УДК 633.63:631.35

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПРОЦЕСУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

В. М. Булгаков, докт.техн.наук, проф., академік НААН
Національний університет біоресурсів і природокористування України;
М. М. Борис, канд.техн.наук
Подільський державний аграрно-технічний університет;
А.М. Борис, канд.техн.наук
ННЦ "ІМЕСГ"

Розглянуто основні фактори, що впливають на втрати цукроносної маси під час відокремлення гички цукрових буряків. Установлений функціональний зв'язок між ними. Встановлено, що при екстремальних значеннях статистичних характеристик висоти виступання головок коренеплодів та їх густоти втрати цукроносної маси перевищують допустимі вимоги вдвічі. Обґрунтована потреба створення автоматичної системи регулювання висоти зрізу.

Ключові слова: *коренеплід, головка кореплоду, гичка, відокремлення гички, автоматична система, висота зрізу.*

Проблема. Підвищення забрудненості вороху коренеплодів зеленою масою на 1% знижує вихід сахарози на 0,1%, а при зберіганні коренеплодів у кагатах із вмістом гички близько 4% щоденні втрати цукру в середньому складають 0,012% [1]. Поряд з цим сучасні гичковідокремлювальні машини спричиняють значні втрати цукроносної маси. Тому на сьогодні є актуальним пошук таких технічних рішень, які дали б можливість уникнути вказаних втрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз чисельних конструкцій робочих органів для видалення гички розглянуто досить докладно в роботах Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.В. Татьянка, Р.Б. Гевка, В.Я. Мартиненка, М.М. Хелемендика, Я.І. Козіброди, С.В. Синього, М.Г. Березового та ін., але на сьогоднішній день немає конструкцій гичковідокремлювальних машин, які б задовольняли агротехнічні вимоги за втратами цукроносної маси.

© В.М. Булгаков, М.М. Борис, А.М. Борис.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

Оскільки в роботі [3] нами встановлено, що в сучасних машинах переважно застосовується безкопірний зріз, тому необхідно визначити основні фактори втрат цукроносної маси та окреслити основні шляхи їх зменшення.

Мета дослідження. Зменшення втрат цукроносної маси в процесі відокремлення гички цукрових буряків.

Методи дослідження. Дослідження проведене з використанням методів теорії ймовірностей та математичного моделювання.

Результати дослідження. Внаслідок застосування безкопірного зрізу якість видалення недостатня та можливі відходи цукроносної маси у гичку, що перевищують агротехнічні вимоги. Внаслідок збільшення товщини зрізу головки вміст залишків гички на коренеплодах знизиться, але підвищаться втрати цукроносної маси.

За результатами випробувань [5] кількість коренеплодів з висотою гички більше 2 см становила в машин даної технологічної схеми в середньому 2%; високозрізаних коренеплодів – 26,6; низькозрізаних – 7,5, а задовільнозрізаних коренеплодів – 60,1%. Така статистика свідчить про наявність втрат цукроносної маси та значні залишки гички на коренеплодах. Ці результати наведені для середньої робочої швидкості руху машин 6 км/год, що є невеликою швидкістю руху і вибір її зумовлений прагненням отримати якомога задовільнішу якість роботи пасивних дообрізувачів. Викопувальні робочі органи можуть працювати на значно більшій швидкості.

В роботі [3] встановлено, що основним фактором, який впливає на втрати цукроносної маси при безкопірному зрізі є розподілення висот виступання головок коренеплодів над рівнем ґрунту, зокрема, його статистичні характеристики математичне сподівання та середньоквадратичне відхилення.

Також відомо, що вказані фактори можуть варіювати в широких межах і відрізнятися для різних посівів цукрових буряків. В основному ці фактори формуються агротехнікою вирощування цукрових буряків та ґрунтово-кліматичними умовами. Поряд з статистичними характеристиками розподілення висоти виступання головок коренеплодів на розмір втрат цукроносної маси сильно впливає їх кількість на одному гектарі. Тому дуже важливо дослідити ступінь комплексного впливу вказаних факторів на втрати цукроносної маси.

Для цього використаємо відому параметричну модель головки коренеплоду та гички [3]. Модель головки наведено на рис. 1.

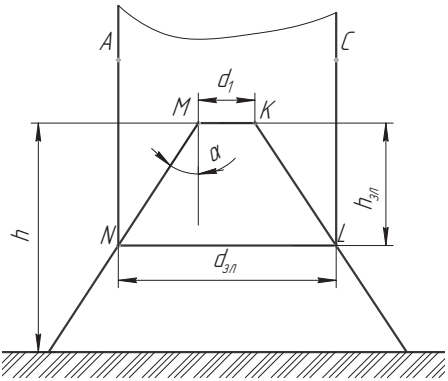

Рис. 1. Модель головки

Залежності параметрів головки коренеплоду та гички мають наступний вигляд:

$$\left.\begin{aligned} h_{зл} &= a \cdot h + b; \\ d_1 &= m \cdot h + n; \\ d_{зл} &= d_1 + 2 \cdot h_{зл} \cdot tg\alpha \end{aligned}\right\}, \qquad (1)$$

де $h_{зл}$ – відстань від вершини головки до основи зелених листків; h – висота виступання головки; d_1 – діаметр вершини головки коренеплоду; $d_{зл}$ – діаметр пучка гички; α – половина кута конусності головки; *a, b, m, n* – постійні величини.

Втрати цукроносної маси та залишки гички для коренеплодів заданого інтервалу висоти виступання визначаємо за формулою:

$$M_i = F\left(h_i; h_з\right) \cdot P\left(h_i; h_{i+1}\right) \cdot N_i, \qquad (2)$$

де $F(h_i;h_з)$ – втрати цукроносної маси або залишки гички для коренеплоду $F(h_i;h_з) = V_к \cdot \rho$, для гички $F_c(h_i;h_{зг}) = V_г \cdot \rho_г$, де $V_к, \rho$ і $V_г, \rho_г$ – відповідно об'єм і густина коренеплоду та гички; N_i – кількість коренеплодів заданого інтервалу на одиниці площі; $P(h_i;h_{i+1})$ – ймовірність появи даного інтервалу висоти виступання головок коренеплодів, що визначається за формулою:

$$P\left(h_i; h_{i+1}\right) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{h_i}^{h_i+1} \exp\left(-\frac{\left(h-m\right)^2}{2\sigma^2}\right) dh\,. \qquad (3)$$

Інтеграл у виразі 3 не визначається в квадратурах, тому ймовірність появи коренеплодів заданого інтервалу висоти виступання визначимо чисельним інтегруванням за формулою Сімпсона. Просумувавши залишки гички та втрати цукроносної маси для всіх інтервалів висоти виступання, отримаємо сумарні залишки гички та втрати цукроносної маси на одиниці площі:

$$BM = \sum_{i=a}^{b} \left[N \cdot F\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}; h_з\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3m} \sum_{j=0}^{m} c_j \cdot f(h)\right)\right], \qquad (4)$$

$$GM = \sum_{i=a}^{b}\left[N \cdot F_c\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}; h_з\right)\cdot\left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3m}\sum_{j=0}^{m} c_j \cdot f(h)\right)\right], \quad (5)$$

де m – кількість інтервалів: m = 2U; U=1,2,3,4,...; c_j – коефіцієнт при значеннях підінтегральної функції у відповідних точках, c_j = 1,2,3,4,2,4,…,2,4,1.

Розраховані втрати цукроносної маси та залишки гички на коренеплодах залежно від середньоквадратичного відхилення та густоти рослин на одному га. Для цього був використаний алгоритм [3], складена програма в середовищі програмування MS Excel 2010 та побудовані графіки вказаних залежностей (рис. 2).

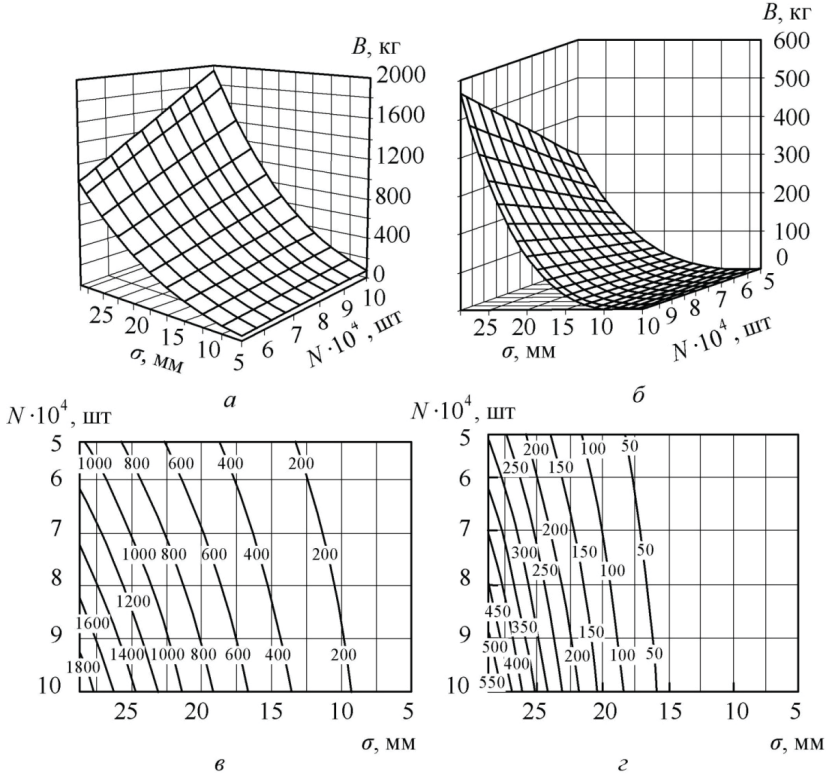

Рис. 2. Залежності втрат цукроносної маси при висоті безкопірного зрізу 60 мм (*а*) та 80 мм (*б*); двовимірні перетини вказаних залежностей при висоті безкопірного зрізу 60 мм (*в*) та 80 мм (*г*)

Розрахунок втрат цукроносної маси проводився в робочому діапазоні висоти безкопірного зрізу головок коренеплодів 60-80 мм [4].

Виходячи із графічних залежностей рис. 2, можна стверджувати, що втрати цукроносної маси різко зростають при збільшенні обох факторів середньоквадратичного відхилення та густоти коренеплодів на одному гектарі. Слід зауважити, що у випадку нижньої межі робочого діапазону висоти безкопірного зрізу головок коренеплодів (рис. 2 *б*, *г*) повністю витримуються агротехнічні вимоги за втратами цукроносної маси, але в цьому випадку слід очікувати перевищення забрудненості гичкою вороху коренеплодів і тому тут доцільно було б автоматично знизити вказану висоту зрізу. У випадку ж верхньої межі висоти безкопірного зрізу існує недопустима зона за агротехнічними вимогами по втратах цукроносної маси (більше 2% від загальної маси коренеплодів) (рис. 2 *а*, *в*) і в цьому випадку доцільно збільшувати висоту безкопірного зрізу, щоб не допустити надмірних втрат цукроносної маси.

Зважаючи на вказані вище особливості відокремлення гички цукрових буряків безкопірним зрізом, постає необхідність створення автоматичної системи регулювання висоти зрізу головок коренеплодів. Функціями такої системи є постійний моніторинг розмірних характеристик коренеплодів, визначення їх статистичних характеристик та безперервна в часі оптимізація висоти зрізу для запобігання надмірним втратам цукроносної маси.

Висновки. В результаті дослідження встановлено, що втрати цукроносної маси залежать від статистичних характеристик висоти виступання головок коренеплодів та густоти коренеплодів на одному гектарі, які в свою чергу, можуть варіювати в широких межах.

Встановлено, що при екстремальних значеннях статистичних характеристик висоти виступання головок коренеплодів та їх густоти втрати цукроносної маси перевищують агротехнічні вимоги вдвічі.

Обґрунтована потреба створення автоматичної системи регулювання висоти зрізу головок коренеплодів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Погорелый Л.В., Татьянко Н.В.*, Свеклоуборочные машины: История, конструкция, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. *Булгаков В.М.* Теорія бурякозбиральних машин. – К.: Видавничий центр НАУ, 2005. – 245 с.
3. *Борис М.М.* Обґрунтування технологічного процесу та параметрів робочого органу для відокремлення гички цукрових буряків: ав-

тореф. дис. … канд. техн. наук: спец. 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / М. М. Борис. – Вінниця, 2009. – 20 с.
4. *Зуев Н. М.* Бескопирный срез головок корнеплодов / Зуев Н. М., Топоровский С. А. // Сахарная свекла. – 1988. – № 6. – С. 42 – 45.
5. *Результаты* независимых испытаний [Електронний ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2007. – № 1. – Режим доступу до журналу: http://russia.profi.com.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Рассмотрены современные тенденции усовершенствования технологического процесса подготовки корнеплодов сахарной свеклы до выкапывания и направления развития конструкций рабочих органов для удаления ботвы. Выполнен анализ современных машин за показателями качества, энергоемкости и производительности технологического процесса. Определены задачи по созданию новых рабочих органов.

Ключевые слова: *корнеплод, головка корнеплода, ботва, отделение ботвы, рабочий элемент.*

MODERN PROBLEMS OF BRANCHES TOPPER SUGAR BEET

The modern tendencies of improvement of technological process of preparation of roots of sugar beet are considered to excavation and direction of development of construction of workings organs for the cutting of plant tops. The analysis of modern machines is executed after the indexes of quality, powerhungryness and productivity of technological. Tasks are certain an creation of new workings organs.

Key words: *root crop, head of root crop, root, separation of roots, working element.*