



# Механізація, електрифікація

УДК 631.356.22

© 2018

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ЗРІЗУ ГИЧКИ

В.М. Булгаков<sup>1</sup>, Є.І. Ігнат'єв<sup>2</sup>

<sup>1</sup>доктор технічних наук, академік НААН

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

<sup>2</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет  
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь Запорізької обл., 72312, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>vbulgakov@meta.ua, <sup>2</sup>yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua

Надійшла 24.07.2018

**Мета.** Експериментальне визначення раціональних параметрів зрізання гички розробленим агрегатом для забезпечення потрібної якості збирання гички. **Методи.** Використано методи: машиновикористання в рослинництві, експериментальних досліджень і польових випробувань сільськогосподарських машин, а також оцінки показників якості їх роботи. **Результати.** Проведено польові експериментальні дослідження фронтально навішеної на колісний орно-просапний трактор нової гичкозбиральної машини, що здійснює суцільний безкопірний зріз зеленого масиву гички буряку цукрового. При цьому було розроблено нову лабораторно-польову установку, що складається із фронтально встановленої гичкозбиральної машини роторного типу з горизонтальною віссю обертання, поперечним шнеком для збору зрізаної гички з усієї ширини захвата й навантажувальним механізмом у вигляді лопатевого кидача й завантажувального патрубка. На підготовленій ділянці посівів буряку цукрового зрізали масив гички за різних параметрів технологічного процесу збирання, що потім оцінювали за кількістю гички, що залишилася на головках коренеплодів і в міжряддях посівів (незрізаних залишків гички). **Висновки.** За розробленою програмою й методикою здійснено статистичну обробку результатів експериментальних досліджень за допомогою персонального комп'ютера. Це дало змогу одержати графічні залежності зазначених залишків гички на головках коренеплодів, що допомогло установити показники роботи нової гичкозбиральної машини для суцільного зрізу гички буряку цукрового. Установлені залежності дали можливість вибрати раціональні конструктивні й технологічні параметри збирання гички фронтально навішеною гичкозбиральною машиною.

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

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-08>

Високопродуктивне і якісне збирання гички буряку цукрового залишається досить складним і актуальним завданням галузі буряківництва. Останнім часом у світі найпоширенішим є багатостадійний спосіб збирання гички, в основі якого спочатку здійснюється суцільний основний зріз усього масиву гички (по ширині захвата збиральної машини), її збір і транспортування в транспортний засіб, що рухається поруч. Далі з використанням індивідуального копіювання кожної головки коренеплоду в рядку забезпечується доочищення або дообрізання (або одночасно: і доочищення й дообрізання різними робочими органами) головок коренеплодів від залишків гички. Оскільки ці операції здійснюються послідовно для коренеплодів буряку цукрового в ґрунті (тобто на корені) і збирання гички передувє операції викопування коренеплодів буряку із ґрунту, то гичкозбиральні машини як самостійні сільськогосподарські машини, або гичкозбиральні модулі, як складові одиниці бурякозбиральних комбайнів обов'язково розташовуються у фронтальному положенні щодо 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 у процесі роботи фронтально навішена на трактор гичкозбиральна машина здійснює рухи в просторі, визначені багатьма чинниками, зокрема, висотою розташування гичкозрізального апарата, кутовою швидкістю ротора та поступальною швидкістю руху гичкозбиральної машини. Використання пневматичних коліс як копіювальних призводить до коливання гичкозбиральної машини у вертикальній площині, які найбільшою мірою впливатимуть на якість виконання технологічного процесу — рівномірне зрізання гички з головок коренеплодів по всій ширині захвата, найбільш повний її збір і транспортування без втрат. Практичне вирішення цього завдання зумовлює актуальність роботи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Незважаючи на велике поширення

фронтально начеплених гичкозбиральних модулів бурякозбиральних машин західного виробництва, а також деяких конструкцій вітчизняних фронтально начеплених гичкозбиральних машин, це майже не зумовило аналітичних та експериментальних досліджень їхнього коливального руху. Однак частково завдання вивчення впливу конструктивних параметрів на рух по рядах коренеплодів буряку цукрового й нерівностях поверхні ґрунту намагалися вирішити інші вчені [1–5].

**Мета досліджень** — експериментальне визначення раціональних параметрів зрізання гички розробленим агрегатом для забезпечення потрібної якості збирання гички.

**Методи досліджень.** Під час проведення досліджень використано методи машиновикористання в рослинництві, експериментальних досліджень і польових випробувань сільськогосподарських машин, а також оцінки показників якості їх роботи.

**Результати досліджень.** Експериментальні дослідження проводили в польових умовах на ділянці бурякового поля (таблиця). Умови проведення досліджень визначено згідно з відомими методиками [6–9]. Об'єктом досліджень був робочий процес зрізання гички розробленим агрегатом.

Для реалізації програми експериментальних досліджень технологічного процесу видалення гички із застосуванням гичкозбиральної машини розроблено лабораторно-польову експериментальну установку (рис. 1), що фронтально начеплена на орно-просапний колісний трактор тягового класу 3,0, а гичкозрізальний апарат виконано у вигляді горизонтального ротора [4]. Машина дає змогу реалізувати суцільне безкопірне зрізування основної маси гички із подальшим її завантаженням у транспортний засіб.

Лабораторно-польова експериментальна установка (рис. 1) складається із колісного орно-просапного трактора I і фронтально начепленої гичкозбиральної машини II, яка містить раму 1, начіпний пристрій 2, копіювальне колесо 3, роторний гичкозрізальний апарат 4, транспортувальний пристрій 5,

**Умови проведення лабораторно-польових експериментальних досліджень гичкозбиральної машини**

Показник	Значення
Тип ґрунту	Чорнозем середньогумусний, середньосуглинистий
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 <sup>-1</sup>	46,4
Середня врожайність гички, т·га <sup>-1</sup>	44,8
Середня густина насаджень рослин буряків цукрових, тис. шт.·га <sup>-1</sup>	112
Максимальне відхилення положення коренеплодів буряку цукрового від умовної лінії рядка, мм	30–40
Положення головок коренеплодів буряків цукрових над рівнем поверхні ґрунту, мм	0–70
Форма пучків гички на головках коренеплодів: конуси напіврозетка	Спостерігається значна кількість сухих і полеглих стебел гички > 90% 10%
Рельєф ґрунту	Рівний
Максимальні ухили рельєфу, град	>2–4

завантажувальний пристрій 6, а також привід 7.

Розроблена лабораторно-польова експериментальна установка [4] дає змогу в повному обсязі провести експериментальні дослідження дослідної гичкозбиральної машини відповідно до прийнятої програми і методики (див. рис. 1), а отже, із можливістю зміни факторів у встановлених межах: частоту обертання ротора за допомогою механізму приводу із контролем тахометром; швидкість руху гичкозбиральної машини за допомогою коробки переключення передач трактора із контролем дійсної її величини шляховимірювальним колесом; висоту встановлення ротора важільним механізмом із контролем за допомогою лінійки.

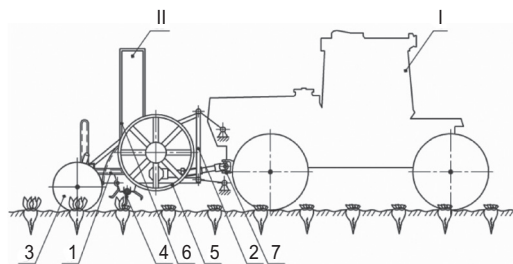
На основі проведених розрахунків, попередніх досліджень та аналізу апріорної інформації встановлено рівні варіювання факторів:

- частота обертання ротора машини: 500, 750, 1000 об·хв<sup>-1</sup>;
- швидкість руху гичкозбиральної машини: 0,5; 1,5; 2,5 м·с<sup>-1</sup>;
- 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 (у г·м<sup>-2</sup>), які визначалися способом збирання всіх залишків (зокрема й не зрізані з головок коренеплодів частини гички) із ділянки площею 1 м<sup>2</sup> після проходження експериментальної установки (рис. 2) і зважуванням на електронних вагах з точністю до 1,0 г.

Енергетичний засіб (трактор) за своїми технічними характеристиками має забезпечувати роботу гичкозбиральної машини на потрібних робочих швидкостях



**Рис. 1.** Конструкційна схема лабораторно-польової експериментальної установки: I – колісний орно-просапний трактор; II – фронтально націплена гичкозбиральна машина; 1 – рама; 2 – націпний пристрій; 3 – копіювальне колесо; 4 – роторний гичкозрізальний апарат; 5 – транспортувальний пристрій; 6 – завантажувальний пристрій; 7 – привід



**Рис. 2.** Визначення якості видалення гички дослідною гичкозбиральною машиною

і налаштуванні ходової частини на відповідну ширину колії [10, 11].

Результати експериментальних досліджень обробляли згідно з відомою методикою статистичної обробки дослідних даних [6, 8, 12] з подальшим наведенням у вигляді функціональних і графічних залежностей, а також із застосуванням прикладних програм для ПК.

У результаті проведених експериментальних досліджень згідно з прийнятою методикою було отримано такі залежності.

Для більш повного опису процесу видалення гички роторною гичкозбиральною машиною, внаслідок обробки результатів багатофакторного експерименту отримано математичну модель у вигляді рівняння регресії II ступеня:

- у натуральному вигляді:

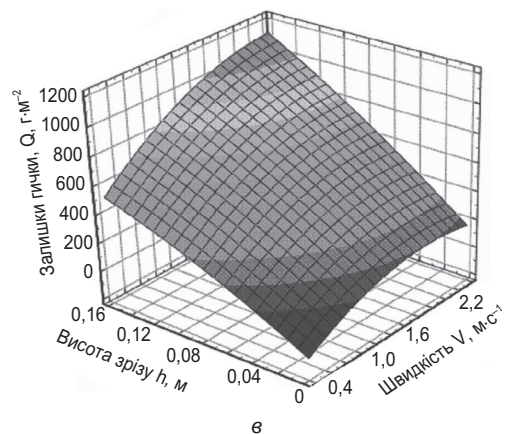
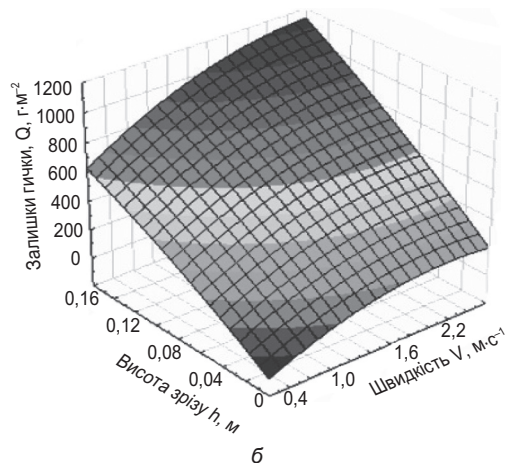
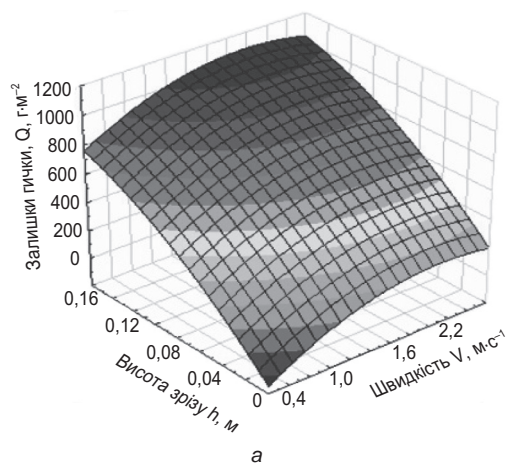
$$Q = -177,593 - 0,24224n + 530,8054V + 8680,805h + 0,000179nn - 109,767VV - 6795,18hh - 0,09602nV - 1159,51Vh - 4,22748nh + 2,158437nVh; \quad (1)$$

- у кодованому вигляді:

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

де  $V$  — поступальна швидкість руху трактора,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $n$  — частота обертання гичкозрізального ротора,  $\text{об} \cdot \text{хв}^{-1}$ ;  $h$  — висота зрізу гички,  $\text{м}$ .

Графічну інтерпретацію зазначених рівнянь регресії (1) і (2) наведено у вигляді



**Рис. 3.** Поверхня відгуку залежності залишків гички на поверхні головки коренеплодів від швидкості руху гичкозбиральної машини і висоти зрізу за частоти обертання ротора: а — 500  $\text{об} \cdot \text{хв}^{-1}$ ; б — 750; в — 1000  $\text{об} \cdot \text{хв}^{-1}$



поверхонь відгуку (рис. 3, а, б, в).

На основі факторного аналізу одержаних рівнянь 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 —  $1,5\text{--}2,0\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , частота обертання ротора —  $1000\text{ об}\cdot\text{хв}^{-1}$ .

## Висновки

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 за застосування роторної гичкозбиральної машини має висота зрізу, а найменший — частота обертання ротора гичкозрізального апарату. При збільшенні швидкості руху машини і висоти зрізу збільшуватиметься і маса залишків гички на голові коренеплодів, а при збільшенні частоти обертання ротора — навпаки, маса залишків гички зменшиться.

Установлено, що раціональними значеннями параметрів процесу, за яких

досягатиметься якісне видалення гички роторним гичкозрізальним апаратом, є висота зрізу — 0,02 м, швидкість руху машини —  $1,5\text{--}2,0\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , частота обертання ротора —  $1000\text{ об}\cdot\text{хв}^{-1}$ .

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

**Булгаков В.М.<sup>1</sup>, Ігнат'єв Е.І.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборон, 15, г. Киев, 03041, Украина, <sup>2</sup>Таверический государственный агротехнологический университет, пр. Б. Хмельницкого, 18, г. Мелитополь Запорожской обл., 72312, Украина; e-mail: <sup>1</sup>vbulgakov@meta.ua, <sup>2</sup>evhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua

### Експериментальное исследование показателей работы ботвоуборочной машины для сплошного среза ботвы

**Цель.** Экспериментальное определение рациональных параметров срезания ботвы разработанным агрегатом для обеспечения необходимого качества уборки ботвы. **Методы.** Использованы методы: машиноиспользования в растениеводстве, экспериментальных исследований и полевых испытаний сельскохозяйственных машин, а также оценки показателей качества их работы. **Результаты.** Проведены полевые экспериментальные исследования фронтально навешенной на колесный пахотно-пропашной трактор новой ботвоуборочной машины, осуществляющей сплошной бескопирный срез зеленого массива ботвы свеклы сахарной. При этом была разработана новая лабораторно-полевая установка, которая состоит из фронтально установленной ботвоуборочной машины роторного типа с горизонтальной осью вращения, поперечным шнеком для сбора срезанной ботвы со всей ширины захвата и погрузочным механизмом в виде

лопастной швырляки и загрузочного патрубка. На подготовленном участке посевов свеклы сахарной срезали массив ботвы при различных параметрах технологического процесса уборки, который затем оценивали по количеству ботвы, оставшейся на головках корнеплодов и в междурядьях посевов (несрезанных остатков ботвы).

**Выводы.** По разработанной программе и методике осуществляли статистическую обработку результатов экспериментальных исследований с помощью персонального компьютера. Это позволило получить графические зависимости указанных остатков ботвы на головках корнеплодов, что помогло установить показатели работы новой ботвоуборочной машины для сплошного среза ботвы свеклы сахарной. Установленные зависимости дали возможность выбрать рациональные конструктивные и технологические параметры уборки ботвы фронтально навешенной ботвоуборочной машиной.

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

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-08>

**Bulgakov V.<sup>1</sup>, Ignatiev Ye.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National university of bioresources and wildlife management of Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine, <sup>2</sup>Tavria state agrotechnological university, B. Khmelnytskyi Ave., 18, Melitopol, Zaporizhzhia oblast, 72312, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>vbulgakov@meta.ua, <sup>2</sup>evhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua

**Experimental research of parameters of work of top-gathering machine for continuous cut of tops of vegetable**

**The purpose.** Experimental determination of rational parameters of cutting tops of vegetable by the developed unit for maintenance of necessary quality of cleaning tops of vegetable. **Methods.** Rational machine-using in plant growing, experimental researches and field tests of agricultural machines, estimation of parameters of quality of work. **Results.** Field experimental researches were carried out of frontally hung on wheel tilling tractor of new top-gathering machine intended for continuous non-sensing cut of green mass of tops of vegetable of sugar beet. Thus, new laboratory-field apparatus was developed which consisted from frontally hung top-gathering machine of rotor type with horizontal axis of rotation, cross-section screw for gathering the cut off tops of vegetable, loading mechanism in the form of paddle blower, and loading branch pipe. On the prepared

plot of crops of sugar beet they cut off mass of tops of vegetable at various parameters of technological process of cleaning which then estimated by amount of tops of vegetable which remained on heads of root crops and in row width of crops (non-cut off rests of tops of vegetable). **Conclusions.** Under the developed program and technique they carried out statistical processing of results of experimental researches by means of personal computer. It allowed to receive graphic dependences of the specified rests of tops of vegetable on heads of root crops that helped to determine parameters of work of new top-gathering machine for continuous cut of tops of vegetable of sugar beet. The established dependences enabled to choose rational constructive and technological parameters of harvesting tops of vegetable of frontally hung top-gathering machine.

**Key words:** tops of vegetable, harvesting, continuous cut, experimental researches.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-08>

**Бібліографія**

1. Погорелый Л.В., Татьяна Н.В., Брей В.В. и др. Свеклоуборочные машины. Конструирование и расчет; под ред. Л.В. Погорелого. Киев: Техника, 1983. 168 с.
2. Bulgakov V.M., Adamchuk V.V., Nozdrovicky L. et al. Properties of the sugar beet tops during the harvest. Proceeding of 6<sup>th</sup> International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016. 7–9 September 2016. Prague, Czech Republic. P. 102–108.
3. Гурченко О.П. Обґрунтування основних параметрів лопатного очисника головок буряків від залишків гички. *Сільськогосподарські машини*. Збірник наукових праць. Луцьк, 1997. Вип. 3. С. 30–37.
4. Ігнат'єв Є.І. Розробка нової конструктивно-технологічної схеми збирання гички буряків цукрових із використанням орно-просапного трактора. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 8. С. 67–71.
5. Булгаков В.М. Бурякозбиральні машини. Монографія. Київ: Аграрна наука, 2011. 351 с.
6. Веденяпин С.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных. Москва: Колос, 1967. 159 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Маслов Г.Г., Дидмандзе О.Н., Цыбулевский В.В. Оптимизация параметров и режимов работы машин методами планирования эксперимента. Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. Москва: ООО «Издательство «Триада», 2007. 292 с.
9. Завалишин Ф.С., Манцев И.Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. Москва: Колос, 1982. 228 с.
10. Adamchuk V., Bulgakov V., Nadykto V., Ihnatiev Y. Theoretical research into the power and energy performance of agricultural tractors. *Olt J. Agronomy Research*, 2016. V. 14, № 5. P. 1511–1518.
12. Калоша В.К., Лобко С.И., Чикова Т.С. Математическая обработка результатов эксперимента. Минск: Вышэйшая школа, 1982. 105 с.
11. 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. V. 16. P. 273–280.