

УДК 631.356.22

Результати експериментальних досліджень показників роботи гичкозбиральної машини для суцільного зрізу гички

Булгаков В. М., д.т.н., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природоохоронного господарства України

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

Анотація

Мета. Метою дослідження є підвищення якості процесу зрізування гички цукрових буряків унаслідок обґрунтування раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи гичкозбиральної машини.

Методи. Під час проведення досліджень використані методи машиновикористання в рослинництві, методи експериментальних досліджень та польових випробувань сільськогосподарських машин, а також методи оцінки показників якості їхньої роботи.

Результати. Проведено польові експериментальні дослідження фронтально навішеної на колісний просапний агрегатуючий трактор нової гичкозбиральної машини, що здійснює суцільний безкопирний зріз зеленого масиву гички цукрових буряків. Водночас була розроблена нова лабораторно-польова установка, що складається із фронтально встановленої гичкозбиральної машини роторного типу з горизонтальною віссю обертання, поперечним шнеком для збору зрізаної гички з усієї ширини захвату та навантажувальним механізмом у вигляді лопатевого кидача й завантажувального патрубку. На підготовленій ділянці посівів цукрового буряка здійснювався зріз масиву гички з різними параметрами технологічного процесу збирання, що потім оцінювалося за кількістю гички, що залишилася на головках коренеплодів, і незрізаних залишків її в міжряддях посівів.

Висновки

1. Унаслідок експериментальних досліджень гичкозбирального агрегату, який здійснює

суцільний безкопирний зріз основної маси гички та завантаження її в транспортний засіб, встановлено вплив режимів роботи гичкозбиральної машини на якість видалення гички та величину її залишків на коренеплодах.

2. На основі аналізу емпіричної математичної моделі у вигляді рівняння регресії процесу видалення гички встановлено, що найбільший вплив на масу залишків гички на поверхні головок коренеплодів у разі застосування роторної гичкозбиральної машини має висота зрізу, а найменший – частота обертання ротора гичкозрізального апарату. Зі збільшенням швидкості руху машини і висоти зрізу збільшуватиметься й маса залишків гички на головці коренеплодів, а зі збільшенням частоти обертання ротора, навпаки, зменшуватиметься маса залишків гички.

3. Встановлено, що раціональними значеннями параметрів процесу, за яких досягатиметься якісне видалення гички роторним гичкозрізальним апаратом, є висота зрізу – 0,02 м, швидкість руху машини – $1,5 \dots 2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, частота обертання ротора – 1000 хв^{-1} .

4. За результатами польових експериментальних досліджень роботи гичкозбиральної машини для збирання гички суцільним зрізуванням, яка фронтально начеплена на орно-просапний трактор, встановлено, що показники якості роботи машини відповідають агротехнічним вимогам, а отже, доведено доцільність її застосування у виробничих умовах.

Ключові слова: гичка, збирання, машина, суцільний зріз, експериментальні дослідження.

UDC 631.356.22

Results of experimental studies of operation indicators of beet tops harvesting machine for continuous cutting

Bulgakov V. M., PhD, academician NAAN, National University Life and Environmental of Ukraine

Ihnatiev Y. I., engineer, Tavria State Agrotechnological University, e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua, phone: +38-068-864-72-63

Annotation

Purpose. The aim of the study is to improve the quality of the process of cutting sugar beet tops due to the rationale of rational parameters of the working bodies and modes of operation of beet tops harvesting machine.

Methods. When carrying out research methods of rational machine-using in plant growing, methods of pilot studies and farm vehicles field tests, and methods of work quality indicators assessment are used.

Results. Field experimental studies of a new beet tops harvesting machine, which is front mounted on a wheeled tractor aggregating tractor, are carried out, carrying out a continuous non-sensing cut of the green mass of sugar beet tops. At the same time, a new laboratory-field installation was developed, which consists of a rotor type front mounted rotary type machine with a horizontal axis of rotation, a transverse screw for collecting cutted leaves from all width, and a loading mechanism in the form of a paddlewheel and a loading device. In the prepared area of sugar beet field, the beet tops was cut at various parameters of the harvesting process, which was then estimated by the size of the remaining tops remnants left on root crops heads and in the aisles.

Conclusions

1. As a result of experimental studies of a toppler-harvesting unit, carrying out a continuous beskopirny cut of the main mass of the tops and loading it into a vehicle, the influence of the modes of operation of the toe-harvesting machine on the quality

of the removal of the tops and the value of its residues on the roots is established.

2. Based on the analysis of an empirical mathematical model in the form of a regression equation for the removal of tops, it has been established that the greatest influence on the mass of root residues on the surface of the heads of root crops when using a rotary toppler is a cutting height, and the smallest is the rotation frequency of the rotor of the toppler. With the increase in the speed of the machine and the height of the cut, the weight of the residues of the tops on the head of the roots will increase, and with the increase in the rotation frequency of the rotor, on the contrary, the mass of the residues of the tops will decrease.

3. It has been established that the optimal values of the process parameters at which high-quality removal of the tops of rotary topplers will be achieved are the cutting height – 0.02 m, the speed of the machine – $1.5...2.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, the frequency rotor rotations – $1000 \text{ rpm}\cdot\text{min}^{-1}$.

4. According to the results of field experimental studies of the work of the toppler-harvesting unit to harvest the tops of the tops of a continuous cut, frontally mounted on the arable-tilled tractor, it was established that the quality indicators of the work of the machine correspond to agrotechnical requirements, and consequently, the feasibility of its use in production conditions is proved.

Keywords: beet tops, machine, harvesting, continuous cut, experimental studies.

УДК 631.356.22

Результаты экспериментальных исследований показателей работы ботвоуборочной машины для сплошного среза ботвы

Булгаков В. М., д.т.н., академик НААН, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Игнатъев Е. И., инженер, Таврический государственный агротехнологический университет, e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua, тел.: +38-068-864-72-63

Аннотация

Цель. Целью исследования является повышение качества процесса срезания ботвы сахарной свеклы вследствие обоснования рациональных параметров рабочих органов и режимов работы ботвоуборочной машины.

Методы. При проведении исследования использованы методы машиноиспользования в растениеводстве, методы экспериментальных исследований и полевых испытаний сельско-

хозяйственных машин, а также методы оценки показателей качества их работы.

Результаты. Проведены полевые экспериментальные исследования фронтально навешенной на колесный пропашной агрегирующий трактор новой ботвоуборочной машины, осуществляющей сплошной бескопирный срез зеленого массива ботвы сахарной свеклы. При этом была разработана новая лабораторно-полевая установка, которая состоит из фронтально установленной ботвоуборочной машины роторного типа с горизонтальной осью вращения,

поперечним шнеком для сбора срезанной ботвы со всей ширины захвата и погрузочным механизмом в виде лопастной швырялки и загрузочного патрубکا. На подготовленном участке посевов сахарной свеклы осуществлялся срез массива ботвы при различных параметрах технологического процесса уборки, который затем оценивался по величине оставшихся на головках корнеплодов и в междурядьях посевов несрезанных остатков ботвы.

Выводы

1. В результате экспериментальных исследований ботвоуборочного агрегата, осуществляющего сплошной бескопирный срез основной массы ботвы и загрузку ее в транспортное средство, установлены влияние режимов работы ботвоуборочной машины на качество удаления ботвы и величина ее остатков на корнеплодах.

2. На основе анализа эмпирической математической модели в виде уравнения регрессии процесса удаления ботвы установлено, что наибольшее влияние на массу остатков ботвы на поверхности головок корнеплодов при применении роторной ботвоуборочной машины имеет высота среза, а наименьший – частота вращения ротора ботвоуборочного аппарата. С увеличением скорости движения машины и высоты среза будет увеличиваться и масса остатков ботвы на головке корнеплодов, а с увеличением частоты вращения ротора, наоборот, уменьшаться масса остатков ботвы.

3. Установлено, что оптимальными значениями параметров процесса, при которых будет достигаться качественное удаление ботвы роторным ботвоуборочным аппаратом, являются высота среза – 0,02 м, скорость движения машины – 1,5...2,0 м·с⁻¹, частота вращения ротора – 1000 об·мин⁻¹.

4. По результатам полевых экспериментальных исследований работы ботвоуборочной машины для уборки ботвы сплошным срезом, фронтально навешенной на пахотно-пропашной трактор, установлено, что показатели качества работы машины соответствуют агротехническим требованиям, а следовательно, доказана целесообразность ее применения в производственных условиях.

Ключевые слова: ботва, уборка, машина, сплошной срез, экспериментальные исследования.

Постановка проблеми. Високопродуктивне та якісне збирання гички цукрового буряка залишається досить складним і актуальним завданням галузі буряківництва. Останнім часом у світі найбільш розповсюдженим є багатостадійний спосіб збирання гички, в основі якого спочатку здійснюється суцільний основний зріз усього масиву гички (по ширині захвату збиральної машини), її

збір і завантаження в транспортний засіб, що рухається поруч, а далі з використанням індивідуального копіювання кожної головки корнеплоду в рядку забезпечується доочищення або дообрізання (або одночасно і доочищення й дообрізання різними робочими органами) головок корнеплодів від залишків гички. Оскільки зазначені операції здійснюються послідовно для корнеплодів цукрових буряків у ґрунті (тобто на корені) і збирання гички передуює операції викопування корнеплодів із ґрунту, то гичкозбиральні машини як самостійні сільськогосподарські машини або гичкозбиральні модулі як складові одиниці бурякозбиральних комбайнів обов'язково розташовуються у фронтальному положенні відносно енергетичного засобу (до трактора – якщо мова йде про начіпні гичкозбиральні машини, або до передньої частини рами самохідних бурякозбиральних комбайнів). Однак, проведеними нами експериментальними дослідженнями встановлено, що в процесі роботи фронтально навішена на трактор гичкозбиральна машина здійснює рухи в просторі, які визначаються рельєфом поверхні поля, поступальною швидкістю руху трактора, розміщенням копіюючих коліс щодо системи підвісу машини й ін., що істотно впливає на якість виконання цього технологічного процесу. Використання пневматичних коліс як копіюючих викликає коливання гичкозбиральної машини у вертикальній площині, які найбільшою мірою будуть впливати на якість виконання технологічного процесу – рівномірне зрізання гички з головок корнеплодів по всій ширині захвату, найбільш повний її збір і транспортування без втрат. Практичне розв'язання цієї задачі й обумовлює актуальність даної роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Не дивлячись на велике поширення фронтально начеплених гичкозбиральних модулів бурякозбиральних машин західного виробництва, а також деяких конструкцій вітчизняних фронтально начіпних гичкозбиральних машин, це майже не обумовило аналітичних та експериментальних досліджень їхнього коливального руху. Однак, частково задачу вивчення впливу конструктивних параметрів на рух по рядах корнеплодів цукрових буряків й нерівностям поверхні ґрунту намагалися вирішити інші вчені [1–6].

Мета досліджень. Метою дослідження є підвищення якості процесу зрізування гички цукрових буряків унаслідок обґрунтування

раціональних параметрів робочих органів і режимів роботи гичкозбиральної машини.

Методи досліджень. Під час проведення досліджень використані методи машиновикористання в рослинництві, методи експериментальних досліджень та польових випробувань сільськогосподарських машин, а також методи оцінки показників якості їхньої роботи.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах Фастівського району Київської області. Об'єктом експериментальних досліджень був робочий процес зрізання гички розробленим агрегатом. Умови проведення досліджень, які були визначені згідно відомих методик [7–10], наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Умови проведення лабораторно-польових експериментальних досліджень гичкозбиральної машини

| Показники | Значення |
|--|---|
| Тип ґрунту | чорнозем середньо-гумусовий, середньо-суглинистий |
| Твердість ґрунту в зоні розміщення коренеплодів, МПа | 0,94...2,3 |
| Вологість ґрунту в зоні розміщення коренеплодів, % | 18,0...21,6 |
| Середня врожайність коренеплодів, т·га ⁻¹ | 46,4 |
| Середня врожайність гички, т·га ⁻¹ | 44,8 |
| Середня густина насаджень рослин цукрових буряків, тис.шт.·га ⁻¹ | 112 |
| Максимальне відхилення положення коренеплодів цукрових буряків від умовної лінії рядка, мм | 30...40 |
| Положення головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту, мм | 0...70 |
| Форма пучків гички на головках коренеплодів: | (спостерігається значна кількість сухих та полеглих стебел гички) |
| – конуси | більше ніж 90% |
| – напіврозетка | 10% |
| Рельєф ґрунту | рівний |
| Максимальні ухили рельєфу, град | більше ніж 2...4 |

Для реалізації програми експериментальних досліджень технологічного процесу видалення гички із застосуванням гичкозбиральної машини була розроблена лабораторно-польова експериментальна установка (рис. 1), що фронтально начеплена на орно-просапний колісний трактор тягового класу 3,0, а гичкозрізальний апарат виконано у вигляді горизонтального ротора [5]. Машина дозволяє реалізувати суцільне безкопірне зрізування основної маси гички з подальшим її завантаженням у транспортний засіб.

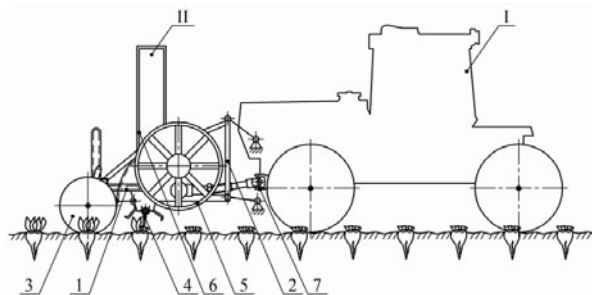


Рис. 1. Конструкційна схема лабораторно-польової експериментальної установки:

I – колісний орно-просапний трактор; II – фронтально начеплена гичкозбиральна машина; 1 – рама; 2 – начіпний пристрій; 3 – копіювальне колесо; 4 – роторний гичкозрізальний апарат; 5 – транспортувальний пристрій; 6 – завантажувальний пристрій; 7 – привод

Fig. 1. Design scheme of laboratory and field experimental installation:

I – wheeled arable and row-crop tractor; II – frontally mounted beet tops harvesting machine; 1 – frame; 2 – coupling device; 3 – support wheel; 4 – rotary cutting unit; 5 – transport device; 6 – loading device; 7 – drive

Лабораторно-польова експериментальна установка (рис. 1) складається з колісного орно-просапного трактора I та фронтально начепленої гичкозбиральної машини II, яка містить раму 1, начіпний пристрій 2, копіювальне колесо 3, роторний гичкозрізальний апарат 4, транспортувальний пристрій 5, завантажувальний пристрій 6, а також привод 7.

Розроблена лабораторно-польова експериментальна установка [5] дозволяє в повному обсязі провести експериментальні дослідження дослідної гичкозбиральної машини відповідно до прийнятої програми і методики (рис. 1), а отже, з можливістю зміни факторів у встановлених межах: частоти обертання ротора за допомогою механізму привода і контролю тахометром; швидкості руху гичкозбиральної машини за допомогою коробки переключення передач трактора і контролю дійсної її величини шляховимірвальним колесом; висоти встановлення ротора важіль-

ним механізмом із контролем за допомогою лінійки.

На основі проведених розрахунків, попередніх досліджень та аналізу апіорної інформації встановлено рівні варіювання факторів:

- частота обертання ротора машини: 500, 750, 1000 хв⁻¹;
- швидкість руху гичкозбиральної машини: 0,5, 1,5, 2,5 м·с⁻¹;
- висота зрізу гички: 0,02, 0,06, 0,10, 0,15 м.

Якісним показником роботи, як зазначено вище, було прийнято залишки гички на головках коренеплодів, в г·м², які визначалися в спосіб збирання всіх залишків (зокрема і незрізані з головок коренеплодів частини гички) із ділянки площею 1 м² після проходу експериментальної установки (рис. 2) і зважуванням на електронних вагах із точністю до 1,0 г.



Рис. 2. Визначення якості видалення гички дослідною гичкозбиральною машиною
Fig. 2. Determination of quality of tops removal by studied beet tops harvesting machine

Енергетичний засіб (трактор) за своїми технічними характеристиками має забезпечувати роботу гичкозбиральної машини на необхідних робочих швидкостях і налаштуванні ходової частини на відповідну ширину колії [12, 13].

Результати експериментальних досліджень оброблялися згідно з відомою методикою статистичної обробки дослідних даних [7, 9, 11] із подальшим представленням у вигляді функціональних і графічних залежностей, а також із застосуванням прикладних програм для ПК.

У результаті проведених експериментальних досліджень згідно з прийнятою методикою були отримані наступні залежності. Для більш повного опису процесу видалення гички роторною гичкозбиральною машиною внаслідок обробки результатів багатфакторного експерименту отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії II ступеня:

- у натуральному вигляді:

$$Q = -177,593 - 0,24224n + 530,8054V + 8680,805h + 0,000179nn - 109,767VV - 6795,18hh - 0,09602nV - 1159,51Vh - 4,22748nh + 2,158437nVh, (1)$$

де n – частота обертання гичкозрізального ротора, хв⁻¹;

V – поступальна швидкість руху трактора, м·с⁻¹;

h – висота зрізу гички, м;

• у кодованому вигляді:

$$Y = 587,2724 - 50,5026X_1 + 168,38335327X_2 + 327,8374X_3 + 11,18333X_1X_1 - 28,783X_3X_3 + 21,86292X_1X_2 + 29,85444X_2X_3 - 16,0845X_1X_3 + 35,07582X_1X_2X_3. \quad (2)$$

Графічна інтерпретація зазначених рівнянь регресії (1) і (2) представлена у вигляді поверхонь відгуку (рис. 3–5).

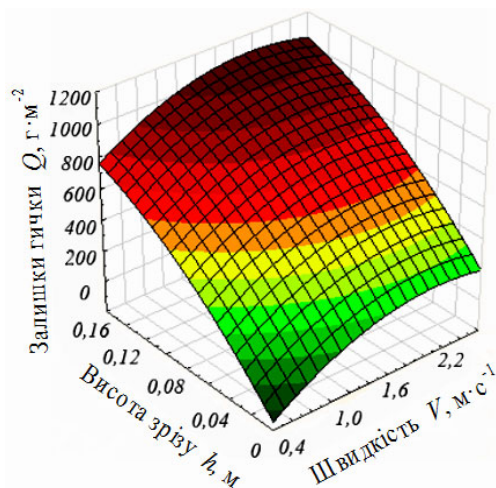


Рис. 3. Поверхня відгуку залежності залишків гички на поверхні головки коренеплодів від швидкості руху гичкозбиральної машини і висоти зрізу при частоті обертання ротора 500 хв⁻¹
Fig. 3. The response surface of tops residues dependencies on root crops head surface on movement speed and cutting height at rotor speed 500 rpm

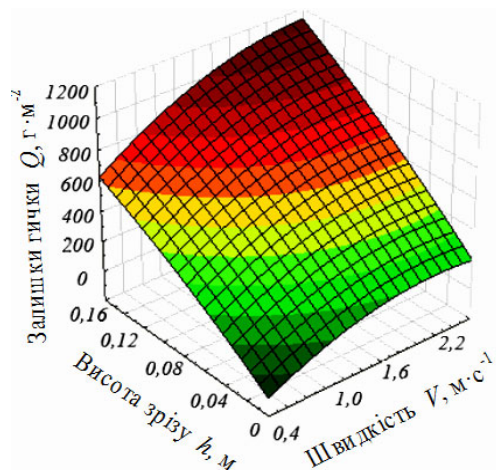


Рис. 4. Поверхня відгуку залежності залишків гички на поверхні головки коренеплодів від швидкості руху гичкозбиральної машини і висоти зрізу при частоті обертання ротора 750 хв⁻¹
Fig. 4. The response surface of tops residues dependencies on root crops head surface on movement speed and cutting height at rotor speed 750 rpm

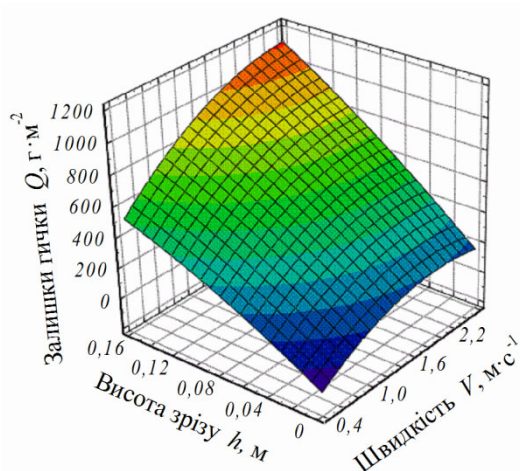


Рис. 5. Поверхня відгуку залежності залишків гички на поверхні головки коренеплодів від швидкості руху гичкозбиральної машини і висоти зрізу при частоті обертання ротора 1000 хв⁻¹
Fig. 5. The response surface of tops residues dependencies on root crops head surface on movement speed and cutting height at rotor speed 1000 rpm

На основі факторного аналізу одержаного рівняння регресії (2) визначено раціональні параметри процесу, за яких досягатиметься якісне видалення гички роторним гичкозрізальним апаратом, а саме: висота зрізу – 0,02 м, швидкість руху машини – 1,5...2,0 м·с⁻¹, частота обертання ротора – 1000 хв⁻¹.

На основі отриманих результатів були проведені польові експериментальні дослідження гичкозбиральної машини з оцінки якості її роботи у виробничих умовах при раціональних значеннях параметрів процесу.

Для оцінки якості роботи гичкозбиральної машини у виробничих умовах були проведені польові дослідження машини при раціональних параметрах процесу з визначен-

ням кількості зв'язаної гички на коренеплодах, коренеплодів із нормально, високо і низько зрізаною гичкою, загальних та сильних механічних пошкоджень коренеплодів, втрат цукроносної маси та вибивання коренеплодів із ґрунту.

За результатами польових експериментальних досліджень, які проводилися в п'ятикратній повторності, наведених у таблиці 2, можна зробити висновок, що за зазначеними показниками якості роботи гичкозбиральна машина задовольняє агротехнічним вимогам, визначеними до процесу видалення гички. Особливо це стосується сильного пошкодження і вибивання коренеплодів із ґрунту, оскільки на дослідних ділянках таких фактів не було виявлено.

Таблиця 2. Якісні показники роботи гичкозбирального агрегату

| | Показники | Значення згідно з агровимогами | Експериментальні значення |
|----|--|--------------------------------|---------------------------|
| 1. | Кількість зв'язаної гички на коренеплодах, % | не більше 1,5 | 0,6 |
| 2. | Нормально зрізані коренеплоди, % | не менше 85 | 95,3 |
| 3. | Низько зрізані коренеплоди, % | не більше 5 | 3,2 |
| 4. | Високо зрізані коренеплоди, % | не більше 10 | 1,5 |
| 5. | Сильні механічні пошкодження коренеплодів, % | не більше 5 | відсутні |
| 6. | Загальні пошкодження коренеплодів, % | не більше 20 | 1,5 |
| 7. | Втрати цукроносної маси, % | не більше 2 | 0,4 |
| 8. | Вибивання коренеплодів із ґрунту, % | | відсутні |
| 9. | Повнота збирання гички, % | | 96 |

Отже, за результатами польових експериментальних досліджень роботи гичкозбирального агрегату, який фронтально начеплений на орно-просапний трактор, для збирання гички суцільним зрізуванням можна зробити висновок про відповідність якісних показників роботи агротехнічним вимогам [9], а також і доцільність застосування такого агрегату у виробничих умовах.

Висновки

1. Унаслідок експериментальних досліджень гичкозбирального агрегату, який здійснює суцільний безкопирний зріз основної маси гички та завантаження її в транспортний засіб, встановлено вплив режимів роботи гичкозбиральної машини на якість видалення гички та величину залишків її на коренеплодах.

2. На основі аналізу емпіричної математичної моделі у вигляді рівняння регресії процесу видалення гички встановлено, що найбільший вплив на масу залишків гички на поверхні головок коренеплодів у разі зас-

тосування роторної гичкозбиральної машини має висота зрізу, а найменший – частота обертання ротора гичкозрізального апарату. Зі збільшенням швидкості руху машини і висоти зрізу збільшуватиметься й маса залишків гички на головці коренеплодів, а зі збільшенням частоти обертання ротора, навпаки, зменшуватиметься маса залишків гички.

3. Встановлено, що раціональними значеннями параметрів процесу, за яких досягатиметься якісне видалення гички роторним гичкозрізальним апаратом, є висота зрізу – 0,02 м, швидкість руху машини – 1,5...2,0 м·с⁻¹, частота обертання ротора – 1000 хв⁻¹.

4. За результатами польових експериментальних досліджень роботи гичкозбиральної машини для збирання гички суцільним зрізуванням, яка фронтально начеплена на орно-просапний трактор, встановлено, що показники якості роботи машини відповідають агротехнічним вимогам, а отже, доведено доцільність її застосування у виробничих умовах.

Бібліографія

1. Bulgakov V. M., Adamchuk V. V., Nozdrovicky L., Boris M., Ihnatiev Ye. I. Properties of the sugar beet tops during the harvest / Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering (7–9 September 2016). Prague, Czech Republic. Pp. 102–108.
2. Погорелый Л. В., Татьяна Н. В., Брей В. В., Кравченко А. С., Покуса А. А., Карпов В. Г. Свеклоуборочные машины. Конструирование и расчет / под общ. ред. Л. В. Погорелого. К.: Техніка, 1983. 168 с.
3. Гурченко О. П. Обгрунтування основних параметрів лопатного очистителя головок буряків від залишків гички. *Сільськогосподарські машини: збірник наукових праць*. Луцьк, 1997. Вип. 3. С. 30–37.
4. Топоровский С. А. Обоснование технологического процесса и основных параметров рабочего органа для уборки ботвы сахарной свеклы без копирования головок корнеплодов: дисс. ... канд. техн. наук. Киев, 1988. 202 с.
5. Ігнат'єв Є. І. Розробка нової конструктивно-технологічної схеми збирання гички цукрового буряку з використанням орнопросапного трактора. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 8. С. 67–71.
6. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions / V. Adamchuk, V. Bulgakov, M. Korenko, Ye. Ihnatiev et al. *Mechanization in agriculture*. Sofia, 2016. Issue 1. Pp. 3–5.
7. Веденяпин С. В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных. М.: Колос, 1967. 159 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Теория, конструирование и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой и др. М.: Машиностроение, 1978. 567 с.
10. Завалишин Ф. С., Манцев И. Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. М.: Колос, 1982. 228 с.
11. Калоса В. К., Лобко С. И., Чикова Т. С. Математическая обработка результатов эксперимента. Минск: Вышэйшая школа, 1982. 105 с.
12. Adamchuk V., Bulgakov V., Nadykto V., Ihnatiev Y., Olt J. Theoretical research into the power and energy performance of agricultural tractors. *Agronomy Research*. 2016. Vol. 14. No. 5. Pp. 1511–1518.
13. Bulgakov V., Adamchuk V., Ivanovs S., Ihnatiev Y. Theoretical investigation of aggregation of top removal machine frontally mounted on wheeled tractor. *Engineering for rural development*. Jelgava, 2017. Vol. 16. Pp. 273–280.

Bibliografia

1. Bulgakov V. M., Adamchuk V. V., Nozdrovicky L., Boris M., Ihnatiev Ye. I. Properties of the sugar beet tops during the harvest / Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering (7–9 September 2016). Prague, Czech Republic. Pp. 102–108.
2. Pogorelyiy L. V., Tatyanko N. V., Brey V. V., Kravchenko A. S., Pokusa A. A., Karpov V. G. Sveklouborochnyie mashinyi. Konstruirovaniie i raschet / pod obsch. red. L. V. Pogorelogo. Kiev: Tehnika, 1983. 168 s.
3. Hurchenko O. P. Obgruntuvannia osnovnykh parametriv lopatnoho ochystytelia holovok buriakiv vid zalyshkiv hychky. *Silskohospodarski mashyny: zbirnyk naukovykh prats*. Lutsk, 1997. Vypusk 3. S. 30–37.
4. Toporovskiy S. A. Obosnovanie tehnologicheskogo protsessa i osnovnyih parametrov rabocheho organa dlya uborki botvyi saharnoy sveklyi bez kopirovaniya golovok korneplodov: diss. ... kand. tehn. nauk. Kiev, 1988. 202 s.
5. Ihnatiev Ye. I. Rozrobka novoї konstruktivno-tekhnologichnoi skhemy zbyrannia hychky tsukrovoho buriaku z vykorystanniam orno-prosapnoho traktora. *Visnyk ahvvarnoi nauky*. 2016. № 8. S. 67–71.
6. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions / V. Adamchuk, V. Bulgakov, M. Korenko, Ye. Ihnatiev et al. *Mechanization in agriculture*. Sofia, 2016. Issue 1. Pp. 3–5.
7. Vedenyapin S. V. Obschaya metodika eksperimentalnyih issledovaniy i obrabotki opyitnyih dannyh. Moskva: Kolos, 1967. 159 s.
8. Dospheov B. A. Metodika polevogo opyita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s.
9. Teoriya, konstruirovaniie i raschet sel'skohozyaystvennyih mashin / E. S. Bosoy i dr. Moskva: Mashinostroenie, 1978. 567 s.
10. Zavalishin F. S., Mantsev I. G. Metodyi issledovaniy po mehanizatsii sel'skohozyaystvennogo proizvodstva. Moskva: Kolos, 1982. 228 s.
11. Kalosha V. K., Lobko S. I., Chikova T. S. Matematicheskaya obrabotka rezul'tatov eksperimenta. Minsk: Vvisheys'haya shkola, 1982. 105 s.
12. Adamchuk V., Bulgakov V., Nadykto V., Ihnatiev Y., Olt J. Theoretical research into the power and energy performance of agricultural tractors. *Agronomy Research*. 2016. Vol. 14. No. 5. Pp. 1511–1518.
13. Bulgakov V., Adamchuk V., Ivanovs S., Ihnatiev Y. Theoretical investigation of aggregation of top removal machine frontally mounted on wheeled tractor. *Engineering for rural development*. Jelgava, 2017. Vol. 16. Pp. 273–280.

References

1. Bulgakov V. M., Adamchuk V. V., Nozdrovicky L., Boris M., Ihnatiev Ye. I. Properties of the sugar beet tops during the harvest / Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering (7–9 September 2016). Prague, Czech Republic. Pp. 102–108.
2. Pogorelyiy L. V., Tatyanko N. V., Brey V. V., Kravchenko A. S., Pokusa A. A., Karpov V. G. Beet pullers. Designing and calculation / under total ed. L. V. Pogorelogo. Kiev: Tehnika, 1983. 168 p.
3. Hurchenko O. P. Substantiation of main parameters of shovel head cleaner of beets from remnants of tops. *Agricultural machines: collection of scientific works*. Lutsk, 1997. Issue 3. Pp. 30–37.
4. Toporovskiy S. A. Justification of technology process and key parameters of working body for cleaning of sugar beet tops without copying root crops heads: thesis of cand. techn. sci. Kiev, 1988. 202 p.
5. Ihnatiev Ye. I. Development of new design and technological scheme for harvesting sugar beet tops using arable and row-crop tractor. *Bulletin of Agrarian Science*. 2016. No. 8. Pp. 67–71.
6. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions / V. Adamchuk, V. Bulgakov, M. Korenko, Ye. Ihnatiev et al. *Mechanization in agriculture*. Sofia, 2016. Issue 1. Pp. 3–5.
7. Vedenyapin S. V. General technique of pilot studies and processing of experimental data. Moscow: Kolos, 1967. 159 p.
8. Dospheov B. A. Fieldplot technique (with bases of statistical analysis of researches results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
9. Theory, design and calculation of agricultural machinery / E. S. Bosoy, etc. Moscow: Mashinostroenie, 1978. 567 p.
10. Zavalishin F. S., Mantsev I. G. Methods of researches on farm-production mechanization. Moscow: Kolos, 1982. 228 p.
11. Kalosha V. K., Lobko S. I., Chikova T. S. Mathematical processing of experiment results. Minsk: Vyisheyshaya shkola, 1982. 105 p.
12. Adamchuk V., Bulgakov V., Nadykto V., Ihnatiev Y., Olt J. Theoretical research into the power and energy performance of agricultural tractors. *Agronomy Research*. 2016. Vol. 14. No. 5. Pp. 1511–1518.
13. Bulgakov V., Adamchuk V., Ivanovs S., Ihnatiev Y. Theoretical investigation of aggregation of top removal machine frontally mounted on wheeled tractor. *Engineering for rural development*. Jelgava, 2017. Vol. 16. Pp. 273–280.