

УДК 631.356.22

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Є. І. Ігнат'єв, інженер, e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua,
тел.: +38-068-864-72-63;
Таврійський державний агротехнологічний університет

РЕЗЮМЕ

Проблема. Цукровий буряк є основним джерелом одержання цукру в Україні. Найбільш трудомісткими та енергоємними процесами в механізації його вирощування, є операції збирання врожаю. Саме в цей час коренеплоди та гичка цукрового буряку травмуються найдужче, що знижує їх технологічні та якісні показники. У зв'язку із цим науково-технічний пошук способів збирання гички, обґрунтування робочих органів гичкозбиральних машин, а також їх параметрів, дадуть змогу радикально знизити втрати й пошкодження коренеплодів та гички при збиранні буряка, а тому це є актуальним науковим і виробничим завданням.

Мета. Обґрунтування способів збирання гички цукрового буряку в сучасних умовах, пошук засобів для її ефективного суцільного безкоп'яного зрізу на корені з мінімальними втратами та визначення залежностей для оцінки втрат цукроносної маси в залежності від висоти зрізу.

Методи. Базувалась на використанні патентного пошуку, аналітичних дослідженнях та розробці програм чисельних розрахунків на ПЕОМ з використанням теорії ймовірності і статистичної обробки результатів.

Результати. 1. Обґрунтовано, що гичка цукрового буряка є гарною сировиною для одержання біогазу, цінним зеленим кормом для тваринництва та може бути використана як добриво для ґрунту. Тому її збір без втрат є актуальним завданням галузі буряківництва, яке можна вирішити відповідним підбором технології та параметрів робочих органів для збирання гички.

2. Визначено, що збирання гички без індивідуального копіювання головок коренеплодів роторним гичкозрізаючим апаратом та наступним індивідуальним дообрізанням кожної головки пасивним ножом призводить до значного зростання втрат цукроносної маси та подрібнення гички, які безповоротно втрачаються.

3. Доведено, що при здійсненні зрізу гички з головок коренеплодів цукрового буряка з індивідуальним копіюванням і збором зрізаної маси з кожної головки коренеплоду істотно знижується продуктивність роботи гичкозбиральної машини, значно ускладнюється конструкція гичкозрізаючого апарату та істотно зростають експлуатаційні витрати.

4. Проведено пошук оптимальних робочих органів та способів зрізання гички, а також створено передумови для розробки математичної моделі, яку можна використати для прогнозування втрат цукроносної маси й залишків гички.

Висновки. Проведений аналіз способів використання гички цукрових буряків обґрунтував необхідність якісного її зрізу з мінімальним ступенем подрібнення, та якісним обрізанням головок коренеплодів з метою підвищення ефективності виробництва. Аналіз переваг та недоліків існуючих технологій та робочих органів для зрізання гички цукрового буряку дозволив встановити, що найбільш ефективним та економічним є комбінований зріз, коли здійснюється суцільний основний зріз і наступна дообрізка залишків гички з головок коренеплодів на корені. Для обраного оптимального способу видалення гички проведено пошук методики оцінки втрат цукроносної маси та залишків гички, які б відповідали сучасним агротехнологічним вимогам. Розроблено передумови для створення математичної моделі, яку можна використати з метою прогнозування втрат цукроносної маси й залишків гички для різних сортів цукрового буряка, технологій вирощування й засобів його збирання та прогнозувати у подальшому якісні показники усього збирального процесу. Шляхом чисельного моделювання на ПК проведені розрахунки втрат цукроносної маси й залишків гички залежно від висоти безкоп'яного зрізу при відповідних агрофізичних характеристиках посіву й коренеплодів цукрового буряка.

Ключові слова: цукровий буряк, гичка, збирання, втрати, безкоп'яний зріз

UDC 631.356.22

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUBSTANTIATION OF HARVESTING SUGAR BEET TOPS UNDER MODERN CONDITIONS

**Ye. I. Ihnatiev, Eng., e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua,
tel: +38-068-864-72-63 – Tavria State Agrotechnological University**

SUMMARY

The problem. Sugar beet is the main source of sugar in Ukraine. Harvesting is the most time-consuming and energy-intensive process in the mechanization of its cultivation. During harvesting root crops and sugar beet tops are damaged that reduces their technology and quality indicators. Scientific and technical search of harvesting ways of beet tops, justification of toppers working bodies and also their parameters allow to reduce losses and damage of root crops and tops at harvesting beets is the important scientific and industrial problem.

The purpose. Substantiation sugar beet tops harvesting methods in modern conditions, the search for means for its effective cutting without copier on a root with minimal losses and defining the dependencies for evaluation of sugar-bearing mass losses, depending on the height of cut.

Methods. The study is based on the use of patent search, analytical research and development programs of numerical calculations on a PC using the theory of probability and statistical processing of results.

Results. 1. Substantiated that sugar beet tops is a good raw material for the production of biogas, a valuable green fodder for livestock and can be used as fertilizer for the soil. Beet tops harvesting without losses is an important task for beet industry, which can be solved by appropriate choice of technology and parameters of working bodies.

2. Cutting of beet tops without copying root heads via rotary topper and following individual heads cleaning leads to significant increasing of sugar-bearing

mass and tops losses of this harvesting method.

3. Proved that cutting with individual root heads copying and beet tops collecting significantly reduced toppers productivity, leads to complicated topping unit design and significantly increases operating costs.

4. Search for optimal types of working bodies and methods of beet tops cutting create prerequisites for developing a mathematical model that can be used to predict sugar-bearing mass losses and tops residues.

Conclusions. The analysis of ways to use sugar beet tops proved the necessity of quality cutting with minimal chopping and clean topping of root crops in order to increase production efficiency. The analysis of advantages and disadvantages of existing technologies and working bodies for cutting sugar beet tops revealed that the most efficient and cost-effective is the combined cut, when carried out a cutting without copier and following individual heads cleaning. For a chosen optimal topping method defined loss assessment methodologies of sugar mass and tops residues corresponding to modern agrotechnological requirements. The proposed mathematical model can be used to predict the sugar-bearing mass losses and tops residues under different varieties of sugar beet cultivation, harvesting techniques and tools to predict the quality indicators of cleaning. Numerical simulation on the PC allowed to calculate of sugar-bearing mass losses and tops residues depending on the height of cutting without copier under appropriate agrophysical characteristics of field and sugar beet roots.

Key words: *sugar beet, tops, harvesting, losses, cutting without copier*

УДК 631.356.22

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УБОРКИ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Е. И. Игнатьев, инженер, e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua,
тел.: +38-068-864-72-63**

Таврический государственный агротехнологический университет

РЕЗЮМЕ

Проблема. Сахарная свекла является основным источником получения сахара на Украине. Наиболее трудоемкими и энергоемкими процессами в механизации ее выращивания, явля-

ются операции уборки урожая. Именно тогда корнеплоды и ботва сахарной свеклы травмируются более всего, что снижает их технологические и качественные показатели. В связи с этим научно-технический поиск способов уборки

ботвы, обоснование рабочих органов ботвоуборочных машин, а также их параметров, дадут возможность радикально снизить потери и повреждение корнеплодов и ботвы при уборке свеклы, а потому это является актуальной научной и производственной задачей.

Цель. Обоснование способов уборки ботвы сахарной свеклы в современных условиях, поиск средств для ее эффективного сплошного бескопирного среза на корню с минимальными потерями и определения зависимостей для оценки потерь сахарной массы в зависимости от высоты среза.

Методы исследований основывались на использовании патентного поиска, аналитических исследованиях и разработке программ численных расчетов на ПЭВМ с использованием теории вероятности и статистической обработки результатов.

Результаты. 1. Обосновано, что ботва сахарной свеклы является хорошим сырьем для получения биогаза, ценным зеленым кормом для животноводства и может быть использована в качестве удобрения для почвы. Поэтому ее сбор без потерь является актуальной задачей отрасли свекловодства, которую можно решить соответствующим подбором технологии и параметров рабочих органов для уборки ботвы.

2. Определено, что сбор ботвы без индивидуального копирования головок корнеплодов роторным ботвосрезающим аппаратом и последующим индивидуальным дообрезанием каждой головки пассивным ножом приводит к значительному росту потерь сахаросодержащей массы и измельчению ботвы, которые безвозвратно теряются.

3. Доказано, что при осуществлении среза ботвы с головок корнеплодов сахарной свеклы с индивидуальным копированием и сбором срезанной массы с каждой головки корнеплода существенно снижается производительность работы ботвоуборочной машины, значительно усложняется конструкция ботвосрезающего аппарата и

существенно возрастают эксплуатационные расходы.

4. Проведен поиск оптимальных рабочих органов и способов срезания ботвы, а также созданы предпосылки для разработки математической модели, которую можно использовать для прогнозирования потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы.

Выводы. Проведенный анализ способов использования ботвы сахарной свеклы обосновал необходимость качественного ее среза с минимальной степенью измельчения, и качественной обрезкой головок корнеплодов с целью повышения эффективности производства. Анализ преимуществ и недостатков существующих технологий и рабочих органов для срезания ботвы сахарной свеклы позволил установить, что наиболее эффективным и экономичным является комбинированный срез, когда осуществляется сплошной основной срез и последующая дообрезка остатков ботвы с головок корнеплодов на корню. Для выбранного оптимального способа удаления ботвы проведен поиск методики оценки потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы, соответствующих современным агротехнологическим требованиям. Разработаны предпосылки для создания математической модели, которую можно использовать с целью прогнозирования потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы для различных сортов сахарной свеклы, технологий выращивания и средств ее уборки и прогнозировать в дальнейшем качественные показатели всего уборочного процесса. Путем численного моделирования на ПК проведены расчеты потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы в зависимости от высоты бескопирного среза при соответствующих агрофизических свойствах посевов и корнеплодов сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, ботва, уборка, потери, бескопирный срез

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Основним джерелом одержання цукру в Україні є цукровий буряк, але в той же час він є цінним джерелом корму для тварин у вигляді гички та відходів цукрової промисловості (жмих, патока й ін.), а також гарною сировиною для отримання біогазу.

Найбільш трудомісткими та енергоємними процесами в механізації вирощування й збирання врожаю, є операції збирання буряку, що включають зріз гички й транспортування її до місць згодовування або силосування, очищення головок корнеплодів від залишків, викопування корнеплодів із

грунту, очищення їх від ґрунту й транспортування на цукрові заводи або укладання в польові кагати для тимчасового зберігання. Під час всіх цих операцій корнеплоди та гичка цукрового буряку травмуються, що знижує їх технологічні та якісні показники [1]. Однією з основних причин втрат і ушкоджень корнеплодів є недосконалість технології збирання гички й робочих органів гичкозбиральних машин.

У зв'язку із цим науково-технічний пошук способів збирання гички, обґрунтування робочих органів гичкозбиральних машин, а також їх параметрів, дадуть змогу радикально знизити втрати й пошкодження

коренеплодів та гички при збиранні буряка, а тому це є актуальним науковим і виробничим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.М. Зуєва, М.М. Бориса, В.Я. Мартиненко, С.А. Топоровського, А.М. Бориса та ін. встановлено, що за різних робочих органів для зрізу гички цукрового буряку, між висотою розміщення головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту й розмірними характеристиками самих коренеплодів існує певна лінійна залежність. Однак досліджень, які торкалися би аналітичного визначення загальної маси зрізаної гички при суцільному її зрізуванні роторним гичкозрізувальним апаратом проведено ще недостатньо. Виникає необхідність в проведенні додаткових досліджень, які б торкалися визначення саме раціональної висоти основного суцільного зрізу масиву гички [2, 4, 5, 6, 7, 8].

Мета досліджень. Обґрунтування способів збирання гички цукрового буряка та пошук засобів для її ефективного суцільного безкопінного зрізу з мінімальними втратами та визначення залежностей для оцінки втрат цукронової маси в залежності від висоти зрізу.

Методи досліджень базувались на використанні патентного пошуку, аналітичних дослідженнях та розробці програм чисельних розрахунків на ПЕОМ з використанням теорії ймовірності та статистичної обробки результатів.

Результати досліджень. Найбільш широке поширення у світі отримали, в наш час, гичкозбиральні машини, що здійснюють суцільний безкопінний зріз основної маси гички без індивідуального копіювання головок коренеплодів. Обумовлено це тим, що сучасні індустріальні технології виробництва цукрового буряка припускають, що на момент збирання головки коренеплодів цукрового буряка мають однакові розміри й форму й розташовуються в основному на одному рівні над поверхнею ґрунту [1].

Поширеною зараз технологією й агротехнічними вимогами до гичкозбиральних машин передбачається проведення першопочаткового зрізу гички з головок коренеплодів на корені. При цьому більшість коренеплодів цукрових буряків при цьому травмується, в результаті чого зменшується на 5...9% валовий збір урожаю. Крім того, застосування

пристроїв для автоматичного копіювання головок коренеплодів цукрових буряків обмежує поступальну швидкість гичкозбирального агрегату до 5...6 км/год через конструктивні особливості, що не відповідає швидкості коренезбиральної машини – 7...6 км/год [2]. Через цю невідповідність швидкісних режимів роботи машин, що входять у склад бурякозбирального комплексу в цілому не можуть повною мірою реалізуватись їх потенційні можливості.

Якщо ретельно проаналізувати стан цього питання, то природні фактори, що мають місце, навіть у самих сприятливих зонах вирощування цукрового буряка, передбачають наявність різних розмірів й форм виступаючих частин головок коренеплодів над рівнем поверхні ґрунту і різний за формою й висотою пучок зеленої маси гички, обов'язкову наявність сухих і полеглих частин гички та різну висоту розташування головок над рівнем поверхні ґрунту.

При здійсненні суцільного зрізу з наступним дообрізанням гички на корені втрачається 8...10% цукронової маси, особливо це твердження характерне за умови низького зрізу. Високий зріз також не бажане явище, бо через це погіршуються кондиційні характеристики коренеплодів, що в цілому зменшує вихід цукронової маси [2]. Тому оптимальним є комбінований зріз гички, коли здійснюється суцільний основний зріз і наступна дообрізка черешків на корені [3]. Таким чином, необхідно встановити оптимальні характеристики суцільного основного зрізу, для того щоб не пошкоджувались головки коренеплодів, а також був не занадто високим, оскільки, в цьому випадку, ускладнюється доочистка головок існуючими доочищувальними робочими органами бурякозбиральних машин.

Аналіз сучасних технологій цукрового буряка показує, що у Франції, Англії, Німеччині і інших країнах Західної Європи, а також США не передбачається збирання гички (усього збирається не більше 5...10%), що й визначає специфіку конструкцій сучасних бурякозбиральних машин [9, 11, 11]. Видалення гички проводиться найпростішими ріжучими механізмами з подальшим розкиданням її по прибраному полю або укладанням у валок, черешки що залишилися на голівках коренеплодів видаляються спеціальними ріжучими апаратами й доочисниками. Розкидана гичка й зрізані частини головок

коренеплодів пізніше заорюються і слугують добривами [2].

Різні види технологічного процесу збирання гички цукрового буряка визначили різноманіття конструктивних схем гичкозрізаючих апаратів. Коротко проаналізуємо ці схеми.

Гичкозрізаючі апарати, що здійснюють зріз гички без копіювання головок коренеплодів, простіші по конструктивному виконанню, технологічно надійні в роботі, поряд із цими перевагами представлена група має й істотні недоліки. Так, головний недолік – підвищені втрати гички (20...50%) або її подрібнювання і непридатність до подальшого використання.

Найбільше поширення одержали гичкозрізаючі апарати, що працюють за принципом копіювання головок коренеплодів з наступним їхнім зрізом. Апарати даної групи являють собою кінематично зв'язану систему двох елементів – копір і ніж [8]. Зв'язок може здійснюватися в такий спосіб:

– висота зрізу під час роботи апарата залишається незмінною;

– висота зрізу під час роботи апарата змінюється залежно від розміру головок коренеплодів.

Як елемент копіювання може бути обраний пасивний (полозовидний, гребінчастий) або активний (кільчастий, гусеничний) копір, а сам зріз здійснюється безпосередньо пасивним або активним ножем [6, 7].

Заслужують на увагу гичкозрізаючі апарати, у яких поєднані в часі процеси копіювання й зрізу. Ці робочі органи, поряд з об'єднанням процесів копіювання й зрізу, що спрощує кінематичну схему апарата, мають й суттєвий недолік який полягає у складнощях збирання й передачі зрізаної гички на транспортуючі пристрої.

Гичкозрізальні апарати усіх бурякозбиральних машин повинні здійснювати обрізання гички таким чином, щоб буряки можна було б здавати цукровим заводам без ручного доочищення. По агротехнічним вимогам забруднення зеленою масою купи цукрових буряків не повинна перевищувати 3%. Зріз частини головки коренеплоду повинен бути прямим, гладким, без відколів. Площина зрізу повинна проходити не нижче рівня основи зелених черешків гички й не вище 2 см від верхівки головки коренеплоду. При цьому кількість коренеплодів із черешками гички більше 2 см після обрізки не

повинне перевищувати 5%. Втрати гички не повинні перевищувати 10% її врожайності, а забруднення купи гички ґрунтовими домішками не більше ніж 0,5% [6, 14].

Якщо досить точно простежити світовий розвиток засобів механізації збирання гички цукрового буряка, то на зміну механізованого процесу обрізання пучків гички всередині бурякозбирального комбайна, прийшло індивідуальне копіювання кожної головки коренеплоду в рядку при їхньому обрізанні на корені. Однак стримування продуктивності збирання, складність конструкцій, значні витрати на експлуатацію привели до того, що індивідуальне копіювання головок коренеплодів при обрізці з них гички було витіснено суцільним безкопирним зрізом, незважаючи на очевидні й значні втрати як цукроносною маси так і в цілому врожаю гички.

Крім того в сучасних машинах для збирання гички цукрового буряка, які здійснюють суцільний безкопирний зріз не завжди визначається й установлюється необхідна оптимальна висота встановлення гичкозрізаючих апаратів, які в своїй більшості представлені робочими органами роторного типу [4]. Налагодження гичкозрізаючого робочого органу на необхідну висоту зрізу проводиться шляхом візуальної оцінки якості зрізу гички, що може привести до необґрунтованих втрат цукроносною маси або підвищенню вмісту гички на самих головках коренеплодів. При цьому після налаштування потрібної висоти зрізу на початку збирання, як правило, коректування його значення під час подальшої роботи гичкозбиральної машини, у більшості випадків, не проводиться.

Тому важливим питанням у процесі механізованого збирання гички цукрового буряка є висота зрізу головок коренеплодів [15]. Відомо, що від оптимальної висоти обрізання залежить повнота збору врожаю коренеплодів без ручного доочищення, збереження технологічних якостей бурякової сировини при тривалому заводському зберіганні, а також в цілому вихід цукроносною маси.

На підставі проведеного аналізу гичкозрізальних апаратів і їхньої роботи можна зробити наступні висновки:

1. Гичкозрізальні апарати, що забезпечують видалення гички без копіювання головок коренеплодів, прості по конструктивному виконанню й надійні в роботі. Разом з тим, при роботі їм властиві втрати гички або значне її подрібнювання.

2. Гичкозрізальні апарати, які копіюють головки коренеплодів з наступним їхнім зрізом, мають зростання інерційних зусиль при збільшенні робочої швидкості навіть у тому випадку, коли копіюючий механізм у них є активним. Якщо обидва елементи пасивні, відбувається забивання гичкою усього гичкозрізуючого апарата, що приводить до порушення технологічного процесу.

3. Гичкозрізальні апарати, що працюють за принципом суміщення в часі процесів копіювання й зрізу, мають просте конструктивне виконання, але разом з тим ускладненим є процес збору й передачі зрізаної гички на транспортуючі робочі органи. Спостерігається також часткове подрібнювання гички.

4. Відомі гичкозбиральні машини, у яких процес видалення гички розділений на кілька операцій. Їх конструктивні особливості мають такі відповідні недоліки:

а) для попереднього обрізування гички, коли зрізаючий апарат виконаний у вигляді сегментного ножа, що здійснює зворотно-поступальний рух:

- малу продуктивність;
- втрати зрізаної гички;

б) при постановці ротора з горизонтальним привідним валом:

- підвищеним подрібнюванням гички;

в) при постановці ротора з вертикальним привідним валом;

- утруднене збирання зрізаної гички;
- втрати зрізаної гички.

Таким чином, найбільш доцільним до використання і подальшого вдосконалення будемо вважати гичкозрізальні апарати, які здійснюють зріз гички без копіювання головок коренеплодів. Вони найбільш прості по конструкції, надійні в роботі, більш усталено виконують технологічний процес, дозволяють підвищити швидкісний режим роботи гичкозбиральних машин без погіршення якості зрізу та збільшити в цілому продуктивність бурякозбирального комплексу.

Але необхідно вирішити ґрунтове питання, яке стосується вибору оптимальної висоти основного суцільного зрізу гички, значення якої буде напряму залежати від висоти виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту, яка є випадковою величиною.

Розглянемо далі втрати цукроносної маси та залишки гички, які визначаються відстанню від встановленої висоти зрізу h до

вершини головки коренеплоду b_2 та основи зони зелених вічок b_k (рис. 1).

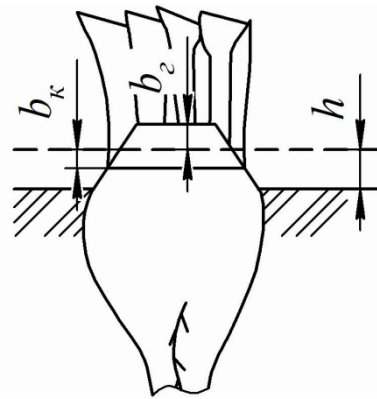


Рис. 1. Схема зрізу головки коренеплоду
Fig. 1. Scheme of root crop head cutting

Задавши ці параметри та за допомогою геометричних розрахунків визначивши об'єм зрізаної частини головки коренеплоду і залишків гички, з врахуванням їх щільності, можна визначити масові характеристики шуканих величин для коренеплодів заданого інтервалу висот виступання [8]:

$$M_i = F(h_i; b_i) \cdot P(h_i; h_{i+1}) \cdot N_i, \quad (1)$$

де: F – втрати цукроносної маси або залишки гички, для коренеплоду;

P – ймовірність появи даного інтервалу висот виступання головок цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту;

N_i – кількість коренеплодів заданого інтервалу на одиниці площі.

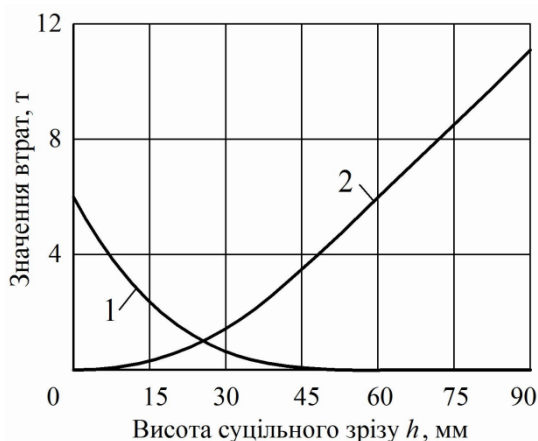
Визначення ймовірності появи коренеплодів заданого інтервалу висот виступання розраховується чисельним інтегруванням по формулі Сімпсона. Додавши залишки гички й втрати цукроносної маси для всіх інтервалів висот виступання, одержимо сумарні залишки гички й втрати цукроносної маси на одиниці площі [8]:

$$M = \sum_{i=a}^b \left[N_i \cdot F\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}; b_i\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3m} \sum_{j=0}^m c_j \cdot f(h_i)\right) \right],$$

де:

b_i – висота зрізу відповідно гички або головки коренеплоду; F – маса втрат цукроносної маси або залишків гички; h – висота безкопійного зрізу гички над поверхнею ґрунту; m – кількість інтервалів: $m = 2U$; $U = 1, 2, 3, 4, \dots$; c_j – коефіцієнт при значеннях підінтегральної функції у відповідних точках, $c_j = 1, 2, 3, 4, 2, 4, \dots, 2, 4, 1$.

Використовуючи вищенаведену залежність з'являється можливість розробити алгоритм і програму для розрахунку на ПЕОМ. Застосувавши даний математичний апарат проведено розрахунок втрат цукронової маси й залишків гички залежно від висоти безкопірного зрізу (рис. 2).



1 - втрати цукронової маси (Γ)
2 - маса залишків гички (Γ)

Рис. 2. Залежності для визначення раціональної висоти основного суцільного зрізу при математичному очікуванні $m = 40$ мм і середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 10$ мм

Fig. 2. Dependencies for finding cutting height under mathematical expectation $m = 40$ mm and standard deviation $\sigma = 10$ mm

Тому отриману математичну залежність є підстави використати для прогнозування втрат цукронової маси й залишків гички для різних сортів цукрових буряків і різних технологій їх вирощування. По побудованим на основі отриманих характеристик залежностям, які наведені на рис. 2 можна визначити висоту безкопірного зрізу із прогнозованими втратами цукронової маси й залишків гички.

Наступним етапом дослідження є побудова розрахункової математичної моделі руху фронтально навішеної на трактор гичкозбиральної машини, яка буде першопочаткове здійснювати суцільний основний зріз масиву гички цукрового буряку і її збирання і послідовно доочищення головок коренеплодів від залишків гички на корені. При цьому метою подальшого теоретичного дослідження буде встановлення таких кінематичних і конструктивних параметрів агрегату при яких коливання фронтально навішеної на

трактор гичкозбиральної машини будуть мінімальними, що забезпечить максимальну повноту зібраного вражаю гички цукрового буряку. Доочищення ж головок коренеплодів за допомогою начепленого позаду трактора доочищувача будуть сприяти якісному очищенню головок коренеплодів від залишків гички і не пошкодженню тіл коренеплодів.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз способів використання гички цукрових буряків обґрунтував необхідність якісного її зрізу з мінімальним ступенем подрібнення, та якісним обрізанням головок коренеплодів з метою підвищення ефективності виробництва.

2. Аналіз переваг та недоліків існуючих технологій та робочих органів для зрізання гички цукрового буряку дозволив встановити, що найбільш ефективним та економічним є комбінований зріз, коли здійснюється суцільний основний зріз і наступна дообрізка залишків гички з головок коренеплодів на корені.

3. Для обраного оптимального способу видалення гички проведено пошук методики оцінки втрат цукронової маси та залишків гички, які б відповідали сучасним агротехнологічним вимогам.

4. Розроблено передумови для створення математичної моделі, яку можна використати з метою прогнозування втрат цукронової маси й залишків гички для різних сортів цукрового буряку, технологій вирощування й засобів його збирання та прогнозувати у подальшому якісні показники усього збирального процесу.

5. Шляхом чисельного моделювання на ПК проведені розрахунки втрат цукронової маси й залишків гички залежно від висоти безкопірного зрізу при відповідних агрофізичних характеристиках посіву й коренеплодів цукрового буряку.

Бібліографія

- Huijbregts T. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe / T. Huijbregts, G. Legrand et al. // COBRI report. – 2013. – №1. – 54 p.
- Przybył J. Method of external assessment of the quality of sugar beet roots / J. Przybył et al. // AGRICULTURAL ENGINEERING. – 2013. – Z. 4., T. 2. – P. 113-125.
- Погорельий Л. В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз /

Л. В. Погорельий, Н. В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

4. Борис А. Н. Моделирование технологического процесса отделения ботвы комбинированным способом / А. Н. Борис // Вестник аграрной науки. – 2011. – Вып. 7. – С. 66-68.

5. Булгаков В. М. Свеклоуборочные машины / В. М. Булгаков. – К.: Аграрная наука, 2011. – 352 с.

6. Зуев Н. М. Исследование качества работы свеклоуборочных комбайнов в зависимости от агрофизических свойств сахарной свеклы при различных способах формирования насаждения растений: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.410 / Н. М. Зуев. – Харьков, 1971. – 33 с.

7. Мартыненко В. Я. Ботвоуборочные машины / В. Я. Мартыненко. – Тернополь: Полиграфист, 1997. – 110 с.

8. Топоровский С. А. Обоснование технологического процесса и основных параметров рабочего органа для уборки ботвы сахарной свеклы без копирования головок корнеплодов: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / С. А. Топоровский. – Київ. – 1988. – 19 с.

9. Борис Н. М. Обоснование технологического процесса и параметров рабочего органа для отделения ботвы сахарной свеклы: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 / Н. М. Борис. – Вінниця: ВДАУ, 2009. – 20 с.

10. Kromer K.-H., Strätz J. und Tschepe M. Technischer Stand der Zuckerrübenenernte – Rodertest Seligenstadt 2000 // Landtechnik. – 2001. – №56. Н. 2. – P. 78-79.

11. Lammers P.-S. Harvest quality of six-row sugar beet tanker harvesters / P.-S. Lammers, M. Rose // Landtechnik. – 2005. – №60., Н. 5. – P. 252-253.

12. Свеклоуборочные комбайны Grimme, Holmer, Kleine, Matrot, Ropa, Tim, Thyregod [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2007. – № 3. – Режим доступа к журналу: <http://russia.profi.com>.

13. Хелемендик М. М. Напрями і методи розробки нових робочих органів сільськогосподарських машин / М. М. Хелемендик. – К.: Аграрна наука, 2001. – 280 с.

14. Механико-технологические свойства сельскохозяйственных материалов: практикум / [Царенко О. М., Яцун С.С. и др.]; Под ред. С. С. Яцуна. – К.: Аграрное образование, 2000. – 93 с.

15. Beyaz A. Determination of sugar beet topping slice thickness by using image analysis technique / A. Beyaz, A. Çolak // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2010. – №3. – P. 185-189.

References

1. Huijbregts T. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe / T. Huijbregts, G. Legrand et al. // COBRI report. – 2013. – №1. – 54 p.

2. Przybył J. Method of external assessment of the quality of sugar beet roots / J. Przybył et al. // AGRICULTURAL ENGINEERING. – 2013. – Z. 4., T. 2. – P. 113-125.

3. Pogorelyiy L. V. Sveklouborochnyie mashiny: istoriya, konstruktsiya, teoriya, prognoz / L. V. Pogorelyiy, N. V. Tatyanko. – К.: Feniks, 2004. – 232 s.

4. Boris A. N. Modelirovanie tehnologicheskogo protsessa otdeleniya botvyi kombinirovannym sposobom / A. N. Boris // Vestnik agrarnoy nauki. – 2011. – Vyip. 7. – S. 66-68.

5. Bulgakov V. M. Sveklouborochnyie mashiny / V. M. Bulgakov. – К.: Agrarnaya nauka, 2011. – 352 s.

6. Zuev N. M. Issledovanie kachestva raboty sveklouborochnyih kombaynov v zavisimosti ot agrofizicheskikh svoystv saharnoy sveklyi pri razlichnyih sposobah formirovaniya nasazhdeniya rasteniy: avtoref. dis... kand. tehn. nauk: spets. 05.410 / N. M. Zuev. – Harkov, 1971. – 33 s.

7. Martynenko V. Ya. Botvouborochnyie mashiny / V. Ya. Martynenko. – Ternopol: Poligrafist, 1997. – 110 s.

8. Toporovskiy S. A. Obosnovanie tehnologicheskogo protsessa i osnovnyih parametrov rabocheho organa dlya uborki botvyi saharnoy sveklyi bez kopiroyaniya golovok korneplodov: avtoref. dis... kand. tehn. nauk: spets. 05.20.01 / S. A. Toporovskiy. – Kyiv. – 1988. – 19 s.

9. Boris N. M. Obosnovanie tehnologicheskogo protsessa i parametrov rabocheho organa dlya otdeleniya botvyi saharnoy sveklyi: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk: spets. 05.05.11 / N. M. Boris. – Vinnitsya: VDAU, 2009. – 20 s.

10. Kromer K.-H., Strätz J. und Tschepe M. Technischer Stand der Zuckerrübenenernte – Rodertest Seligenstadt 2000 // Landtechnik. – 2001. – №56. Н. 2. – P. 78-79.

11. Lammers P.-S. Harvest quality of six-row sugar beet tanker harvesters / P.-S. Lammers, M. Rose // Landtechnik. – 2005. – №60., Н. 5. – P. 252-253.

12. Sveklouborochnyie kombayny Grimme, Holmer, Kleine, Matrot, Ropa, Tim, Thyregod [Elektronnyiy resurs] // Selskohozyaystvennaya tehnika. – 2007. – № 3. – Rezhim dostupa k zhurnal: <http://russia.profi.com>.

13. Helemendik M. M. Napryami i metodi rozrobki novih robochih organiv silskogospodarskih mashin / M. M. Helemendik. – К.: Agrarna nauka, 2001. – 280 s.

14. Mehaniko-tehnologicheskie svoystva selskohozyaystvennyih materialov: praktikum / [Tsarenko O. M., Yatsun S.S. i dr.]; Pod red. S. S. Yatsuna. – K.: Agrarnoe obrazovanie, 2000. – 93 s.

15. Beyaz A. Determination of sugar beet topping slice thickness by using image analysis technique / A. Beyaz, A. Çolak // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2010. – №3. – P. 185-189.

References

1. Huijbregts T. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe / T. Huijbregts, G. Legrand et al. // COBRI report. – 2013. – №1. – 54 p.

2. Przybył J. Method of external assessment of the quality of sugar beet roots / J. Przybył et al. // AGRICULTURAL ENGINEERING. – 2013. – Z. 4., T. 2. – P. 113-125.

3. Pogorelyiy L. V. Sugar-beet harvesting machines : history, design theory, forecast (In Russian language) / L. V. Pogorelyiy, N. V. Tatyanko. – Kiev: Feniks, 2004. – 232 p.

4. Boris A. N. Modeling of technological process separation tops through combined method (In Russian language) / A. N. Boris // Vestnik agrarnoy nauki. – Kiev, 2011. – Vol. 7. – P. 66-68.

5. Bulgakov V. M. Sugar-beet harvesting machines (In Russian language). / V. M. Bulgakov. – Kiev : Agrarnaya nauka, 2011. – 352 p.

6. Zuev N. M. Research quality of sugar beet harvesters, depending on the agro properties of sugar beet at various ways of forming plant plantations (In Russian language) [Ph.D. thesis.] / N. M. Zuev. – Harkov, 1971. – 33 p.

7. Martyinenko V. Ya. Topper machines (In Russian language) / V. Ya. Martyinenko. – Ternopol: Poligrafist, 1997. – 110 p.

8. Toporovskiy S. A. Justification of process and basic parameters of working body for harvesting the tops of sugar beet without copying heads of root crops (In Russian language) [Ph.D. thesis.] / S. A. Toporovskiy. – Kiev. – 1988. – 19 p.

9. Boris N. M. Justification process and parameters of working body to remove sugar beet tops (In Russian language) [Ph.D. thesis.] / N. M. Boris. – Vinnitsa: VDAU, 2009. – 20 p.

10. Kromer K.-H., Strätz J. und Tschepe M. Technischer Stand der Zuckerrübenernte – Rodertest Seligenstadt 2000 // Landtechnik. – 2001. – №56. H. 2. – P. 78-79.

11. Lammers P.-S. Harvest quality of six-row sugar beet tanker harvesters / P.-S. Lammers, M. Rose // Landtechnik. – 2005. – №60., H. 5. – P. 252-253.

12. Beet harvesters Grimme, Holmer, Kleine, Matrot, Ropa, Tim, Thyregod (In Russian language) [Electronic resource] // Selskohozyaystvennaya tehnika. – 2007. – № 3. – Access regime to magazine: <http://russia.profi.com>.

13. Helemendik M. M. Directions and methods to develop new working bodies of farm machinery (In Ukrainian language) / M. M. Helemendik. – Kiev : Agrarna nauka, 2001. – 280 p.

14. Mechanical and technological properties of agricultural materials: practical work (In Russian language) / [Tsarenko O. M., Yatsun S.S. i dr.]; Edited by S. S. Yatsun. – Kiev : Agrarnoe obrazovanie, 2000. – 93 p.

15. Beyaz A. Determination of sugar beet topping slice thickness by using image analysis technique / A. Beyaz, A. Çolak // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2010. – №3. – P. 185-189.