

УДК 633.63:631.35

А.М. Борис, аспірант Національного університету біоресурсів і природокористування України

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ, ТЕНДЕНЦІЇ ЇХ РОЗВИТКУ

*Розглянуто сучасні тенденції вдосконалення технологічного процесу підготовки коренеплодів цукрових буряків до викопування і напрямки розвитку конструкцій робочих органів для видалення гички. Виконаний аналіз сучасних машин за показниками якості, енергоємності і продуктивності технологічного процесу. Визначені завдання створення нових робочих органів. **Ключові слова:** коренеплід, головка коренеплоду, гичка, відокремлення гички, робочий елемент.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Підвищення забрудненості вороху коренеплодів зеленою масою на 1% знижує вихід сахарози на 0,1%, а при зберіганні коренеплодів в кагатах із вмістом гички біля 4% щоденні втрати цукру в середньому складають 0,012% [1]. Для механізації збирання коренеплодів цукрових буряків існує широкий спектр бурякозбиральних комбайнів та комплексів. Кожна окрема модель має свої переваги та недоліки. Особливо ці недоліки присутні в процесі підготовки коренеплодів до викопування, що включає в себе операції відокремлення гички від коренеплодів і видалення її із зони дії викопувальних робочих органів або надання гичці властивостей, при яких вона не впливає на технологічний процес викопування і сепарування вороху коренеплодів. Робочі органи для відокремлення гички задовільно виконують технологічний процес при швидкостях менших за робочі швидкості кореневикупувальних робочих органів. При вищих робочих швидкостях підвищення показників якості можливе, але при цьому значно збільшується енергомісткість процесу та втрати цукроносної маси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Аналіз чисельних конструкцій робочих органів для видалення гички розглянуто досить докладно в роботах Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.В. Татянюк, Р.Б. Гевко, В.Я. Мартиненка, М.М. Хелемендика, Я.І. Козіброди, С.В. Синього, М.Г. Березового та ін., але створення ефективних робочих органів, які б характеризувались невеликою енергомісткістю, високою продуктивністю та простотою конструкції, залишається актуальним виробничим та науковим завданням.

Найбільш повно наведено огляд конструкцій і технологічних схем та робочих органів для видалення гички в роботі [1]. Розглянуто історію створення та розвитку конструкцій, проаналізовано показники якості виконання технологічного процесу основними робочими органами, але відсутні показники енергоємності.

У роботі [2] проведено класифікацію робочих органів для відокремлення гички. У роботах [3-6] наведено аналіз різних технологічних схем відокремлення гички, результати порівняльних випробувань машин західноєвропейських фірм Holmer, Ropa, Kleine, Matrot, Grimme, TTM-Thyregood.

Слід відмітити, що оцінка показників якості процесу відокремлення гички за європейським стандартом носить характер візуальної оцінки і тому неможливо оцінити масовий вміст гички у воросі коренеплодів після різних машин. Потужність приводу наводиться тільки для окремих машин.

У наведених роботах відсутні висновки про перспективність конструкцій, не окреслено шляхи їх удосконалення.

Постановка завдання. Останнім часом з'явилися нові технічні рішення, є зміни в технологічних схемах. Тому аналіз сучасних технологій і технічних засобів дозволить визначити перспективні конструкції та напрямки їх удосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Прослідкуємо основні тенденції розвитку робочих органів для видалення гички на прикладі сучасних бурякозбиральних комбайнів та гичковідокремлювальних модулів ведучих вітчизняних та закордонних виробників. Унаслідок аналізу встановлено, що на сучасному етапі при видаленні гички можуть проводитись наступні операції [1, 3, 4, 5, 6]:

- зріз основної маси гички на коренеплоді, що росте;
- видалення основної маси гички ударними взаємодіями (дефоліація);
- подрібнення гички та розподілення її в рядках або міжряддях;

- транспортування гички у транспортний засіб або на зібране поле;
- часткове доподрібнення рослинних решток у міжряддях;
- дообрізання головок коренеплодів з рештками гички, що залишилися після зрізу основної маси гички;
- очищення головок коренеплодів від залишків гички;
- видалення гички із зони рядків.

Для проведення аналізу різних технологічних схем сучасних машин і визначення сучасних тенденцій розвитку конструкцій класифікуємо технологічний процес підготовки коренеплодів до викопування за вищенаведеними операціями (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація технологічного процесу підготовки коренеплодів до викопування

Зріз основної маси гички може здійснюватись з копіюванням головок коренеплодів або без їх копіювання на фіксованій висоті відносно поверхні ґрунту. При цьому переважно використовуються наступні механізми: ротори з горизонтальною, вертикальною або нахиленою під кутом до горизонту осями обертання.

Видалення гички ударними взаємодіями проводять за допомогою роторів з гнучкими елементами – дефоліаторів.

Розподілення гички в міжряддях проходить одночасно з процесами зрізання та подрібнення шляхом застосування направляючих поверхонь у кожусі різального ротора. Також відома практика вдавлення рослинних решток у ґрунт у міжряддях.

Для транспортування гички переважно застосовуються шнеки, пруткові транспортери або набір вертикальних шнеків.

Видалення рослинних решток із зони міжрядь проводиться з використанням вентиляторного ефекту в роторних гичкорізах з горизонтальною віссю обертання.

Очищення головок коренеплодів від решток гички здійснюється роторами з гнучкими робочими органами очисниками. Найбільш поширені з них лопатеві очисники.

На основі даної класифікації проаналізуємо застосування вище наведених операцій видалення гички у технологічних схемах машин ведучих фірм світу (табл. 1). Також відобразимо за допомогою яких конструкцій робочих органів реалізуються дані операції.

Із табл. 1 чітко прослідковується тенденція застосування у переважній більшості машин ведучих світових фірм Holmer, Rora, Kleine та Moreau та ін. безкопінного зрізу гички ротором з горизонтальною віссю обертання та копінного дообрізання головок коренеплодів пасивними дообрізувачами (рис. 2). В окремих комбайнах застосовується дещо змінена технологічна схема видалення гички. Замість дугоподібних ножів на роторному гичкорізі застосовуються ножі різноманітних форм, що дозволяють подрібнювати гичку та залишати її в рядках і міжряддях. Причому гичка подрібнюється до такого ступеня, що не впливає на роботу викопувальних та сепарувальних робочих органів коренезбиральних машин.

Продовження табл. 1

	1	2	3	4	5	6	7	8
3	Доочищення головок коренеплодів	Копірне дообрізання головок	Копірне дообрізання головок	Копірне дообрізання головок	Копірне дообрізання головок	Копірне дообрізання головок	Доочищення	Доочищення з дообрізанням
	Лопатевий очисник головок коренеплодів							
4	Виключення впливу решток гички	—	—	—	—	—	Транспортування решток на зібране поле	Подрібнення і розподілення в рядках і міжряддях
	Лопатевий очисник головок коренеплодів						Ротор із секційно розташованими над рядками робочими елементами	Ротор із секційно розташованими над рядками робочими елементами
5	Відокремлення гички на виловувально-сепарувальних робочих органах	Часткове видалення зв'язаної і відокремлення вільної подрібненої гички						
	Необхідна потужність, кВт	—	—	—	—	75-90	24,7 (потужність приводу)	75-90
	Робоча швидкість, м/с	до 1,5	до 1,8			—		до 1,8

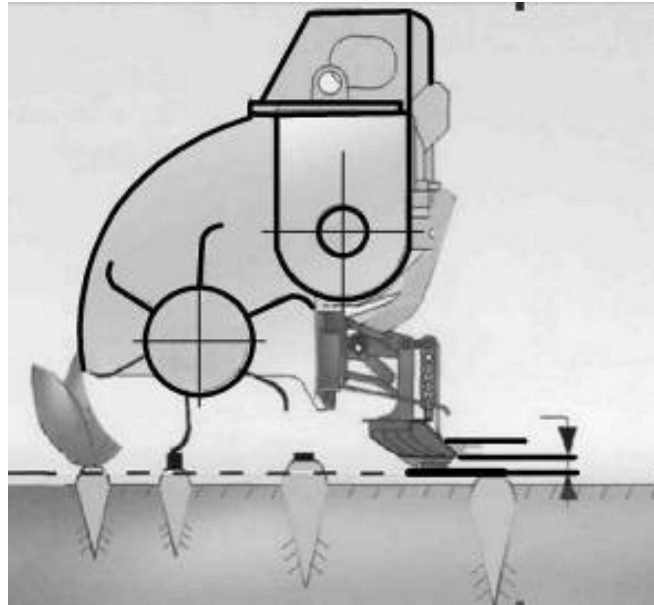


Рис. 2. Гичковидальючий модуль з безкопінним зрізом та пасивним копінним дообрізанням головок коренеплодів

Оригінальне технічне рішення для відокремлення гички використала фірма Grimme в своєму комбайні Maxtron 620 [3]. У ньому гичка зрізається лише над рядками секційно розташованими дугоподібними ножами (рис. 3а). На валу роторного гичкоріза в зоні міжрядь розміщені поліуретанові біла, що на 30 мм довші за ножі. Завдяки всмоктувальному ефекту, що створюють довші біла, підбираються рослинні рештки із зони рядків і подаються в зону ножів на доподрібнення. Подрібнена гичка за допомогою направляючих щитків, що розташовані на кожусі, розподіляється в міжряддях і вдавлюється в ґрунт стальними котками (рис. 3б).



а



б

Рис. 3: а – робочі органи для відокремлення гички;
б – котки для вдавлювання подрібненої гички в ґрунт.

Наступною операцією є копірне дообрізання головок коренеплодів пасивними дообрізувачами. Дистанційне регулювання висоти зрізу здійснюється гідроциліндрами, при цьому опорних коліс гичкоріз немає. Для контролю і автоматичного підтримання заданої висоти зрізу роторного гичкоріза використовуються сигнали датчиків з дообрізувачів головок коренеплодів.

На прикладі комбайна Garford Victor (рис. 4) можна розглянути реалізацію даної технологічної схеми за допомогою принципово інших робочих органів. Зріз гички також відбувається шляхом безкопінного зрізу активними ножами з вертикально-шнековими транспортуючими робочими органами, а очищення решток гички на головках коренеплодів проводиться очисниками активного типу з жорсткою параболічною поверхнею.



Рис. 4. Очисний пристрій комбайна Garford Victor

Фірма Grimme також випускає причіпні коренезбиральні машини Rootster 604. Вони працюють в комплексі з гичкозбиральною машиною VM 330/300. Технологічний процес відокремлення гички в даній машині проходить у три стадії (рис. 5).

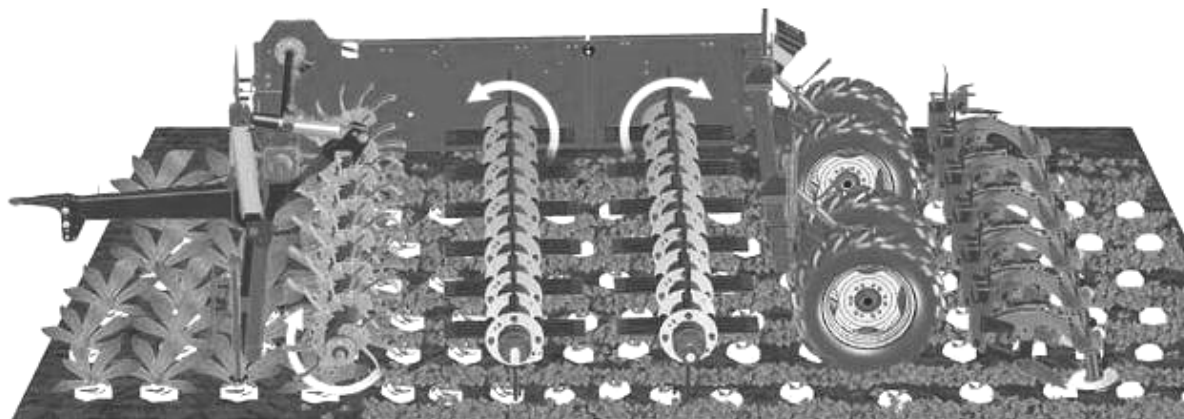
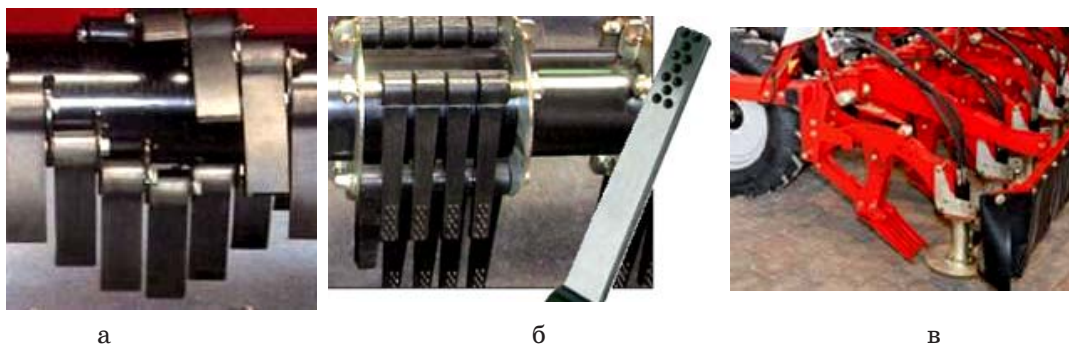


Рис. 5 Технологічна схема гичковідокремлювальної машини фірми Grimme VM 330.

Спочатку гичка зрізається роторним гичкорізом з металевими дугоподібними ножами. Ножі розміщені на валу ротора по гвинтовій лінії (рис. 6а). Наступною операцією є очищення головок коренеплодів від решток незрізаної гички двома валами, що обертаються в протилежних напрямках.

На валах шарнірно закріплені поліуретанові била (рис. 6б). Після очищення коренеплоди додатково дообрізаються. Гичкорізальний апарат, що тут застосовується для дообрізання головок коренеплодів (рис. 6в), складається з гребінчастого копіра та активного дискового ножа.



а

б

в

Рис. 6. Робочі органи гичковідокремлювальної машини VM 330:
а – роторний гичкоріз; б – поліуретанові била на валах, що зустрічно обертаються;
в – копірний дообрізчик активного типу.

Гичкозбиральна машина WIC фірми Amity Technologi (рис. 7) [7] має оригінальну конструкцію робочих органів. Замість традиційного роторного зрізувача гички в ній застосовано тривальний оббивач-подрібнювач гички (дефоліатор). Робочі органи (била) виготовлено з гуми високої механічної міцності. Робоча частина бил містить металеві вставки, що збільшує силу удару бил під час їх входження в контакт з гичкою. За рахунок високої інтенсивності дії бил гичка подрібнюється на частки малих розмірів і розпорошується в міжряддях, не чинячи негативного впливу на роботу коренезбиральної машини.

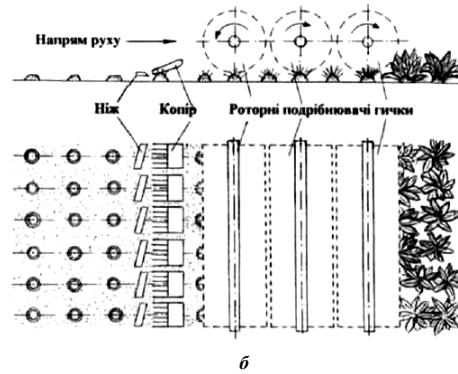


Рис. 7. Технологічна схема гичкозбиральної машини WIC фірми Amity Technologi.

Остаточне завершення процесу зрізування гички з коренеплодів здійснюється пасивними ножами дообрізувачами, які рухаються над кожним з рядків і мають індивідуальну систему копіювання висоти головок коренеплодів.

Аналізуючи таблицю 1, можна зробити висновок, що основна маса гички видаляється:

- безкопирним зрізом гички з копирним дообрізанням головок коренеплодів (рис. 8);
- копирним зрізом гички з очищенням головок коренеплодів від решток гички (рис. 9);
- ударною взаємодією (рис. 10).

Технологічна схема (рис. 8) характеризується складністю конструкцій, що застосовуються, металомісткістю та високими енерговитратами через застосування роторів з горизонтальним і вертикальним розташуванням осі обертання.

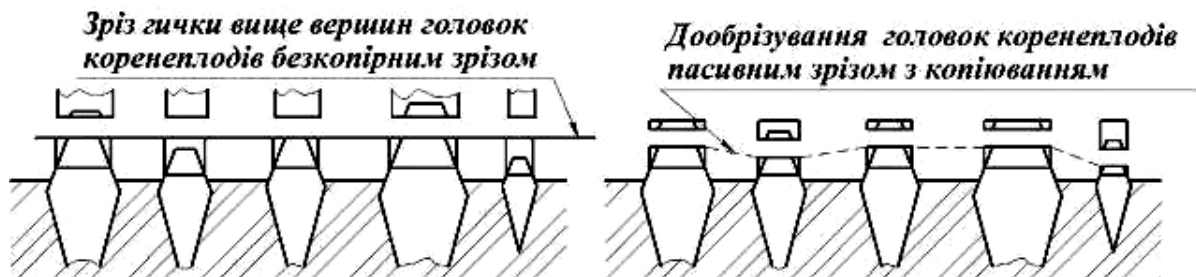


Рис. 8. Технологічна схема відокремлення гички безкопирним зрізом з копирним дообрізанням головок з рештками гички

Унаслідок застосування безкопирного зрізу якість видалення гички в даній технологічній схемі недостатня та можливі відходи цукроносної маси у гичку, що перевищують агротехнічні вимоги. Поступальна швидкість руху в даній схемі не перевищує 1,8 м/с, так як робочі органи для пасивного дообрізання головок коренеплодів при підвищенні швидкості вибивають коренеплоди та утворюють сколи зрізаної поверхні. Також слід відмітити, що нерівності ґрунту викликають коливання машини. У поєднанні з варіюванням висот виступання головок коренеплодів відносно ґрунту це суттєво вплине на розташування площини зрізу відносно кожної головки коренеплоду, що призведе до різної товщини шару гички на головках коренеплодів (рис. 8), погіршить умови копіювання і відповідно погіршить якість зрізу. Внаслідок збільшення товщини зрізу головки вміст залишків гички на коренеплодах знизиться, але підвищаться втрати цукроносної маси.

За результатами незалежних випробувань [6] кількість коренеплодів з висотою гички більше 2 см становила в машин даної технологічної схеми в середньому 2% ; високо зрізаних

коренеплодів – 26,6; низько зрізаних – 7,5; задовільно зрізаних 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. Тому застосування пасивних дообрізувачів в даній технологічній схемі дозволяє зменшити залишки гички на коренеплодах після безкопінного зрізу роторним гичкорізом, але продуктивність процесу збирання коренеплодів залишається на невисокому рівні.

Завдяки застосуванню безкопінного зрізу ротором з вертикальною віссю обертання в парі з очисником активного типу (комбайн Garford Victor) вимоги до якості відокремлення гички можуть задовольнятися більшою мірою, але можливі пошкодження та вибивання коренеплодів з ґрунту. Враховуючи, що необхідна потужність приводу машини подібної машини МГШ-6 становить 24,7 кВт, то на зрізання і транспортування гички набором вертикальних шнеків затрачається значна кількість енергії.

Поєднання безкопінного зрізу з дообрізкою головок коренеплодів різальними апаратами активного типу невеликої маси (машина Grimme BM 330) дає змогу більш якісно відокремлювати гичку на робочих швидкостях до 1,8 м/с, але при цьому необхідна потужність становить 75...90 кВт. Характерною особливістю даної конструкції є індивідуальний гідропривід кожного ножа, що дозволило зменшити масу гичкорізального апарата. Але такий привід є досить дорогим, що неодмінно відобразиться на загальній вартості машини.

Технологічна схема (рис. 9) із застосуванням копінного зрізу та доочищення головок коренеплодів очисником (БМ-6Б) також характеризується складністю конструкції та металомісткістю через необхідність застосування копіювального пристрою в парі з різальним робочим органом. Якість видалення гички в такій технологічній схемі значно краща, проте поступальна швидкість руху машини при цьому не висока – до 1,5 м/с. Це зумовлене тим, що на підвищених швидкостях в ланках копіювального механізму і в ріжучому робочому органі виникають інерційні зусилля і копіювання головок погіршується. Повна потужність, необхідна для забезпечення технологічного процесу, складає 44 кВт.

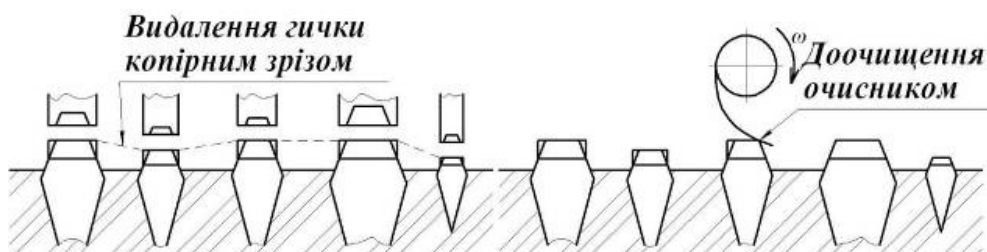


Рис. 9. Технологічна схема відокремлення гички копінним зрізом та доочищення головок коренеплодів очисниками

Видалення гички ударними взаємодіями (рис. 10) відзначається (окремі моделі машин WIC) значними втратами енергії через додаткове подрібнення гички та необхідність застосування трьох валів із різними напрямками обертання. У цьому випадку гичка подрібнюється і розподіляється на незібраному полі. При підвищенні робочої швидкості вище 1,8 м/с. якість видалення гички залишається невисокою. При виконанні такого технологічного процесу необхідна потужність становить 75-90 кВт.

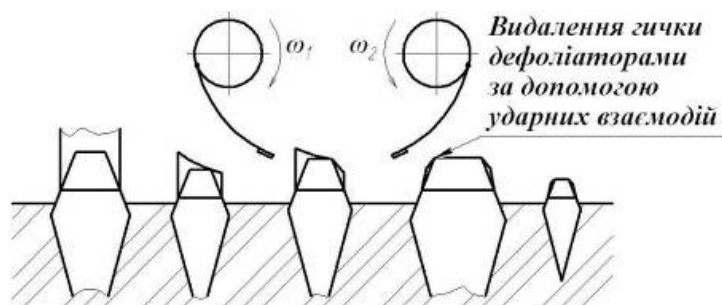


Рис. 10. Технологічна схема відокремлення гички ударними взаємодіями

Висновки. 1. На сучасному етапі розвитку гичковідокремлювальної техніки вирішуються проблеми продуктивності та якості процесу відокремлення гички шляхом збільшення кількості операцій, що є енерговитратним, матеріаломістким та високовартісним шляхом удосконалення технологічного процесу та робочих органів.

2. Необхідний пошук технічних рішень, які дозволять проводити тільки технологічно необхідні операції з підготовки коренеплодів до збирання.

3. Подальші дослідження необхідно проводити у напрямку створення робочого органа, який поєднає в собі добре копіювання головок очисниками і низьку енергомісткість зрізальних робочих органів.

Бібліографічний список

1. Погорелый Л.В., Татьяна Н.В. Свеклоуборочные машины: История, конструкция, прогноз. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
2. Булгаков В.М. Теория бурякозбиральных машин. – К.: Видавничий центр НАУ, 2005. – 245 с.
3. Уборка сахарной свеклы с VM330 и Rootster 604 [Електронний ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2008. – № 2. – Режим доступа до журналу: <http://russia.profi.com>.
4. Различные технологии уборки сахарной свеклы [Електронний ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2009. – № 4. – Режим доступа до журналу: <http://russia.profi.com>.
5. Свеклоуборочный комбайн Rora euro-Tiger V8-3 XL [Електронний ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2008. – № 4. – Режим доступа до журналу: <http://russia.profi.com>.
6. Результаты независимых испытаний [Електронний ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2007. – № 1. – Режим доступа до журналу: <http://russia.profi.com>.
7. Гичкозбиральный комбайн WIC [Електронний ресурс] // Механізація АПК. – 2007. – № 1. – Режим доступа до журналу: <http://www.minagro.kiev.ua/stat/mash/index.html>
8. Дефолиатор 4 Row 30 фірми Alloway Standard Industries [Електронний ресурс] // Інформація виробника – Режим доступа: <http://www.alowaystandart.com>
9. Дефолиатор WIC фірми Amity Technologi [Електронний ресурс] // Інформація виробника – Режим доступа: <http://www.amitytech.com>
10. Бурякозбиральный комбайн Holmer [Електронний ресурс] // Інформація виробника. – Режим доступа: <http://www.holmer-maschinenbau.com>
11. Бурякозбиральный комбайн TIM-Thyregood [Електронний ресурс] // Інформація виробника. – Режим доступа: <http://www.thyregot.com>
12. Бурякозбиральный комбайн Matrot [Електронний ресурс] // Інформація виробника. – Режим доступа: <http://www.matrot.fr>
13. Бурякозбиральный комбайн Grimme Maxtron 620 [Електронний ресурс] // Інформація виробника. – Режим доступа: <http://www.grimme.de>
14. Гичковидаляющий модуль TR 4 фірми Gilles [Електронний ресурс] // Інформація виробника. – Режим доступа: <http://www.gilles-sa.be>.

Аннотация. 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 по показателям качества, энергоёмкости и производительности технологического процесса. Определены задачи по созданию новых рабочих органов.

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

Annotation. 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.

Keywords: root crop, head of root crop, root, separation of roots, working element.