтування технологічного процесу і основних параметрів робочого органу для збирання гички цукрових буряків без копіювання головок коренеплодів. /автореф. на здобуття вченого ступеня канд. техн. наук. К., 1988. — 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. —К.: НАУ, 1997. — Т.2. — С. 77–80.
4. Фильчаков П. Ф. Справочник по высшей математике. — К.: Наукова думка, 1974. — 743 с.
5. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1964. — 576 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Разработана математическая модель бескопирного среза основной массы ботвы. Проведено обоснование технологической схемы удаления ботвы. Изготовлена трехрядная машина и проведены ее полевые испытания.

Ключевые слова: *корнеплод, головка корнеплода, ботва, бескопирный срез, математическая модель, ботвоуборочная машина.*

EXPERIMENTAL RESEARCH MACHINE FOR THE SEPARATION OF SUGAR BEET TOPS

A mathematical model continuous shear cut the bulk of foliage. A rationale for removing the tops of the technological scheme. Made three-row machine and its field trials conducted.

Key words: *root, crown roots, tops, cut without copying heads roots, the mathematical model, toppers.*